

14 FEB 2005

Golfcondities Buitenhavens Terneuzen

Opdracht 2004.11.08 van RKZ/1420

Eindrapport

CG/04563/1308

18 januari 2005



009096 2005 PZDB-R-05017

older Detailadvies Golfcondities Buitenhavens Terneu

Heer Bokelweg 145
3032 AD Rotterdam
P.O.Box 91
3000 AB Rotterdam
The Netherlands
☎ +31 - 10 - 467 13 61
☎ +31 - 10 - 467 45 59
✉ info@svasek.com
🌐 www.svasek.com

Document titel Golfcondities Buitenhavens Terneuzen
 Opdracht 2004.11.08 van RKZ/1420
Verkorte Titel Golfcondities Buitenhavens Terneuzen
 Status Eindrapport
 Datum 18 januari 2005
Project naam Mantelovereenkomst Dijkadvies RKZ-1420
Project nummer 1308
Opdrachtgever RIKZ
Referentie CG/04563/1308

Auteur Caroline Gautier, Bernard Eikema, Marloes van den Boomgaard
Gecontroleerd door Bernard Eikema

SAMENVATTING

Voor het ontwerp van nieuwe dijkbekleding van de buitenhaven van Terneuzen zijn de golfcondities bepaald voor een aantal dijkstukken langs de haven. Deze buitenhaven bestaat uit een Westelijke en Oostelijke havenkom, gescheiden door een scheidingsdam. Aangezien diffractie hier ook een rol speelt zijn geen reguliere ontwerpwaarden beschikbaar, maar is gebruik gemaakt van de zogenaamde spreadsheetmethode zoals opgenomen in het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV).

De golfcondities zijn bepaald voor de windrichtingen 270°, 285°, 300°, 315°, 330°, 360° en 30°, en voor de waterstanden NAP+2, +4 en +6 m. Bij deze berekeningen is de haven van Terneuzen opgedeeld in 9 dijkstukken, die op hun beurt weer verschillende uitvoerpunten bevatten. Zowel voor de golfhoogte als voor de golfbelastingen Z1, Z2 en Z3 zijn de maatgevende waarden bepaald.

Daarnaast is de invloed van de scheidingsdam onderzocht door enkele berekeningen (windrichtingen 300°, 315° en 360°, waterstand NAP +6 m) uit te voeren waarin het grootste deel van de dam is weggelaten.

Bovendien zijn - ter bepaling van de gevoeligheid van de resultaten voor de berekeningsmethodiek - voor één situatie de golven in de haven berekend met het meer geavanceerde numerieke havenresonantiemodel HARES. Hierbij gaat het om een waterstand van NAP +4 m, en een windrichting van 300°.

De belangrijkste conclusies t.a.v. de berekeningen met de spreadsheetmethode zijn:

- De windrichtingen 300°, 315°, 330° en 360° zijn allemaal wel eens maatgevend. Verscheidene aspecten spelen hierbij een rol:
 - De golfrandvoorwaarden aan de rand van de haven zijn verschillend per windrichting. Over het algemeen hebben de windrichtingen 300° en 315° de grootste golfhoogtes buiten, en in principe levert een grote golf buiten een grote golf binnen.
 - De windsnelheid is voor golven uit het westen maximaal, en neemt af naar noordelijke richtingen. De windsnelheid is in deze echter niet van groot belang.
 - Bij een beschutte ligging van het dijkstuk t.o.v. havendammen en golfrichting zullen de lokale golven over het algemeen kleiner zijn.
- Dijkstuk 6 (in het oosten van het west buitenhaven) wordt het zwaarst aangevallen, zowel op basis van Z1, Z2 en Z3 als op basis van Hs. Aangezien golven uit het NW en NNW vrijwel ongehinderd dijkstuk 6 kunnen aanvallen, is de golfhoogte ter plaatse weinig lager dan de buitenrandvoorwaarde.

De belangrijkste conclusies t.a.v. de invloed van de scheidingsdam:

- De scheidingsdam heeft bij beschouwde golfrichtingen geen invloed op dijkvak 1-6.
- De invloed van de scheidingsdam op de maatgevende golfhoogtes voor dijkvak 7 en 8 is in Tabel 0.1 weergegeven.

Dijkvak	H _s met dam [m]	H _s zonder dam [m]
7	1.5 (T _p =6.65s, windricht=330°)	2.0 (T _p =6.95s, windricht=315°)
8	1.8 (T _p =6.65s, windricht=330°)	2.2 (T _p =7.1s, windricht=300°)
9	2.1 (T _p =6.95s, windricht=315°)	2.3 (T _p =7.1s, windricht=300°)

Tabel 0.1: Invloed scheidingsdam op maatgevende golfhoogte bij waterstand NAP +6meter

De belangrijkste conclusies t.a.v. de verschillen tussen HARES en spreadsheetmethode:

- HARES brengt de processen refractie, reflectie en diffractie in rekening, maar niet de lokale golfgroei en transmissie. De spreadsheetmode daarentegen houdt geen rekening met refractie en reflectie, maar wel met golfgroei in de haven en met transmissie. De invloed van transmissie is hier echter beperkt.
- De beschutte dijkstukken (1-4) vertonen bij HARES lagere waarden in vergelijking met de berekeningen met de spreadsheetmethode, orde grootte 50%. De dijkstukken die het meest aan de golfaanval worden blootgesteld (5-6) resulteren in de berekeningen met HARES in iets hogere waarden dan met de spreadsheetmethode, maar er kan gesteld worden dat de orde grootte overeenkomt.
- Het bodemverschil tussen de twee havenkommen van het westelijk havenbekken waarbij het rechterdeel ondieper is (zie Bijlage 4.1) zorgt ervoor dat door refractie meer golfenergie in de rechter havenkom terecht komt. Dit kan, samen met de reflectie, de hogere waarden in HARES voor dijkstuk 5 en 6 verklaren.
- De spreadsheetmethode hanteert vooral voor lokale windzee een grote richtingsverspreiding. Om hier aan tegemoet te komen zijn de resultaten van een aantal unidirectionele HARES simulaties gecombineerd tot een resulterend golfveld met richtingsverspreiding.
- De uitkomsten zijn erg gevoelig zijn voor de richting van de golven.
- Tabel 0.2 toont de uitkomsten van HARES en de spreadsheetmethode bij een waterstand van NAP+4m en golfrichting 323°.

Dijkvak	HARES met dam	Spreadsheetmethode met dam
	H _s [m]	H _s [m]
1	0.56	1.1
2	0.71	1.3
3	1.09	1.4
4	1.09	1.4
5	1.72	1.6
6	2.00	1.8

Tabel 0.2: Maatgevende golfhoogte berekend met HARES resp. spreadsheetmethode bij windrichting 300° en waterstand NAP +4meter

INHOUDSOPGAVE

	Pag.
SAMENVATTING	i
1 INTRODUCTIE	1
2 UITGANGSPUNTEN	3
3 SPREADSHEETMETHODE GOLFBELASTING IN HAVENS	4
3.1 Algemeen	4
3.2 Toepassing spreadsheetmethode Buitenhavens Terneuzen	4
3.3 Invoer en opzet spreadsheetmethode voor Buitenhavens Terneuzen	4
3.3.1 Batchberekening	4
3.3.2 Keuze uitvoerpunten	5
3.3.3 Westelijk en oostelijk bekken apart	5
3.3.4 Manier van schematiseren	5
3.3.5 Actieve processen	7
3.3.6 Richtingsspreiding	7
3.3.7 Kruinhoogte en type dam voor transmissie	7
3.3.8 Golfrandvoorwaarden t.p.v. haveningang en windsnelheden	7
3.3.9 Invoer in spreadsheet golfbelasting in havens	9
3.4 Resultaten spreadsheetmethode	9
3.4.1 Algemeen	9
3.4.2 Resultaten per dijkstuk	10
3.4.3 Transmissie	12
3.4.4 Diffractie	13
3.4.5 Invloed scheidingsdam	13
4 HAVENRESONANTIEMODEL HARES	16
4.1 Beschrijving HARES	16
4.2 Invoer en opzet HARES model	16
4.2.1 Diepte en schematisatie	16
4.2.2 Golfsituatie	17
4.3 Resultaten HARES model	17
5 VERGELIJKING SPREADSHEETMETHODE HARES	19

1

INTRODUCTIE

Het projectbureau Zeeweringen heeft in de planning staan om volgend jaar de dijkbekleding van de buitenhaven in Terneuzen te gaan vervangen. Deze buitenhaven bestaat uit een Westelijke en Oostelijke havenkom, gescheiden door een scheidingsdam, zie Figuur 1.1.

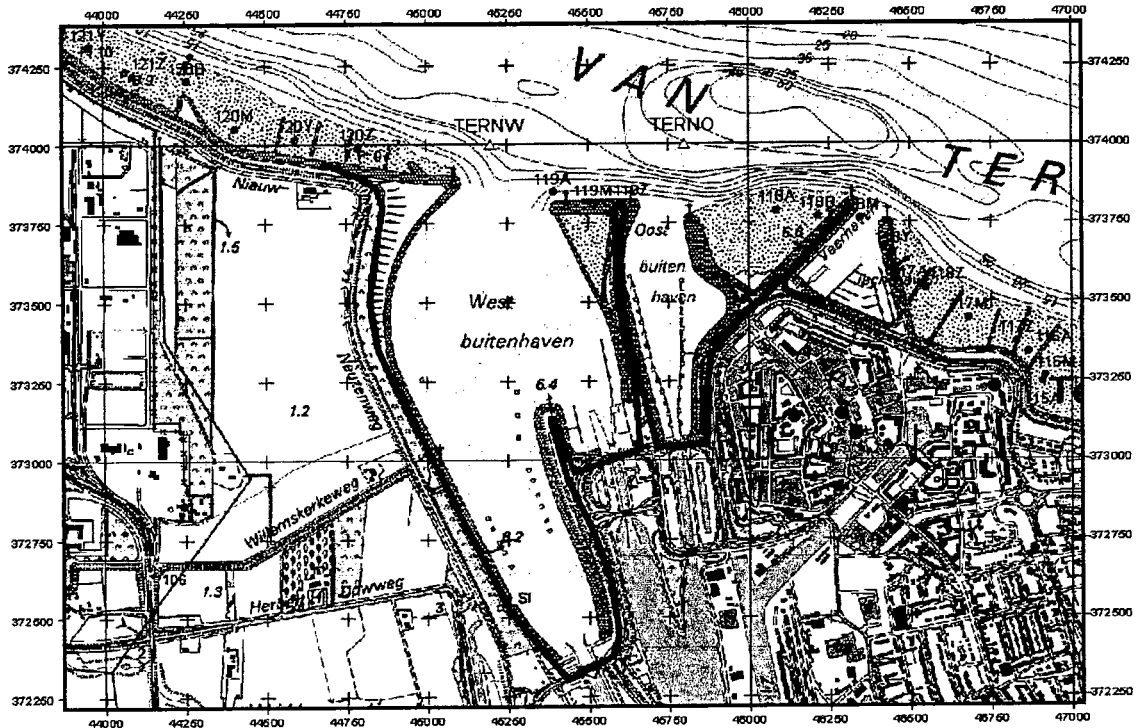


Fig 1.1: Topografie Westbuitenhaven, Oostbuitenhaven en Scheidingsdam Terneuzen ——— primaire zaewering

In de reguliere tabellen met ontwerpwaarden van 1999 zijn geen golfcondities pgenomen 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, hebben wij voor het gehele traject van de buitenhaven van Terneuzen de maatgevende golfbelasting (Z1, Z2, Z3) bepaald. Daarnaast hebben wij voor enkele gevallen ook de golfbelasting in de havens met het meer geavanceerde HARES-model berekend. Dit om de gevoeligheid van de resultaten voor de berekeningsmethodiek te bepalen.

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 270°, 285°, 300°, 315°, 330°, 360° en 30°, en voor de waterstanden NAP+2, +4 en +6 meter.

De opbouw van dit document is als volgt. Na de introductie van Hoofdstuk 1, worden in Hoofdstuk 2 de uitgangspunten gegeven. Hoofdstuk 3 behandelt de in- en uitvoer van de spreadsheetmethode, en Hoofdstuk 4 de in- en uitvoer van HARES. De vergelijking tussen beide methoden wordt in Hoofdstuk 5 behandeld.

2**UITGANGSPUNTEN**

1. Voor de gehele primaire waterkering langs de haven waar harde bekleding aanwezig is ten westen van $X=46000$ m is de maatgevende golfbelasting bepaald voor de golfbelastingen $Z1=H_s \cdot T_{pm}$, $Z2=H_s^2 \cdot T_{pm}$, en $Z3=H_s \cdot T_{pm}^2$.
2. De golfbelasting is bepaald bij drie waterstanden (NAP+2, +4 en +6 m) en zeven windrichtingen (270°, 285°, 300°, 315°, 330°, 360° en 030°).
3. De invloed van de scheidingsdam is onderzocht, door voor de hoogste waterstand en voor enkele windrichtingen ook berekeningen zonder scheidingsdam uit te voeren. Hierbij is een beperkt aantal uitvoerlocaties gehanteerd. Als interessegebied geldt vooral de Schelde boulevard ten zuid/oosten van de Oost Buitenhaven. Eigenlijk was het de bedoeling om in deze situatie de dam tot een lengte van 180 m te verkorten. Maar bij een verkorte dam zou sprake zijn van een complexe havengeometrie (twee havendammen, zie ref. [1]) waarbij de spreadsheet methode niet mag worden toegepast. Daarom is de verkorte dam achterwege gelaten (lengte 0 m), maar de strijklengte is aangepast alsof de verkorte scheidingsdam wel aanwezig was.
4. Er is bekeken hoe conservatief de VTV methode is, t.o.v. een geavanceerde methode als HARES, door voor één of twee (maatgevende) windrichting(en) bij NAP+4 meter ook HARES berekening uit te voeren.
5. Wij hebben van het RIKZ de golfcondities buiten de haven ontvangen, als invoer voor het bepalen van de golven in de haven. Wij hebben geen correcties voor stroming of periode hoeven toe te passen.
6. De ondiepe gebieden ten noordwesten van de westelijke kade van de West Buitenhaven en ten noordoosten van de scheidingsdam zijn niet in de schematisaties meegenomen.
7. De golfrichting die als invoer voor xls-rekeninstrument moet worden opgegeven is voor alle drie de waterstanden gelijk verondersteld. Hiervoor hanteren wij de golfrichting behorende bij de waterstand NAP +4m.

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 Buitenhavens Terneuzen

Op basis van een aantal toetsstappen uit bovengenoemde handleiding blijkt in de meeste gevallen de gedetailleerde methode toegepast te kunnen worden voor de Buitenhavens van Terneuzen. De gedetailleerde methode komt overeen met de spreadsheet. Als randvoorwaarde voor de gedetailleerde methode geldt:

- in de haven worden geen golfreflecties van betekenis verwacht
- de haven heeft geen 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 waaromheen golven diffracteren.

De ca. 200 m lange dam in de Westelijke Buitenhaven ter hoogte van $X=45400$ m en $Y=373100$ m kan echter wel voor sommige golfrichtingen als tweede diffractiepunt optreden. Omdat dit slechts op een klein gebied invloed heeft hebben we toch deze methode toegepast. Hierbij is voor sommige richtingen de dam weggelaten. Dit is een conservatieve benadering.

3.3 Invoer en opzet spreadsheetmethode voor Buitenhavens Terneuzen

3.3.1 Batchberekening

Omdat de golven 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 zeven windrichtingen, en 28 uitvoerlocaties 588 cases berekend, plus 69 cases als onderzoek naar de invloed van de scheidingsdam.

3.3.2 Keuze uitvoerpunten

Langs de randen van de haven, min of meer op de kruinlijn, hebben wij uitvoerpunten gedefinieerd met een onderlinge afstand van grofweg 200 m. In Bijlage 3.1 zijn de uitvoerpunten en de schematisatie van de haven weergegeven.

3.3.3 Westelijk en oostelijk bekken apart

De westelijke en de oostelijke havenbekkens zijn apart geschematiseerd, en in aparte spreadsheets berekend. Voor waterstand NAP+2 m laat de scheidingsdam, die zijn kruin op NAP+5,86 m heeft, geen golfenergie passeren, en is dit dus een juiste aanname. Voor de waterstanden NAP+4 m en NAP+6 m vindt er wel golftransmissie plaats over de scheidingsdam. Deze golftransmissie is wel meegenomen, maar op basis van de buitenrandvoorwaarde van de beschouwde haven. Voor de oostelijke haven wordt de transmissie over de scheidingsdam bij een windrichting van bijvoorbeeld 315° (golfrichting 323°) berekend uitgaande van de golfrandvoorwaarden voor de oostelijke haven, terwijl de golf eigenlijk vanuit de westelijke haven aankomt. De verschillen in golfrandvoorwaarden tussen de westelijke en oostelijke haven zijn echter minimaal (maximaal verschil in H_s , T_{pm} en golfrichting respectievelijk 0.05 m, 0.5 s, 3°) zodat deze schematisatie geen grote afwijkingen oplevert. Voor de zekerheid is dit nog gecontroleerd voor de twee verschillende waterstanden, en voor de grootste verschillen in randvoorwaarden:

- NAP+4 m: Voor de Oost buitenhaven is voor windrichting 300° gerekend met de randvoorwaarden van oost, te weten $H_s=1.85$ m, $T_{pm}=6.5$ sec en golfrichting=320°.

De golven die afkomstig zijn van de West buitenhaven en de Oost buitenhaven bereiken via transmissie over/door de scheidingsdam hebben als (buiten!)randvoorwaarden: $H_s=1.85$ m, $T_{pm}=6.5$ sec en golfrichting=323°. Additionele spreadsheet berekeningen met deze waarden geven uitvoer die identiek is aan de originele berekeningen.

- NAP+6 m: Voor de West buitenhaven is voor windrichting 30° gerekend met de randvoorwaarden van west, te weten $H_s=1.45$ m, $T_{pm}=5.85$ sec en golfrichting=37°.

De golven die afkomstig zijn van de Oost buitenhaven en de West buitenhaven bereiken via transmissie over/door de scheidingsdam hebben als (buiten!)randvoorwaarden eigenlijk: $H_s=1.45$ m, $T_{pm}=5.9$ sec en golfrichting=40°. Additionele spreadsheet berekeningen met deze waarden geven als uitvoer identieke golfhoogtes binnen, en een T_{pm} van 5.9 ipv (de door de spreadsheet vreemd afgeronde waarde van) 5.8 sec. Dit mag met recht een minimaal verschil genoemd worden.

3.3.4 Manier van schematiseren

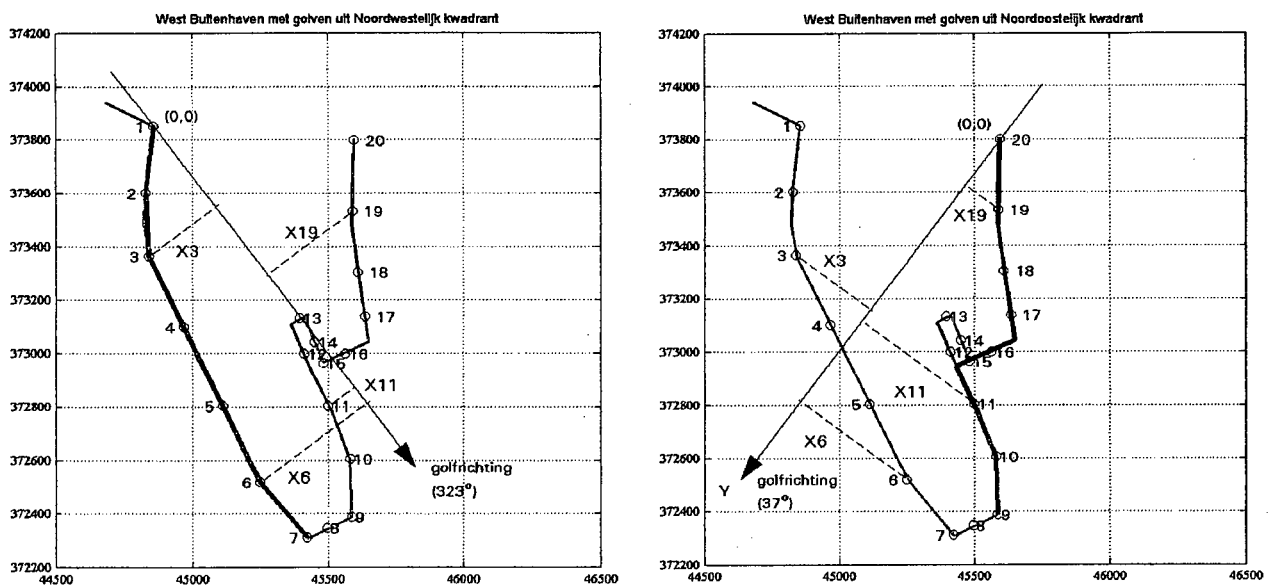
Voor alle cases is de haven geschematiseerd met één havendam. Bij een enkele havendam speelt de (equivalente) breedte van de havenopening geen rol. Voor golven uit het noordwestelijke kwadrant is die ene havendam de dam of kade aan de westzijde van het bekken. Voor de West buitenhaven is dat dus de kade langs de Neuzenweg die

als ondoorlatend wordt verondersteld. Voor de Oost buitenhaven wordt bij golven uit het noordwestelijke kwadrant alleen de Scheidingsdam in de schematisatie toegepast. Voor golven uit het noordoostelijke kwadrant wordt voor de West buitenhaven juist alleen de Scheidingsdam en de kade ten zuidwesten daarvan geschematiseerd, en voor de Oost buitenhaven de kade ten oosten van de Oost buitenhaven.

Het vaststellen van de X en Y coördinaten van de uitvoerpunten vergt enige uitleg. Voor de diffractieberekeningen moeten zij namelijk in een assenstelsel worden gegeven dat gedefinieerd is t.o.v. het uiteinde van de havendam, 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. Het deel van de X-as dat enigszins in de luwte ligt krijgt negatieve X-waarden, het open deel positieve X-waarden.
- De oorsprong (O) van het assenstelsel ligt op het uiteinde van de havendam.

Figuur 3.1 toont voor enkele golfrichtingen hoe de havendammen en uitvoerpunten geschematiseerd zijn.



Figuur 3.1: Voorbeeld Schematisatie West buitenhaven. De donkerblauwe lijn geeft de geschematiseerde 'havendam' weer.

In bovenstaande voorbeelden van Figuur 3.1 zijn de volgende X- en Y-coördinaten van toepassing:

323°: X3= -305 m;	Y3= 376 m	37°: X3= 343 m	Y3= 801 m
323°: X6= -489 m;	Y6=1299 m	37°: X6=-494 m	Y6=1233 m
323°: X11= -117 m;	Y11=1224 m	37°: X11=-524 m	Y11= 855 m
323°: X19= 396 m;	Y19= 693 m	37°: X19=-155 m	Y19= 215 m

Locatie 11 is voor golven uit 323° niet geheel juist geschematiseerd. Eigenlijk is hier sprake van tweevoudige diffractie maar daar is de spreadsheetmethode niet geschikt voor. In de schematisatie laten we de oostelijke kade achterwege en zorgen zodoende voor een veilige (conservatieve) benadering.

3.3.5 Actieve processen

De volgende processen zijn geactiveerd bij de golfdoordringingsberekeningen:

- diffractie
- transmissie
- interactie transmissie en diffractie
- lokale golfgroei

De golfhoogtebeperking door ondiepe voorlanden is dus niet geactiveerd. 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.

3.3.6 Richtingsspreiding

De binnendringende golfenergie is in meer of mindere mate verspreid over het richtingendomein (richtingsspreiding van golfenergie). In 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.

3.3.7 Kruinhoogte en type dam voor transmissie

Wij veronderstellen dat de kades van de haven (de buitenkant van de schematisatie) geen golfenergie doorlaten en dus ondoorlatend en oneindig hoog zijn. De kruinhoogte is als 999 m verondersteld, en het type een ondoorlatende dam. Voor die richtingen waarbij de golven vanaf de scheidingsdam kunnen aankomen, kan er wel transmissie over de scheidingsdam optreden. Op basis van de tekeningen genaamd "Inventarisatie steenzettingen Terneuzen" (d.d. 14 april 2000) hebben wij een kruinhoogte van NAP+5,86 m toegepast voor de scheidingsdam. Het type dam is een gladde dichte dam met flauw talud (1:3 - 1:5).

Let wel dat een dam maar op één manier geschematiseerd kan worden. Men kan binnen één dam niet variëren met de eerste 500 m als doorlatende dam gevolgd door 500 m ondoorlatende dam. Dit maakt het moeilijk om voor golven uit het noordoostelijk kwadrant de oostzijde van de West buitenhaven goed te schematiseren. De gehele oostelijke kade is als doorlatende dam met kruinhoogte NAP + 5.86 m geschematiseerd. In werkelijkheid maken de zuidelijke 600 meters deel uit van de bestaande kade ipv van de scheidingsdam, en is dit deel ondoorlatend. Door echter over de gehele lengte een doorlatende dam toe te passen doen we een veilige (conservatieve) aanname.

3.3.8 Golftrandvoorwaarden t.p.v. haveningang en windsnelheden

Als golftrandvoorwaarden worden de H_s , T_{pm} en de hoofdrichting van het golfveld net buiten de havenmond opgegeven. De waarden van de golftrandvoorwaarden midden tussen de havendammen hebben wij van het RIKZ aangeleverd gekregen, zie Tabel

3.1a en 3.1b. De golfrichting is niet gelijk voor de drie waterstanden, maar varieert met enkele graden. Toch hebben wij - voor het gemak - voor alle waterstanden een gelijke golfrichting toegepast, namelijk de richting die behoort bij NAP+ 4 m.

De windsnelheden staan weergegeven in Tabel 3.2. 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 West-Buitenhaven Terneuzen; Monding							basis: 119Z		
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		
270	1,3	6,2	311	1,55	6,5	313	1,95	7,05	318
285	1,45	6,2	315	1,75	6,55	318	2,15	7,1	322
300	1,55	6,1	321	1,85	6,5	323	2,3	7,05	326
315	1,5	5,85	327	1,85	6,35	329	2,25	6,95	331
330	1,4	5,6	336	1,75	6,1	336	2,15	6,65	337
360	1,25	5,3	5	1,55	5,85	1	1,7	6,45	358
30	1,15	5,6	38	1,35	5,75	37	1,45	5,85	39

Tabel 3.1a: Golfcondities West-Buitenhaven Terneuzen.

Golfcondities Oost-Buitenhaven Terneuzen; Monding							basis: 119A		
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		
270	1,3	6,15	308	1,55	6,5	311	1,95	7,05	317
285	1,5	6,2	312	1,75	6,55	315	2,15	7,05	320
300	1,55	6,15	316	1,85	6,5	320	2,25	7,05	324
315	1,5	5,9	323	1,85	6,35	327	2,25	6,9	330
330	1,4	5,6	332	1,75	6,1	334	2,15	6,65	336
360	1,25	5,3	3	1,55	5,85	360	1,7	6,4	359
30	1,2	5,6	40	1,4	5,8	40	1,45	5,9	41

Tabel 3.1b: Golfcondities Oost-Buitenhaven Terneuzen.

windrichting [graden N]	windsnelheid [m/s]
270°	33
285°	32
300°	31
315°	28
330°	25
360°	21
30°	19

Tabel 3.2: Windsnelheden per windrichting.

3.3.9 Invoer in spreadsheet golfbelasting in havens

- Checkboxes:

DiffRACTIE:	WAAR
Transmissie:	WAAR
Interactie:	WAAR
Lokale Golfgroei:	WAAR
Hoog voorland:	ONWAAR

 - Algemeen:

H_s :	Overgenomen van Tabel 3.1a & b
T_p :	Overgenomen van Tabel 3.1a & b (T_{pm})
Dominante golfriCHTING:	Overgenomen van Tabel 3.1a & b voor NAP+4 m
Waterstand:	Overgenomen van Tabel 3.1a & b
Output:	L_0

 - DiffRACTIE:

Aantal dammen:	1 (in alle gevallen)
S_{max} :	10
B_{eq} :	n.v.t. bij 1 dam
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 , <i>Diagram</i> , X/L , Y/L , K_d

 - Transmissie:

Kruinhoogte/Type dam:	als golven vanaf de scheidingsdam kunnen komen, dan: 5,86 m, en als gladde dichte dam met flauw talud (1:3 - 1:5). als golven vanaf de overige kades komen, dan 999 m en als ondoorlatende dam.
Output:	α_{rken} , β_{reken} , <i>vrijboord</i> , K_b , K_{dt}

 - Golfgroei:

F:	opgemeten afstand tegengesteld aan de windriCHTING tussen uitvoerpunt en snijpunt met havendam of kade.
U_{10} :	windsnelheid overgenomen van Tabel 3.2
Output:	<i>Fdimensieloos</i> , H_{s-1g} , E_{1g}

 - Hoog voorland: n.v.t.
- Berekeningsresultaten:* *golfhoogte, golfperiode, golfhoek*

3.4 Resultaten spreadsheetmethode

3.4.1 Algemeen

De berekeningsresultaten van de spreadsheet zijn de golfhoogte, golfperiode en de golfhoek op alle uitvoerpunten. De golfhoek blijkt altijd nul te zijn, dit komt overeen met de meest conservatieve aanname. Bij een golfhoek groter dan nul neemt namelijk de

ontwerp golfhoogte af. De uitvoerparameters zijn gegeven met één cijfer achter de komma.

In bijlage 3.2 en 3.3 zijn alle resultaten te vinden, per windrichting en waterstand. Naast de invoer, de berekende golfhoogte en golfperiode zijn vier extra kolommen toegevoegd. De eerste hiervan, de waarde H_{bin}/H_{bui} geeft de verhouding weer tussen de lokale golfhoogte binnen in de haven en de golfhoogte aan de buitenrand van de haven. De volgende drie kolommen zijn de golfbelastingen Z1, Z2 en Z3 oftewel $H_s * T_{pm}$, $H_s^2 * T_{pm}$ en $H_s * T_{pm}^2$. De onderste rij bevat telkens de maatgevende waarde voor H_s , Z1, Z2, en Z3.

3.4.2 Resultaten per dijkstuk

In de praktijk zal niet voor elk uitvoerpunt andere dijkbekleding worden toegepast. Daarom hebben we de dijken langs de haven van Terneuzen opgedeeld in grotere dijkstukken, te weten:

Voor de westelijke haven:

Dijkstuk 1:	uitvoerpunten 2 t/m 7
Dijkstuk 2:	uitvoerpunten 7 t/m 9
Dijkstuk 3:	uitvoerpunten 9 t/m 13
Dijkstuk 4:	uitvoerpunten 13 t/m 15
Dijkstuk 5:	uitvoerpunten 15 t/m 17
Dijkstuk 6:	uitvoerpunten 17 t/m 19

Voor de oostelijke haven:

Dijkstuk 7:	uitvoerpunten 22 t/m 24
Dijkstuk 8:	uitvoerpunten 24 t/m 27
Dijkstuk 9:	uitvoerpunten 27 t/m 28

Vervolgens zijn de maatgevende windrichting en waterstand bepaald, op basis van Z1, Z2, Z3 en H_s . In Bijlage 3.5 t/m 3.7 is een compleet overzicht van de maatgevende waarden gegeven. Onderstaande tabellen (Tabel 3.3 t/m 3.5) geven voor de drie waterstanden NAP +2, +4 en +6 m de maatgevende waarden voor belastinggeval Z1.

Dijkstuk	Uitvoer punt	Waterstand [m+NAP]	H_s buiten [m]	Wind richting [°]	Golf richting [°]	Max $H_s * T_{pm}$ binnen	H_s binnen [m]	H_s binnen / H_s buiten
1	2, 3, 4, 6	2	1,25	360	1	6,89	1,3	1,0
2	9	2	1,40	330	336	7,28	1,3	0,9
3	11	2	1,50	315	329	8,26	1,4	0,9
4	13	2	1,50	315	329	7,67	1,3	0,9
5	17	2	1,50	315	329	8,85	1,5	1,0
6	18	2	1,55	300	323	9,76	1,6	1,0
7	22, 23	2	1,20	30	40	6,16	1,1	0,9
8	27	2	1,55	300	320	7,44	1,2	0,8
9	28	2	1,50	315	327	8,26	1,4	0,9

Tabel 3.3: Maatgevende condities per dijkstuk op basis van Z1 voor de waterstand NAP +2.

Dijkstuk	Uitvoer punt	Waterstand [m+NAP]	H _s buiten [m]	Wind richting [°]	Golf richting [°]	Max H _s * T _{pm} binnen	H _s binnen [m]	H _s binnen / H _s buiten
1	2, 3	4	1,55	360	1	9,44	1,6	1,0
2	9	4	1,75	330	336	9,76	1,6	0,9
3	12,13	4	1,85	315	329	10,24	1,6	0,9
4	13	4	1,85	315	329	10,24	1,6	0,9
5	17	4	1,85	315	329	11,52	1,8	1,0
6	18, 19	4	1,85	300	323	11,70	1,8	1,0
7	23, 24	4	1,55	360	360	7,67	1,3	0,8
8	27	4	1,75	330	334	9,15	1,5	0,9
9	28	4	1,85	315	327	10,88	1,7	0,9

Tabel 3.4: Maatgevende condities per dijkstuk op basis van Z1 voor de waterstand NAP +4.

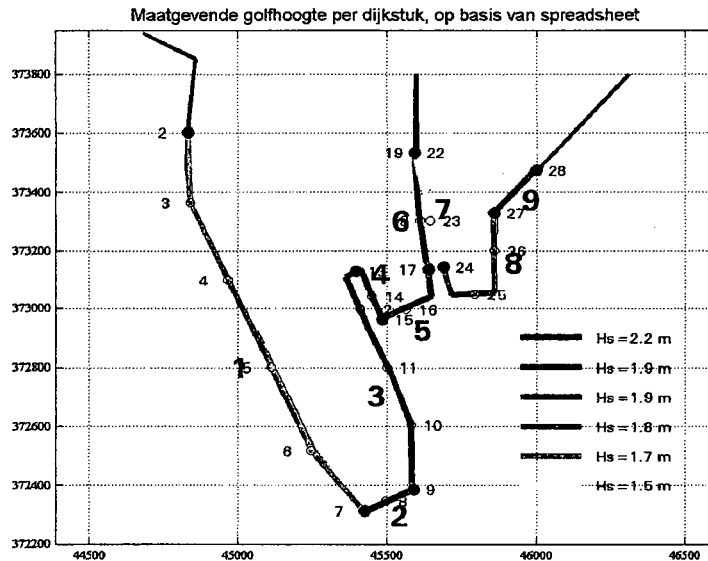
Dijkstuk	Uitvoer punt	Waterstand [m+NAP]	H _s buiten [m]	Wind richting [°]	Golf richting [°]	Max H _s * T _{pm} binnen	H _s binnen [m]	H _s binnen / H _s buiten
1	7	6	2,25	315	329	11,20	1,6	0,7
2	9	6	2,15	330	336	12,73	1,9	0,9
3	11, 12, 13	6	2,25	315	329	13,30	1,9	0,8
4	13	6	2,25	315	329	13,30	1,9	0,8
5	17	6	2,25	315	329	14,70	2,1	0,9
6	18, 19	6	2,30	300	323	15,62	2,2	1,0
7	24	6	2,25	315	327	10,35	1,5	0,7
8	27	6	2,25	300	320	12,07	1,7	0,8
9	28	6	2,25	315	327	14,49	2,1	0,9

Tabel 3.5: Maatgevende condities per dijkstuk op basis van Z1 voor de waterstand NAP +6.

De hoogste waterstand van NAP+6 m is altijd maatgevend. Het blijkt dat de windrichtingen 300°, 315°, 330° en 360° allemaal wel eens maatgevend kunnen zijn. Verscheidene aspecten spelen een rol. Om te beginnen zijn de golftrandvoorwaarden aan de rand van de haven verschillend per windrichting. Over het algemeen hebben de windrichtingen 300° en 315° de grootste golfhoogtes buiten, en in principe levert een grote golf buiten een grote golf binnen. De windsnelheid is voor golven uit het westen maximaal, en neemt af naar het noordelijke richtingen. De windsnelheid is in deze echter niet van groot belang. Tenslotte is natuurlijk de ligging van het dijkstuk ten opzichte van havendammen en golfrichting van belang. Bij een beschutte ligging zullen de lokale golven over het algemeen kleiner zijn.

Bij een windrichting van 360° is noch de windsnelheid, noch de buitenrandvoorwaarden groter dan bij andere windrichtingen. Toch is deze windrichting voor dijkstuk 1 vaak wel maatgevend, omdat het dijkstuk erg dicht bij de haveningang ligt, en weinig beschutting heeft. Een aspect dat bij het ontwerpen van de bekleding wellicht nog een rol speelt is het feit dat de golven bij 360° windrichting bijna evenwijdig aan dijkstuk 1 aankomen. Het is mogelijk dat lagere golven die loodrecht op de dijk aankomen voor zwaardere belastingen zorgen, maar dat valt buiten het doel van de huidige studie.

De uitvoerpunten 1, 20 en 21 zijn buiten beschouwing gelaten omdat daar de golfcondities van buiten gelden, en die zijn altijd maatgevend. De geschematiseerde dammen lopen uiteraard wel helemaal door tot de plaatsen waar locatie 1, 20 en 21 zich zouden bevinden (zie Figuur 3.2).



Figuur 3.2: Maatgevend Hs per dijkstuk bij NAP +6m op basis van spreadsheetmethode

Dijkstuk 6 wordt het zwaarst aangevallen, zowel op basis van Z1, Z2 en Z3 als op basis van H_s . De golfhoogte ter plaatse van dijkstuk 6 is maar weinig lager dan de buitenrandvoorwaarde. Dat is ook niet verwonderlijk, aangezien golven uit het NW en NNW vrijwel ongehinderd dijkstuk 6 kunnen aanvallen.

Figuur 3.2 geeft een ruimtelijk beeld van de maatgevende golfhoogtes per dijkstuk die in Bijlage 3.7 zijn opgenomen.

3.4.3 Transmissie

Alleen de scheidingsdam met een kruinhoogte van NAP+5,86 m laat - bij waterstanden van NAP+4 m en NAP+6 m - golfenergie door. Zelfs bij een waterstand lager dan de kruinhoogte treedt beperkte transmissie op, vanwege de golfhoogte die nog boven op de waterstand komt.

Bij de hoogste waterstand is het vrijboord $-0,14$ m, en bedraagt de K_t 0,40 m voor de (buiten)golfhoogtes $H_s=1,45$ en $H_s=1,70$ m, en $K_t=0,39$ voor $H_s=1,95$, $H_s=2,15$ en $H_s=2,25$ m.

Bij de waterstand van NAP+4 m is er meer variatie in K_t . $K_t=0,04$ bij $H_s=1,35$ m, en $K_t=0,07$ bij $H_s=1,55$ m. In de oostelijke haven komen ook nog waarden voor van $K_t=0,09$ bij $H_s=1,75$ m, en $K_t=0,10$ bij $H_s=1,85$ m.

De bijdrage van de transmissie aan de golfhoogtereductie ($K_{d,t}$) is over het algemeen klein ten opzichte van de bijdrage van diffractie. In bijlage 3.8 zijn de waarden van K_t , K_d en $K_{d,t}$ te vinden voor respectievelijk de berekeningen van de West- en de Oostbuitenhaven. De driehoekjes in die figuren tonen aan dat in de meeste gevallen het aandeel van diffractie aan de totale $K_{d,t}$ waarde boven de 80% ligt.

3.4.4 Diffractie

De K_d waarde die de spreadsheet berekent blijkt maximaal 1 te zijn. Dit ligt in de lijn der verwachting.

Voor verschillende golfrichtingen bekijken we nu de K_d waarde voor een uitvoerpunt op de scheidingsdam in de oostelijke buitenhaven (uitvoerpunt 22), bij een lage waterstand, zie Tabel 3.6. Naarmate de golfrichting van het noordwesten naar het noordoosten draait is die locatie minder beschermt en neemt de waarde van K_d dus toe.

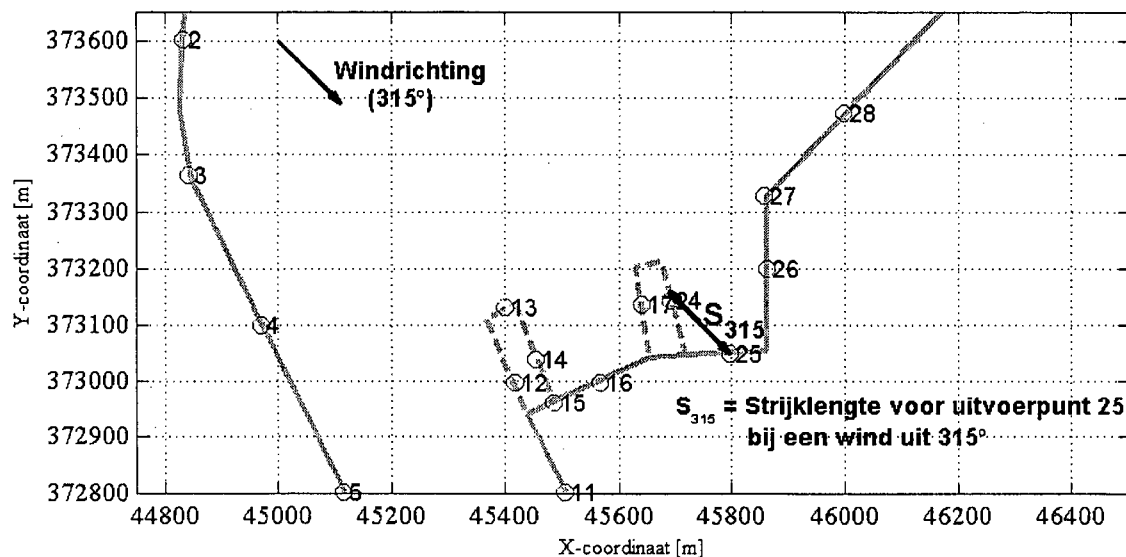
windrichting	golfrichting (voor NAP+4m)	K_d
270°	313°	0,30
285°	315°	0,31
300°	320°	0,34
315°	327°	0,43
330°	334°	0,53
360°	360°	0,70
30°	40°	0,92

Tabel 3.6: K_d afhankelijk van windrichting voor locatie 22 (oostelijke haven) bij NAP+2m.

Overigens is ook de waarde van H_{binnen}/H_{buiten} nooit groter dan één. De golfgroei is te gering om te kunnen compenseren voor de afname in golfhoogte ten gevolge van diffractie.

3.4.5 Invloed scheidingsdam

De scheidingsdam tussen de oostelijke en westelijke haven zorgt voor een reductie van de golfhoogten voor de gebieden die in de luwte van de dam liggen. Om de invloed van de scheidingsdam te onderzoeken zijn er batchberekeningen uitgevoerd waarin het grootste deel van de dam is weggelaten. Er is gekozen, in overleg met RIKZ, de scheidingsdam in deze berekeningen met een lengte van ongeveer 180 m te schematiseren. Echter zoals al eerder genoemd in de uitgangspunten (zie Hoofdstuk 2) zou bij deze verkorte scheidingsdam sprake zijn van een complexe havengeometrie waarbij de spreadsheet methode niet mag worden toegepast. Daarom hebben we voor de diffractie berekeningen de verkorte dam achterwege gelaten (lengte 0 m), maar de strijklengte is aangepast alsof de verkorte scheidingsdam wel aanwezig was. Een deel van de schematisatie van de haven voor de berekeningen zonder scheidingsdam is weergegeven in Figuur 3.3.



Figuur 3.3: Schematisatie situatie zonder scheidingsdam.

De doorgetrokken lijn is de schematisatie van de haven m.b.t. diffractie en transmissie. Het gestippelde lijnstuk tussen de uitvoerpunten 16 en 25 is de eigenlijk gewenste dimensie van de scheidingsdam (180m). Deze dimensie is wel meegenomen in de berekening m.b.t. de lokale golfgroei. Als voorbeeld is in Figuur 3.3. de toegepaste strijklengte voor het uitvoerpunt 25 bij een wind komende uit 315° weergegeven, S_{315} . Het is duidelijk te zien dat deze strijklengte aanzienlijk korter is dan als de dam een lengte zou hebben gehad van 0m i.p.v. 180m.

De berekeningen zijn alleen uitgevoerd voor de hoogste waterstand (NAP+6) en voor alleen de drie maatgevende windrichtingen 300°, 315° en 360°. De drie golfrichtingen horende bij de drie gekozen windrichtingen zijn 323°, 329° en 336°. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in bijlage 3.4. Uit deze resultaten blijkt zoals verwacht dat de significante golfhoogte dezelfde waarden heeft als de berekeningen met scheidingsdam voor de uitvoerpunten 1 t/m 17. De scheidingsdam heeft bij deze golfrichtingen geen invloed op deze punten. Omdat uitvoerpunten 18 t/m 23 zich op de scheidingsdam bevinden, komen zij te vervallen in de berekening zonder dam. Voor de punten 24 t/m 27, die in de luwte van de dam liggen, heeft de scheidingsdam wel veel invloed bij deze golfrichtingen. De invloed van de scheidingsdam is in Tabel 3.7 overzichtelijk weergegeven met daarin de invoer en de berekende significante golfhoogte met en zonder dam voor de uitvoerpunten 24 t/m 28.

Pnt	Wind richting	Golf richting	H _s [m] buiten	T _{pm} [s]	WI [m+NAP]	H _s [m] binnen (met dam)	H _s [m] binnen (zonder dam)	H _{Sbin} /H _{Sbui} (met dam)	H _{Sbin} /H _{Sbui} (zonder dam)
24	300	323	2,30	7,1	6	1,4	1,9	0,61	0,83
25	300	323	2,30	7,1	6	1,5	2,0	0,65	0,87
26	300	323	2,30	7,1	6	1,6	2,2	0,70	0,96
27	300	323	2,30	7,1	6	1,7	2,2	0,74	0,96
28	300	323	2,30	7,1	6	2,0	2,3	0,87	1,00
24	315	329	2,25	6,95	6	1,5	2,0	0,67	0,89
25	315	329	2,25	6,95	6	1,6	2,0	0,71	0,89
26	315	329	2,25	6,95	6	1,7	2,1	0,76	0,93
27	315	329	2,25	6,95	6	1,7	2,2	0,76	0,98
28	315	329	2,25	6,95	6	2,1	2,2	0,93	0,98
24	330	336	2,15	6,65	6	1,5	1,9	0,70	0,88
25	330	336	2,15	6,65	6	1,6	2,0	0,74	0,93
26	330	336	2,15	6,65	6	1,7	2,1	0,79	0,98
27	330	336	2,15	6,65	6	1,8	2,1	0,84	0,98
28	330	336	2,15	6,65	6	2,0	2,1	0,93	0,98

Tabel 3.7: Invloed scheidingsdam.

In Tabel 3.7 is duidelijk te zien dat de waarde van de berekende significante golfhoogte zonder dam een stuk hoger is dan de berekende significante golfhoogte met dam.

4 HAVENRESONANTIEMODEL HARES

4.1 Beschrijving HARES

Het **HA**ven **RE**sonantie model **HARES** berekent de golfdoordringing in een havenbekken. HARES is een 2-dimensionaal model waarin de effecten diffractie, refractie en reflectie zijn meegenomen. Het breken van golven en golftransmissie wordt niet in het model meegenomen. HARES is een lineair model en maakt gebruik van de eindige elementen methode. Kenmerkend voor deze methode is dat het modelgebied is opgedeeld in een aantal driehoekige elementen. De grootte en vorm van deze elementen kunnen variëren binnen het model waardoor specifieke kenmerken van een havenbekken gemakkelijk in het model kunnen worden opgenomen.

Voor een enkele harmonische inkomende golf berekent HARES de amplitude en fase voor elk punt in de schematisatie. HARES kent geen richtingspreiding op het golfveld. Deze spreiding kan echter wel in rekening worden gebracht door een aantal HARES sommen te combineren tot een richtingspreiding, zie paragraaf 4.3.

De invoer van het model bestaat uit:

- Golf periode
- Golf richting
- Diepte in het model
- Diepte net buiten het model
- Waterstand
- Reflectie coëfficiënten van de randen

De meest relevante model uitvoer is de zogenaamde golfhoogte vermenigvuldigingsfactor K . Deze waarde K is de ratio tussen de golfhoogte in het model (H) en de golfhoogte op de golfrand van het model (H_0). $K = H/H_0$. Op de golfrand van het model geldt per definitie $K = 1$.

De grafische uitvoer laat de ruimtelijke variatie van de K_D factor zien. Een $K_D > 1$ houdt in dat de golfhoogte is toegenomen en een $K_D < 1$ houdt in dat de golfhoogte juist is afgenomen. Tevens laat de grafische uitvoer een momentopname van het golfpatroon in het havenbekken zien. Dit golfpatroon is tijdsafhankelijk, de K_D factor niet.

Of de resultaten van HARES over het algemeen conservatief is of niet, is moeilijk te zeggen. Diffractiemetingen zijn niet voorhanden. Wel zijn de resultaten uitgebreid vergeleken met de Shore Protection Manual, zie ook ref. [4]. De overeenkomst hiermee is zeer goed.

4.2 Invoer en opzet HARES model

4.2.1 Diepte en schematisatie

De haven van Terneuzen is geschematiseerd weergegeven in Bijlage 4.1. In deze Appendix is tevens de diepte weergegeven zoals deze in het model is gehanteerd. Omdat op de modelrand de golfconditie van de monding van de haven is gezet, is de diepte buiten de haven constant gehouden op NAP-15m. Hierdoor veranderen de

golven niet door refractie op het traject van modelrand naar havenmond. De diepte is grof geschematiseerd met als basis de tekeningen met dieptegegevens van Directie Zeeland (kaart 11, peiling 5 juni 2003; kaart 12, peiling 31 maart 2004; kaart 13, peiling 31 maart 2004). De diepte heeft alleen invloed op de refractie.

De driehoekige elementen zijn circa 3 meter groot, waardoor het model is opgebouwd uit ongeveer 835.000 elementen.

Als reflectie coëfficiënt is voor alle dijken en dammen een factor 0,4 aangehouden. Deze factor wordt toegepast op de golfhoogte.

4.2.2 Golfsituatie

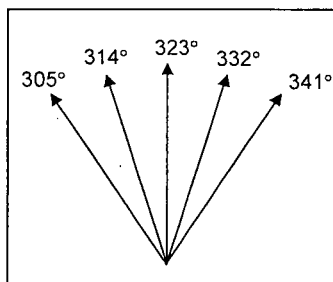
Op basis van de spreadsheetmethode (zie Hoofdstuk 3) is een maatgevende situatie uitgekozen, die als input voor HARES wordt toegepast. Dat is:

- windrichting=300° (verder niet relevant voor HARES)
- (hoofd)golfrichting=323°
- $T_p=6,5$ s
- Waterstand van NAP+4,0m

4.3 Resultaten HARES model

In eerste instantie bleken de HARES resultaten over het algemeen flink lager, en in een enkel geval hoger, te zijn dan de spreadsheetmethode. Additionele tests toonden aan dat de uitkomsten erg gevoelig zijn voor de richting van de golven. Een belangrijk verschil tussen beide methodes is het feit dat HARES slechts met één golfrichting rekent, terwijl de spreadsheetmethode juist een grote richtingsverspreiding (vooral voor lokale windzee) hanteert. In werkelijkheid zal er ook spreiding van golfenergie over de richtingen plaatsvinden.

Om hier aan tegemoet te komen hebben we de resultaten van een aantal HARES simulaties variërend in golfrichting, gecombineerd tot een resulterend golfveld met richtingsverspreiding. De hoofdrichting heeft hierbij een inbreng van 40% van de golfenergie, de richtingen 9° aan weerszijden van de hoofdrichting doen elk voor 20% mee, en richtingen van 18° vanaf de hoofdrichting dragen met 10% bij aan het totale golfveld (zie ook schematische weergave in Figuur 4.1).



Figuur 4.1: Schematische weergave richtingsverspreiding

Het resultaat is een "minder scherp" golfveld. Het gebied met golfaanval is door de extra richtingsverspreiding iets groter dan in de simulatie met alleen de hoofdrichting. Aan de andere kant zijn de extreme golfhoogtes over het algemeen lager.

Om tot een gezamenlijke K factor te komen worden de individuele K factoren van de 5 HARES sommen worden nu als volgt opgeteld:

$$K_{\text{samengesteld}} = 0,4 * K_{323^\circ}^2 + 0,2 * K_{332^\circ}^2 + 0,2 * K_{314^\circ}^2 + 0,1 * K_{341^\circ}^2 + 0,1 * K_{305^\circ}^2$$

Bijlage 4.2 t/m 4.6 geeft de resultaten van de 5 HARES sommen. De bovenste figuur laat steeds de K factor zien en de onderste figuur geeft een momentopname van het golfpatroon weer (diffractiepatronen zijn goed zichtbaar). Bijlage 4.7 laat het samengestelde resultaat van de K factor zien.

Voor elk uitvoerpunt is de gemiddelde K factor uitgerekend in de cirkelvormige gebieden zoals weergegeven in de K figuren. Elk cirkelvormig gebied bevat enkele honderden elementen.

Voor alle uitvoerpunten is in Tabel 4.1 de resulterende K factor weergegeven. Uitgaande van een golfhoogte van 1,85m op de rand van het HARES model is ook de golfhoogte in het uitvoerpunt gegeven. De resultaten van de 5 individuele HARES simulaties zijn weergegeven in bijlage 4.8.

Uitvoerpunt	K factor [-]	Golfhoogte [m]
1	0,88	1,64
2	0,17	0,32
3	0,14	0,26
4	0,24	0,45
5	0,31	0,56
6	0,16	0,30
7	0,29	0,53
8	0,38	0,71
9	0,35	0,66
10	0,26	0,48
11	0,30	0,56
12	0,42	0,78
13	0,59	1,09
14	0,37	0,69
15	0,40	0,74
16	0,69	1,27
17	0,93	1,72
18	1,02	1,89
19	1,08	2,00
20	1,02	1,88
21	0,92	1,70
22	0,30	0,56
23	0,14	0,25
24	0,13	0,25
25	0,15	0,28
26	0,37	0,68
27	0,45	0,84
28	0,98	1,81

Figuur 4.1: Resultaten samengestelde HARES som.

5 VERGELIJKING SPREADSHEETMETHODE HARES

Voor een vergelijking van de resultaten van de spreadsheetmode en de uitkomsten van HARES wordt nu specifiek gekeken naar de situatie met waterstand NAP+4m en golfrichting 323°. Deze condities horen bij de sommen voor het westelijke havenbekken. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 5.1.

Dijkstuk	Uitvoer- punten	Golfrichting [°]	Waterstand [NAP +m]	K spreadsheet- methode [-]	K HARES [-]	H _s spreadsheet- methode [m]	H _s HARES [m]
1	2-7	323	4	0,6	0,31	1,1	0,56
2	7-9	323	4	0,7	0,38	1,3	0,71
3	9-13	323	4	0,8	0,59	1,4	1,09
4	13-15	323	4	0,8	0,59	1,4	1,09
5	15-17	323	4	0,9	0,93	1,6	1,72
6	17-19	323	4	1,0	1,08	1,8	2,00

Tabel 5.1: Vergelijking resultaten spreadsheetmethode – HARES.

Uit Tabel 5.1 valt op dat voor de dijkstukken die beschut liggen (1-4) HARES lagere waarden berekent dan de spreadsheetmode, orde grootte 50%. Voor de dijkstukken die het meest aan de golfaanval worden blootgesteld (5-6) geeft HARES iets hogere waarden dan de spreadsheetmode, maar er kan gesteld worden dat de orde grootte overeenkomt.

De oorsprong van de verschillen zou kunnen zitten in het feit dat HARES de processen refractie, reflectie en diffractie meeneemt, maar geen lokale golfgroei en transmissie in rekening brengt. De spreadsheetmode daarentegen houdt geen rekening met refractie en reflectie, maar wel met golfgroei in de haven en met transmissie. De invloed van transmissie is hier echter beperkt, zie ook Paragraaf 3.4.3.

Het bodemverschil tussen de twee havenkommen van het westelijk havenbekken waarbij het rechterdeel ondieper is (zie Bijlage 4.1) zorgt ervoor dat door refractie meer golfenergie in de rechter havenkom terecht komt, waardoor er daar hogere golven zullen ontstaan. Dit kan, samen met de reflectie, de hogere waarden in HARES voor dijkstuk 5 en 6 verklaren. Doordat energie van de linker kom naar de rechter kom wordt afgebogen, zullen de golfhoogten in de linker kom lager worden.

Tenslotte is er ook nog een verschil in nauwkeurigheid tussen de twee methodes, namelijk dat HARES uitvoer in twee decimalen geeft, en de spreadsheetmethode in één decimaal.

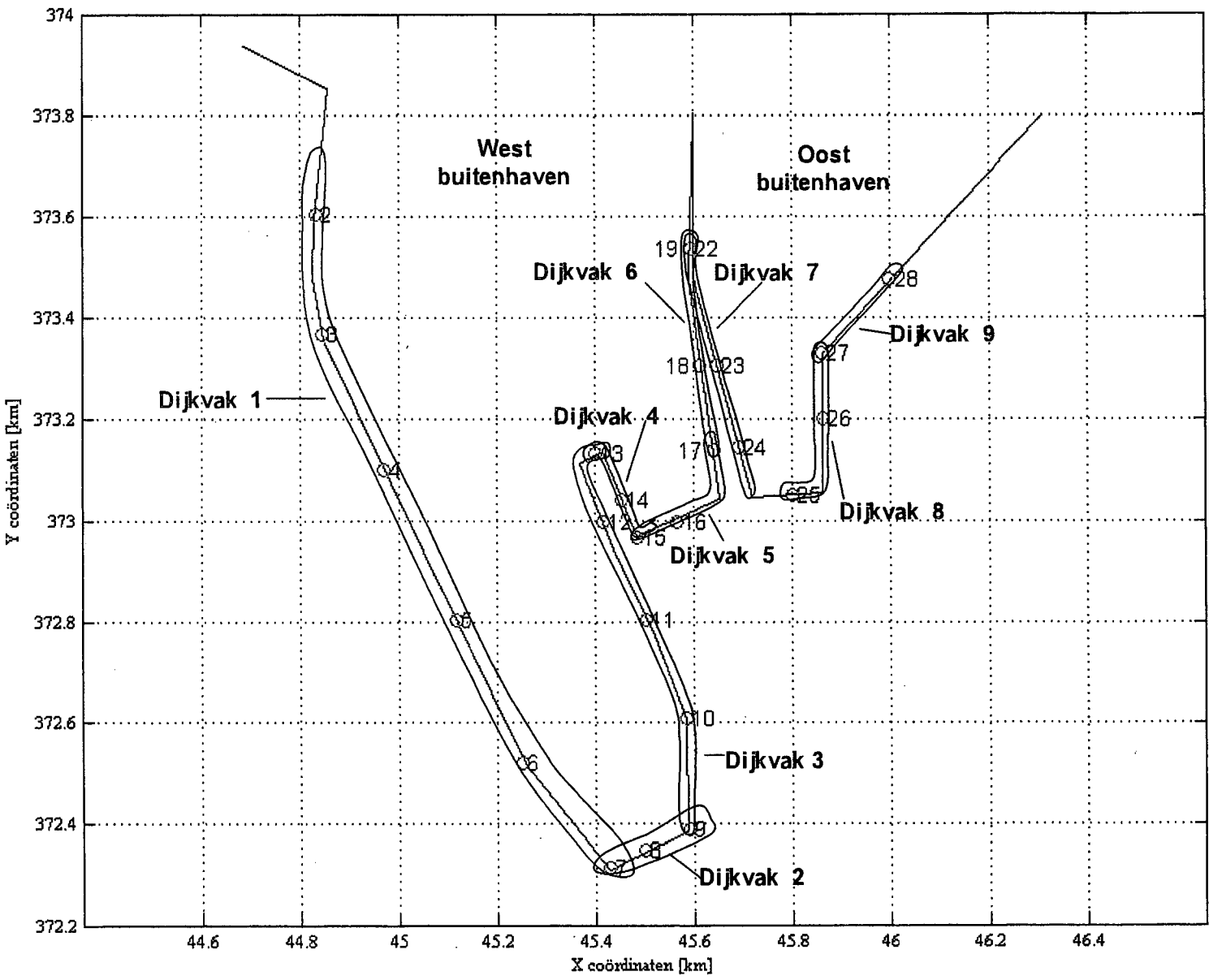
Literatuur

- [1] RIKZ 2004
Golfbelastingen in havens en afgeschermd gebied
RIKZ\2004.001, d.d. 15 februari 2004-12-21

- [2] Alkyon 1998
Golfberekeningen Westerschelde 2, A224, Maart 1998

- [3] Coastal Engineering Research Center, Department of the Army, 1984
Shore Protection Manual

- [4] Svašek Hydraulics 2003
HARES. Numerical model for the determination of wave penetration in harbour basins. d.d. 21 January 2003



Bijlage 3.2: Resultaten TerneuzenWest

Invoer							Uitvoer						
Loc	Wind Dir	Golf dir	H _{golf} [m]	T _{golf} [s]	wl	H _{golf} [m]	T _{golf} [s]	H _{golf} /H _{golf}	H ¹ T	H ² T	H ³ T		
2	285	313	1.30	6.20	2	0.4	6.2	0.3	2.5	1.0	15.4		
3	270	313	1.30	6.20	2	0.4	6.2	0.3	2.5	1.0	15.4		
4	270	313	1.30	6.20	2	0.5	6.2	0.4	3.1	1.6	19.2		
5	270	313	1.30	6.20	2	0.7	6.2	0.5	4.3	3.0	26.9		
6	270	313	1.30	6.20	2	0.7	6.2	0.5	4.3	3.0	26.9		
7	270	313	1.30	6.20	2	0.7	6.2	0.5	4.3	3.0	26.9		
8	270	313	1.30	6.20	2	0.7	6.2	0.5	4.3	3.0	26.9		
9	270	313	1.30	6.20	2	0.7	6.2	0.5	4.3	3.0	26.9		
10	270	313	1.30	6.20	2	0.9	6.2	0.7	5.6	5.0	34.6		
11	270	313	1.30	6.20	2	0.9	6.2	0.7	5.6	5.0	34.6		
12	270	313	1.30	6.20	2	0.9	6.2	0.7	5.6	5.0	34.6		
13	270	313	1.30	6.20	2	1.0	6.2	0.8	6.2	6.2	38.4		
14	270	313	1.30	6.20	2	0.9	6.2	0.7	5.6	5.0	34.6		
15	270	313	1.30	6.20	2	0.9	6.2	0.7	5.6	5.0	34.6		
16	270	313	1.30	6.20	2	0.9	6.2	0.7	5.6	5.0	34.6		
17	270	313	1.30	6.20	2	1.2	6.2	0.9	7.4	8.9	46.1		
18	270	313	1.30	6.20	2	1.2	6.2	0.9	7.4	8.9	46.1		
19	270	313	1.30	6.20	2	1.4	6.2	1.1	8.7	12.2	53.8		
Maximale waarden van						H _{golf}	H ¹ T	H ² T	H ³ T				
						1.4	8.7	12.2	53.8				

Invoer							Uitvoer						
Loc	Wind Dir	Golf dir	H _{golf} [m]	T _{golf} [s]	wl	H _{golf} [m]	T _{golf} [s]	H _{golf} /H _{golf}	H ¹ T	H ² T	H ³ T		
2	285	318	1.45	6.20	2	0.4	6.2	0.3	2.5	1.0	15.4		
3	285	318	1.45	6.20	2	0.7	6.2	0.5	4.3	3.0	26.9		
4	285	318	1.45	6.20	2	0.7	6.2	0.5	4.3	3.0	26.9		
5	285	318	1.45	6.20	2	0.7	6.2	0.5	4.3	3.0	26.9		
6	285	318	1.45	6.20	2	0.7	6.2	0.5	4.3	3.0	26.9		
7	285	318	1.45	6.20	2	0.7	6.2	0.5	4.3	3.0	26.9		
8	285	318	1.45	6.20	2	0.8	6.2	0.6	5.0	4.0	30.8		
9	285	318	1.45	6.20	2	1.0	6.2	0.7	6.2	6.2	38.4		
10	285	318	1.45	6.20	2	1.0	6.2	0.7	6.2	6.2	38.4		
11	285	318	1.45	6.20	2	1.0	6.2	0.7	6.2	6.2	38.4		
12	285	318	1.45	6.20	2	1.1	6.2	0.8	6.8	7.5	42.3		
13	285	318	1.45	6.20	2	1.2	6.2	0.8	7.4	8.9	46.1		
14	285	318	1.45	6.20	2	1.0	6.2	0.7	6.2	6.2	38.4		
15	285	318	1.45	6.20	2	1.0	6.2	0.7	6.2	6.2	38.4		
16	285	318	1.45	6.20	2	1.0	6.2	0.7	6.2	6.2	38.4		
17	285	318	1.45	6.20	2	1.2	6.2	0.8	7.4	8.9	46.1		
18	285	318	1.45	6.20	2	1.4	6.2	1.0	9.3	12.2	53.8		
19	285	318	1.45	6.20	2	1.5	6.2	1.0	9.3	14.0	57.7		
Maximale waarden van						H _{golf}	H ¹ T	H ² T	H ³ T				
						1.5	9.3	14.0	57.7				

Invoer							Uitvoer						
Loc	Wind Dir	Golf dir	H _{golf} [m]	T _{golf} [s]	wl	H _{golf} [m]	T _{golf} [s]	H _{golf} /H _{golf}	H ¹ T	H ² T	H ³ T		
2	300	323	1.55	6.10	2	0.5	6.1	0.3	3.0	1.5	18.6		
3	300	323	1.55	6.10	2	0.8	6.1	0.5	4.9	3.9	29.8		
4	300	323	1.55	6.10	2	0.9	6.1	0.6	5.5	4.9	33.5		
5	300	323	1.55	6.10	2	0.9	6.1	0.6	5.5	4.9	33.5		
6	300	323	1.55	6.10	2	0.9	6.1	0.6	5.5	4.9	33.5		
7	300	323	1.55	6.10	2	0.9	6.1	0.6	5.5	4.9	33.5		
8	300	323	1.55	6.10	2	1.0	6.1	0.6	6.1	6.1	37.2		
9	300	323	1.55	6.10	2	1.1	6.1	0.7	6.7	7.4	40.9		
10	300	323	1.55	6.10	2	1.2	6.1	0.8	7.3	8.8	44.7		
11	300	323	1.55	6.10	2	1.2	6.1	0.8	7.3	8.8	44.7		
12	300	323	1.55	6.10	2	1.2	6.1	0.8	7.3	8.8	44.7		
13	300	323	1.55	6.10	2	1.2	6.1	0.8	7.3	8.8	44.7		
14	300	323	1.55	6.10	2	1.1	6.1	0.7	6.7	7.4	40.9		
15	300	323	1.55	6.10	2	1.1	6.1	0.7	6.7	7.4	40.9		
16	300	323	1.55	6.10	2	1.3	6.1	0.8	7.9	10.3	48.4		
17	300	323	1.55	6.10	2	1.4	6.1	0.9	8.5	12.0	52.1		
18	300	323	1.55	6.10	2	1.6	6.1	1.0	9.8	13.6	59.5		
19	300	323	1.55	6.10	2	1.5	6.1	1.0	9.1	13.7	55.8		
Maximale waarden van						H _{golf}	H ¹ T	H ² T	H ³ T				
						1.6	9.8	15.6	59.5				

Invoer							Uitvoer						
Loc	Wind Dir	Golf dir	H _{golf} [m]	T _{golf} [s]	wl	H _{golf} [m]	T _{golf} [s]	H _{golf} /H _{golf}	H ¹ T	H ² T	H ³ T		
2	315	329	1.50	5.85	2	0.8	5.9	0.4	3.5	2.1	20.9		
3	315	329	1.50	5.85	2	0.9	5.9	0.5	4.7	3.8	27.8		
4	315	329	1.50	5.85	2	0.9	5.9	0.6	5.3	4.8	31.3		
5	315	329	1.50	5.85	2	0.9	5.9	0.6	5.3	4.8	31.3		
6	315	329	1.50	5.85	2	0.9	5.9	0.6	5.3	4.8	31.3		
7	315	329	1.50	5.85	2	0.9	5.9	0.6	5.3	4.8	31.3		
8	315	329	1.50	5.85	2	1.1	5.9	0.7	6.5	7.1	38.3		
9	315	329	1.50	5.85	2	1.2	5.9	0.8	7.1	8.5	41.8		
10	315	329	1.50	5.85	2	1.2	5.9	0.8	7.1	8.5	41.8		
11	315	329	1.50	5.85	2	1.4	5.9	0.9	8.3	11.6	48.7		
12	315	329	1.50	5.85	2	1.3	5.9	0.9	7.7	10.0	45.3		
13	315	329	1.50	5.85	2	1.3	5.9	0.9	7.7	10.0	45.3		
14	315	329	1.50	5.85	2	1.2	5.9	0.8	7.1	8.5	41.8		
15	315	329	1.50	5.85	2	1.2	5.9	0.8	7.1	8.5	41.8		
16	315	329	1.50	5.85	2	1.4	5.9	0.9	8.3	11.6	48.7		
17	315	329	1.50	5.85	2	1.5	5.9	1.0	8.9	13.3	52.2		
18	315	329	1.50	5.85	2	1.5	5.9	1.0	8.9	13.3	52.2		
19	315	329	1.50	5.85	2	1.5	5.9	1.0	8.9	13.3	52.2		
Maximale waarden van						H _{golf}	H ¹ T	H ² T	H ³ T				
						1.5	8.9	13.3	52.2				

Invoer							Uitvoer						
Loc	Wind Dir	Golf dir	H _{golf} [m]	T _{golf} [s]	wl	H _{golf} [m]	T _{golf} [s]	H _{golf} /H _{golf}	H ¹ T	H ² T	H ³ T		
2	330	336	1.40	5.60	2	0.7	5.6	0.4	3.9	2.7	22.0		
3	330	336	1.40	5.60	2	0.8	5.6	0.6	4.5	3.6	25.1		
4	330	336	1.40	5.60	2	0.8	5.6	0.6	4.5	3.6	25.1		
5	330	336	1.40	5.60	2	1.0	5.6	0.7	5.6	5.6	31.4		
6	330	336	1.40	5.60	2	1.0	5.6	0.7	5.6	5.6	31.4		
7	330	336	1.40	5.60	2	1.0	5.6	0.7	5.6	5.6	31.4		
8	330	336	1.40	5.60	2	1.2	5.6	0.9	6.7	8.1	37.6		
9	330	336	1.40	5.60	2	1.3	5.6	0.9	7.3	9.5	40.8		
10	330	336	1.40	5.60	2	1.3	5.6	0.9	7.3	9.5	40.8		
11	330	336	1.40	5.60	2	1.3	5.6	0.9	7.3	9.5	40.8		
12	330	336	1.40	5.60	2	1.3	5.6	0.9	7.3	9.5	40.8		
13	330	336	1.40	5.60	2	1.2	5.6	0.9	6.7	8.1	37.6		
14	330	336	1.40	5.60	2	1.1	5.6	0.8	6.2	6.8	34.5		
15	330	336	1.40	5.60	2	1.1	5.6	0.8	6.2	6.8	34.5		
16	330	336	1.40	5.60	2	1.4	5.6	1.0	7.8	11.0	43.9		
17	330	336	1.40	5.60	2	1.4	5.6	1.0	7.8	11.0	43.9		
18	330	336	1.40	5.60	2	1.4	5.6	1.0	7.8	11.0	43.9		
19	330	336	1.40	5.60	2	1.4	5.6	1.0	7.8	11.0	43.9		
Maximale waarden van						H _{golf}	H ¹ T	H ² T	H ³ T				
						1.4	7.8	11.0	43.9				

Invoer							Uitvoer						
Loc	Wind Dir	Golf dir	H _{golf} [m]	T _{golf} [s]	wl	H _{golf} [m]	T _{golf} [s]	H _{golf} /H _{golf}	H ¹ T	H ² T	H ³ T		
2	360	37	1.25	5.30	2	1.1	5.3	1.0	6.9	9.0	36.5		
3	360	37	1.25	5.30	2	1.3	5.3	1.0	6.9	9.0	36.5		
4	360	37	1.25	5.30	2	1.3	5.3	1.0	6.9	9.0	36.5		
5	360	37	1.25	5.30	2	1.2	5.3	1.0	6.4	7.6	33.7		
6	360	37	1.25	5.30	2	1.3	5.3	1.0	6.9	9.0	36.5		
7	360	37	1.25	5.30	2	1.1	5.3	0.9	5.8	6.4	30.9		
8	360	37	1.25	5.30	2	1.0	5.3	0.8	5.3	5.3	28.1		
9	360	37	1.25	5.30	2	0.9	5.3	0.7	4.8	4.3	25.3		
10	360	37	1.25	5.30	2	0.9	5.3	0.7	4.8	4.3	25.3		
11	360	37	1.25	5.30	2	1.0							

Invoer Loc	Wind Dir	Golf Dir	H _{max} [m]	T _{max} [s]	wl	H _{min} [m]	T _{min} [s]	H _{min} /H _{max}	H ^{HT}	H ^{HTT}	H ^{HTT}
2	315	329	1.85	6.35	4	0.8	6.4	0.4	5.1	4.1	32.8
3	315	329	1.85	6.35	4	0.9	6.4	0.5	5.8	5.2	36.9
4	315	329	1.85	6.35	4	1.1	6.4	0.6	7.0	7.7	45.1
5	315	329	1.85	6.35	4	1.1	6.4	0.6	7.0	7.7	45.1
6	315	329	1.85	6.35	4	1.1	6.4	0.6	7.0	7.7	45.1
7	315	329	1.85	6.35	4	1.1	6.4	0.6	7.0	7.7	45.1
8	315	329	1.85	6.35	4	1.1	6.4	0.6	9.0	12.5	57.3
9	315	329	1.85	6.35	4	1.4	6.4	0.8	9.0	12.5	57.3
10	315	329	1.85	6.35	4	1.4	6.4	0.8	9.0	12.5	57.3
11	315	329	1.85	6.35	4	1.6	6.4	0.9	10.2	16.4	65.5
12	315	329	1.85	6.35	4	1.6	6.4	0.9	10.2	16.4	65.5
13	315	329	1.85	6.35	4	1.6	6.4	0.9	9.6	14.4	61.4
14	315	329	1.85	6.35	4	1.5	6.4	0.8	9.6	14.4	61.4
15	315	329	1.85	6.35	4	1.5	6.4	0.8	9.6	14.4	61.4
16	315	329	1.85	6.35	4	1.6	6.4	0.9	10.2	16.4	65.5
17	315	329	1.85	6.35	4	1.8	6.4	1.0	11.5	20.7	73.7
18	315	329	1.85	6.35	4	1.8	6.4	1.0	11.5	20.7	73.7
19	315	329	1.85	6.35	4	1.8	6.4	1.0	11.5	20.7	73.7
Maximale waarden van						H _{min} 1.8	H ^{HT} 11.5	H ^{HTT} 20.7	H ^{HTT} 73.7		

Invoer Loc	Wind Dir	Golf Dir	H _{max} [m]	T _{max} [s]	wl	H _{min} [m]	T _{min} [s]	H _{min} /H _{max}	H ^{HT}	H ^{HTT}	H ^{HTT}
2	330	336	1.75	6.10	4	0.8	6.1	0.5	4.9	3.9	29.8
3	330	336	1.75	6.10	4	1.0	6.1	0.6	6.1	6.1	37.2
4	330	336	1.75	6.10	4	1.1	6.1	0.6	6.7	7.4	40.9
5	330	336	1.75	6.10	4	1.1	6.1	0.6	7.3	8.8	44.7
6	330	336	1.75	6.10	4	1.2	6.1	0.7	7.3	8.8	44.7
7	330	336	1.75	6.10	4	1.2	6.1	0.7	7.3	8.8	44.7
8	330	336	1.75	6.10	4	1.4	6.1	0.8	8.5	12.0	52.1
9	330	336	1.75	6.10	4	1.6	6.1	0.9	9.8	15.6	59.5
10	330	336	1.75	6.10	4	1.6	6.1	0.9	9.8	15.6	59.5
11	330	336	1.75	6.10	4	1.5	6.1	0.9	9.1	13.7	55.8
12	330	336	1.75	6.10	4	1.5	6.1	0.9	9.1	13.7	55.8
13	330	336	1.75	6.10	4	1.6	6.1	0.9	9.8	15.6	59.5
14	330	336	1.75	6.10	4	1.4	6.1	0.8	8.5	12.0	52.1
15	330	336	1.75	6.10	4	1.4	6.1	0.8	8.5	12.0	52.1
16	330	336	1.75	6.10	4	1.7	6.1	1.0	10.4	17.6	63.3
17	330	336	1.75	6.10	4	1.7	6.1	1.0	10.4	17.6	63.3
18	330	336	1.75	6.10	4	1.7	6.1	1.0	10.4	17.6	63.3
19	330	336	1.75	6.10	4	1.7	6.1	1.0	10.4	17.6	63.3
Maximale waarden van						H _{min} 1.7	H ^{HT} 10.4	H ^{HTT} 17.6	H ^{HTT} 63.3		

Invoer Loc	Wind Dir	Golf Dir	H _{max} [m]	T _{max} [s]	wl	H _{min} [m]	T _{min} [s]	H _{min} /H _{max}	H ^{HT}	H ^{HTT}	H ^{HTT}
2	360	1	1.55	5.85	4	1.4	5.9	1.0	9.4	15.1	55.7
3	360	1	1.55	5.85	4	1.5	5.9	1.0	9.4	15.1	55.7
4	360	1	1.55	5.85	4	1.5	5.9	1.0	8.9	13.3	52.2
5	360	1	1.55	5.85	4	1.5	5.9	1.0	8.9	13.3	52.2
6	360	1	1.55	5.85	4	1.5	5.9	1.0	8.9	13.3	52.2
7	360	1	1.55	5.85	4	1.3	5.9	0.8	7.7	10.0	45.3
8	360	1	1.55	5.85	4	1.3	5.9	0.8	7.7	10.0	45.3
9	360	1	1.55	5.85	4	1.1	5.9	0.7	6.5	7.1	38.3
10	360	1	1.55	5.85	4	1.1	5.9	0.7	6.5	7.1	38.3
11	360	1	1.55	5.85	4	1.2	5.9	0.8	7.1	8.5	41.8
12	360	1	1.55	5.85	4	1.3	5.9	0.8	7.7	10.0	45.3
13	360	1	1.55	5.85	4	1.4	5.9	0.9	8.3	11.6	48.7
14	360	1	1.55	5.85	4	1.3	5.9	0.8	7.7	10.0	45.3
15	360	1	1.55	5.85	4	1.3	5.9	0.8	7.7	10.0	45.3
16	360	1	1.55	5.85	4	1.3	5.9	0.8	7.7	10.0	45.3
17	360	1	1.55	5.85	4	1.2	5.9	0.8	7.1	8.5	41.8
18	360	1	1.55	5.85	4	1.1	5.9	0.7	6.5	7.1	38.3
19	360	1	1.55	5.85	4	1.3	5.9	0.8	7.7	10.0	45.3
Maximale waarden van						H _{min} 1.6	H ^{HT} 9.4	H ^{HTT} 15.1	H ^{HTT} 55.7		

Invoer Loc	Wind Dir	Golf Dir	H _{max} [m]	T _{max} [s]	wl	H _{min} [m]	T _{min} [s]	H _{min} /H _{max}	H ^{HT}	H ^{HTT}	H ^{HTT}
2	030	37	1.35	5.75	4	1.3	5.8	1.0	7.5	9.8	43.7
3	030	37	1.35	5.75	4	1.3	5.8	1.0	7.5	9.8	43.7
4	030	37	1.35	5.75	4	1.2	5.8	0.9	7.0	8.4	40.4
5	030	37	1.35	5.75	4	1.0	5.8	0.7	5.8	5.8	33.6
6	030	37	1.35	5.75	4	0.7	5.8	0.5	4.1	2.8	23.5
7	030	37	1.35	5.75	4	0.7	5.8	0.5	4.1	2.8	23.5
8	030	37	1.35	5.75	4	0.7	5.8	0.5	4.1	2.8	23.5
9	030	37	1.35	5.75	4	0.7	5.8	0.5	4.1	2.8	23.5
10	030	37	1.35	5.75	4	0.7	5.8	0.5	4.1	2.8	23.5
11	030	37	1.35	5.75	4	0.7	5.8	0.5	4.1	2.8	23.5
12	030	37	1.35	5.75	4	0.7	5.8	0.5	4.1	2.8	23.5
13	030	37	1.35	5.75	4	0.9	5.8	0.7	5.2	4.7	30.3
14	030	37	1.35	5.75	4	0.8	5.8	0.6	4.6	3.7	26.9
15	030	37	1.35	5.75	4	0.7	5.8	0.5	4.1	2.8	23.5
16	030	37	1.35	5.75	4	0.7	5.8	0.5	4.1	2.8	23.5
17	030	37	1.35	5.75	4	0.5	5.8	0.4	2.9	1.5	16.8
18	030	37	1.35	5.75	4	0.5	5.8	0.4	2.9	1.5	16.8
19	030	37	1.35	5.75	4	0.6	5.8	0.4	3.5	2.1	20.2
Maximale waarden van						H _{min} 1.3	H ^{HT} 7.5	H ^{HTT} 9.8	H ^{HTT} 43.7		

Invoer Loc	Wind Dir	Golf Dir	H _{max} [m]	T _{max} [s]	wl	H _{min} [m]	T _{min} [s]	H _{min} /H _{max}	H ^{HT}	H ^{HTT}	H ^{HTT}
2	270	313	1.95	7.05	6	0.7	7.1	0.4	5.0	3.5	35.3
3	270	313	1.95	7.05	6	0.7	7.1	0.4	5.0	3.5	35.3
4	270	313	1.95	7.05	6	0.8	7.1	0.4	5.7	4.8	40.3
5	270	313	1.95	7.05	6	0.9	7.1	0.5	6.4	5.8	45.4
6	270	313	1.95	7.05	6	1.0	7.1	0.5	7.1	7.1	50.4
7	270	313	1.95	7.05	6	1.0	7.1	0.5	7.1	7.1	50.4
8	270	313	1.95	7.05	6	1.1	7.1	0.6	7.8	8.6	55.5
9	270	313	1.95	7.05	6	1.1	7.1	0.6	8.5	10.2	60.5
10	270	313	1.95	7.05	6	1.3	7.1	0.7	9.2	12.0	65.5
11	270	313	1.95	7.05	6	1.3	7.1	0.7	9.2	12.0	65.5
12	270	313	1.95	7.05	6	1.4	7.1	0.7	9.9	13.9	70.6
13	270	313	1.95	7.05	6	1.1	7.1	0.6	7.8	8.6	55.5
14	270	313	1.95	7.05	6	1.3	7.1	0.7	9.2	12.0	65.5
15	270	313	1.95	7.05	6	1.4	7.1	0.7	9.9	13.9	70.6
16	270	313	1.95	7.05	6	1.4	7.1	0.7	9.9	13.9	70.6
17	270	313	1.95	7.05	6	1.7	7.1	0.9	12.1	20.5	85.7
18	270	313	1.95	7.05	6	1.7	7.1	0.9	12.1	20.5	85.7
19	270	313	1.95	7.05	6	1.9	7.1	1.0	13.5	25.6	95.8
Maximale waarden van						H _{min} 1.9	H ^{HT} 13.5	H ^{HTT} 25.6	H ^{HTT} 95.8		

Invoer Loc	Wind Dir	Golf Dir	H _{max} [m]	T _{max} [s]	wl	H _{min} [m]	T _{min} [s]	H _{min} /H _{max}	H ^{HT}	H ^{HTT}	H ^{HTT}
2	285	318	2.15	7.10	6	0.8	7.1	0.4	5.7	4.5	40.3
3	285	318	2.15	7.10	6	0.8	7.1	0.4	5.7	4.5	40.3
4	285	318	2.15	7.10	6	1.0	7.1	0.5	7.1	7.1	50.4
5	285	318	2.15	7.10	6	1.1	7.1	0.5	7.8	8.6	55.5
6	285	318	2.15	7.10	6	1.1	7.1	0.5	7.8	8.6	55.5
7	285	318	2.15	7.10	6	1.3	7.1	0.6	9.2	12.0	65.5
8	285	318	2.15	7.10	6	1.3	7.1	0.6	9.2	12.0	65.5
9	285	318	2.15	7.10	6	1.3	7.1	0.6	9.2	12.0	65.5
10	285	318	2.15	7.10	6	1.4	7.1	0.7	9.9	13.9	70.6
11	285	318	2.15	7.10	6	1.6	7.1	0.7	11.4	18.2	80.7
12	285	318	2.15	7.10	6	1.6	7.1	0.7	11.4	18.2	80.7
13	285	318	2.15	7.10	6	1.7	7.1	0.7	11.4	18.2	80.7
14	285	318	2.15	7.10	6	1.5	7.1	0.7	10.6	16.0	75.6
15	285	318	2.15	7.10	6	1.5	7.1	0.7	10.6	16.0	75.6
16	285	318	2.15	7.10	6	1.5	7.1	0.7	10.6	16.0	75.6
17	285	318	2.15	7.10	6	2.0	7.1	0.9	14.2	28.4	103.8
18	285	318	2.15	7.10	6	2.0	7.1	0.9	14.2	28.4	103.8
19	285	318	2.15	7.10	6	2.1	7.1	1.0	14.9		

Bijlage 3.3: Resultaten TerneuzenOost

Invoer											Uitvoer													
Loc	Wind	Golf	H _{blu}	T _{pm}	wl	H _{blu}	T _{pm}	H _{bin} /H _{bu}	H ² T	H ² T	H ² T	Loc	Wind	Golf	H _{blu}	T _{pm}	wl	H _{blu}	T _{pm}	H _{bin} /H _{bu}	H ² T	H ² T	H ² T	
dir	dir	[m]	[s]		[m]	[s]	H _{bu}					dir	dir	[m]	[s]		[m]	[s]	H _{bu}					
22	270	311	1.30	6.15	2	0.4	6.2	0.3	2.5	1.0	15.4	22	330	334	1.75	6.10	4	0.9	6.1	0.5	5.5	4.9	33.5	
23	270	311	1.30	6.15	2	0.5	6.2	0.4	3.1	1.6	19.2	23	330	334	1.75	6.10	4	1.1	6.1	0.6	6.7	7.4	40.9	
24	270	311	1.30	6.15	2	0.5	6.2	0.4	3.1	1.6	19.2	24	330	334	1.75	6.10	4	1.1	7.1	0.6	6.7	7.4	40.9	
25	270	311	1.30	6.15	2	0.6	6.2	0.5	3.7	2.2	23.1	25	330	334	1.75	6.10	4	1.3	6.1	0.7	7.9	10.3	48.4	
26	270	311	1.30	6.15	2	0.8	6.2	0.6	5.0	4.0	30.8	26	330	334	1.75	6.10	4	1.3	6.1	0.7	7.9	10.3	48.4	
27	270	311	1.30	6.15	2	0.9	6.2	0.7	5.6	5.0	34.6	27	330	334	1.75	6.10	4	1.5	6.1	0.9	9.1	13.7	55.8	
Maximale waarden van						H _{blu}	H ² T	H ² T	H ² T			Maximale waarden van						H _{blu}	H ² T	H ² T	H ² T			
						0.9	5.6	5.0	34.6									1.5	9.1	13.7	55.8			

Bijlage 3.4: Resultaten zonder scheidingsdam

Invoer						Uitvoer					
Loc	wind richt	Golf richt	Hsbui	T	wl	Hsbin	T	Hbin/Hbui	H*T	H ² *T	H ² *T ²
2	300	323	2.30	7.05	6	0.9	7.1	0.4	6.4	5.8	45.4
3	300	323	2.30	7.05	6	0.9	7.1	0.4	6.4	5.8	45.4
4	300	323	2.30	7.05	6	1.2	7.1	0.5	8.5	10.2	60.5
5	300	323	2.30	7.05	6	1.4	7.1	0.6	9.9	13.9	70.6
6	300	323	2.30	7.05	6	1.4	7.1	0.6	9.9	13.9	70.6
7	300	323	2.30	7.05	6	1.4	7.1	0.6	9.9	13.9	70.6
8	300	323	2.30	7.05	6	1.4	7.1	0.6	9.9	13.9	70.6
9	300	323	2.30	7.05	6	1.7	7.1	0.7	12.1	20.5	85.7
10	300	323	2.30	7.05	6	1.7	7.1	0.7	12.1	20.5	85.7
11	300	323	2.30	7.05	6	1.7	7.1	0.7	12.1	20.5	85.7
12	300	323	2.30	7.05	6	1.7	7.1	0.7	12.1	20.5	85.7
13	300	323	2.30	7.05	6	1.7	7.1	0.7	12.1	20.5	85.7
14	300	323	2.30	7.05	6	1.6	7.1	0.7	11.4	18.2	80.7
15	300	323	2.30	7.05	6	1.6	7.1	0.7	11.4	18.2	80.7
16	300	323	2.30	7.05	6	1.9	7.1	0.8	13.5	25.6	95.8
17	300	323	2.30	7.05	6	2.0	7.1	0.9	14.2	28.4	100.8
24	300	323	2.30	7.05	6	1.9	7.1	0.8	13.5	25.6	95.8
25	300	323	2.30	7.05	6	2.0	7.1	0.9	14.2	28.4	100.8
26	300	323	2.30	7.05	6	2.2	7.1	1.0	15.6	34.4	110.9
27	300	323	2.30	7.05	6	2.2	7.1	1.0	15.6	34.4	110.9
28	300	323	2.30	7.05	6	2.3	7.1	1.0	16.3	37.6	115.9
Maximale waarden van					H _s	H*T	H ² *T	H ² *T ²			
					2.3	16.3	37.6	115.9			

Invoer						Uitvoer					
Loc	wind richt	Golf richt	Hsbui	T	wl	Hsbin	T	Hbin/Hbui	H*T	H ² *T	H ² *T ²
2	315	329	2.25	6.95	6	1.0	7.0	0.4	7.0	7.0	49.0
3	315	329	2.25	6.95	6	1.1	7.0	0.5	7.7	8.5	53.9
4	315	329	2.25	6.95	6	1.4	7.0	0.6	9.8	13.7	68.6
5	315	329	2.25	6.95	6	1.4	7.0	0.6	9.8	13.7	68.6
6	315	329	2.25	6.95	6	1.4	7.0	0.6	9.8	13.7	68.6
7	315	329	2.25	6.95	6	1.6	7.0	0.7	11.2	17.9	78.4
8	315	329	2.25	6.95	6	1.6	7.0	0.7	11.2	17.9	78.4
9	315	329	2.25	6.95	6	1.7	7.0	0.8	11.9	20.2	83.3
10	315	329	2.25	6.95	6	1.7	7.0	0.8	11.9	20.2	83.3
11	315	329	2.25	6.95	6	1.9	7.0	0.8	13.3	25.3	93.1
12	315	329	2.25	6.95	6	1.9	7.0	0.8	13.3	25.3	93.1
13	315	329	2.25	6.95	6	1.9	7.0	0.8	13.3	25.3	93.1
14	315	329	2.25	6.95	6	1.8	7.0	0.8	12.6	22.7	88.2
15	315	329	2.25	6.95	6	1.8	7.0	0.8	12.6	22.7	88.2
16	315	329	2.25	6.95	6	1.9	7.0	0.8	13.3	25.3	93.1
17	315	329	2.25	6.95	6	2.1	7.0	0.9	14.7	30.9	102.9
24	315	329	2.25	6.95	6	2.0	7.0	0.9	14.0	28.0	98.0
25	315	329	2.25	6.95	6	2.0	7.0	0.9	14.0	28.0	98.0
26	315	329	2.25	6.95	6	2.1	7.0	0.9	14.7	30.9	102.9
27	315	329	2.25	6.95	6	2.2	7.0	1.0	15.4	33.9	107.8
28	315	329	2.25	6.95	6	2.2	7.0	1.0	15.4	33.9	107.8
Maximale waarden van					H _s	H*T	H ² *T	H ² *T ²			
					2.2	15.4	33.9	107.8			

Invoer						Uitvoer					
Loc	wind richt	Golf richt	Hsbui	T	wl	Hsbin	T	Hbin/Hbui	H*T	H ² *T	H ² *T ²
2	330	336	2.15	6.65	6	1.1	6.7	0.5	7.4	8.1	49.4
3	330	336	2.15	6.65	6	1.1	6.7	0.5	7.4	8.1	49.4
4	330	336	2.15	6.65	6	1.3	6.7	0.6	8.7	11.3	58.4
5	330	336	2.15	6.65	6	1.5	6.7	0.7	10.1	15.1	67.3
6	330	336	2.15	6.65	6	1.5	6.7	0.7	10.1	15.1	67.3
7	330	336	2.15	6.65	6	1.5	6.7	0.7	10.1	15.1	67.3
8	330	336	2.15	6.65	6	1.7	6.7	0.8	11.4	19.4	76.3
9	330	336	2.15	6.65	6	1.9	6.7	0.9	12.7	24.2	85.3
10	330	336	2.15	6.65	6	1.9	6.7	0.9	12.7	24.2	85.3
11	330	336	2.15	6.65	6	1.8	6.7	0.8	12.1	21.7	80.8
12	330	336	2.15	6.65	6	1.8	6.7	0.8	12.1	21.7	80.8
13	330	336	2.15	6.65	6	1.9	6.7	0.9	12.7	24.2	85.3
14	330	336	2.15	6.65	6	1.7	6.7	0.8	11.4	19.4	76.3
15	330	336	2.15	6.65	6	1.7	6.7	0.8	11.4	19.4	76.3
16	330	336	2.15	6.65	6	2.0	6.7	0.9	13.4	26.8	89.8
17	330	336	2.15	6.65	6	1.9	6.7	0.9	12.7	24.2	85.3
24	330	336	2.15	6.65	6	1.9	6.7	0.9	12.7	24.2	85.3
25	330	336	2.15	6.65	6	2.0	6.7	0.9	13.4	26.8	89.8
26	330	336	2.15	6.65	6	2.1	6.7	1.0	14.1	29.5	94.3
27	330	336	2.15	6.65	6	2.1	6.7	1.0	14.1	29.5	94.3
28	330	336	2.15	6.65	6	2.1	6.7	1.0	14.1	29.5	94.3
Maximale waarden van					H _s	H*T	H ² *T	H ² *T ²			
					2.1	14.1	29.5	94.3			

Bijlage 3.5: Maatgevende golfbelastingen NAP +2 m

Dijkstuk	Uitvoer punt	Waterstand [m+NAP]	H _s buiten [m]	Wind richting [°]	Golf richting [°]	Max H _s binnen [m]	H _s binnen [m]	H _s binnen / H _s buiten
1	2, 3, 4, 6	2	1.25	360	1	1.3	1.3	1.0
2	9	2	1.40	330	336	1.3	1.3	0.9
3	11	2	1.50	315	329	1.4	1.4	0.9
4	13	2	1.50	315	329	1.3	1.3	0.9
5	17	2	1.50	315	329	1.5	1.5	1.0
6	18	2	1.55	300	323	1.6	1.6	1.0
7	23, 24	2	1.25	360	360	1.1	1.1	0.9
	22, 23	2	1.20	30	40	1.1	1.1	0.9
	27	2	1.55	300	320	1.2	1.2	0.8
8	27	2	1.40	330	334	1.2	1.2	0.9
	25, 26, 27	2	1.25	360	360	1.2	1.2	1.0
9	28	2	1.50	315	327	1.4	1.4	0.9

Maatgevende condities per dijkstuk op basis van H_s.

Dijkstuk	Uitvoer punt	Waterstand [m+NAP]	H _s buiten [m]	Wind richting [°]	Golf richting [°]	Max H _s ² * T _{pm} binnen [m]	H _s binnen [m]	H _s binnen / H _s buiten
1	2, 3, 4, 6	2	1.25	360	1	8.96	1.3	1.0
2	9	2	1.40	330	336	9.46	1.3	0.9
3	11	2	1.50	315	329	11.56	1.4	0.9
4	13	2	1.50	315	329	9.97	1.3	0.9
5	17	2	1.50	315	329	13.28	1.5	1.0
6	18	2	1.55	300	323	15.62	1.6	1.0
7	22, 23	2	1.20	30	40	6.78	1.1	0.9
8	27	2	1.55	300	320	8.93	1.2	0.8
9	28	2	1.50	315	327	11.56	1.4	0.9

Maatgevende condities per dijkstuk op basis van Z₂

Dijkstuk	Uitvoer punt	Waterstand [m+NAP]	H _s buiten [m]	Wind richting [°]	Golf richting [°]	Max H _s ² * T _{pm} ² binnen [m]	H _s binnen [m]	H _s binnen / H _s buiten
1	2, 3, 4, 6	2	1.25	360	1	36.52	1.3	1.0
2	9	2	1.40	330	336	40.77	1.3	0.9
3	11	2	1.50	315	329	48.73	1.4	0.9
4	13	2	1.50	315	329	45.25	1.3	0.9
5	17	2	1.50	315	329	52.22	1.5	1.0
6	18	2	1.55	300	323	59.54	1.6	1.0
7	22, 23	2	1.20	30	40	34.50	1.1	0.9
8	27	2	1.55	300	320	46.13	1.2	0.8
9	28	2	1.50	315	327	48.73	1.4	0.9

Maatgevende condities per dijkstuk op basis van Z₃

Bijlage 3.6: Maatgevende golfbelastingen NAP +4 m

Dijkstuk	Uitvoer punt	Waterstand [m+NAP]	H _s buiten [m]	Wind richting [°]	Golf richting [°]	Max H _s binnen [m]	H _s binnen [m]	H _s binnen / H _s buiten
1	2,3	4	1.55	360	1	1.6	1.6	1.0
2	9	4	1.75	330	336	1.6	1.6	0.9
3	11,12,13	4	1.85	315	329	1.6	1.6	0.9
	9,10,13	4	1.75	330	336	1.6	1.6	0.9
4	13	4	1.85	315	329	1.6	1.6	0.9
	13	4	1.75	330	336	1.6	1.6	0.9
5	17	4	1.85	315	329	1.8	1.8	1.0
6	18,19	4	1.85	300	323	1.8	1.8	1.0
	17, 18, 19	4	1.85	315	329	1.8	1.8	1.0
7	23,24	4	1.55	360	360	1.3	1.3	0.8
	22	4	1.40	30	40	1.3	1.3	0.9
8	27	4	1.75	330	334	1.5	1.5	0.9
9	28	4	1.85	315	327	1.7	1.7	0.9

Maatgevende condities per dijkstuk op basis van H_s.

Dijkstuk	Uitvoer punt	Waterstand [m+NAP]	H _s buiten [m]	Wind richting [°]	Golf richting [°]	Max H _s ² * T _{pm} binnen [m]	H _s binnen [m]	H _s binnen / H _s buiten
1	2, 3	4	1.55	360	1	15.10	1.6	1.0
2	9	4	1.75	330	336	15.62	1.6	0.9
3	11, 12, 13	4	1.85	315	329	16.38	1.6	0.9
4	13	4	1.85	315	329	16.38	1.6	0.9
5	17	4	1.85	315	329	20.74	1.8	1.0
6	18, 19	4	1.85	300	323	21.06	1.8	1.0
7	23, 24	4	1.55	360	360	9.97	1.3	0.8
8	27	4	1.75	330	334	13.73	1.5	0.9
9	28	4	1.85	315	327	18.50	1.7	0.9

Maatgevende condities per dijkstuk op basis van Z₂

Dijkstuk	Uitvoer punt	Waterstand [m+NAP]	H _s buiten [m]	Wind richting [°]	Golf richting [°]	Max H _s ² * T _{pm} ² binnen [m]	H _s binnen [m]	H _s binnen / H _s buiten
1	2, 3	4	1.55	360	1	55.70	1.6	1.0
2	9	4	1.75	330	336	59.54	1.6	0.9
3	11,12, 13	4	1.85	315	329	65.54	1.6	0.9
4	13	4	1.85	315	329	65.54	1.6	0.9
5	17	4	1.85	315	329	73.73	1.8	1.0
6	18, 19	4	1.85	300	323	76.05	1.8	1.0
7	23, 24	4	1.55	360	360	45.25	1.3	0.8
8	27	4	1.75	330	334	55.81	1.5	0.9
9	28	4	1.85	315	327	69.63	1.7	0.9

Maatgevende condities per dijkstuk op basis van Z₃

Bijlage 3.7: Maatgevende golfbelastingen NAP +6 m

Dijkstuk	Uitvoer punt	Waterstand [m+NAP]	H _s buiten [m]	Wind richting [°]	Golf richting [°]	Max H _s binnen [m]	H _s binnen [m]	H _s binnen / H _s buiten
1	2, 3, 4	6	1.70	360	1	1.7	1.7	1.0
2	9	6	2.15	330	336	1.9	1.9	0.9
3	11, 12, 13	6	2.25	315	329	1.9	1.9	0.8
	9, 10, 13	6	2.15	330	336	1.9	1.9	0.9
4	13	6	2.25	315	329	1.9	1.9	0.8
	13	6	2.15	330	336	1.9	1.9	0.9
5	17	6	2.25	315	329	2.1	2.1	0.9
6	18, 19	6	2.30	300	323	2.2	2.2	1.0
	19	6	2.25	315	329	2.2	2.2	1.0
7	24	6	2.25	315	327	1.5	1.5	0.7
	24	6	2.15	330	334	1.5	1.5	0.7
	23, 24	6	1.70	360	360	1.5	1.5	0.9
8	27	6	2.15	330	334	1.8	1.8	0.8
9	28	6	2.25	315	327	2.1	2.1	0.9

Maatgevende condities per dijkstuk op basis van H_s.

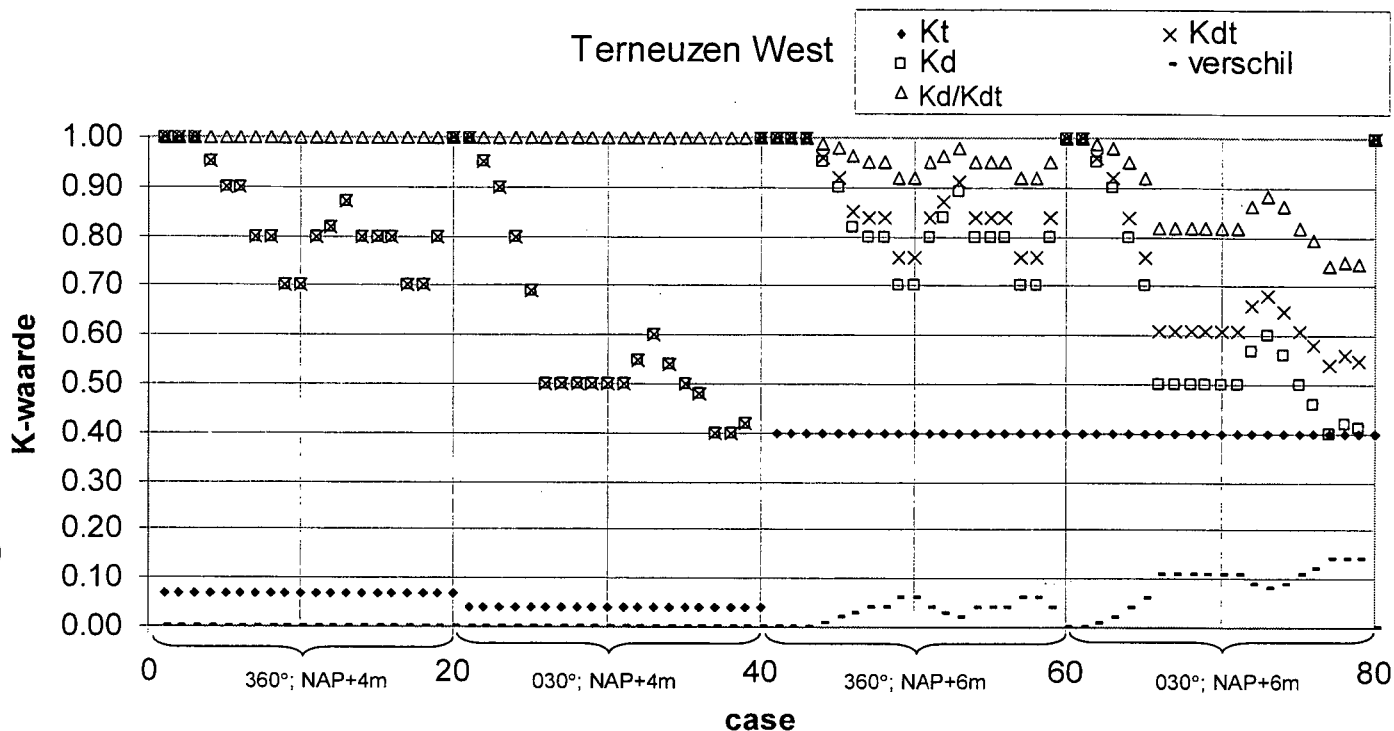
Dijkstuk	Uitvoer punt	Waterstand [m+NAP]	H _s buiten [m]	Wind richting [°]	Golf richting [°]	Max H _s ² * T _{pm} binnen [m]	H _s binnen [m]	H _s binnen / H _s buiten
1	2, 3, 4	6	1.70	360	1	18.78	1.7	1.0
2	9	6	2.15	330	336	24.19	1.9	0.9
3	11, 12, 13	6	2.25	315	329	25.27	1.9	0.8
4	13	6	2.25	315	329	25.27	1.9	0.8
5	17	6	2.25	315	329	30.87	2.1	0.9
6	18, 19	6	2.30	300	323	34.36	2.2	1.0
7	24	6	2.25	315	327	15.53	1.5	0.7
8	27	6	2.15	330	334	21.71	1.8	0.8
9	28	6	2.25	315	327	30.43	2.1	0.9

Maatgevende condities per dijkstuk op basis van Z₂

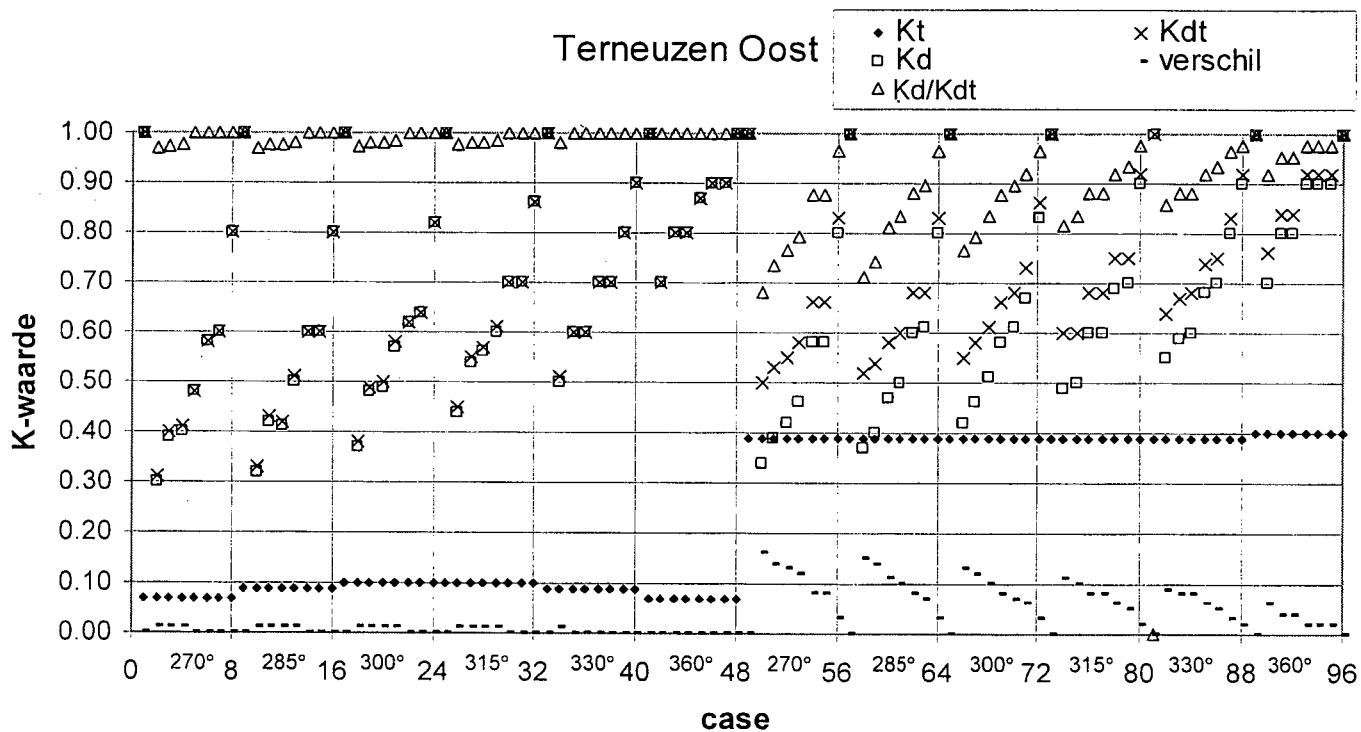
Dijkstuk	Uitvoer punt	Waterstand [m+NAP]	H _s buiten [m]	Wind richting [°]	Golf richting [°]	Max H _s ³ * T _{pm} ² binnen [m]	H _s binnen [m]	H _s binnen / H _s buiten
1	2, 3, 4	6	1.70	360	1	71.83	1.7	1.0
2	9	6	2.15	330	336	85.29	1.9	0.9
3	11, 12, 13	6	2.25	315	329	93.10	1.9	0.8
4	13	6	2.25	315	329	93.10	1.9	0.8
5	17	6	2.25	315	329	102.90	2.1	0.9
6	18, 19	6	2.30	300	323	110.90	2.2	1.0
7	24	6	2.25	315	327	71.42	1.5	0.7
8	27	6	2.15	330	334	80.80	1.8	0.8
9	28	6	2.25	315	327	99.98	2.1	0.9

Maatgevende condities per dijkstuk op basis van Z₃

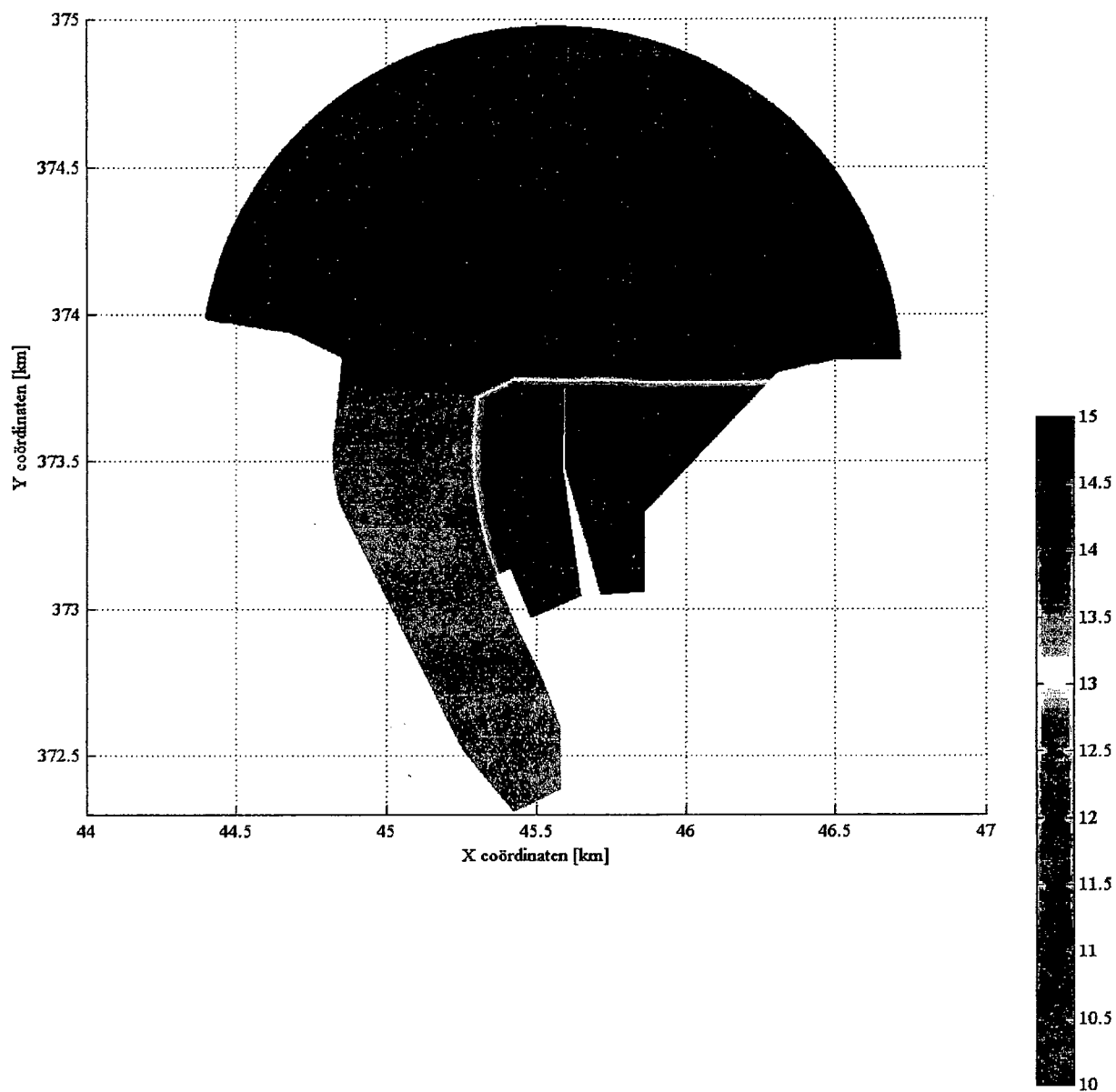
Bijlage 3.8: Invloed transmissie t.o.v. diffractie

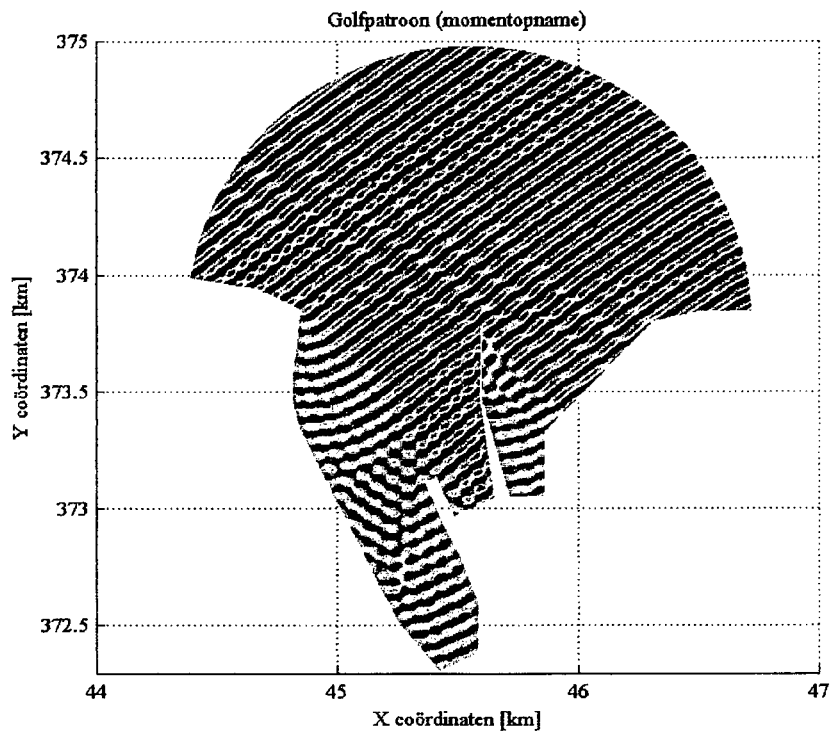
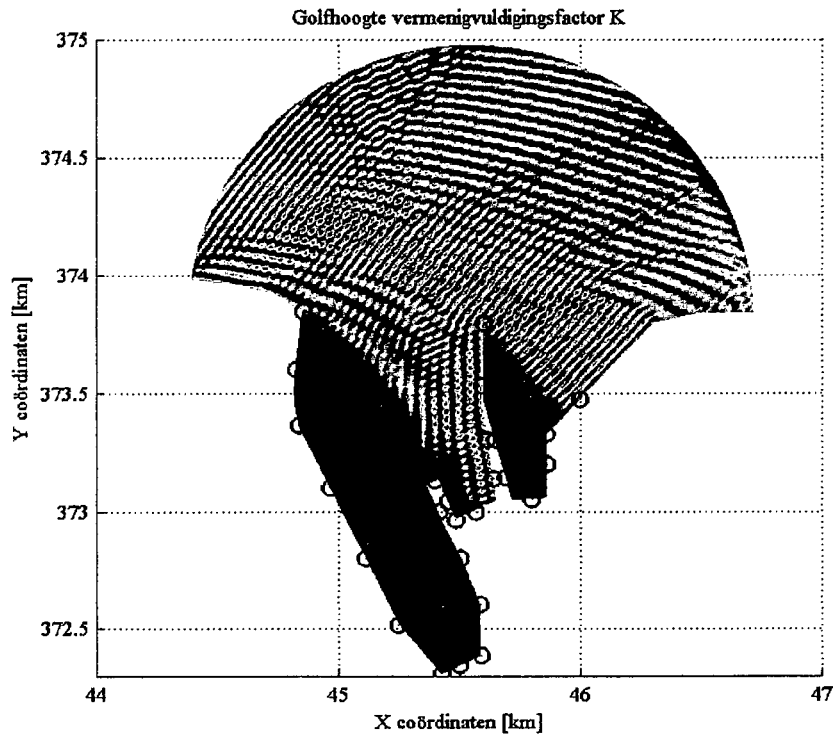


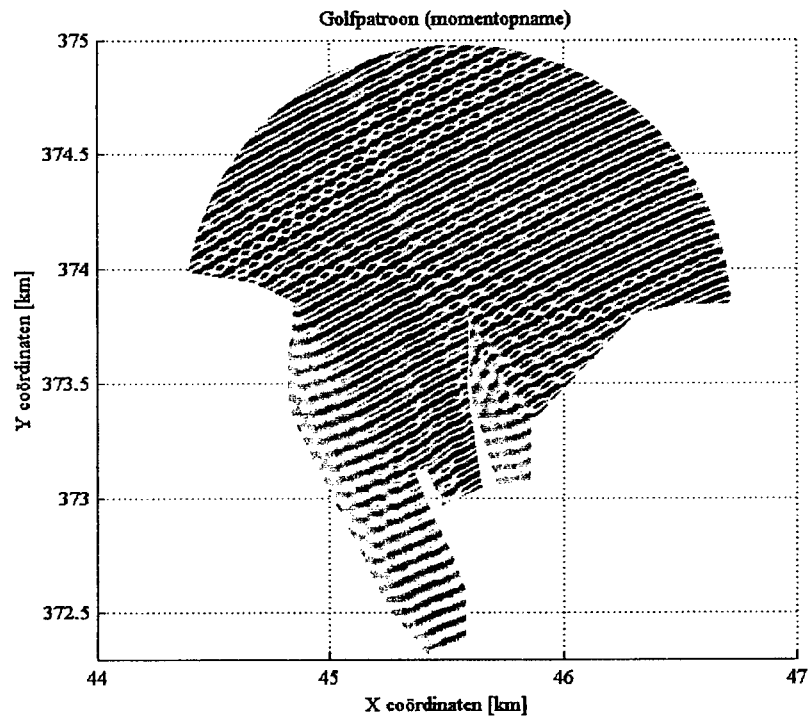
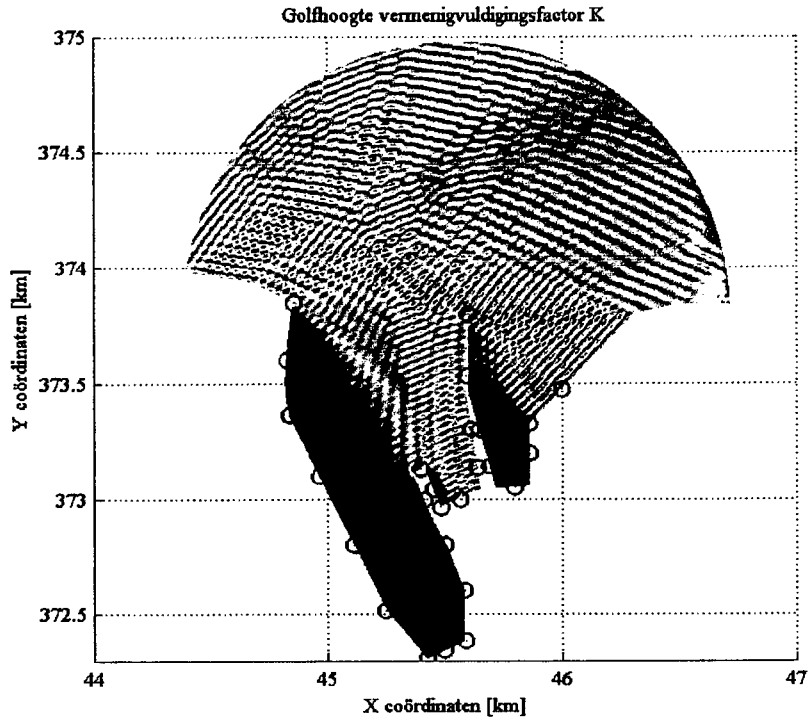
Bijlage 3.8.a: Kt, Kd, Kdt en verschil voor Terneuzen West.
Linkerheft: NAP+ 4m; Rechterheft: NAP + 6 m
Telkens 20 uitvoerpunten op een rij, te weten locaties 1 t/m 20

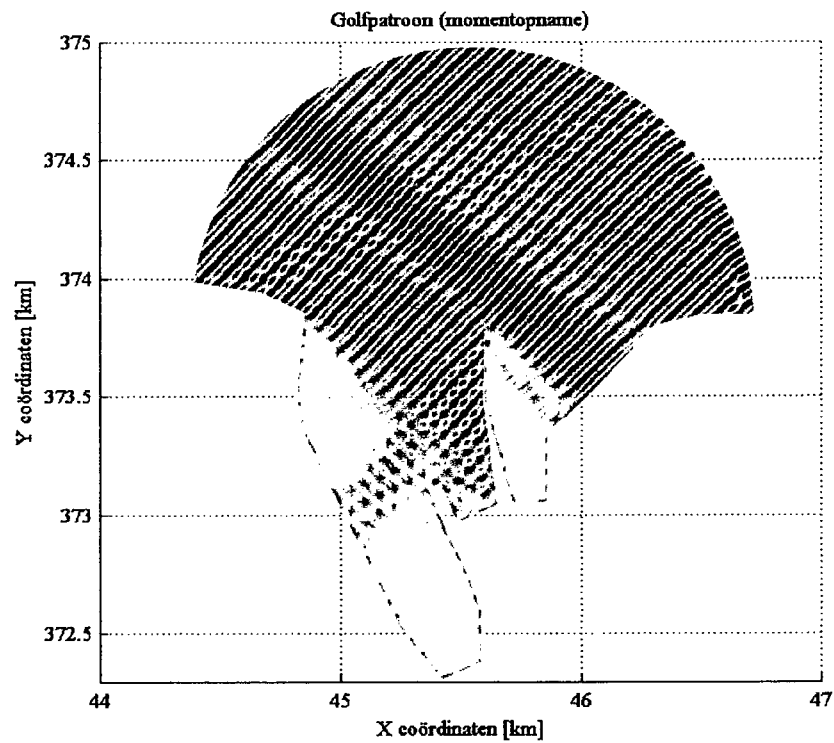
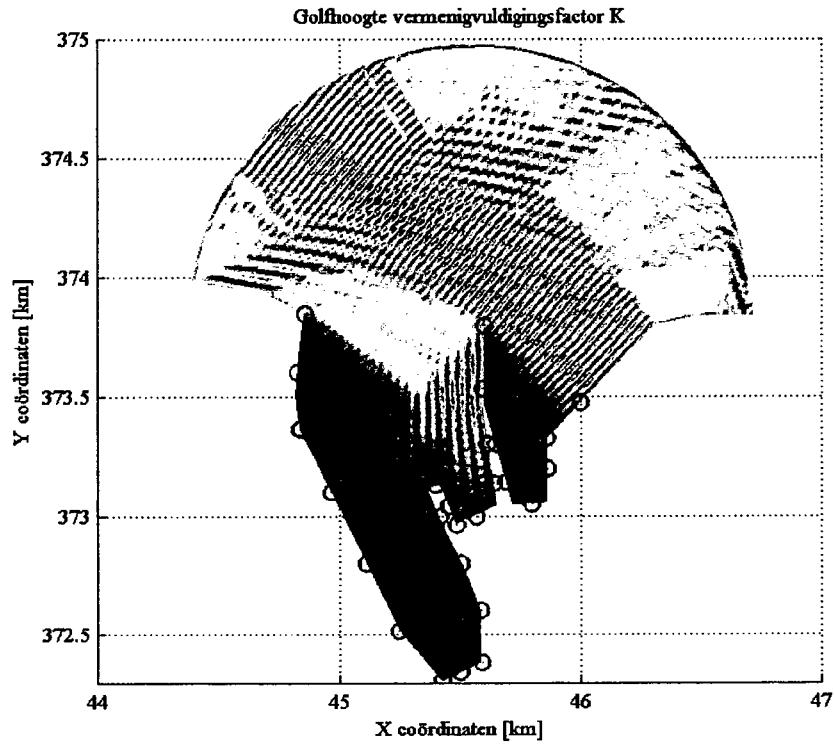


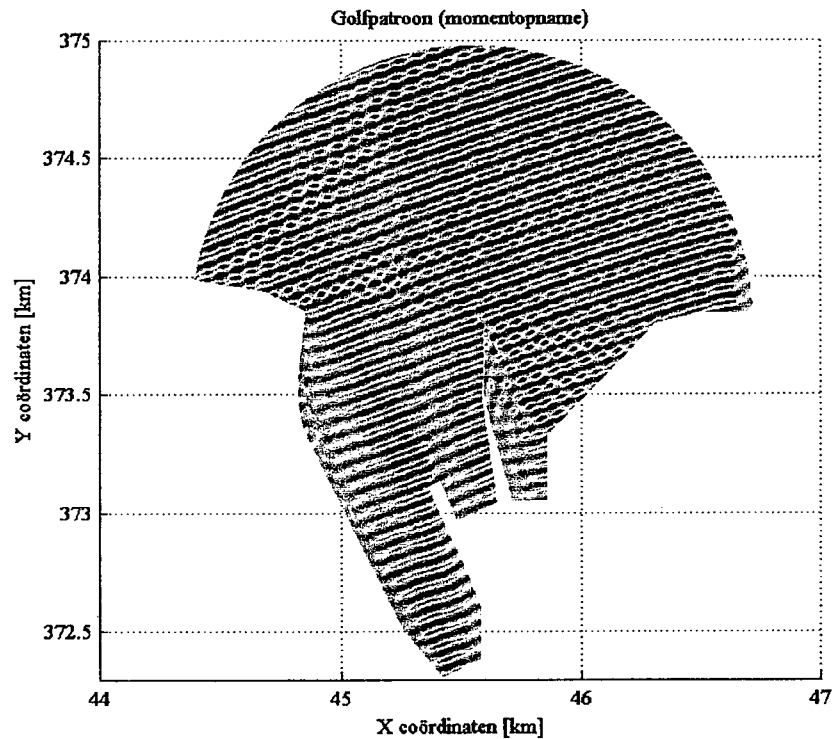
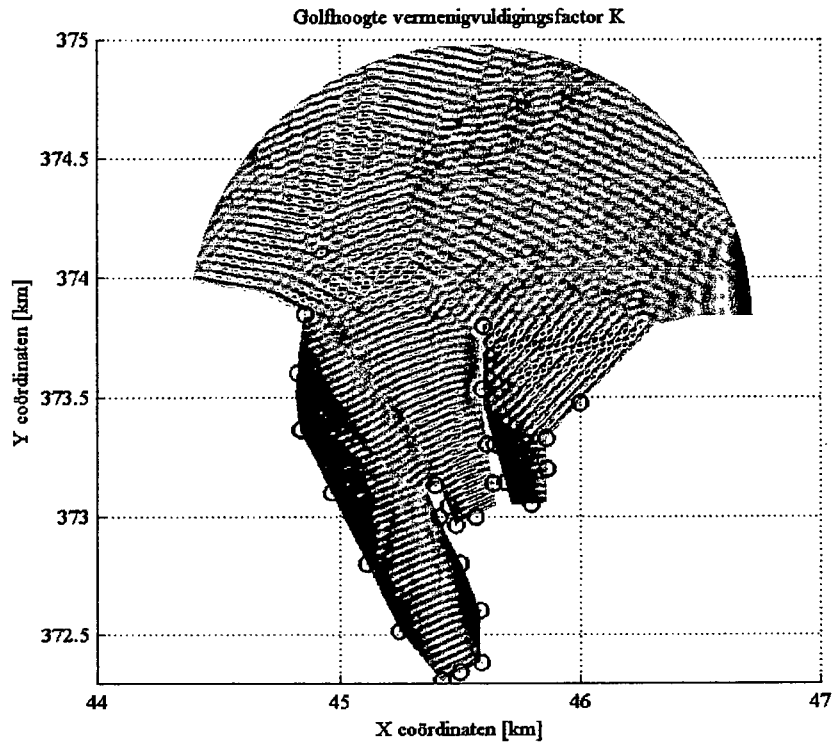
Bijlage 3.8.b: Kt, Kd, Kdt en verschil voor Terneuzen Oost.
Linkerheft: NAP+ 4m; Rechterheft: NAP + 6 m
Telkens 8 uitvoerpunten op een rij, te weten locaties 21 t/m 28

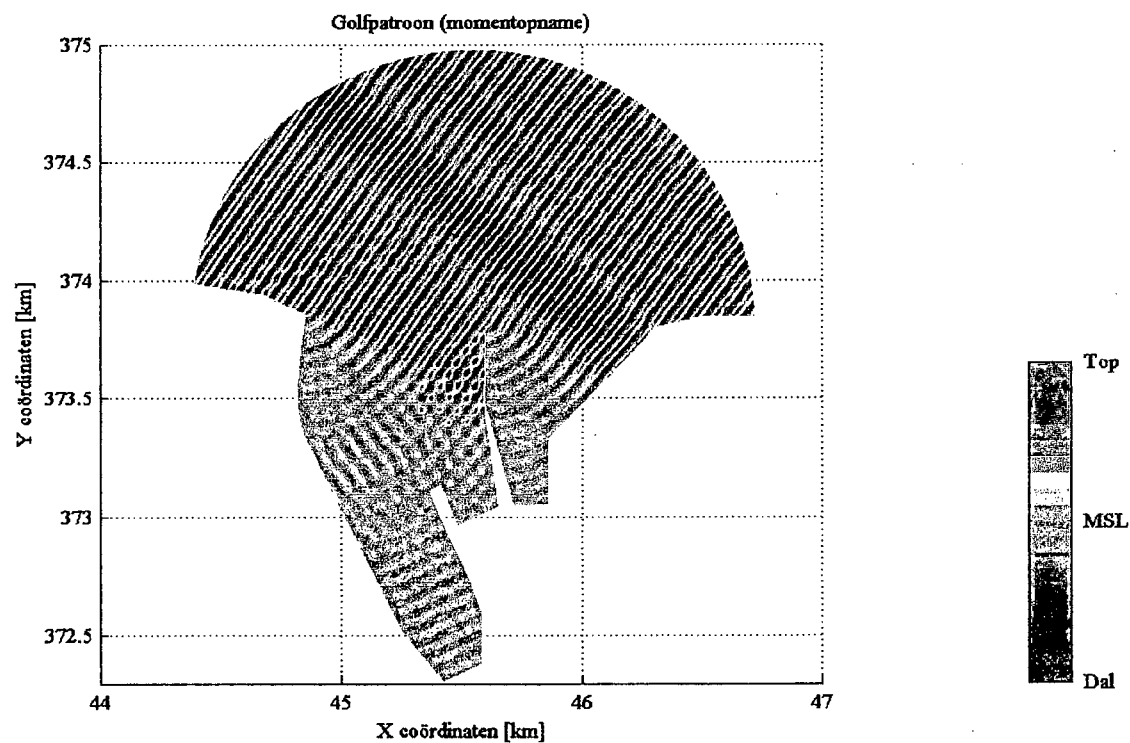
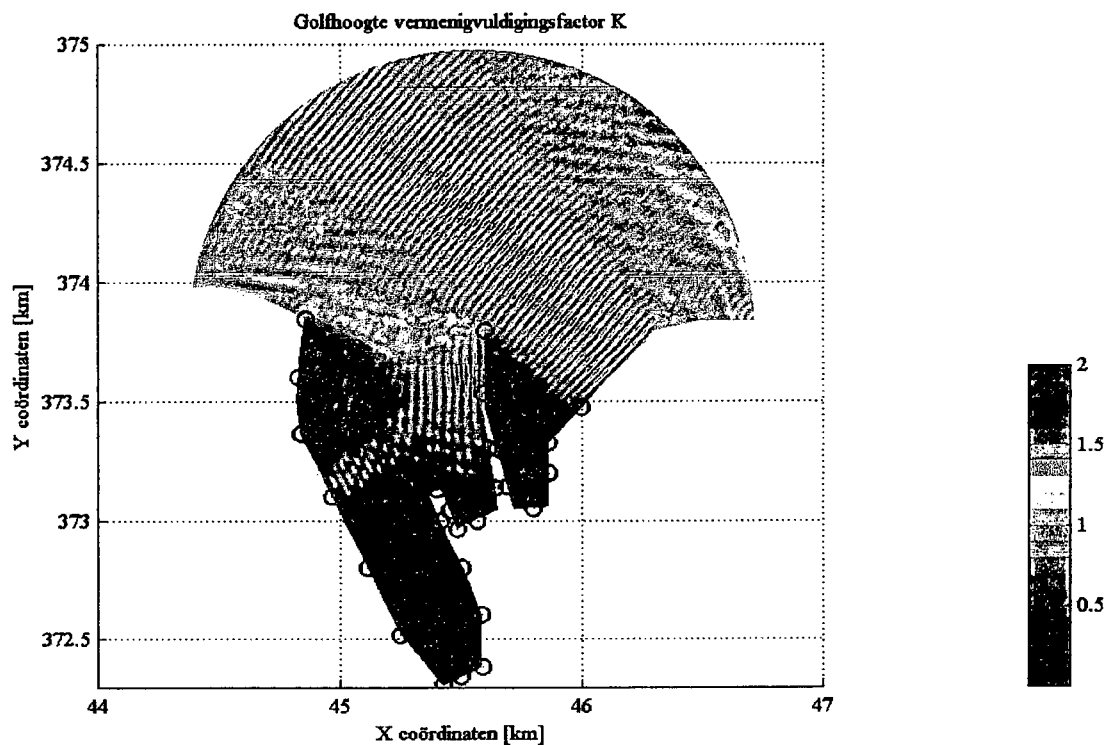


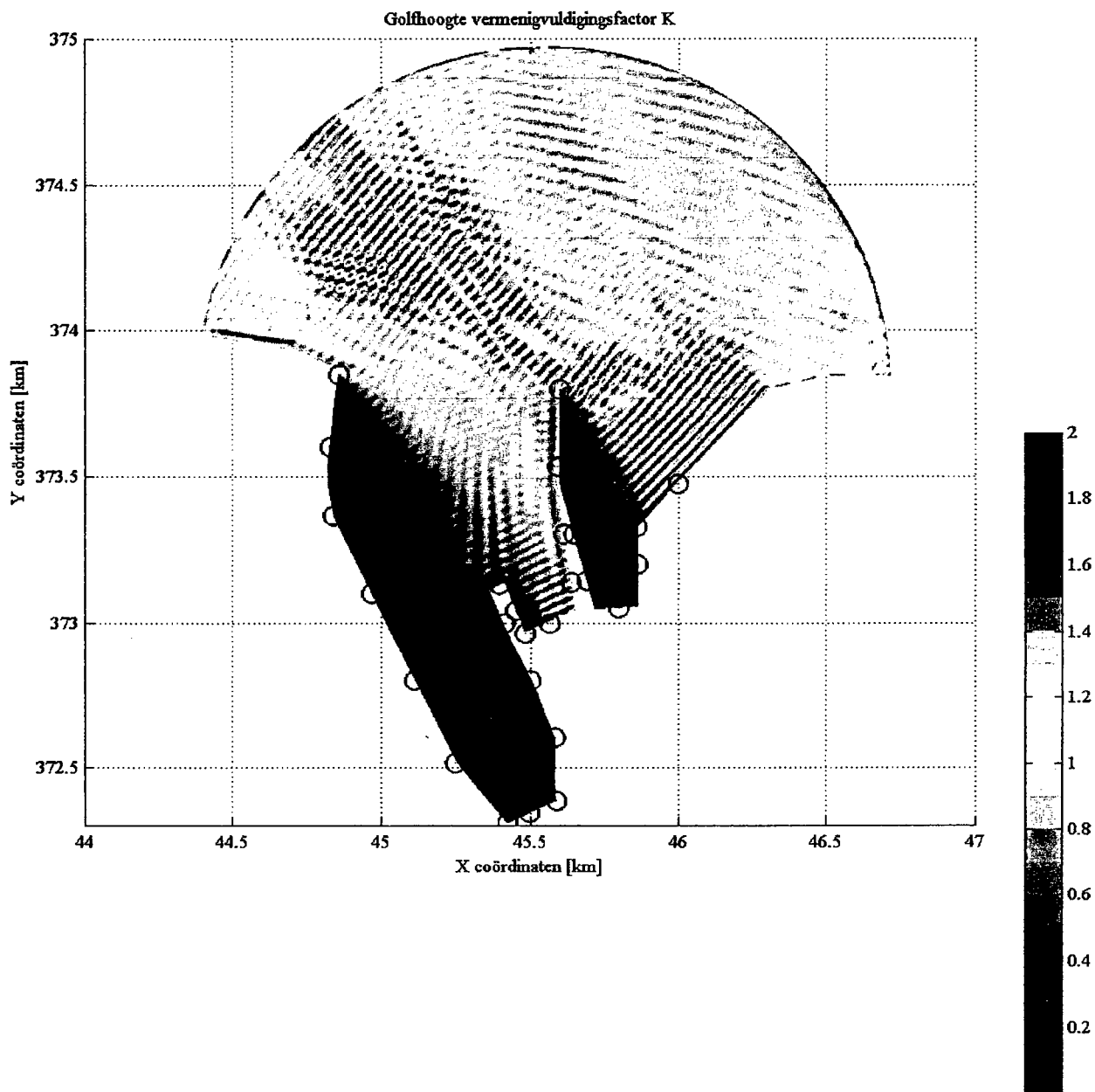












Bijlage 4.8 Resultaten alle HARES simulaties

golfricht punt	323 °		332 °		314°		341°		305°		totaal	
	K ₀ [-]	H [m]	K ₀ [-]	H [m]	K ₀ [-]	H [m]	K ₀ [-]	H [m]	K ₀ [-]	H [m]	K ₀ [-]	H [m]
1	0.93	1.73	0.91	1.67	0.83	1.53	0.89	1.65	0.66	1.21	0.88	1.64
2	0.16	0.29	0.20	0.37	0.10	0.19	0.25	0.46	0.07	0.12	0.17	0.32
3	0.11	0.21	0.13	0.25	0.11	0.20	0.22	0.41	0.09	0.18	0.14	0.26
4	0.12	0.22	0.17	0.31	0.29	0.54	0.28	0.53	0.41	0.76	0.24	0.45
5	0.36	0.66	0.32	0.59	0.15	0.27	0.33	0.62	0.14	0.26	0.31	0.56
6	0.09	0.16	0.15	0.29	0.11	0.20	0.40	0.74	0.05	0.09	0.16	0.30
7	0.14	0.27	0.21	0.39	0.06	0.10	0.79	1.46	0.05	0.10	0.29	0.53
8	0.17	0.31	0.40	0.75	0.12	0.22	0.98	1.81	0.07	0.12	0.38	0.71
9	0.23	0.43	0.48	0.88	0.17	0.32	0.72	1.34	0.09	0.17	0.35	0.66
10	0.17	0.31	0.37	0.68	0.11	0.21	0.51	0.94	0.06	0.11	0.26	0.48
11	0.25	0.46	0.41	0.75	0.14	0.27	0.49	0.91	0.10	0.19	0.30	0.56
12	0.31	0.57	0.61	1.13	0.18	0.34	0.74	1.37	0.12	0.22	0.42	0.78
13	0.47	0.87	0.84	1.56	0.40	0.73	0.82	1.51	0.20	0.36	0.59	1.09
14	0.39	0.72	0.36	0.67	0.26	0.49	0.49	0.90	0.15	0.27	0.37	0.69
15	0.45	0.84	0.42	0.78	0.29	0.54	0.40	0.74	0.08	0.14	0.40	0.74
16	0.61	1.13	0.90	1.66	0.32	0.59	1.06	1.96	0.13	0.24	0.69	1.27
17	1.01	1.87	1.15	2.13	0.53	0.99	1.03	1.91	0.20	0.37	0.93	1.72
18	1.08	2.00	1.21	2.24	0.83	1.54	1.02	1.88	0.39	0.73	1.02	1.89
19	1.09	2.01	1.09	2.01	1.01	1.87	1.11	2.05	1.07	1.99	1.08	2.00
20	1.04	1.92	0.91	1.68	1.00	1.85	1.07	1.98	1.02	1.90	1.02	1.88
21	0.95	1.76	0.94	1.74	0.78	1.44	0.87	1.61	0.73	1.35	0.92	1.70
22	0.20	0.38	0.42	0.78	0.10	0.18	0.53	0.97	0.08	0.14	0.30	0.56
23	0.11	0.20	0.17	0.31	0.08	0.15	0.24	0.45	0.09	0.17	0.14	0.25
24	0.11	0.21	0.15	0.27	0.08	0.16	0.25	0.46	0.06	0.11	0.13	0.25
25	0.11	0.20	0.15	0.28	0.08	0.15	0.34	0.63	0.07	0.13	0.15	0.28
26	0.25	0.46	0.44	0.81	0.17	0.32	0.79	1.47	0.15	0.27	0.37	0.68
27	0.31	0.57	0.58	1.07	0.19	0.36	0.94	1.75	0.16	0.30	0.45	0.84
28	1.13	2.09	0.93	1.71	0.85	1.57	1.01	1.87	0.49	0.90	0.98	1.81

Hs per uitvoerpunt bij een waterstand NAP +4 meter

Dijkvak	punten	HARES met dam						Golfriicht met richtingsspreiding H _s [m]
		Golfriicht 323° H _s [m]	Golfriicht 332° H _s [m]	Golfriicht 314° H _s [m]	Golfriicht 341° H _s [m]	Golfriicht 305° H _s [m]	Golfriicht met richtingsspreiding H _s [m]	
1	2-7	0.66	0.59	0.54	1.46	0.76	0.56	
2	7-9	0.43	0.88	0.32	1.81	0.17	0.71	
3	9-13	0.87	1.56	0.73	1.51	0.36	1.09	
4	13-15	0.87	1.56	0.73	1.51	0.36	1.09	
5	15-17	1.87	2.13	0.99	1.96	0.37	1.72	
6	17-19	2.01	2.24	1.87	2.05	1.99	2.00	
7	22-24	0.38	0.78	0.18	0.97	0.17	0.56	
8	25-27	0.57	1.07	0.36	1.75	0.30	0.84	

Maatgevende H_s per dijkvak bij waterstand NAP +4 meter

Bijlage 4.8 Resultaten alle HARES simulaties

golfricht punt	323 °		332 °		314°		341°		305°		totaal	
	K ₀ [-]	H [m]	K ₀ [-]	H [m]	K ₀ [-]	H [m]	K ₀ [-]	H [m]	K ₀ [-]	H [m]	K ₀ [-]	H [m]
1	0.93	1.73	0.91	1.67	0.83	1.53	0.89	1.65	0.66	1.21	0.88	1.64
2	0.16	0.29	0.20	0.37	0.10	0.19	0.25	0.46	0.07	0.12	0.17	0.32
3	0.11	0.21	0.13	0.25	0.11	0.20	0.22	0.41	0.09	0.18	0.14	0.26
4	0.12	0.22	0.17	0.31	0.29	0.54	0.28	0.53	0.41	0.76	0.24	0.45
5	0.36	0.66	0.32	0.59	0.15	0.27	0.33	0.62	0.14	0.26	0.31	0.56
6	0.09	0.16	0.15	0.29	0.11	0.20	0.40	0.74	0.05	0.09	0.16	0.30
7	0.14	0.27	0.21	0.39	0.06	0.10	0.79	1.46	0.05	0.10	0.29	0.53
8	0.17	0.31	0.40	0.75	0.12	0.22	0.98	1.81	0.07	0.12	0.38	0.71
9	0.23	0.43	0.48	0.88	0.17	0.32	0.72	1.34	0.09	0.17	0.35	0.66
10	0.17	0.31	0.37	0.68	0.11	0.21	0.51	0.94	0.06	0.11	0.26	0.48
11	0.25	0.46	0.41	0.75	0.14	0.27	0.49	0.91	0.10	0.19	0.30	0.56
12	0.31	0.57	0.61	1.13	0.18	0.34	0.74	1.37	0.12	0.22	0.42	0.78
13	0.47	0.87	0.84	1.56	0.40	0.73	0.82	1.51	0.20	0.36	0.59	1.09
14	0.39	0.72	0.36	0.67	0.26	0.49	0.49	0.90	0.15	0.27	0.37	0.69
15	0.45	0.84	0.42	0.78	0.29	0.54	0.40	0.74	0.08	0.14	0.40	0.74
16	0.61	1.13	0.90	1.66	0.32	0.59	1.06	1.96	0.13	0.24	0.69	1.27
17	1.01	1.87	1.15	2.13	0.53	0.99	1.03	1.91	0.20	0.37	0.93	1.72
18	1.08	2.00	1.21	2.24	0.83	1.54	1.02	1.88	0.39	0.73	1.02	1.89
19	1.09	2.01	1.09	2.01	1.01	1.87	1.11	2.05	1.07	1.99	1.08	2.00
20	1.04	1.92	0.91	1.68	1.00	1.85	1.07	1.98	1.02	1.90	1.02	1.88
21	0.95	1.76	0.94	1.74	0.78	1.44	0.87	1.61	0.73	1.35	0.92	1.70
22	0.20	0.38	0.42	0.78	0.10	0.18	0.53	0.97	0.08	0.14	0.30	0.56
23	0.11	0.20	0.17	0.31	0.08	0.15	0.24	0.45	0.09	0.17	0.14	0.25
24	0.11	0.21	0.15	0.27	0.08	0.16	0.25	0.46	0.06	0.11	0.13	0.25
25	0.11	0.20	0.15	0.28	0.08	0.15	0.34	0.63	0.07	0.13	0.15	0.28
26	0.25	0.46	0.44	0.81	0.17	0.32	0.79	1.47	0.15	0.27	0.37	0.68
27	0.31	0.57	0.58	1.07	0.19	0.36	0.94	1.75	0.16	0.30	0.45	0.84
28	1.13	2.09	0.93	1.71	0.85	1.57	1.01	1.87	0.49	0.90	0.98	1.81

H_s per uitvoerpunt bij een waterstand NAP +4 meter

Dijkvak	punten	HARES met dam						Golfricht met richtingsspreiding
		Golfricht 323°	Golfricht 332°	Golfricht 314°	Golfricht 341°	Golfricht 305°		
		H _s [m]	H _s [m]	H _s [m]	H _s [m]	H _s [m]	H _s [m]	
1	2-7	0.66	0.59	0.54	1.46	0.76	0.56	
2	7-9	0.43	0.88	0.32	1.81	0.17	0.71	
3	9-13	0.87	1.56	0.73	1.51	0.36	1.09	
4	13-15	0.87	1.56	0.73	1.51	0.36	1.09	
5	15-17	1.87	2.13	0.99	1.96	0.37	1.72	
6	17-19	2.01	2.24	1.87	2.05	1.99	2.00	
7	22-24	0.38	0.78	0.18	0.97	0.17	0.56	
8	25-27	0.57	1.07	0.36	1.75	0.30	0.84	

Maatgevende H_s per dijkvak bij waterstand NAP +4 meter

