

Validatie golfgegevens Van Cittershaven

Opdracht 2005.02.13 (Mantelovereenkomst RKZ-1420)

Definitief Rapport

Document titel Validatie golfgegevens Van Cittershaven
Opdracht 2005.02.13 (Mantelovereenkomst
RKZ-1420)
Verkorte Titel Validatie golfgegevens Van Cittershaven
Status Definitief Rapport
Datum 22 maart 2005
Project naam Mantelovereenkomst RKZ-1420
Project nummer 1308
Opdrachtgever Rijksinstituut voor Kust en Zee
Referentie BE/05067/1308

Auteur B.J.O. Eikema
Gecontroleerd door A.J. Blik

SAMENVATTING

Aanleiding

Voor het ontwerp van de dijkbekleding langs de dijkvakken 9 en 10 in de Van Cittershaven zijn golfgegevens nodig.

In memo K-05-01-03 van Projectbureau Zeeweringen [Lit 1] zijn op een globale wijze golfgegevens bepaald die bij een 1/4000^{ste} situatie voor kunnen komen. Vanwege de complexiteit van het havenbekken en de toegepaste relatief eenvoudige methode is de onzekerheid m.b.t. de te verwachten golfperiode echter groot. Daarom dient deze gevalideerd te worden m.b.v. een SWAN berekening. In de Van Cittershaven zouden diffractie en reflectie een belangrijke rol kunnen spelen.

Doelstelling

Het bepalen van de golfcondities langs de dijkvakken 9 en 10 in de Van Cittershaven met behulp van SWAN.

Resultaten

Met behulp van SWAN (versie 4041) is bij een maatgevende golfrandvoorwaarde een run gemaakt met en zonder reflecties op de kaden in de Van Cittershaven. Bij vergelijking van deze twee runs is gebleken dat de golfcondities langs dijkvak 9 en 10 lager waren in de situatie met reflecties.

Om deze bevindingen te controleren is met behulp van het haven resonantie model HARES een som gemaakt met reflecterende randen en een som zonder reflecterende randen.

Specifiek voor dijkvak 9 en 10 blijkt ook uit HARES dat in de situatie zonder reflecties de hoogste golven optreden.

Conclusies

Er wordt geadviseerd om voor de bepaling van de golfcondities langs dijkvak 9 en 10 uit te gaan van de SWAN simulatie zonder reflecties.

De golfcondities langs dijkvak 9 en 10 worden geheel gedomineerd door lokale windgroei. De bijdrage van golfcondities ter plaatse van de havendammen aan de golfhoogte bij dijkvak 9 en 10 is verwaarloosbaar. Diffractie speelt in langs dijkvak 9 en 10 in de Van Cittershaven dus geen belangrijke rol.

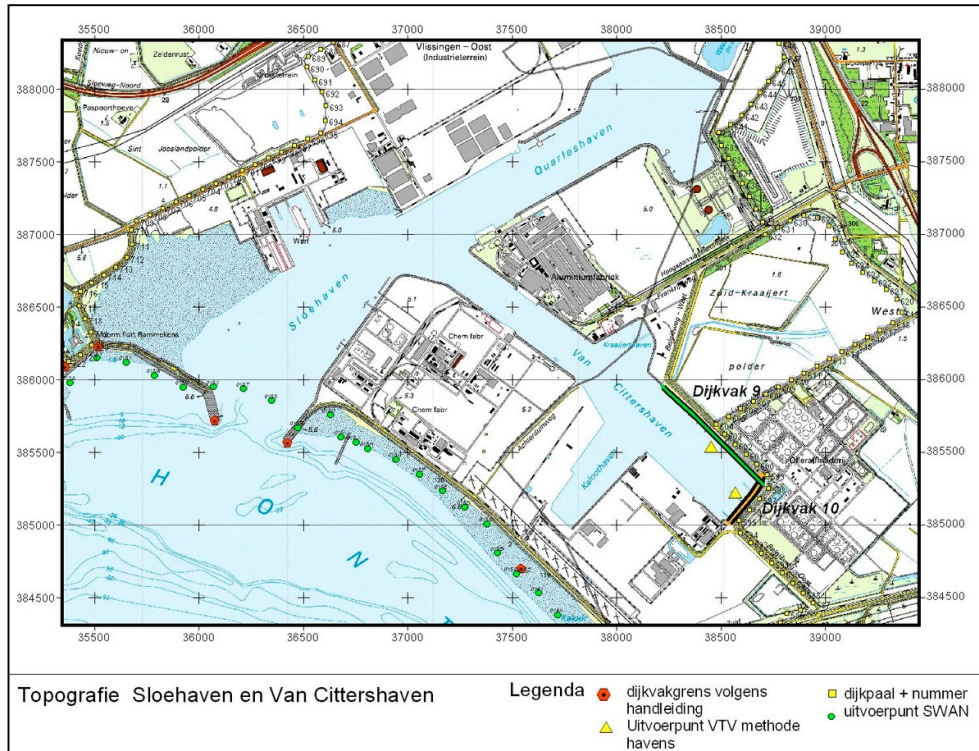
Volgens de SWAN berekening bedraagt de piekperiode ter plaatse van dijkvak 9 en 10 3,1s. Dit is beduidend lager dan de 4,6s die de VTV methode oplevert.

INHOUDSOPGAVE

	Pag.
1 INLEIDING	1
2 DOELSTELLING	1
3 AANPAK	2
3.1 Modelinvoer	2
3.2 Definitie uitvoerpunten	3
3.3 SWAN runs	3
4 RESULTATEN SWAN	5
4.1 Basisrun	5
4.2 Extra run 1	6
4.3 Extra run 2	7
5 HARES	8
5.1 Doel inzet HARES	8
5.2 Modelbeschrijving	8
5.3 Opzet en invoer HARES model	9
5.4 Resultaten HARES	10
6 VERGELIJKING SWAN – HARES	12
7 CONCLUSIE	13
LITERATUUR	15
APPENDICES	16

1 INLEIDING

Voor het ontwerp van de dijkbekleding langs de dijkvakken 9 en 10 in de Van Cittershaven (deel van de Sloehaven; Westerschelde) zijn golfgegevens nodig. Figuur 1.1 laat het havengebied zien, met daarop aangegeven de betreffende dijkvakken.



Figuur 1.1. Havengebied Vlissingen Oost (verouderde situatie).

In memo K-05-01-03 van Projectbureau Zeeweringen [Lit 1] zijn op een globale wijze golfgegevens bepaald die bij een 1/4000^{ste} situatie voor kunnen komen. Vanwege de complexiteit van het havenbekken en de toegepaste relatief eenvoudige methode is de onzekerheid m.b.t. de te verwachten golfperiode echter groot. Daarom dient deze gevalideerd te worden m.b.v. een SWAN berekening. In de Van Cittershaven zouden diffractie en reflectie een belangrijke rol kunnen spelen.

Dit document geeft een beschrijving van de aanpak en de resultaten van de SWAN berekening.

2 DOELSTELLING

Het bepalen van de golfcondities langs de dijkvakken 9 en 10 in de Van Cittershaven met behulp van SWAN. Hiertoe worden op diverse uitvoerlocaties langs deze dijkvakken de 1d en 2d golfspectra gepresenteerd alsmede de H_s , T_{pm} en $T_{m-1,0}$.

3 AANPAK

3.1 Modelinvoer

Voor de SWAN berekening wordt uitgegaan van de volgende punten:

- SWAN versie 4041 – inclusief diffractie.
- Rekenrooster van de Sloehaven aan de hand van een rechthoekig rooster met resolutie 20 x 20 meter.
- Golfrandvoorwaarde bij haveningang is
 - PM spectrum
 - Significante golfhoogte $H_s = 1,4$ meter [Lit 1]
 - Piekperiode $T_p = 9,0$ seconden [Lit 1]
 - golfrichting = $240^\circ N$ [Lit 1]
- Windsnelheid binnengebied (oostelijk van Vlissingen) bedraagt 28 m/s uit $315^\circ N$. [Lit 2 - tabel 3.1]
- Waterstand = NAP+6,30 meter [Lit 1]

Bij deze stormcondities wordt er van uitgegaan dat de westelijke havendam intact blijft en de strekdam aan de oostelijke havendam bezwijkt. De reflectie coëfficiënt voor de westelijke havendam bedraagt – voor de daar heersende golfcondities – circa 28%. Voor de bepaling van de reflectie coëfficiënt wordt uitgegaan van de methode zoals beschreven op pagina 2–116 tot 2–119 van de Shore Protection Manual [Lit 3].

De reflectie coëfficiënten in de Van Cittershaven zijn bepaald op basis van figuur 3.1. Voor de verticale kades is een reflectie coëfficiënt aangehouden van 100% (conform opdracht RIKZ), voor de kades met dijkbekleding helling 1:3 is een reflectie coëfficiënt aangehouden van 25% [Lit 3].



Figuur 3.1. Definitie type kade.

Voor de bodemschematisatie is gebruik gemaakt van recente bodemgegevens. Voorts is voor de havenbekkens een horizontale bodem aangehouden op NAP-15m.

3.2 Definitie uitvoerpunten

De uitvoerpunten die in deze studie worden gebruikt zijn weergegeven in appendix 3.2. De punten zijn als volgt gedefinieerd:

- uitvoerpunten 1 – 7 : Van Cittershaven, dijkvak 9
- uitvoerpunten 7 – 9 : Van Cittershaven, dijkvak 10
- uitvoerpunten 10 – 18 : reeks punten vanaf de havendammen tot aan dijkvak 10

N.B. uitvoerpunt 7 ligt op de grens tussen dijkvak 9 en 10, daarom staat dit punt bij beide dijkvakken genoemd.

De coördinaten van de uitvoerpunten staan in tabel 3.1.

Uitvoerpunt	X [m]	Y [m]
1	38570	385917
2	38678	385817
3	38787	385717
4	38895	385617
5	39003	385517
6	39111	385417
7	39181	385329
8	39102	385241
9	39016	385154
10	35717	385637
11	35963	386235
12	36528	386806
13	37099	386820
14	37485	386534
15	37903	386228
16	38282	385916
17	38694	385584
18	39020	385278

Tabel 3.1. Coördinaten uitvoerpunten.

3.3 SWAN runs

In principe hoeft er maar 1 SWAN run gemaakt te worden, uitgaande van bovengenoemde condities en uitgangspunten. Deze run heet de basisrun.

Echter om de effecten van bepaalde schematisaties te beoordelen zijn nog twee extra runs gemaakt, namelijk:

- Extra run 1: gelijk aan basisrun maar nu zonder reflecties in de Van Cittershaven;
- Extra run 2: gelijk aan basisrun maar nu zonder wind.

Met behulp van extra run 1 is het effect van de reflecterende kade en talud constructies in de Van Cittershaven te zien. Extra run 2 geeft inzicht in de effecten van de golftransmissie door de westelijke havendam, zonder verstoring door windgroei.

De resultaten van deze extra runs worden kort behandeld in dit rapport.

De SWAN invoer voor de basisrun is weergegeven in appendix 3.3. Opgemerkt dient te worden dat de opgelegde golfrandvoorwaarde op de zuidwestelijke rand een golfrichting heeft van 210° N om ervoor te zorgen dat de golfrichting tussen de havendammen ongeveer 240° N is. De wind zorgt namelijk voor een sterke afbuiging van de golfrichting.

4 RESULTATEN SWAN

4.1 Basisrun

Appendix 4.1, 4.2 en 4.3 laten respectievelijk de ruimtelijke verdeling van de significante golfhoogte H_s , de piek periode T_p en de gemiddelde periode $T_{m-1,0}$ zien.

Wat opvalt in figuur 4.1 is dat er geen (duidelijke) reflecties waarneembaar zijn de Scaldiahaven (het noordoostelijke havenbekken), terwijl de 'aangevallen' oever uit een verticale kademuur bestaat (100% reflectie).

Tabel 4.1 laat de uitvoer per uitvoerpunt zien van de gevraagde parameters.

Uitvoerpunt	Dijkvak	Waterdiepte [m]	H_{sig} [m]	T_p [s]	Dir [° cart.]	T_{pm} [s]	$T_{m-1,0}$ [s]
1	9	21.3	0.736	2.740	331.9	2.597	2.240
2	9	21.3	0.751	2.740	332.5	2.665	2.286
3	9	21.3	0.763	2.740	332.2	2.709	2.323
4	9	21.3	0.772	2.740	332.3	2.742	2.352
5	9	21.3	0.779	2.740	332.8	2.766	2.377
6	9	21.3	0.719	2.740	331.8	2.787	2.358
7	9 en 10	21.3	0.800	2.740	331.8	2.804	2.410
8	10	21.3	0.853	3.069	319.9	2.849	2.431
9	10	21.3	0.815	3.069	307.6	2.809	2.406
10	n.v.t.	25.6	1.908	8.517	15.7	8.387	5.176
11	n.v.t.	21.3	1.635	8.517	11.3	8.245	4.369
12	n.v.t.	21.3	1.281	8.517	16.4	8.203	3.920
13	n.v.t.	21.3	0.851	3.069	332.9	2.708	2.398
14	n.v.t.	21.3	0.796	2.740	301.8	2.652	2.312
15	n.v.t.	21.3	0.705	2.740	324.0	2.593	2.200
16	n.v.t.	21.3	0.729	2.740	318.6	2.579	2.203
17	n.v.t.	21.3	0.799	2.740	316.7	2.722	2.325
18	n.v.t.	21.3	0.851	3.069	316.0	2.835	2.419

Tabel 4.1. Gevraagde parameters per uitvoerpunt voor Basisrun.

De 1D spectrale uitvoer voor de uitvoerpunten 1 t/m 9 langs dijkvak 9 en 10 is weergegeven in appendix 4.4A, 4.4B en 4.4C.

Voor de uitvoerpunten 10 t/m 18 is de 1D spectrale uitvoer weergegeven in appendix 4.5A, 4.5B en 4.5C. Hierop is te zien hoe het golfspectrum van net buiten de havendammen tot aan het eind van de Van Cittershaven verandert.

Zowel de figuren in appendix 4.4 als appendix 4.5 hebben elk een gelijke verticale schaal (energie E), om onderling vergelijken te vergemakkelijken.

De 2D spectrale uitvoer is weergegeven in appendix 4.6A, 4.6B en 4.6C. Voor deze figuren geldt dat de energie schaal elke keer verschilt.

Uit tabel 4.1 blijkt dat de golfcondities bij de haveningang (uitvoerpunt 10) afwijken ten opzichte van de opgelegde randvoorwaarde. Dit wordt veroorzaakt door de harde wind, die de golfcondities vanaf de rand van het rekenrooster naar de haveningang beïnvloedt. Een controle berekening met een golfhoogte van 0,9m op de rand van het

rekenrooster (1,5m bij de haveningang) laat zien dat de golfhoogte langs dijkvak 9 en 10 hierdoor niet of nauwelijks verandert.

4.2 Extra run 1

Omdat de reflecties in de Van Cittershaven te weinig terugkomen in de uitvoer van de basisrun is Extra run 1 gemaakt. Deze SWAN som is gelijk aan basisrun, maar nu zonder reflecties in de Van Cittershaven. Op deze manier kan de invloed van de reflecties worden onderzocht.

Over het algemeen kan men verwachten dat in een havenbekken met een bepaalde reflectie een onrustiger golfbeeld met hogere golven optreedt dan in een havenbekken zonder reflectie. Maar dat hoeft niet voor elke kade in het havenbekken te gelden.

Appendix 4.7 laat de ruimtelijke verdeling van de significante golfhoogte H_s zien. Als deze figuur wordt vergeleken met appendix 4.1 de vallen er een aantal zaken op:

- In het toegangskanaal naar de Van Cittershaven ($X=37,5$ km $Y=386,5$ km) is in de situatie met reflecties een duidelijke toename van de golfhoogte te zien ter plaatse van de twee verticale kaden.
- Verder is de golfhoogte in de Scaldiahaven, de Kaloothaven en de Van Cittershaven bijna overal hoger in de situatie zonder reflectie.

Tabel 4.2 laat de uitvoer per uitvoerpunt zien van de gevraagde parameters voor Extra run 1.

Uitvoerpunt	Dijkvak	Waterdiepte [m]	H_{sig} [m]	T_p [s]	Dir [° cart.]	T_{pm} [s]	$T_{m-1,0}$ [s]
1	9	21.3	0.782	2.740	330.7	2.679	2.298
2	9	21.3	0.792	2.740	332.7	2.761	2.352
3	9	21.3	0.804	2.740	332.6	2.798	2.385
4	9	21.3	0.814	3.069	332.3	2.829	2.408
5	9	21.3	0.824	3.069	332.1	2.853	2.424
6	9	21.3	0.832	3.069	332.1	2.870	2.439
7	9 en 10	21.3	0.846	3.069	329.8	2.888	2.456
8	10	21.3	0.887	3.069	318.8	2.924	2.485
9	10	21.3	0.868	3.069	308.4	2.895	2.470
10	n.v.t.	25.6	1.911	8.517	15.4	8.387	5.166
11	n.v.t.	21.3	1.635	8.517	11.2	8.245	4.370
12	n.v.t.	21.3	1.279	8.517	16.5	8.203	3.925
13	n.v.t.	21.3	0.886	3.069	336.7	2.768	2.457
14	n.v.t.	21.3	0.723	2.740	325.7	2.666	2.240
15	n.v.t.	21.3	0.749	2.740	324.2	2.668	2.267
16	n.v.t.	21.3	0.775	2.740	319.0	2.672	2.282
17	n.v.t.	21.3	0.834	2.740	318.8	2.798	2.386
18	n.v.t.	21.3	0.881	3.069	316.8	2.908	2.469

Tabel 4.2. Gevraagde parameters per uitvoerpunt voor Extra run 1.

Voor de uitvoerpunten 1 t/m 10 geldt telkens dat de golfhoogte in de situatie zonder reflectie hoger is dan in de situatie met reflectie.

Door de grotere golfhoogten in de situatie zonder reflecterende randen en het ontbreken van reflecties in de Scaldiahaven zullen aanvullende golfdoordringing sommen gemaakt worden met het numerieke model HARES. Het model HARES en de uitkomst van deze sommen komen in hoofdstuk 5 aan bod.

4.3 Extra run 2

Om te kijken of de golftransmissie door de westelijke havendam goed in het model is opgenomen is Extra run 2 gemaakt. Deze SWAN som is gelijk aan basisrun, maar nu zonder wind.

Appendix 4.8 laat de ruimtelijke verdeling van de significante golfhoogte H_s zien. De golftransmissie door de westelijke havendam is zeer duidelijk waarneembaar.

Tabel 4.3 laat de uitvoer per uitvoerpunt zien van de gevraagde parameters voor Extra run 2.

Uitvoerpunt	Dijkvak	Waterdiepte [m]	H_{sig} [m]	T_p [s]	Dir [° cart.]	T_{pm} [s]	$T_{m-1,0}$ [s]
1	9	21.3	0.002	8.517	332.2	7.598	6.861
2	9	21.3	0.002	8.517	329.6	7.596	6.860
3	9	21.3	0.002	8.517	328.0	7.595	6.859
4	9	21.3	0.002	8.517	327.2	7.592	6.856
5	9	21.3	0.002	8.517	326.7	7.589	6.854
6	9	21.3	0.001	8.517	326.2	7.585	6.850
7	9 en 10	21.3	0.001	8.517	325.1	7.581	6.846
8	10	21.3	0.001	8.517	320.4	7.578	6.845
9	10	21.3	0.001	8.517	318.6	7.509	6.790
10	n.v.t.	25.6	1.358	8.517	61.3	8.385	7.657
11	n.v.t.	21.3	0.991	8.517	71.1	8.223	7.447
12	n.v.t.	21.3	0.706	8.517	57.6	8.166	7.412
13	n.v.t.	21.3	0.059	8.517	16.0	7.591	6.832
14	n.v.t.	21.3	0.010	8.517	277.4	7.615	6.874
15	n.v.t.	21.3	0.003	8.517	332.4	7.609	6.870
16	n.v.t.	21.3	0.002	8.517	325.7	7.606	6.867
17	n.v.t.	21.3	0.001	8.517	316.4	7.588	6.852
18	n.v.t.	21.3	0.001	8.517	317.1	7.576	6.843

Tabel 4.3. Gevraagde parameters per uitvoerpunt voor Extra run 2.

Zonder wind is de golfhoogte bij dijkvak 9 en 10 slechts 1 tot 2 mm. De bijdrage van diffractie aan de golfhoogte bij dijkvak 9 en 10 is dus verwaarloosbaar.

5 HARES

5.1 Doel inzet HARES

Het doel van de HARES sommen is om het belang van reflecties in de Van Cittershaven op de golfhoogte nader te onderzoeken. Hiervoor wordt de situatie met en zonder reflecties doorgerekend. Vervolgens kunnen de resultaten worden vergeleken met de uitkomsten van de SWAN sommen.

HARES rekent met monochrome golven, zodat de golfperiode niet verandert tijdens de berekening. Dus wat betreft de golfperiode is er geen vergelijking met SWAN mogelijk.

5.2 Modelbeschrijving

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, golftransmissie en golfgroei door wind 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. Richtingspreiding op het golfveld kan worden bereikt door een aantal HARES sommen te combineren.

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 $K = 1$.

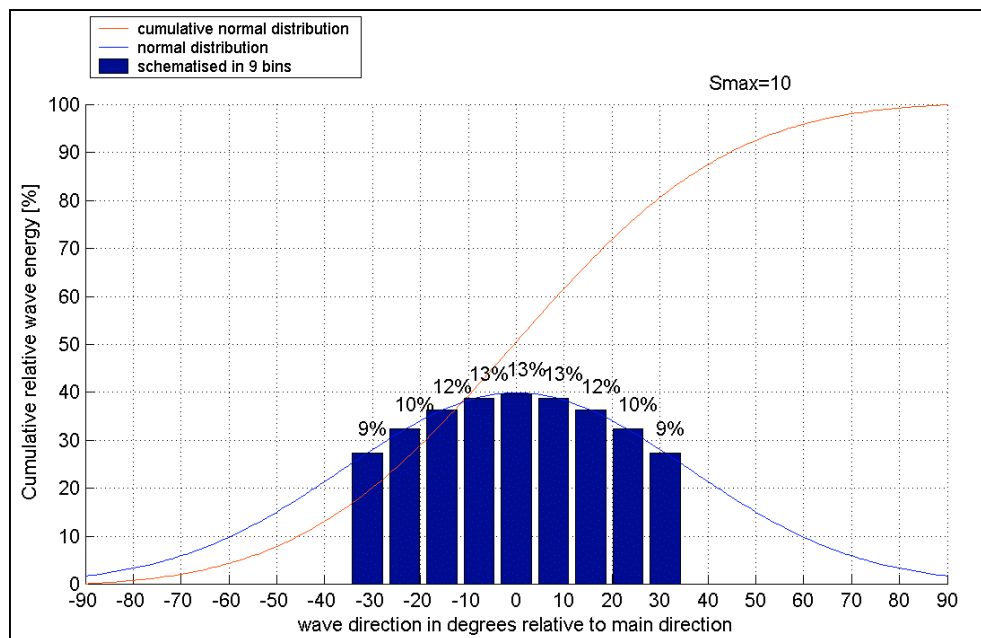
De grafische uitvoer laat de ruimtelijke variatie van de K factor zien. Een $K > 1$ houdt in dat de golfhoogte is toegenomen en een $K < 1$ houdt in dat de golfhoogte juist is afgenomen. Tevens laat de grafische uitvoer een momentopname van het golfpatroon in het havenbekken zien. Dit golfpatroon is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

5.3 Opzet en invoer HARES model

Het oostelijke havenbekken van de haven van Vlissingen is geschematiseerd met behulp van driehoekige elementen van circa 1,5 meter grootte, waardoor het model is opgebouwd uit meer dan 1,7 miljoen elementen. De kleine gridgrootte is noodzakelijk vanwege de relatief korte periode van de windgolf in de Van Cittershaven. In het hele model is een uniforme diepte van NAP-15m aangehouden en een waterstand van NAP+6,3m.

Voor de situatie met reflecties zijn dezelfde waarden gehanteerd als in de SWAN sommen; 25% voor de taluds en 100% voor de verticale kaden.

Als golfperiode is 4,0 seconden genomen. Dit is min of meer de golfperiode aan het begin van het havenbekken, zoals dat uit de SWAN sommen komt. De gehanteerde richtingspreiding op het golfveld wordt weergegeven in figuur 5.1.



Figuur 5.1. Richtingspreiding, met bijbehorende percentages.

Omdat het een smal en langgerekt havenbekken betreft is er voor gekozen om als hoofdgolfrichting de oriëntatie van de Van Cittershaven te nemen (307°N), deze komt bijna overeen met de windrichting (315°N) in de SWAN sommen. Voor een HARES som worden nu dus 9 runs gemaakt. Het aandeel van de golfenergie per golfrichting is eveneens weergegeven in figuur 5.1.

Tabel 5.1 vat de invoer per HARES som samen.

Run	Periode [s]	Simdir [°]	Richting [° C]	Richting [° N]	Aandeel golfenergie
1	4.0	-31	292	338	9%
2	4.0	-23	300	330	10%
3	4.0	-16	307	323	12%
4	4.0	-8	315	315	13%
5	4.0	0	323	307	13%
6	4.0	8	331	299	13%
7	4.0	16	339	291	12%
8	4.0	23	346	284	10%
9	4.0	31	354	276	9%

Tabel 5.1. Richtingspreiding, met bijbehorende percentages.

De verschillende HARES runs kunnen nu als volgt worden opgeteld:

$$K_{\text{samengesteld}} = \sqrt{\sum_{i=1}^9 \text{aandeel}_i \cdot K_i^2}$$

5.4 Resultaten HARES

Appendix 5.1 tot en met 5.9 laat de resultaten van de individuele HARES runs in de situatie met reflectie zien. In de bovenste figuur is steeds de golfhoogte vermenigvuldigingsfactor K te zien en de onderste figuur laat steeds een momentopname van het golfpatroon zien. In de onderste figuur zijn diffractie en reflectie patronen heel mooi terug te zien.

Het samengestelde resultaat voor de HARES som met reflectie is weergegeven in appendix 5.10. De reflecties in de Scaldiahaven zijn goed waarneembaar. De situatie zonder reflectie is te zien in appendix 5.11.

In beide gevallen is in de onderste figuur de Van Cittershaven in detail weergegeven. De gemiddelde K waarde is bepaald in een straal van 25 meter om de uitvoerpunten. De cirkel en de gemiddelde K waarden zijn tevens in deze figuur geplot.

Appendix 5.12 laat het verschil in de golfhoogte vermenigvuldigingsfactor K zien tussen de situatie met en zonder reflectie.

De resultaten zijn samengevat in tabel 5.2.

Uitvoerpunt	K waarde <i>situatie met reflecties</i>	K waarde <i>situatie zonder reflecties</i>	Vershil <i>met refl. – zonder refl.</i>	Vershil <i>t.o.v. situatie zonder refl.</i>
1	0.34	0.32	0.023	7%
2	0.34	0.33	0.010	3%
3	0.33	0.35	-0.015	-4%
4	0.31	0.38	-0.065	-17%
5	0.32	0.39	-0.071	-18%
6	0.33	0.40	-0.072	-18%
7	0.34	0.38	-0.036	-9%
8	0.34	0.36	-0.023	-6%
9	0.21	0.26	-0.057	-22%

Tabel 5.2. Resultaten HARES sommen.

Uit de resultaten is te zien dat de golfhoogte vermenigvuldigingsfactor K voor uitvoerpunt 3 t/m 9 hoger is in de situatie zonder reflecties. De reflecties in de Van Cittershaven zorgen dus voor (uitgezonderd punt 1 en 2) een lagere golfhoogte langs dijkvak 9 en 10 vergeleken met de situatie zonder reflecties.

6 VERGELIJKING SWAN – HARES

Als de resultaten van SWAN (Basisrun en Extra run 1) nu op een zelfde manier met elkaar worden vergeleken als met de uitkomsten van HARES is gedaan in tabel 5.2 dan wordt het volgende verkregen, zie tabel 6.1.

Uitvoerpunt	H _s <i>Basisrun</i> <i>(situatie met reflecties)</i>	H _s <i>Extra run 1</i> <i>(situatie zonder reflecties)</i>	Verskil <i>met refl. – zonder refl.</i>	Verskil <i>t.o.v. situatie zonder refl.</i>
1	0.736	0.782	-0.046	-6%
2	0.751	0.792	-0.041	-5%
3	0.763	0.804	-0.041	-5%
4	0.772	0.814	-0.042	-5%
5	0.779	0.824	-0.045	-5%
6	0.719	0.832	-0.113	-14%
7	0.800	0.846	-0.046	-5%
8	0.853	0.887	-0.034	-4%
9	0.815	0.868	-0.053	-6%

Tabel 6.1. Vergelijking SWAN Resultaten.

Uit de vergelijking (specifiek voor dijkvak 9 en 10) is te zien dat in de situatie zonder reflecties de significante golfhoogte voor alle uitvoerpunten hoger is dan in de situatie met reflecties. Dit komt (uitgezonderd punt 1 en 2) overeen met de uitkomsten uit HARES.

Het grote (procentuele) verschil bij punt 6 wordt veroorzaakt doordat dit punt te dicht bij het in SWAN gedefinieerde reflectie obstakel ligt. Hierdoor wordt dit punt negatief beïnvloed. Indien dit punt iets verder van het obstakel gekozen wordt, zal de procentuele verlaging meer in lijn zijn met de andere punten.

Een verdere vergelijking van de resultaten tussen SWAN en HARES laat zien dat bij HARES wel reflecties optreden in de Scaldiahaven en bij SWAN niet of nauwelijks. Het is de vraag of SWAN hier goed mee omgaat. Deze locaties vallen echter buiten dijkvak 9 en 10.

CONCLUSIE

Zowel uit SWAN als HARES blijkt dat de golfhoogte (en ook de periode) afneemt als de reflecties in het oostelijk havenbekken in rekening worden gebracht. De keuze voor een volledige reflectie van de verticale kademuren zal in de praktijk waarschijnlijk niet gehaald worden, waardoor er voor deze kaden eigenlijk een lagere reflectie moet worden toegepast.

Er wordt dan ook geadviseerd om voor de bepaling van de golfcondities langs dijkvak 9 en 10 uit te gaan van de situatie zonder reflecties.

De in [Lit 1] met behulp van de VTV methode berekende golfcondities zijn voor beide dijkvakken weergegeven in tabel 7.1. Tevens zijn in deze tabel de maximale golfcondities uit SWAN (zonder reflecties) gegeven. De bij de VTV methode gehanteerde windsnelheid is 32 m/s, bij de SWAN sommen is een windsnelheid van 28 m/s gebruikt.

	VTV methode		SWAN	
	T_p [s]	H_s [m]	T_p [s]	H_s [m]
Dijkvak 9	4,6	0,90	3,1	0,83
Dijkvak 10	4,6	1,50	3,1	0,89

Tabel 7.1. Vergelijking VTV-methode versus SWAN.

Op basis van de uitgevoerde SWAN som en de vergelijking met de VTV methode blijkt dat de golfcondities berekend volgens de VTV methode kunnen worden teruggebracht.

De golfcondities ter plaatse van dijkvak 9 en 10 worden geheel gedomineerd door lokale windgroei (zie § 4.3). De bijdrage van golfcondities ter plaatse van de havendammen aan de golfhoogte bij dijkvak 9 en 10 is verwaarloosbaar.

Een snelle vergelijking met Bretschneider [Lit 3, pagina 3–49] leert dat bij een strijklengte van 3 kilometer en een windsnelheid van 28 m/s een golfveld ontstaat met significante golfhoogte van 1,15m en een piekperiode van 3,2s. De piekperiode komt goed overeen met de door SWAN berekende waarde. De lagere golfhoogte in SWAN kan worden verklaard vanwege het smalle havenbekken, waardoor het golfveld minder mogelijkheden heeft om zich in vrijheid te ontwikkelen.

In de VTV methode wordt voor golfgroei gerekend met de formule van Wilson. Deze is door de Technische Universiteit Delft aanbevolen als goed voor windgroei op diep water. Echter, deze methode houdt geen rekening met een beperking van de breedte van de golfkam, en de refractie/wrijving van golven aan de 'langskanten' van het havenbekken. Hierdoor wordt de golfhoogte bij dijkvak 10 veel hoger dan in SWAN.

Betrouwbaarheid

De golfcondities aan de monding zijn al gecorrigeerd voor de onderschatting van de golfperiode in SWAN [lit 4]. Deze onderschatting geldt voornamelijk voor langere golfperioden. De vraag of SWAN de golfcondities in dijkvak 9 en 10 onderschat is niet relevant vanwege het feit dat de lange golven niet of nauwelijks bijdragen aan de golfcondities langs deze dijkvakken.

Advies

Voor de golfcondities langs dijkvak 9 en 10 in de Van Cittershaven kunnen de volgende waarden worden gebruikt, zie tabel 7.2. Deze waarden zijn op 0,1m of 0,1s naar boven afgerond. Tabel 4.2 laat de onafgeronde waarden zien. Voor de locaties van de uitvoerpunten wordt verwezen naar tabel 3.1 en Appendix 3.1.

Uitvoerpunt	Dijkvak	Waterdiepte [m]	H _{sig} [m]	T _p [s]	Dir [° cart.]	T _{pm} [s]	T _{m-1,0} [s]
1	9	21.3	0.8	2.8	330.7	2.7	2.3
2	9	21.3	0.8	2.8	332.7	2.8	2.4
3	9	21.3	0.9	2.8	332.6	2.8	2.4
4	9	21.3	0.9	3.1	332.3	2.9	2.5
5	9	21.3	0.9	3.1	332.1	2.9	2.5
6	9	21.3	0.9	3.1	332.1	2.9	2.5
7	9 en 10	21.3	0.9	3.1	329.8	2.9	2.5
8	10	21.3	0.9	3.1	318.8	3.0	2.5
9	10	21.3	0.9	3.1	308.4	2.9	2.5

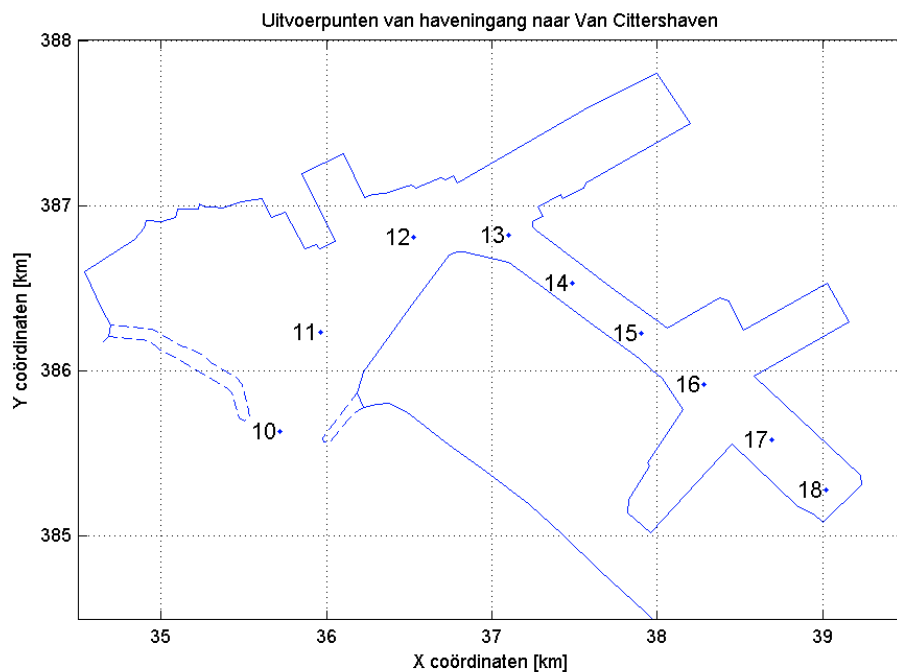
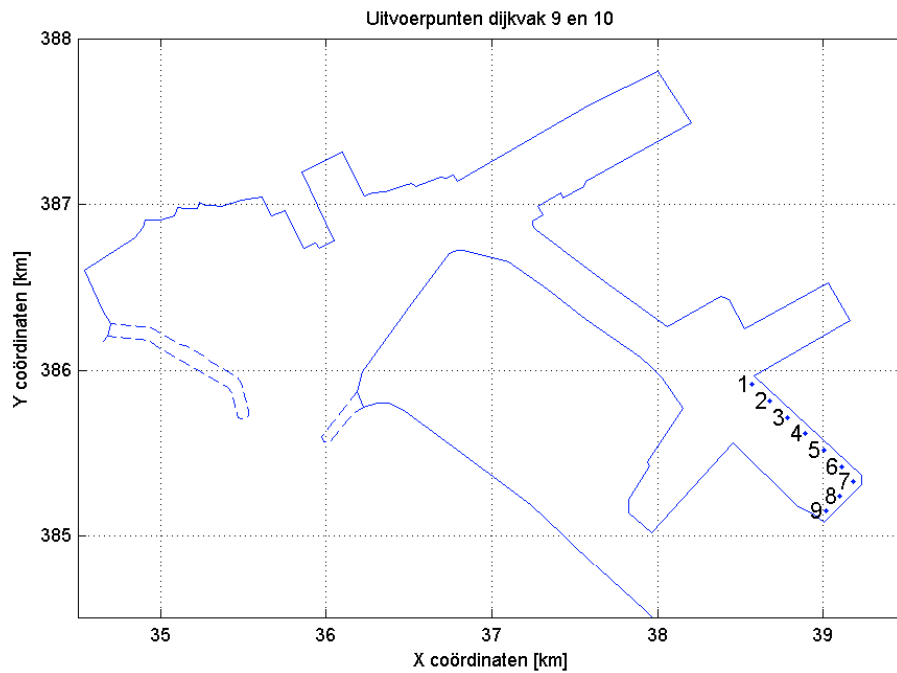
Tabel 7.2. Gevraagde ontwerpparameters per uitvoerpunt voor dijkvak 9 en 10.

LITERATUUR

- Lit 1 Hydraulische condities Sloehaven Vlissing t.p.v. Total, RIKZ, Memo Werkgroep Kennis K-05-01-03, 17 januari 2005.
- Lit 2 Golfberekeningen Westerschelde 2, Alkyon, rapport A224, maart 1998.
- Lit 3 Shore Protection Manual, Coastal Engineering Research Center, US Army Corps of Engineers, 1984.
- Lit 4 Evaluatie van de ontwerpwaarden voor golfcondities in de Westerschelde, RIKZ, rapport 2003.044, 15 december 2003.

APPENDICES

Appendix 3.1	Locatie uitvoerpunten
Appendix 3.2	Invoerscript Basisrun
Appendix 4.1	Significante golfhoogte H_s - basisrun
Appendix 4.2	Piek periode T_p - basisrun
Appendix 4.3	Gemiddelde periode T_{m01} – basisrun
Appendix 4.4A	1D golfspectra voor uitvoerpunten 1 t/m 3 - basisrun
Appendix 4.4B	1D golfspectra voor uitvoerpunten 4 t/m 6 - basisrun
Appendix 4.4C	1D golfspectra voor uitvoerpunten 7 t/m 9 - basisrun
Appendix 4.5A	1D golfspectra voor uitvoerpunten 10 t/m 12 - basisrun
Appendix 4.5B	1D golfspectra voor uitvoerpunten 13 t/m 15 - basisrun
Appendix 4.5C	1D golfspectra voor uitvoerpunten 16 t/m 18 – basisrun
Appendix 4.6A	2D golfspectra voor uitvoerpunten 1 t/m 6 - basisrun
Appendix 4.6B	2D golfspectra voor uitvoerpunten 7 t/m 12 - basisrun
Appendix 4.6C	2D golfspectra voor uitvoerpunten 13 t/m 18 – basisrun
Appendix 4.7	Significante golfhoogte H_s – Extra run 1
Appendix 4.8	Significante golfhoogte H_s – Extra run 2
Appendix 5.1	HARES – individuele resultaten golfrichting 338°N – inclusief reflecties
Appendix 5.2	HARES – individuele resultaten golfrichting 330°N – inclusief reflecties
Appendix 5.3	HARES – individuele resultaten golfrichting 323°N – inclusief reflecties
Appendix 5.4	HARES – individuele resultaten golfrichting 315°N – inclusief reflecties
Appendix 5.5	HARES – individuele resultaten golfrichting 307°N – inclusief reflecties
Appendix 5.6	HARES – individuele resultaten golfrichting 299°N – inclusief reflecties
Appendix 5.7	HARES – individuele resultaten golfrichting 291°N – inclusief reflecties
Appendix 5.8	HARES – individuele resultaten golfrichting 284°N – inclusief reflecties
Appendix 5.9	HARES – individuele resultaten golfrichting 276°N – inclusief reflecties
Appendix 5.10	HARES – samengesteld resultaat – inclusief reflecties
Appendix 5.11	HARES – samengesteld resultaat – zonder reflecties
Appendix 5.12	HARES – verschil samengesteld resultaat inclusief reflecties minus samengesteld resultaat zonder reflecties



APPENDIX 3.2

Invoer script Basisrun

```

$ SVASEK HYDRAULICS
$ PROJECT 1308
$ SWAN VAN CITTERSHAVEN MET DIFFRACTIE
$ RUN FINAL 1
$
$*****
$
PROJ '1308' 'A1' 'SWAN van Cittershaven'
$
MODE STATIONARY
SET LEVEL=6.30 MAXERR=2
$
CGRID REGULAR 34360. 386400. -45. 4240. 3500. 212 175 &
      CIRCLE 36 0.0666 2.0 30
$
INP BOTTOM 34500 385000 0 500 300 10. 10.
READ BOTTOM 1 '../sloe10A1.BOT' 3 0 FREE
$
BOUN SHAP PM PEAK DSPR POWER
BOUN SIDE SW CCW CONST PAR 1.4 9.0 60 4
$
WIND 28 315 $cartesisch!!
$
GEN3 KOMEN

BREAK 1. 0.73
FRIC JONSWAP
TRIAD

$GOLFBREKERS
OBST DAM 6.5 REFL 0.28 LINE 34680 386210 &
                           34920 386190 &
                           35420 385890 &
                           35500 385700

$TALUDS VAN NOORD-WEST NAAR ZUID-WEST - CLOCKWISE

OBST TRANS 0 REFL 0.25 LINE 37243.72 386845.41 &
                           37505.91 386636.27

OBST TRANS 0 REFL 1.0 LINE 37505.91 386636.27 &
                           37690.56 386500.00

OBST TRANS 0 REFL 0.25 LINE 37690.56 386500.00 &
                           38062.19 386233.13 &
                           38392.51 386429.53 &
                           38525.68 386220.55 &
                           39021.32 386496.26 &
                           39130.04 386309.21

OBST TRANS 0 REFL 1.0 LINE 39130.04 386309.21 &
                           38563.90 385984.19

OBST TRANS 0 REFL 0.25 LINE 38563.90 385984.19 &
                           39222.70 385324.90 &
                           38999.86 385100.87 &
                           38918.86 385183.50 &
                           38878.55 385168.24 &
                           38842.60 385203.11

```



```

OBST TRANS 0 REFL 1.0  LINE 38842.60 385203.11 &
                               38450.73 385591.50

OBST TRANS 0 REFL 0.25 LINE 38450.73 385591.50 &
                               37955.16 385042.97

OBST TRANS 0 REFL 1.0  LINE 37955.16 385042.97 &
                               37844.94 385153.16 &
                               37842.39 385234.59 &
                               37917.47 385307.12 &
                               38025.62 385532.33 &
                               38184.54 385779.34 &
                               38036.02 385965.45 &
                               37978.55 386015.20 &

OBST TRANS 0 REFL 0.25 LINE 37978.55 386015.20 &
                               37868.41 386123.73 &
                               37507.21 386390.98

OBST TRANS 0 REFL 1.0  LINE 37507.21 386390.98 &
                               37346.86 386504.36

OBST TRANS 0 REFL 0.25 LINE 37346.86 386504.36 &
                               37103.90 386679.30 &
                               36805.14 386752.66 &

```

DIFFRAC

NUM ACCUR npnts=101 STAT mxitst=50

QUANTITY PER short='Tm-1,0' power=0

\$
\$*****

\$
BLOCK 'COMPGRID' NOHEAD 'A1XP.MAT' LAY-OUT 1 XP
BLOCK 'COMPGRID' NOHEAD 'A1YP.MAT' LAY-OUT 1 YP
BLOCK 'COMPGRID' NOHEAD 'A1DE.MAT' LAY-OUT 1 DEP
BLOCK 'COMPGRID' NOHEAD 'A1HS.MAT' LAY-OUT 1 HS
BLOCK 'COMPGRID' NOHEAD 'A1T1.MAT' LAY-OUT 1 TM01
BLOCK 'COMPGRID' NOHEAD 'A1TP.MAT' LAY-OUT 1 RTP
BLOCK 'COMPGRID' NOHEAD 'A1DI.MAT' LAY-OUT 1 DIR

\$
POINTS 'points' FILE '../pointsfinal.PNT'

TAB 'points' HEAD 'A1.TAB' XP YP DEP HS TM01 TM02 PER RTP DIR DSPR WIND

SPEC 'points' SPEC1D ABS 'A1.SP1'

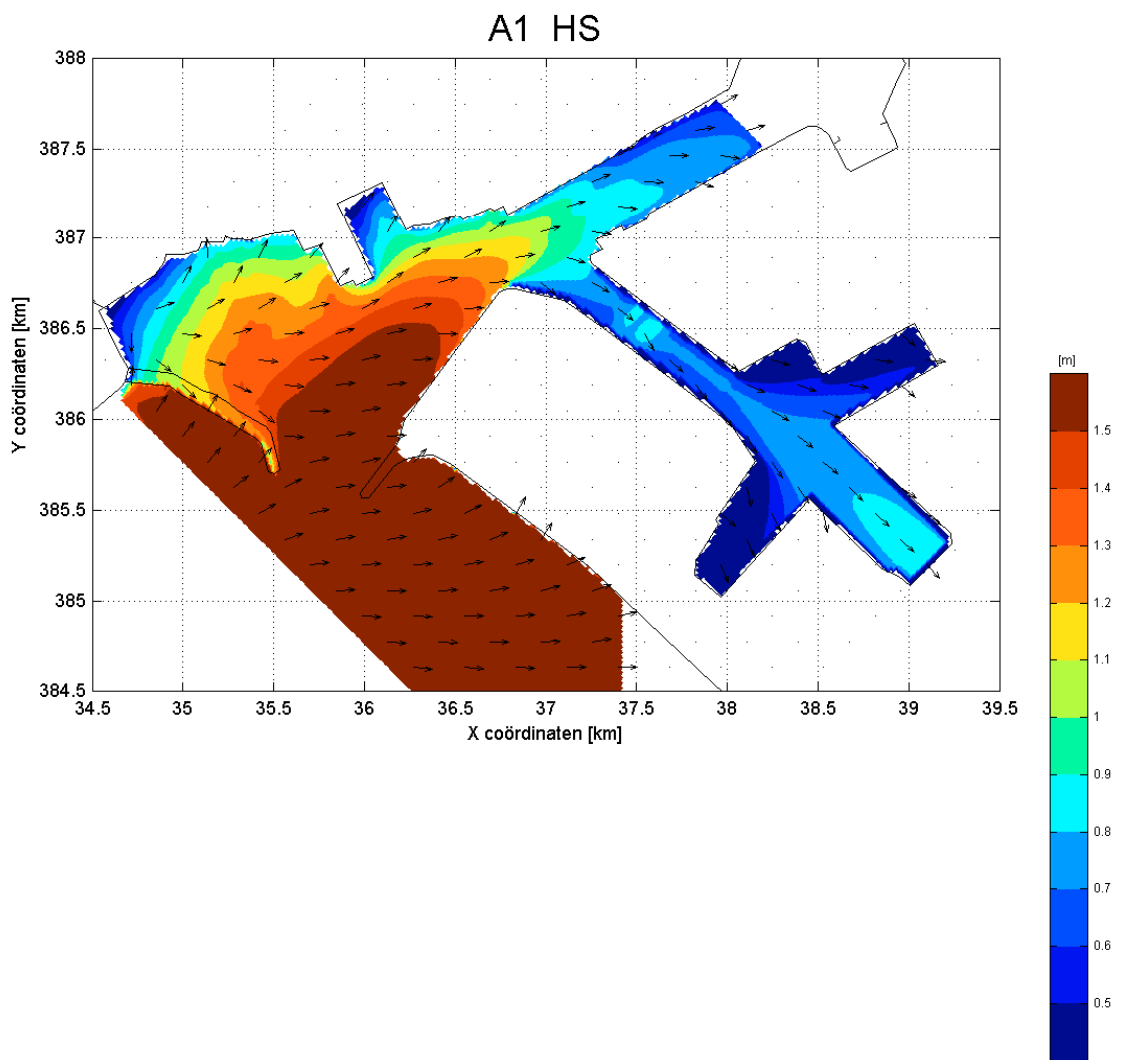
SPEC 'points' SPEC2D ABS 'A1.SP2'

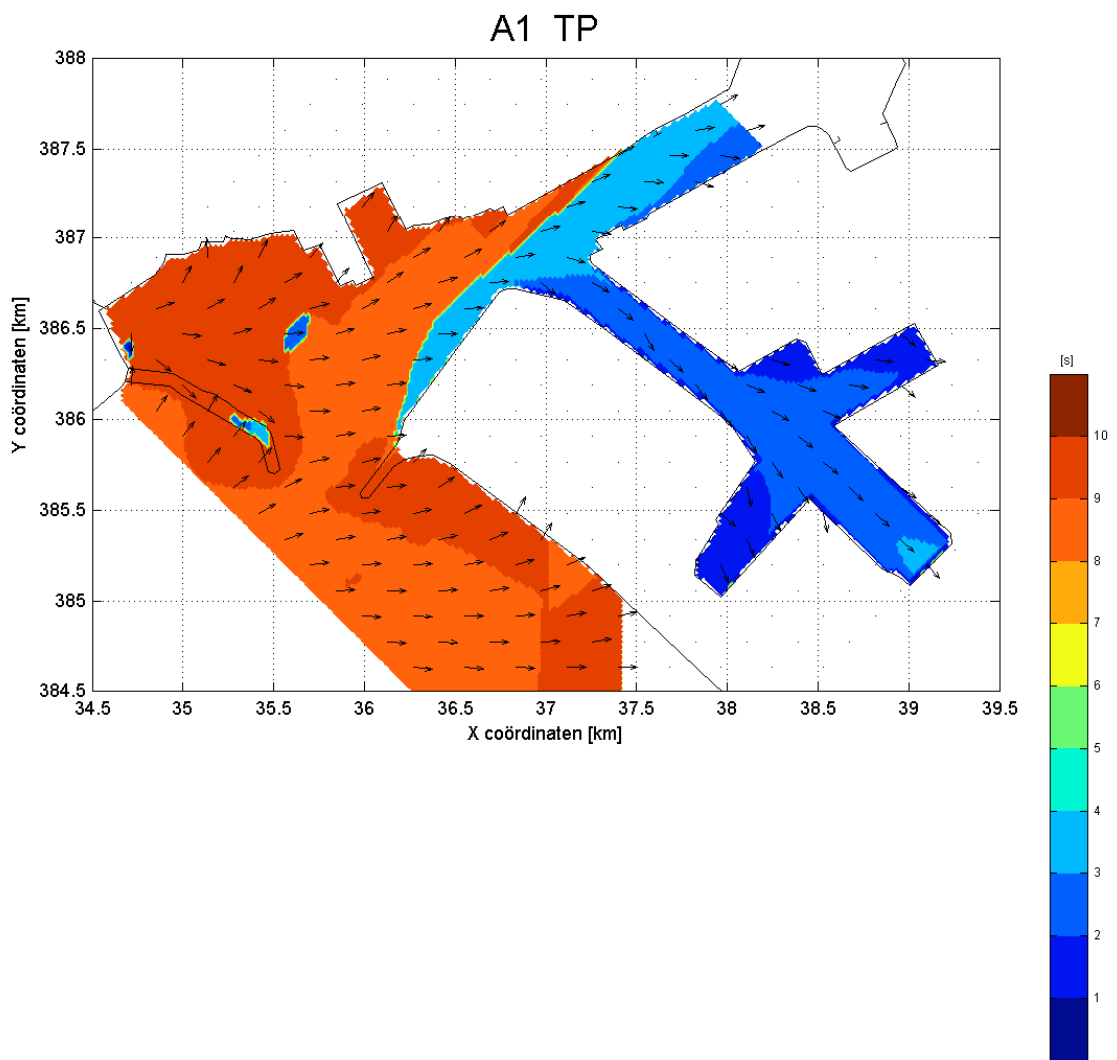
\$

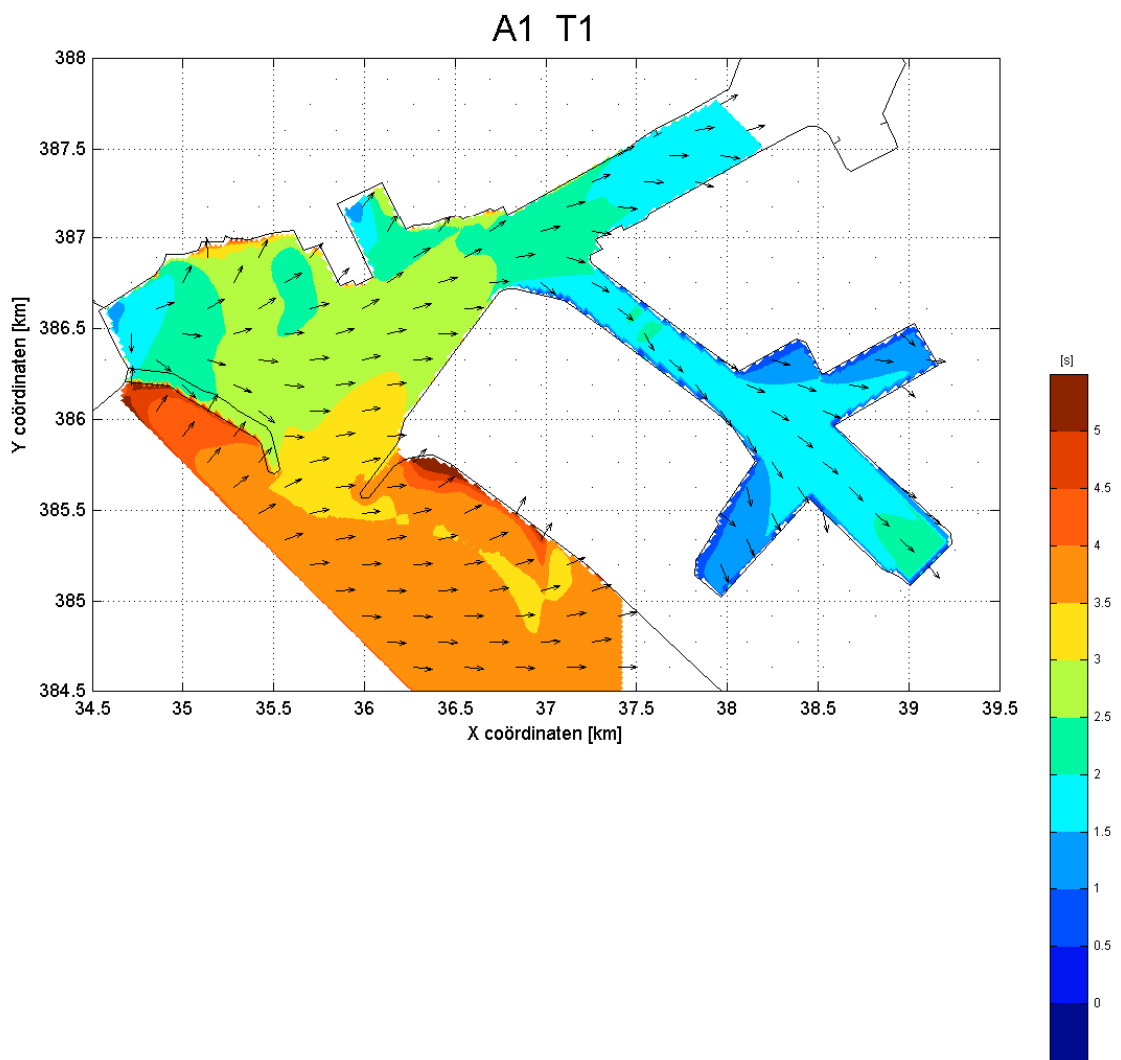
POOL

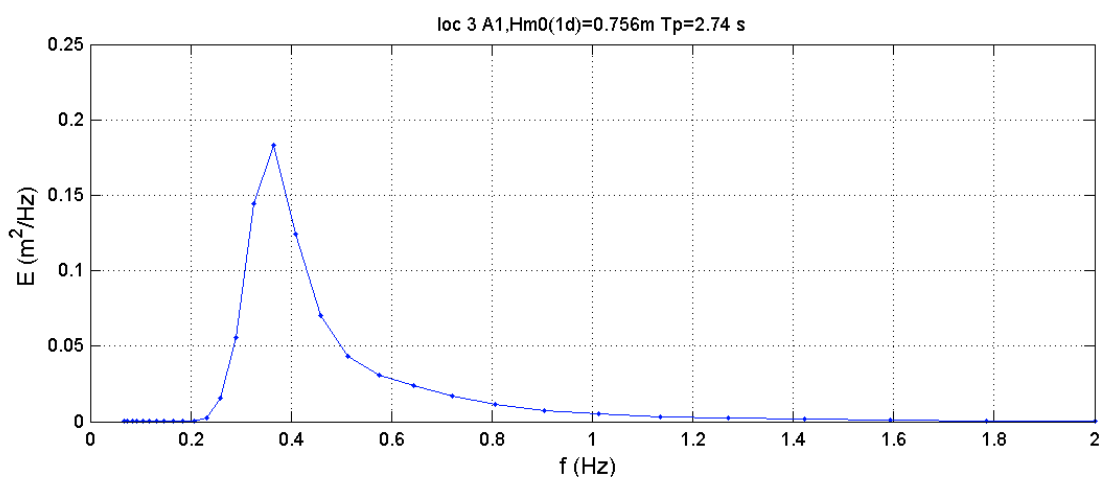
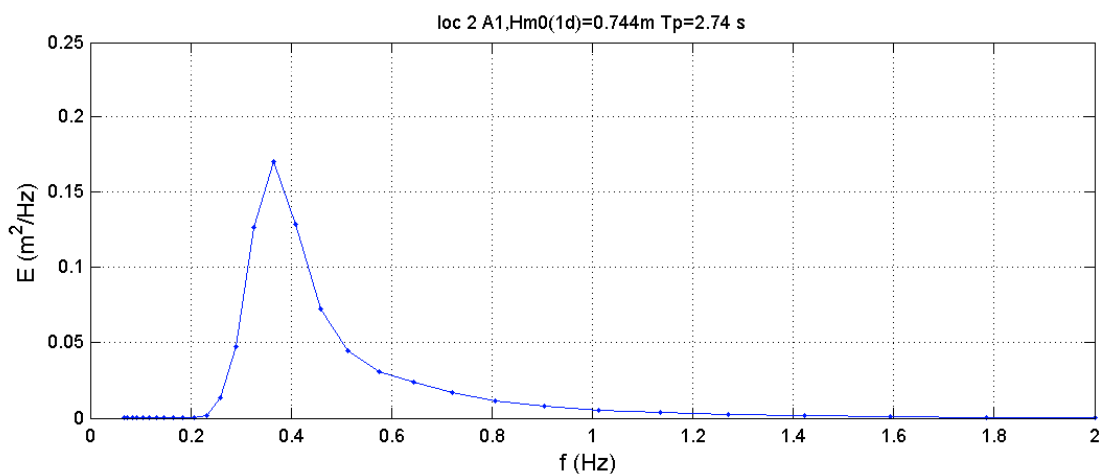
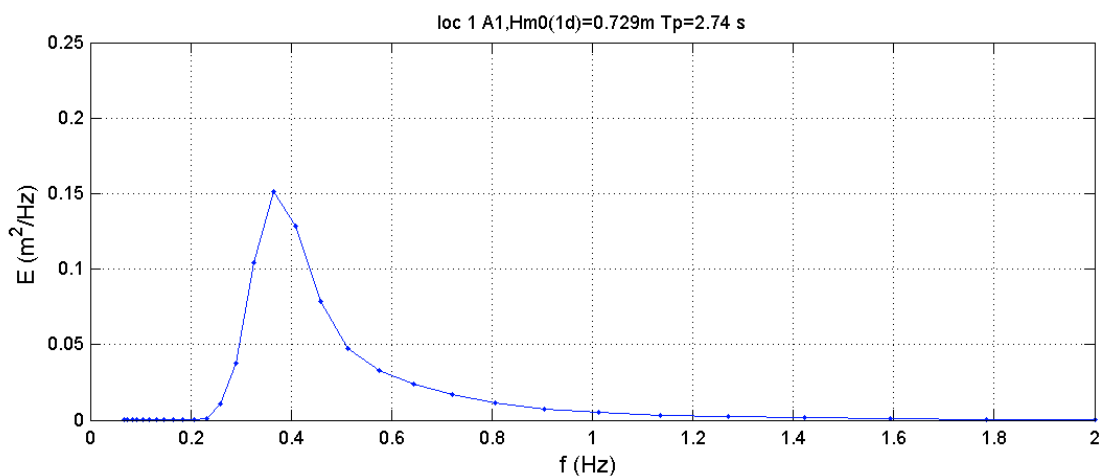
COMPUTE

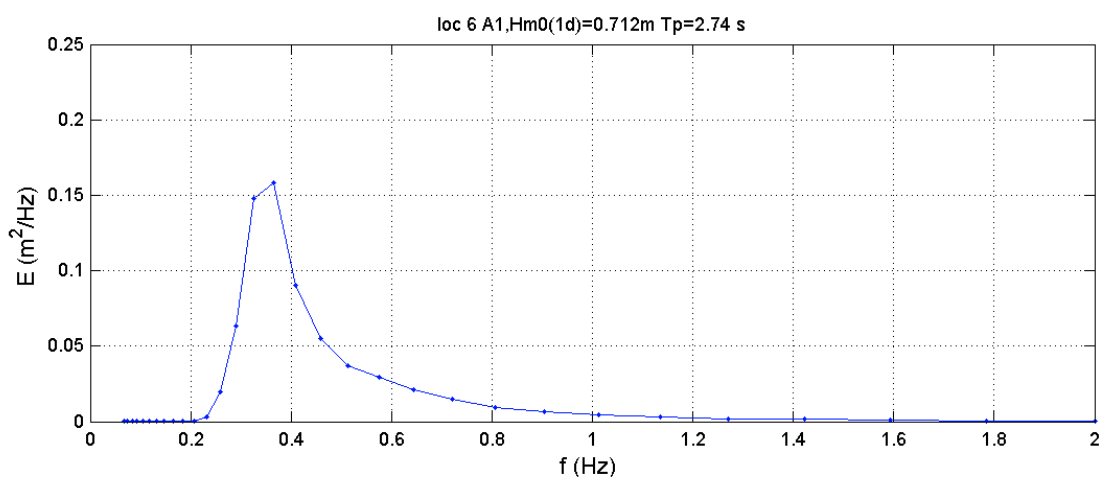
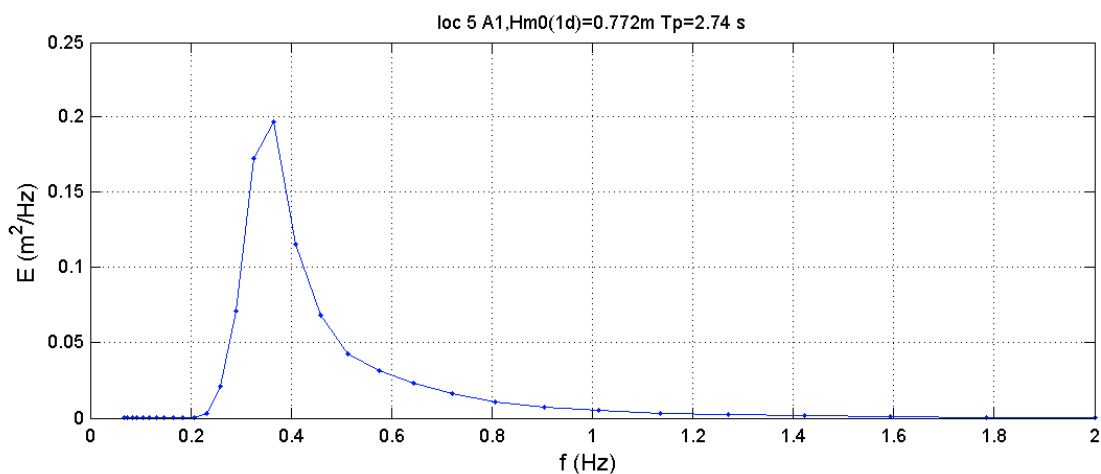
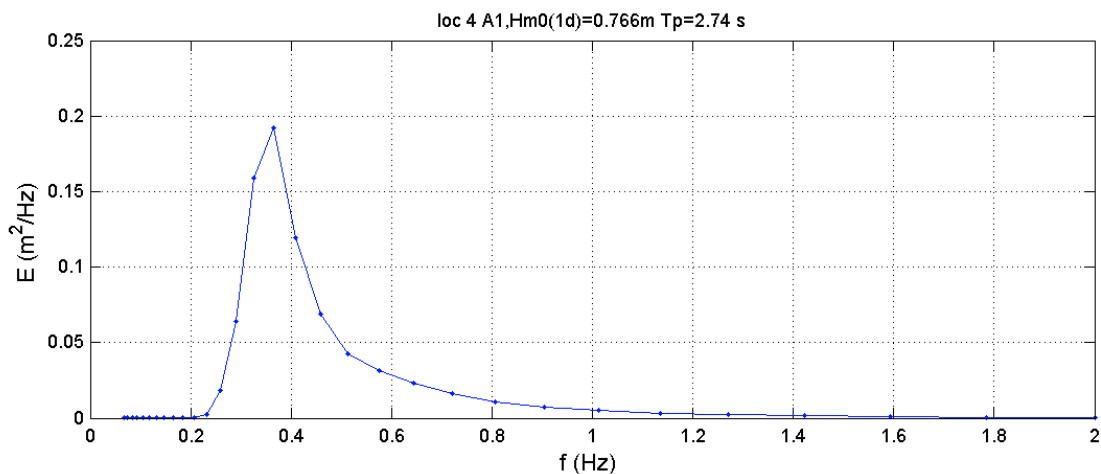
STOP

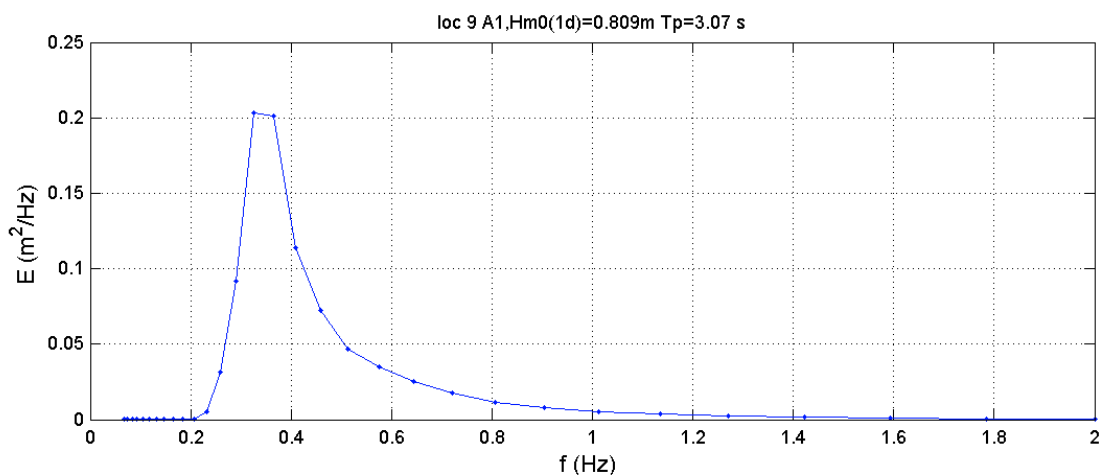
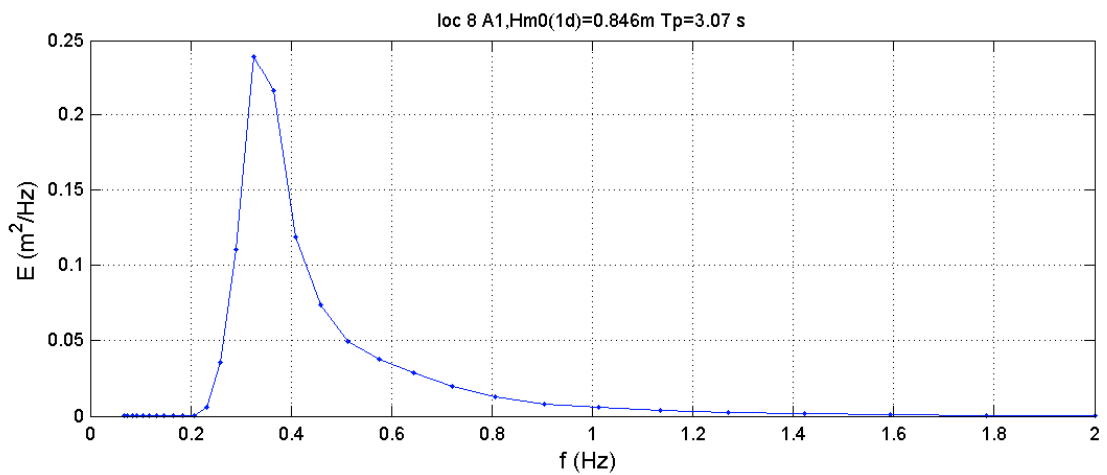
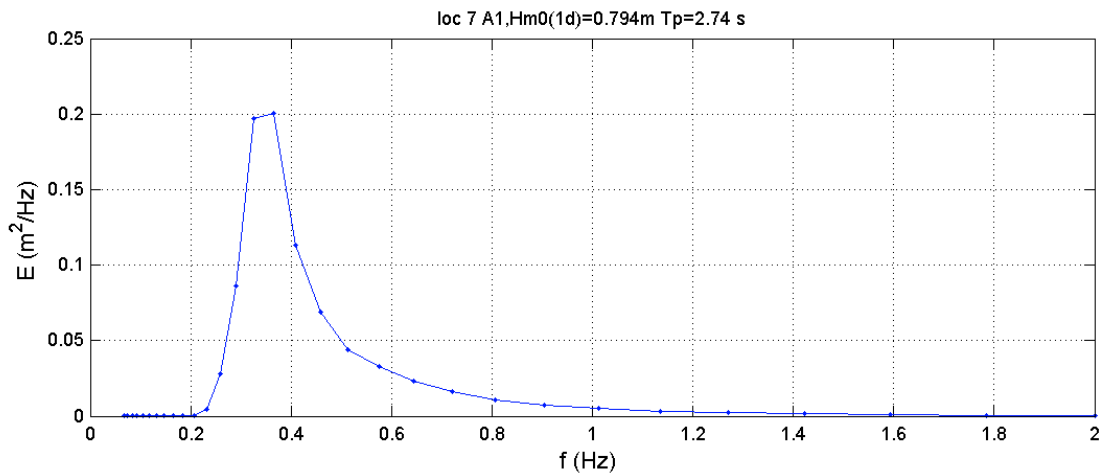


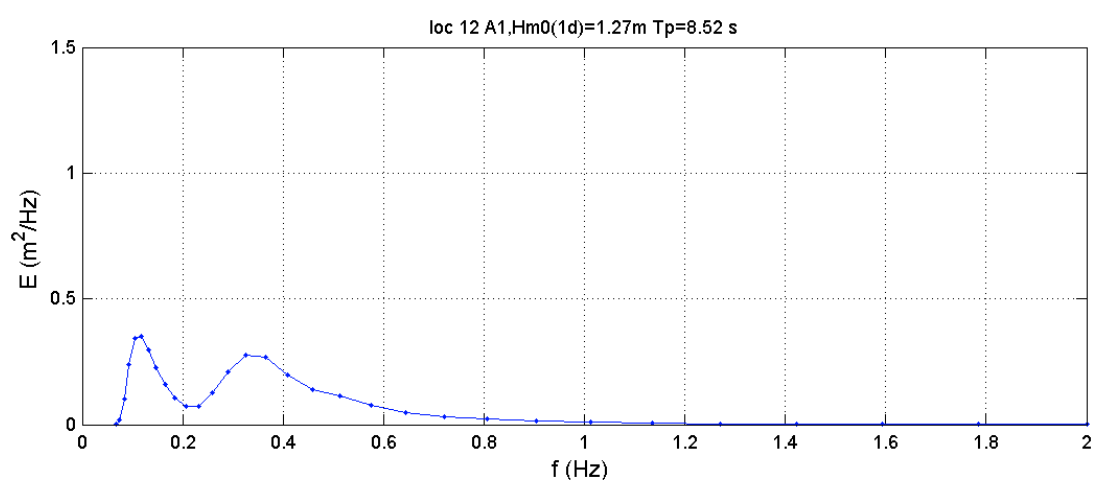
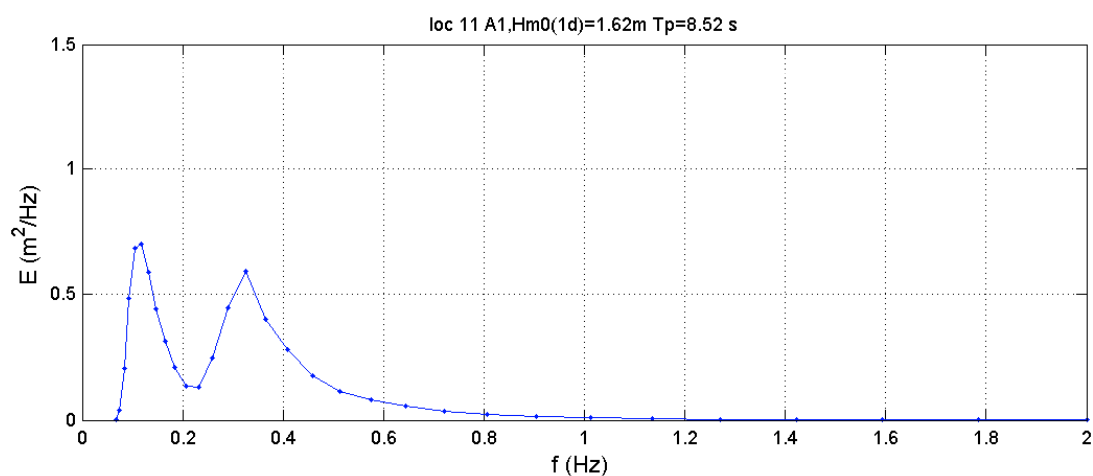
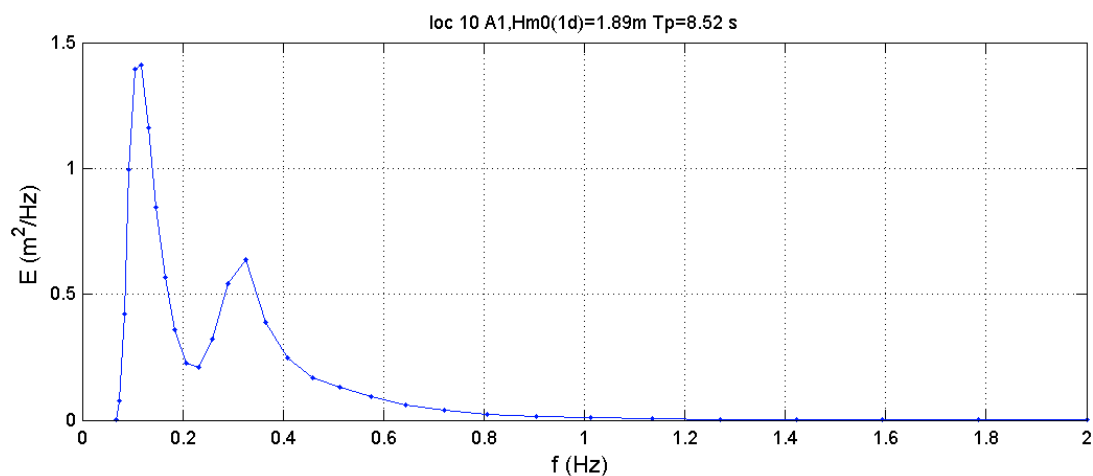


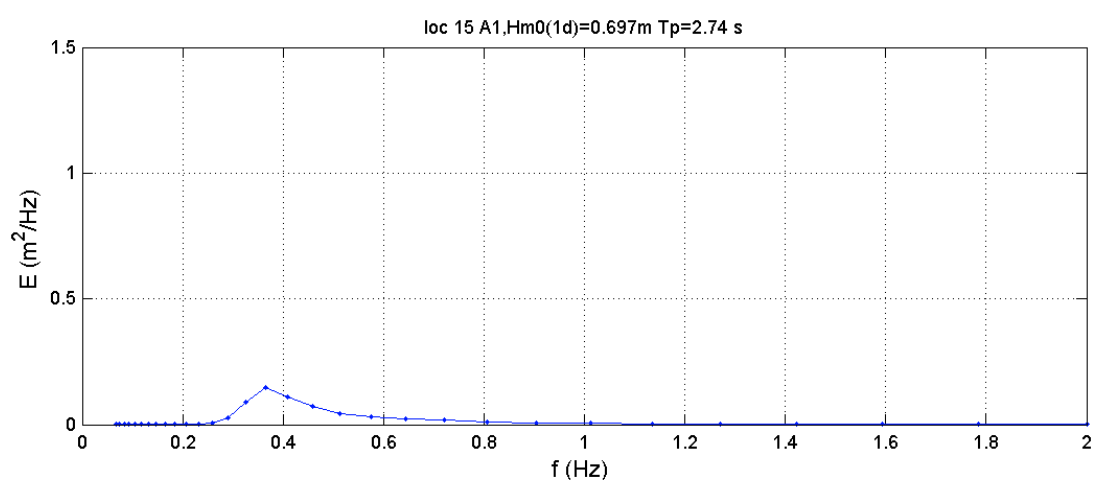
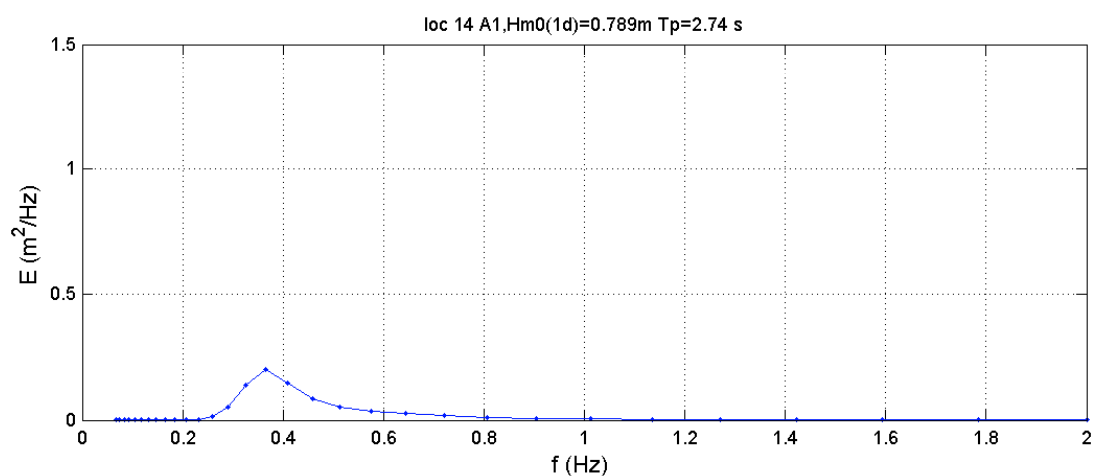
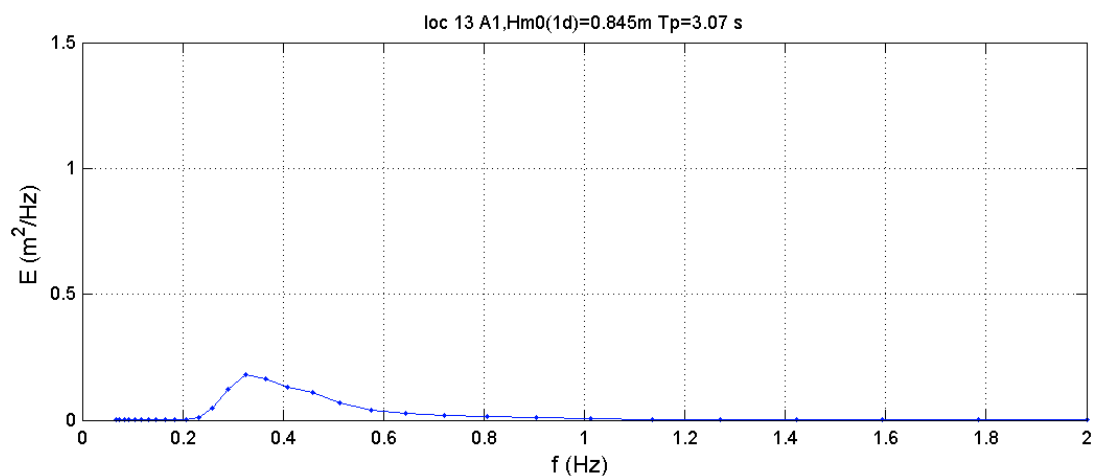


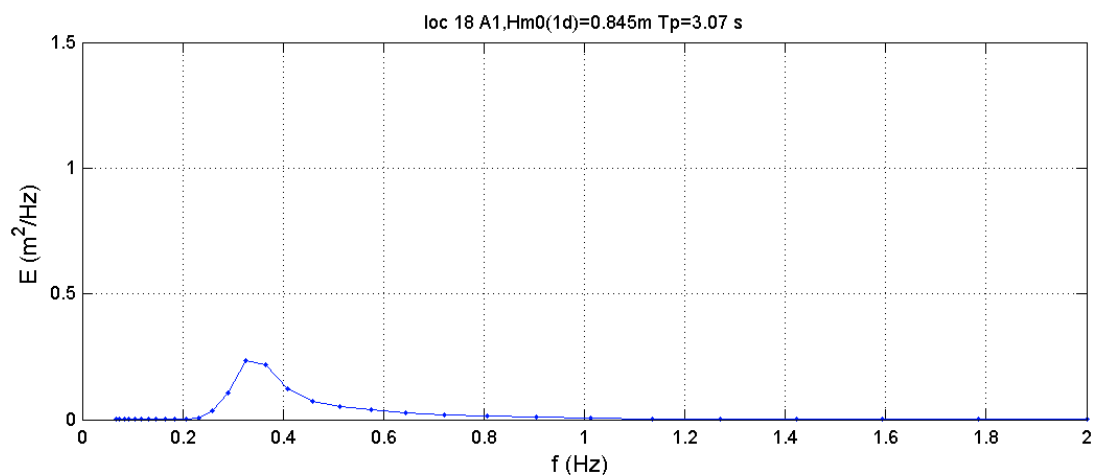
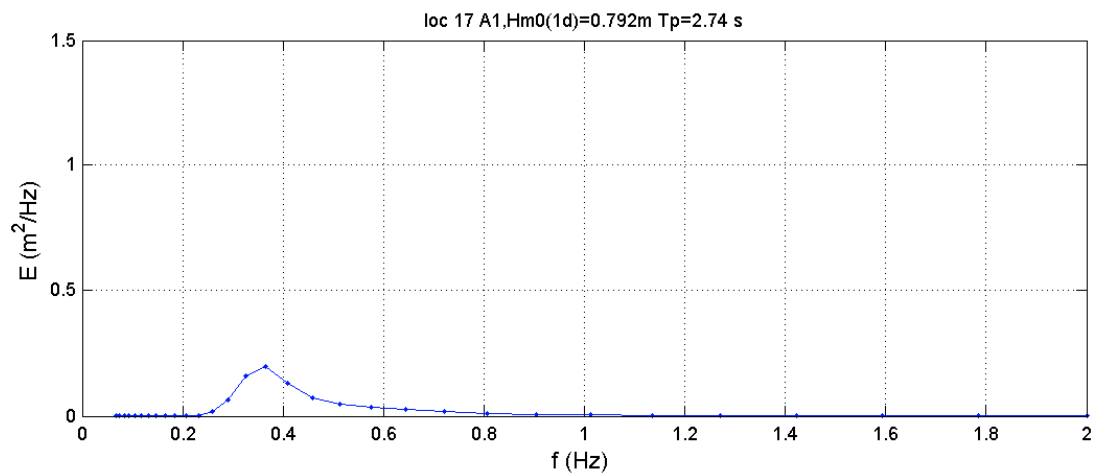
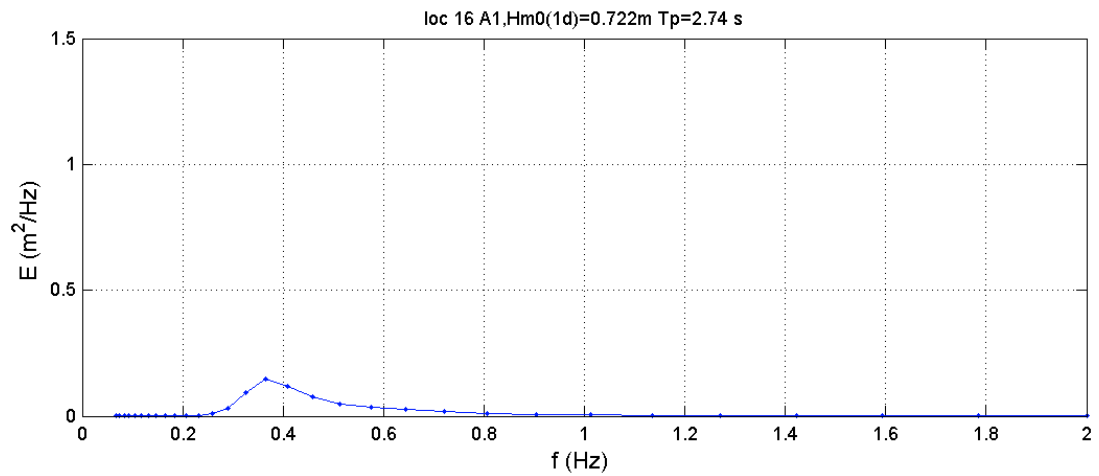




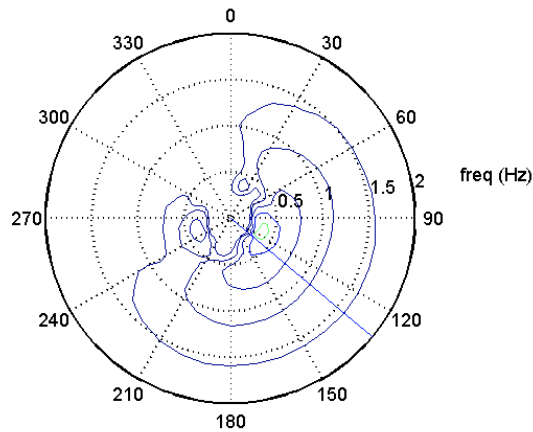




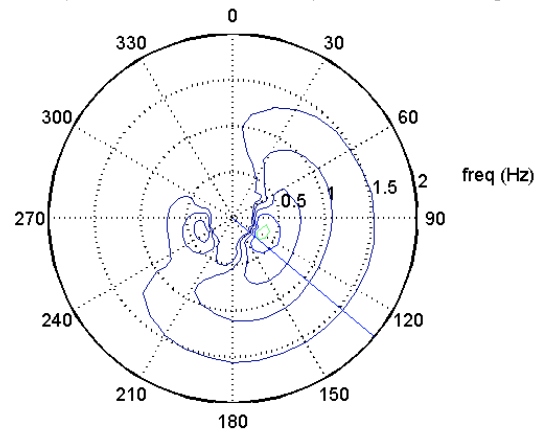




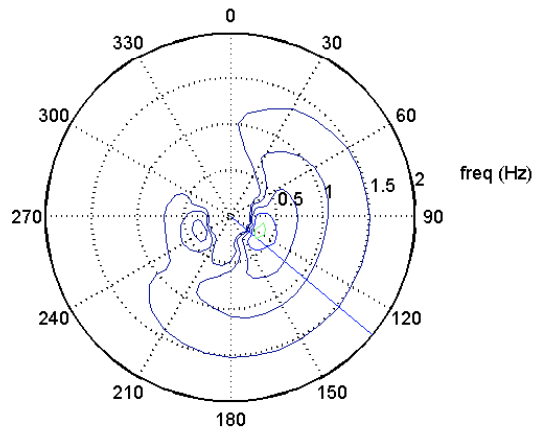
A1 loc 1 (X=38570.3516; Y=385916.75) maxE=44 cm²/Hz/deg



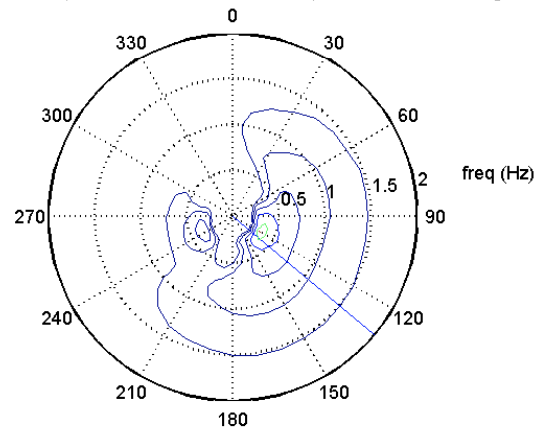
A1 loc 2 (X=38678.4414; Y=385816.75) maxE=51 cm²/Hz/deg



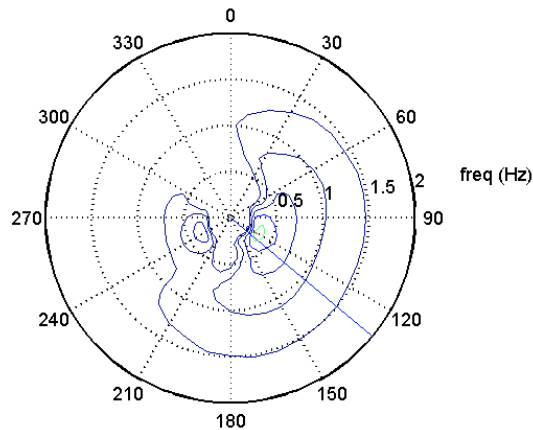
A1 loc 3 (X=38786.5312; Y=385716.75) maxE=55 cm²/Hz/deg



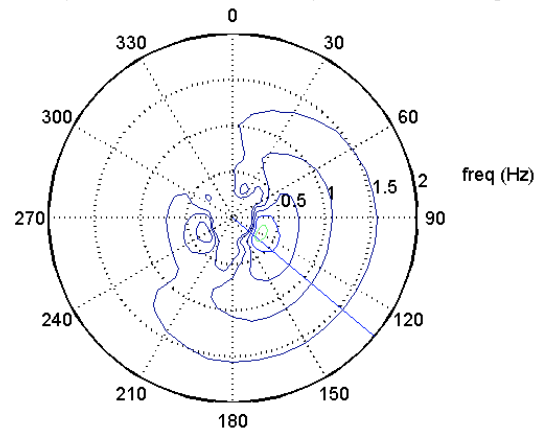
A1 loc 4 (X=38894.6211; Y=385616.75) maxE=57 cm²/Hz/deg



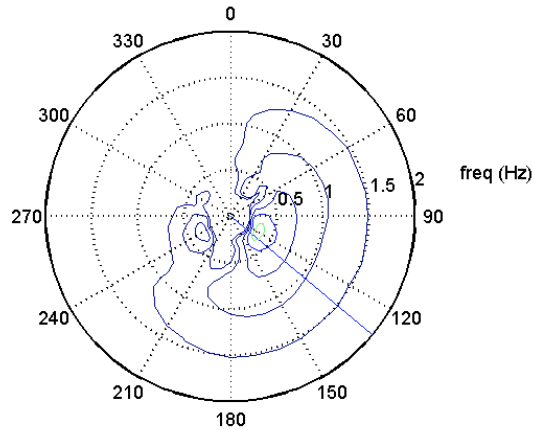
A1 loc 5 (X=39002.7109; Y=385516.75) maxE=59 cm²/Hz/deg



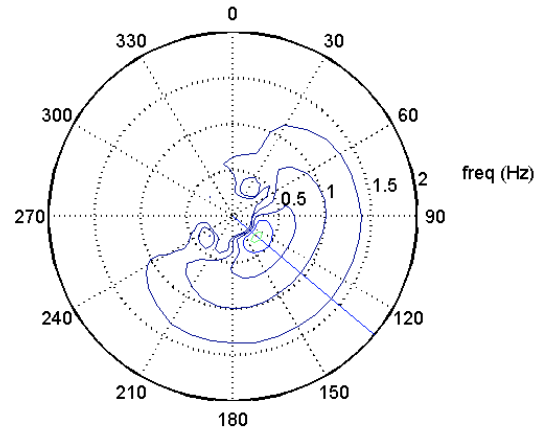
A1 loc 6 (X=39110.8008; Y=385416.75) maxE=47 cm²/Hz/deg



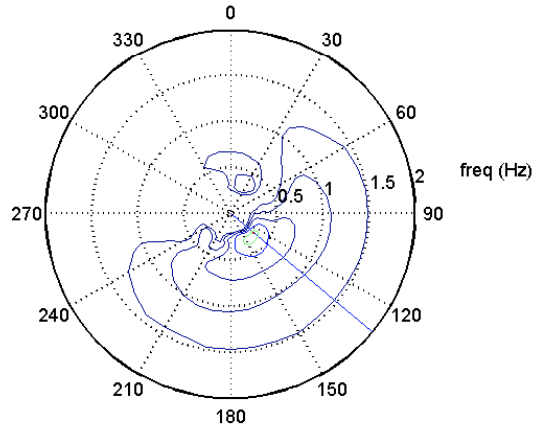
A1 loc 7 (X=39181.1289; Y=385329.0312) maxE=58 cm²/Hz/deg



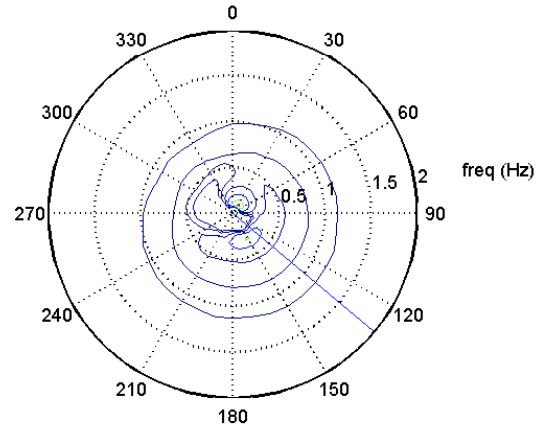
A1 loc 8 (X=39102.25; Y=385240.75) maxE=82 cm²/Hz/deg



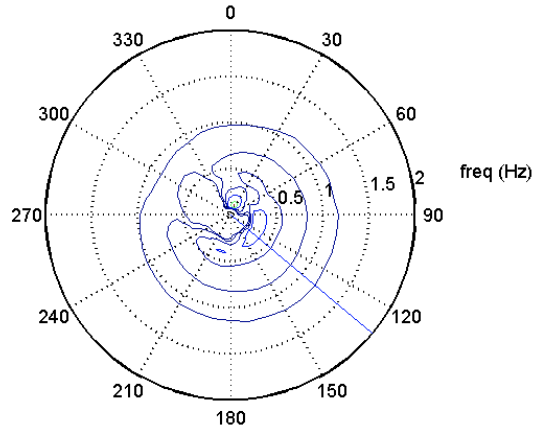
A1 loc 9 (X=39015.8516; Y=385154.3438) maxE=61 cm²/Hz/deg



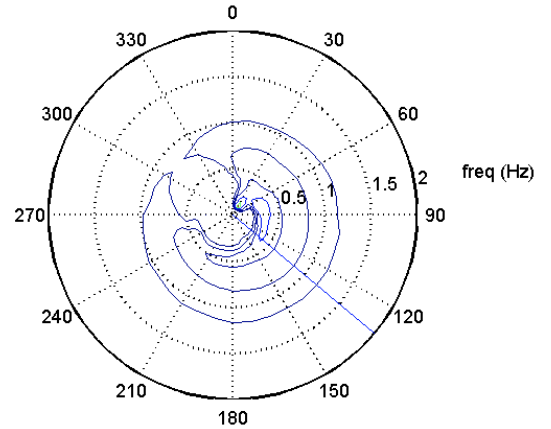
A1 loc 10 (X=35717.3398; Y=385636.9688) maxE=2.3e+002 cm²/Hz/c



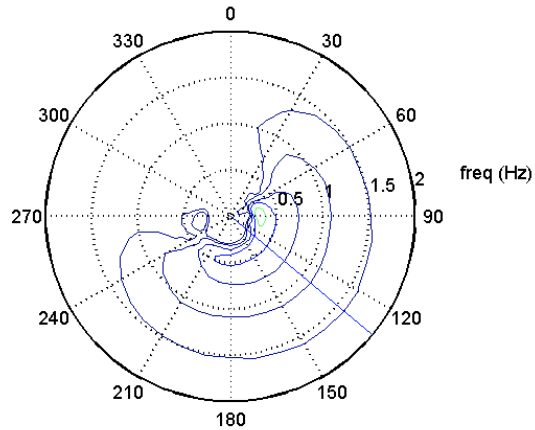
A1 loc 11 (X=35963.1914; Y=386235) maxE=2.1e+002 cm²/Hz/deg



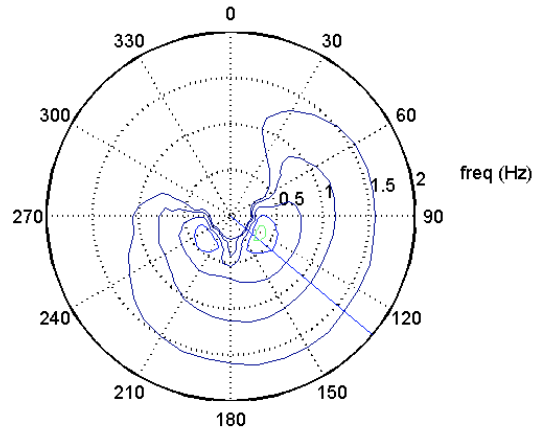
A1 loc 12 (X=36527.9805; Y=386806.4375) maxE=2e+002 cm²/Hz/de



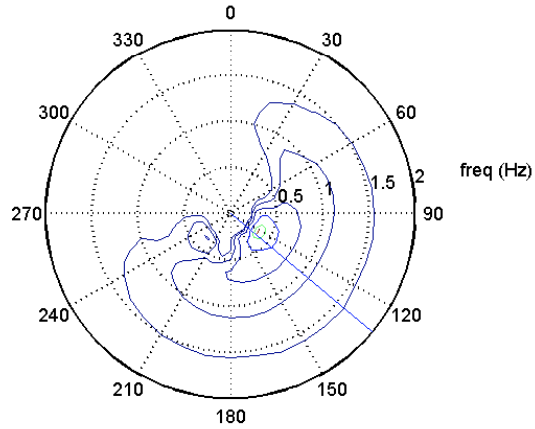
A1 loc 13 (X=37099.4102; Y=386819.7188) maxE=49 cm²/Hz/deg



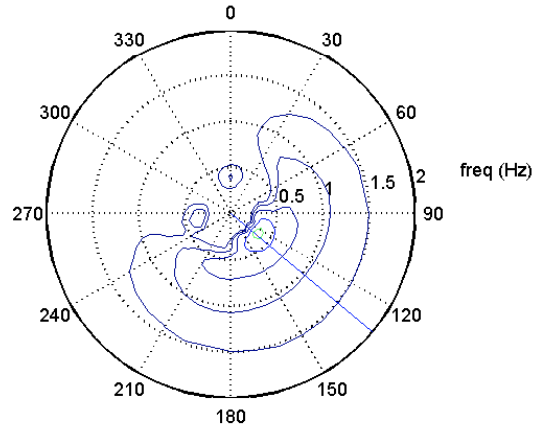
A1 loc 14 (X=37484.8008; Y=386534) maxE=42 cm²/Hz/deg



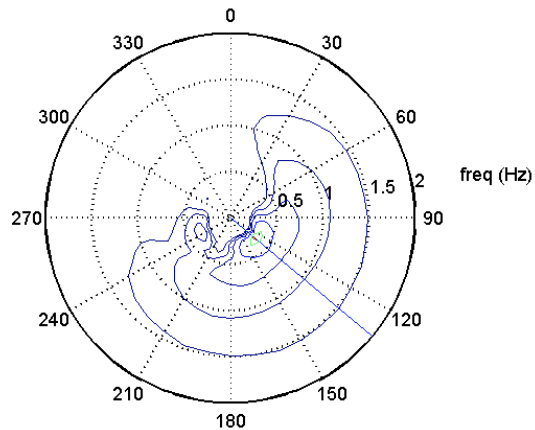
A1 loc 15 (X=37903.4102; Y=386228.3438) maxE=47 cm²/Hz/deg



A1 loc 16 (X=38282.1484; Y=385916.0625) maxE=57 cm²/Hz/deg



A1 loc 17 (X=38694.1211; Y=385583.8125) maxE=57 cm²/Hz/deg



A1 loc 18 (X=39019.6992; Y=385278.1562) maxE=82 cm²/Hz/deg

