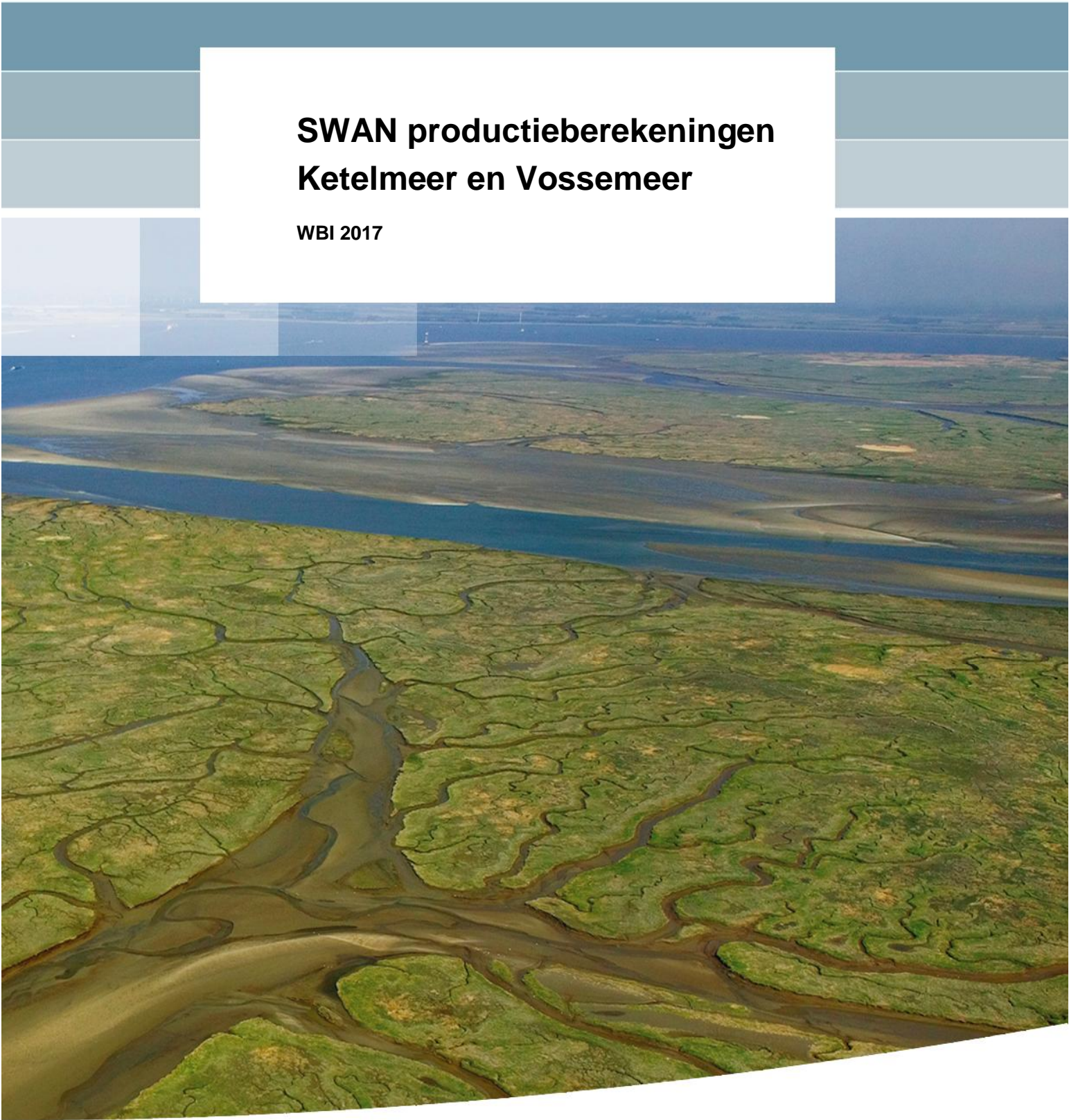


**SWAN productieberekeningen
Ketelmeer en Vossemeer**

WBI 2017



SWAN productieberekeningen Ketelmeer en Vossemeer

WBI 2017

M.D. Klein
M. Westra

1220082-001

Titel

SWAN productieberekeningen Ketelmeer en Vossemeer

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
RWS - WV	1220082-001	1220082-001-HYE-0010	87

Trefwoorden

WTI2017, SWAN, productieberekeningen, Ketelmeer, Vossemeer, procedurele controle, fysische controle, uitvoerlocaties

Samenvatting

In het kader van het programma WBI2017 zijn voor het Ketelmeer en het Vossemeer 3822 SWAN berekeningen uitgevoerd. Deze 3822 berekeningen zijn combinaties van 13 sets met Vecht- en IJsseldebieten, 7 windsnelheden, 7 windrichtingen en 6 IJsselmeerpeilen. Deze 3822 combinaties zijn identiek aan de combinaties die gebruikt zijn in de WAQUA productieberekeningen. Elke SWAN berekening is uitgevoerd met oplegging van een ruimtelijk variërend waterstandsveld volgend uit de corresponderende WAQUA berekening met gesloten Ramspolkering.

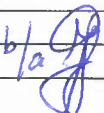


Na afloop van de productieberekeningen, die in de cloud op Amazon EC2 cluster zijn uitgevoerd, zijn twee soorten controles uitgevoerd. De eerste soort bestaat uit de zogenaamde procedurele controles die controleren of de berekeningen goed zijn verlopen. Dit gebeurt met name door te controleren of de berekeningen zijn geconvergeerd, of alle invoer- en uitvoerbestanden aanwezig zijn en of er geen foutmeldingsbestand is aangemaakt.

De enige onregelmatigheden die uit de procedurele controle naar voren is gekomen is dat 19 van de 3822 berekeningen niet in globale zin zijn geconvergeerd. Nadere analyse van deze 19 berekeningen heeft echter aan getoond dat het niet-convergeren de kwaliteit van de golfcondities in de uitvoerpunten niet nadelig heeft beïnvloed. De tweede soort controle is de zogenaamde fysische controle. Deze controleert of de SWAN berekeningen fysisch juiste en logische resultaten hebben opgeleverd. Een deel van de fysische controles heeft betrekking op de 609 basis uitvoerlocaties die in dit gebied gedefinieerd zijn en een ander deel heeft betrekking op de ruimtelijk velden van een aantal golfparameters. De fysische controle heeft er uiteindelijk toe geleid dat 26 uitvoerlocaties, verspreid over Ketelhaven en de westelijke IJsseloever, verworpen worden. De controle heeft er echter niet toe geleid een bepaalde stochastcombinatie van de databases uit te sluiten.

De eindconclusie van dit rapport is dan ook dat de golfcondities in de overige 583 uitvoerlocaties, voor zover deze niet permanent droog zijn, geschikt zijn bevonden om te worden gebruikt in het afleiden van de Hydraulische Randvoorwaarden.

Referenties

1209433-014-HYE-0002-v1-r-WTI projectplan 2015 Cluster 1 Hydraulische Belastingen definitief versie 1

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	juli 2015	M. D. Klein		C. Gautier		M.R.A. van Gent	
		M. R. Westra					
2	Juni 2016	M. D. Klein		C. Gautier		M.R.A. van Gent	
		M. R. Westra					

Status

definitief

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Doel	3
1.3	Afbakening	3
1.4	Leeswijzer	6
2	Opzet van de SWAN KEM productieberekeningen	7
2.1	Inleiding	7
2.2	Stochastcombinaties	7
2.3	Het SWAN KEM model	9
2.3.1	Inleiding	9
2.3.2	Bodem en rooster	9
2.3.3	Obstakels	11
2.3.4	Spectrale discretisatie	11
2.3.5	Randvoorwaarden	11
2.3.6	Waterstanden en stroming	12
2.3.7	Windforcering	14
2.3.8	Numerieke en fysische instellingen	14
2.3.9	Uitvoer	14
2.3.10	SWAN Invoerbestand	16
2.4	Structuur van de berekeningen	21
2.5	Controles	22
2.6	Platform	24
2.6.1	SWAN versie	24
2.6.2	Besturingssysteem	24
2.6.3	Hardware	24
3	Procedurele controles	25
3.1	Inleiding	25
3.2	Controle op rekentijd en aantal iteraties	25
3.2.1	IJsselmeer model	25
3.2.2	Ketelmeer model	28
3.3	Controle van de mappen INP	29
3.3.1	Beschrijving van de controle	29
3.3.2	Uitwerking van de controle	30
3.3.3	Conclusie van de controle	30
3.4	Controle van de mappen LOG	30
3.4.1	Beschrijving van de controle	30
3.4.2	Uitwerking van de controle	31
3.4.3	Conclusie van de controle	31
3.5	Controle van de mappen RES	31
3.5.1	Beschrijving van de controle	31
3.5.2	Uitwerking van de controle	32
3.5.3	Conclusie van de controle	33
3.6	Controle van het PRT bestand	34
3.6.1	Beschrijving van de controle	34
3.6.2	Uitwerking van de controle	34

3.6.3	Conclusie van de controle	36
3.7	Afhandelen van procedureel afgekeurde berekeningen	37
3.8	Conclusies	42
4	Fysische controles	43
4.1	Inleiding	43
4.2	Identificatie onterecht natte uitvoerpunten	43
4.3	Kwaliteit van de uitvoerpunten	44
4.3.1	Beschrijving van de controle	44
4.3.2	Uitwerking van de controle	45
4.3.3	Nadere analyse van de controle	47
4.3.4	Conclusie van de controle	49
4.4	Controle op minimale en maximale waarden in uitvoerpunten	49
4.4.1	Beschrijving van de controle	49
4.4.2	Uitwerking van de controle	49
4.4.3	Conclusie van de controle	60
4.5	Controle op consistentie van H_{m0} en T_{m01}	60
4.5.1	Beschrijving van de controle	60
4.5.2	Uitwerking van de controle	62
4.5.3	Conclusie van de controle	76
4.6	Controle van de ruimtelijke velden	77
4.6.1	Beschrijving van de controle	77
4.6.2	Uitwerking van de controle	77
4.6.3	Conclusie van de controle	81
4.7	Conclusies	82
5	Conclusies	83
5.1	Conclusies van de procedurele controles	83
5.2	Conclusies van de fysische controles	83
5.3	Eindconclusie	84
6	Referenties	87
	Bijlage(n)	
A	Score van de basis uitvoerlocaties KEM	A-1

Summary

Within WBI2017 3822 SWAN computations for Ketelmeer-Vossemeer have been performed. The 3822 computations are combinations of 13 sets of Vecht and IJssel discharges, 16 wind directions, 7 wind speeds and 6 lake levels of Lake IJssel. These combinations are identical to those for which WAQUA computations have been performed. Every SWAN computation has been performed with a spatially varying water level field as input from the corresponding WAQUA computation with a closed Ramspol barrier.

The computations have been performed in the cloud on the Amazon EC2 cluster. Two types of checks have been carried out after the computations were finished: (1) checks on procedure that indicate whether a computation has ended successfully and (2) physical checks.

In the checks on procedure checks were performed on the convergence of a computation, the presence of all input and output files and the existence of errors and warnings. As a result 19 of 3822 computations did not satisfy the global SWAN convergence criterion. However, additional analysis showed that the quality of the resulting wave parameters was not negatively affected.

In the physical checks we checked if the results were physically correct and logical. Part of the physical checks concerned the results on the 609 main output locations. The other part concerned the spatially varying field of the wave parameters. As a result of the physical checks 26 output locations, near Ketelhaven and on the western side of the IJssel, were discarded. The checks did not lead to discarding of a certain combination of random variable values.

The final conclusion of this report is that the wave conditions in the remaining 583 output locations are reliable to be used for the determination of Hydraulic Boundary conditions, as long as these conditions are not permanently dry.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Volgens de Waterwet (2009) dienen periodiek Hydraulische Randvoorwaarden (HR) voor de primaire keringen te worden afgeleid voor herhalingsjeden tussen 300 tot 100.000 jaar; zie Figuur 1.1. Volgens de huidige methode (combinatie HR2006 en VTV2006) bestaan de HR per locatie uit een combinatie van waterstand en golfhoogte, -periode en –richting, afhankelijk van het beschouwde watersysteem (kust, meer of rivier). Deze wordt op probabilistische wijze met behulp van Hydra modellen bepaald, waarbij statistiek van wind, waterstand, afvoer en/of offshore golfcondities wordt vertaald naar waterstanden en golfcondities aan de teen van de dijk. Met behulp van deze afgeleide randvoorwaarden kan volgens het VTV2006 een toetsing worden uitgevoerd (voor de hoogtetoets wordt een volledig probabilistische toets uitgevoerd). Deze toetsing gaat uit van de overschrijdingskansbenadering, welke kijkt naar de lokale kans van overschrijding van de belasting voor de betreffende waterkeringssectie in relatie tot de sterkte van de waterkering.

In 2017 wordt de overstap van de overschrijdingskansbenadering naar de overstromingskansbenadering gemaakt. Deze laatste gaat niet alleen uit van het feit dat de belasting voor een specifieke waterkeringssectie bij een gegeven kans op overschrijden groter is dan de sterkte, maar neemt ook de kans op falen (rekening houdend met meerdere faalmechanismen) van enige waterkeringssectie binnen een dijkring in beschouwing. Dit laatste wordt de overstromingskansbenadering genoemd. Het beoogde instrument waar deze overstromingsbenadering in geïmplementeerd gaat worden heet Hydra-RING.



Figuur 1.1 Normfrequenties voor de primaire waterkeringen. Dit betreffen in dit geval de ondergrenzen, i.e. de maximale overstromingskans of faalkans, die hoort bij het beschermingsniveau dat voor het desbetreffende dijktraject toelaatbaar wordt geacht

Het onderzoek (voorheen in SBW kader uitgevoerd) en het ontwikkelen van het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium (WBI) zijn zodanig met elkaar verbonden dat deze activiteiten vanaf 2012 als één programma “WBI2017” worden uitgevoerd.

Het programma wordt uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu. Het organisatie onderdeel van Rijkswaterstaat genaamd Water, Verkeer en Leefomgeving (WVL) is gedelegeerd opdrachtgever. Het programma WBI2017 wordt gefinancierd uit het

Infrastructuurfonds, artikel 11, hoofdwatersysteem. Dit maakt lange termijn planning mogelijk. Het Rijk is verantwoordelijk voor het aanleveren van het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium. De waterkeringbeheerders toetsen daarmee of hun primaire waterkeringen aan de normen voldoen. De kwaliteit van het instrumentarium en de uitvoering van de toetsing is van groot belang; maatschappelijk, het gaat immers om de veiligheid van de inwoners en het voorkomen van schade aan de infrastructuur, maar ook vanwege de hoge kosten die gemoeid zijn met het noodzakelijk verbeteren van eventueel afgekeurde dijkvakken.

Het doel van het cluster Hydraulische Belastingen is tweeledig:

1. Uitvoeren van nieuwe productieberekeningen voor de gebieden waar programma's zoals Ruimte voor de River en Maaswerken een grote invloed hebben op de Hydraulische Belastingen;
2. Uitvoeren van onderzoek met als doel het realiseren van meer betrouwbare Hydraulische Randvoorwaarden in 2017 en verder.

Het cluster Hydraulische Belastingen is, conform de doelstellingen van het project opgedeeld in twee onderdelen. Het eerste onderdeel heeft betrekking op de uitvoering van de productieberekeningen, het tweede onderdeel van het project heeft betrekking op het onderzoek gerelateerd aan het verbeteren van de Hydraulische Belastingen.

Voor het eerste onderdeel geldt dat de globale planning hiervan is: (i) 2013: Voorbereiden en afbakenen productieberekeningen, (ii) 2014 verzamelen benodigde gegevens en (iii) 2015: uitvoeren productieberekeningen.

Dit rapport is opgesteld in het kader van het laatste onderdeel: productieberekeningen.

1.2 Doel

Het doel van de werkzaamheden beschreven in dit rapport is het voorbereiden, uitvoeren en controleren van de productieberekeningen voor golfcondities voor het Ketelmeer en Vossemeer. De resultaten van deze productieberekeningen zijn input voor de databases fysica benodigd voor de probabilistische berekeningen. Deze database dient voor het Ketelmeer en Vossemeer gevuld te worden met berekende golfcondities (en waterstanden) voor een groot aantal combinaties van windsnelheid, windrichting, meerpeil en afvoer van de IJssel. Voor het Ketelmeer en Vossemeer worden de golfcondities uitgevoerd met behulp van SWAN, gebruik makende van de meest recente gebiedsschematisaties.

1.3 Afbakening

Nieuwe productieberekeningen worden alleen uitgevoerd voor gebieden die worden beïnvloed door de Ruimte voor de Rivier (RvR) maatregelen en Maaswerken maatregelen. Dat betekent dat de nieuwe produktieberekeningen alleen uitgevoerd worden voor op de volgende watersystemen (zie ook Figuur 1.3):

- Rijntakken (Waal, Nederrijn-Lek, IJssel, Boven-Rijn, Pannerdensch Kanaal);
- Maas;
- Benedenrivieren;
- Vecht- en IJsseldelta;

Dit deelrapport betreft de productieberekeningen voor golfcondities voor het Ketelmeer en Vossemeer, welke deel uitmaken van de Vecht- en IJsseldelta, zie Figuur 1.2. Op het Zwarte Meer en meer stroomopwaartse delen van de Vechtdelta zijn ook SWAN productieberekeningen uitgevoerd, zie daarvoor Deltares (2016). Voor de golfberekeningen

op de overige wateren van de Vecht- en IJsseldelta zijn de groeikrommes volgens Bretschneider gebruikt.

Het opnieuw uitvoeren van productieberekeningen voor gebieden anders dan bovengenoemde gebieden valt buiten de scope van WBI2017 zoals opgesteld door de opdrachtgevende partijen (Rijkswaterstaat en DGRW). Merk op dat in verband met de overgang naar overstromingskansen wel voor alle gebieden nieuwe HR zullen worden afgeleid op basis van bestaande databases.



Figuur 1.2 Ligging Ketelmeer en Vossemeer als onderdeel van de IJssel-Vechtdelta (bron maps.google.nl)



Figuur 1.3 Watersystemen waarvoor nieuwe productieberekeningen worden uitgevoerd in het kader van WBI2017

Merk op dat als startpunt voor de activiteiten in het kader van WBI2017 de aanpak en resultaten van WT12011 worden gebruikt. Dit betekent dat de consequenties van keuzes zoals gespecificeerd in dit rapport ten opzichte van WT12011 zijn gedefinieerd.

1.4 Leeswijzer

Onderliggend rapport bevat de achtergrond documentatie bij de SWAN productie berekeningen voor WBI2017. De belangrijkste activiteiten bestaan uit:

- het voorbereiden van alle sommen, SWAN invoer files, waterstandvelden, randvoorwaarden en de organisatie daarvan in directories
- inrichten en aansturen van het rekenproces
- Opzetten, uitvoeren en interpreteren van procedurele en fysische controles van de berekeningen
- Visualiseren van modelresultaten
- Waar mogelijk aanpassen van invoer om foutieve berekeningen te herstellen
- Aanbevelingen geven voor een eindoordeel van uitvoerlocaties die uiteindelijk in de database worden opgenomen

Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de opzet van de berekeningen, doorgerekende stochastcombinaties, details van de gebruikte modellen (zoals instellingen, randvoorwaarden, bathymetrie en rooster, etc.) en de structuur van de berekeningen. Ook wordt hier kort het platform beschreven waarop de berekeningen zijn uitgevoerd.

De berekeningen, het rekenproces en de uitkomsten zijn op twee manieren gecontroleerd: controles met een procedureel karakter (zoals controles op de aanwezigheid van bestanden of analyse van het iteratiegedrag) en controles waarin op de inhoud van de berekeningen wordt gecontroleerd. Hoofdstuk 3 beschrijft de procedurele controles die zijn uitgevoerd en de resultaten van deze controles. Hoofdstuk 4 gaat in op de inhoudelijke, fysische controles. Beide hoofdstukken geven de bevindingen weer en hoe eventuele afgekeurde berekeningen of uitvoerpunten afgehandeld worden.

Hoofdstuk 5 ten slotte geeft een overzicht en samenvattende conclusies van de uitgevoerde controles.

2 Opzet van de SWAN KEM productieberekeningen

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de opzet van de SWAN productieberekeningen voor het Ketelmeer en Vossemeer, hierna afgekort tot KEM. In paragraaf 2.2 wordt ingegaan op de stochastcombinaties die met het SWAN model zijn doorgerekend. In paragraaf 2.3 is het gebruikte SWAN model besproken. Een korte beschrijving van de structuur van de berekeningen komt in paragraaf 2.4 aan bod terwijl paragraaf 2.5 in gaat op de controles die zijn toegepast op de productieberekeningen. De uitwerking van de controles is het onderwerp van hoofdstukken 3 en 4.

Voor de uit te voeren berekeningen geldt dat uitgegaan wordt van de uitgangspunten zoals vastgesteld in Smale (2013) en Smale (2014b). Hierbij wordt als startpunt WTI2011 gehanteerd. In de gevallen dat specifiek wordt afgeweken van WTI2011 wordt dit gemeld, in alle andere gevallen zijn gemaakte keuzen gelijk aan WTI2011.

Een belangrijk verschil met de productieberekeningen voor het RMM (Rijn-Maasmonding) gebied en het IJVD (IJssel-Vechtdelta) gebied is dat de SWAN berekeningen voor KEM zijn uitgevoerd met ruimtelijke variërende waterstandsvelden die volgen uit de WAQUA productieberekeningen voor de IJssel-Vechtdelta. Omdat voor WBI2017 andere combinaties van stochastwaarden zijn doorberekend dan in 2011 kan, in tegenstelling tot de SWAN RMM berekeningen, niet gebruik gemaakt worden van de golfrandvoorwaarden die verkregen zijn met de 2011 productieberekeningen.

Om randvoorwaarden voor het SWAN KEM model te genereren is het derhalve ook nodig dat er berekeningen met het IJsselmeemodel worden uitgevoerd. Het model dat hiervoor gebruikt is, is identiek aan het SWAN IJsselmeemodel dat in 2011 gebruikt is, zie Klein (2011) en Klein en Kroon (2011). Ook de berekeningen met het IJsselmeemodel zijn uitgevoerd met variërende waterstandsvelden volgend uit de WAQUA productieberekeningen.

2.2 Stochastcombinaties

In Tabel 2.1 zijn de door te rekenen stochastcombinaties voor het KEM gebied samengevat. Deze set stochastcombinaties is identiek aan de combinaties die met WAQUA doorgerekend zijn. Voor elke WAQUA berekening is dus een corresponderende SWAN berekening beschikbaar.

Tabel 2.1 Stochastcombinaties voor WBI2017 SWAN KEM berekeningen

Debiet [m ³ /s]			Open water windsnelheid [m/s]		Windrichting [°N]		IJsselmeerpeil [m+NAP]	
Vecht	IJssel							
10	100	Q01	11,1	U11	225,0	D225	-0,4	S01
100	500	Q02	17,5	U18	247,5	D247	-0,1	S02
250	950	Q03	23,7	U24	270,0	D270	+0,4	S03
400	1400	Q04	28,7	U29	292,5	D292	+0,9	S04
550	1850	Q05	33,6	U34	315,0	D315	+1,3	S05
700	2300	Q06	38,5	U39	337,5	D337	+1,5	S06
850	2750	Q07	43,3	U43	360,0	D360		
925	2975	Q08						
1000	3200	Q09						
1063	3400	Q10						
1125	3600	Q11						
1188	3800	Q12						
1250	4000	Q13						
13			7		7		6	
							Totaal:	3822

De stochast windsnelheid is aangeduid met de open water windsnelheid. Deze windsnelheid is verkregen door een omzetting van de basisstochast potentiële windsnelheid welke een windsnelheid is gedefinieerd op een hoogte van 10 m met een standaard ruwheid. Deze omzetting is verder uitgewerkt in paragraaf 2.3.7. De stochastcode voor de windsnelheid is de afgeronde open water windsnelheid voorafgegaan door 'U'.

De stochastcode voor de windrichting, in Tabel 2.1 aangeduid met de middens van de 22,5 graden sectoren, is de naar beneden afgeronde windrichting voorafgegaan door een 'D'. De zes IJsselmeerpeilen die zijn doorgerekend met het WAQUA model zijn niet aangeduid met het meerpeil zelf maar met een volgnummer voorafgegaan door 'S'. Evenzo zijn de 13 combinaties van Vecht- en IJsseldebieten aangeduid met een volgnummer, voorafgegaan door een Q. De Vecht- en IJsseldebieten zijn derhalve aan elkaar gekoppeld.

De WAQUA productieberekeningen zijn uitgevoerd zowel met een geopende (ofwel falende) Ramspolkering als met een gesloten Ramspolkering. De waterstanden op het Ketelmeer bij de gegeven westelijke windrichtingen zijn gedomineerd door de wind meer dan door de debieten van de Vecht en de IJssel. Ter maximalisering van de waterstanden is de keuze gemaakt de SWAN productieberekeningen te baseren op de waterstandsvelden verkregen met WAQUA berekeningen met **gesloten** Ramspolkering.

Deze set stochasten is zeer verschillend van de set die ten behoeve van WT12011 is doorgerekend. Toen waren de debieten gekoppeld aan de meerpeilen: één set debieten voor elk meerpeil. Destijds zijn 16 windrichtingen doorgerekend terwijl voor WBI2017 alleen westelijke winden zijn beschouwd.

2.3 Het SWAN KEM model

2.3.1 Inleiding

In Van Nieuwkoop (2015) is de modelopzet van het SWAN model voor de gehele IJssel-Vecht delta uitgebreid beschreven. Belangrijke verschillen vormen de bodemschematisatie alsmede de expliciete verdiscontering van obstakels. Beiden zijn verkregen uit Baseline. Tevens is een vergelijk met WTI2011 gemaakt, ter controle van de schematisatie. Voor details omtrent de modelopzet en gebruikte gegevens, inclusief versie nummers, wordt verwezen naar Van Nieuwkoop (2015).

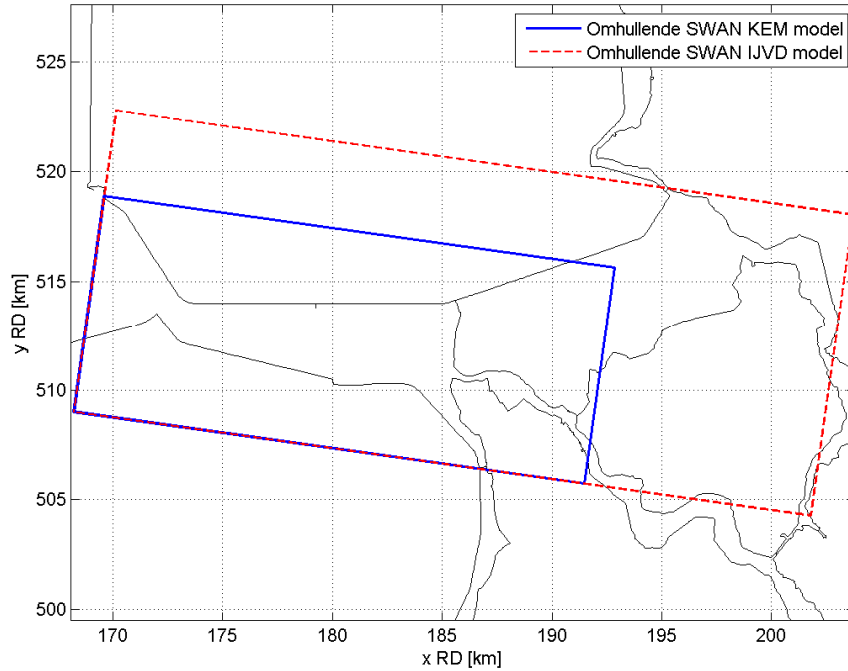
2.3.2 Bodem en rooster

Het rekenrooster van het SWAN KEM model is hetzelfde rooster als gebruikt in de WTI2011 productieberekeningen. Het rooster is een regelmatig rooster met 1175 bij 500 roostercellen geroteerd over een hoek van -8 graden. De roostercellen zijn 20 bij 20 m groot. Dit rekenrooster is een uitsnede uit het SWAN IJVD model en is daarom iets kleiner dan dat model. Karakteristieken van het rekenrooster zijn samengevat in Tabel 2.2. De omhullende van zowel het SWAN KEM als het IJVD model zijn weergegeven in Figuur 2.1.

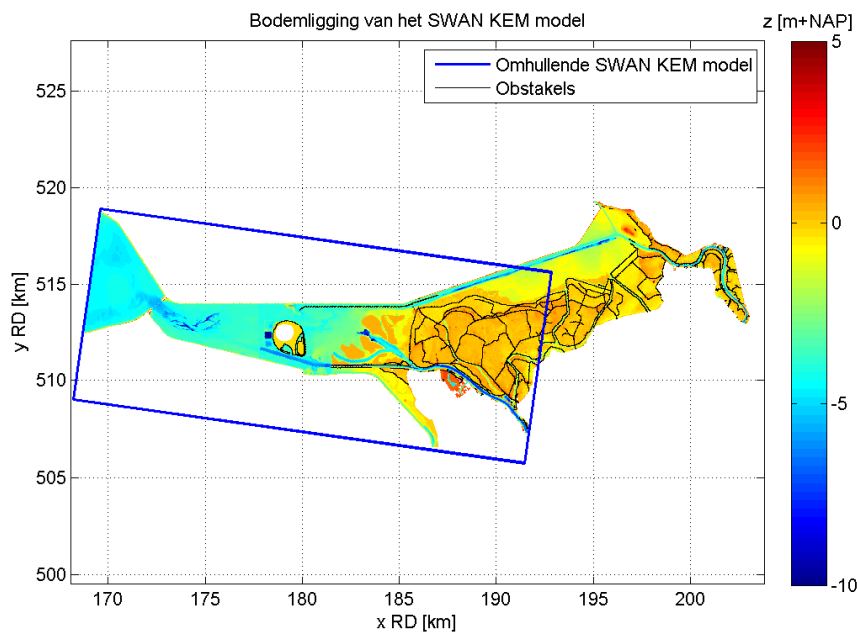
Tabel 2.2 Karakteristieken van het SWAN KEM model

# cellen in x-richting nx	# cellen in y-richting ny	Totaal aantal cellen N	Rotatie	Celgrootte
1175	500	587.500	-8°	20x20 m ²

Een verschil met de WTI2011 productieberekeningen is dat de bodem voor WBI2017 vanuit de Baseline database (ijvd-hr2017_5-v1 schematisatie met variant beno14_5-v1) op het SWAN rekenrooster is geïnterpoleerd met gebruikmaking van het zogenaamde script Bas2SWAN. Het bodembestand dat gebruikt is voor de productieberekeningen voor het KEM gebied is hetzelfde bestand als gebruikt is voor het IJVD gebied; het bodembestand beslaat dus een groter gebied dan strikt noodzakelijk, zie Figuur 2.2.



Figuur 2.1 Omhullenden van het SWAN KEM (blauw) en het SWAN IJVD model (rood)



Figuur 2.2 Bodembestand van het SWAN KEM model, de omhullende van het rekenrooster (blauw) en de obstakels (zwart).

2.3.3 Obstacles

In het SWAN model is een veelheid aan obstakels gedefinieerd. Dit is een groot verschil met de WTI2011 productieberekeningen waarin alleen de Ramspolkering als obstakel is gedefinieerd. Over elke dijk en kade is nu een obstakel gedefinieerd zodat de hoogte van de dijk en kade op een beter gecontroleerde manier in het model is opgenomen dan wanneer de hoogte door de (geïnterpoleerde) bodemligging wordt bepaald. Met het Bas2SWAN script zijn de vele (12.696) obstakels in het IJssel-Vechtdelta gebied aangemaakt. We verwijzen hiervoor naar Smale (2014a) en Morris (2015). Bij deze rapporten is een kmz file opgeleverd, waarin alle obstakels inclusief hun hoogte zijn weergegeven. Figure 2.3 laat de locatie en hoogte van de obstakels binnen het gebied zien.

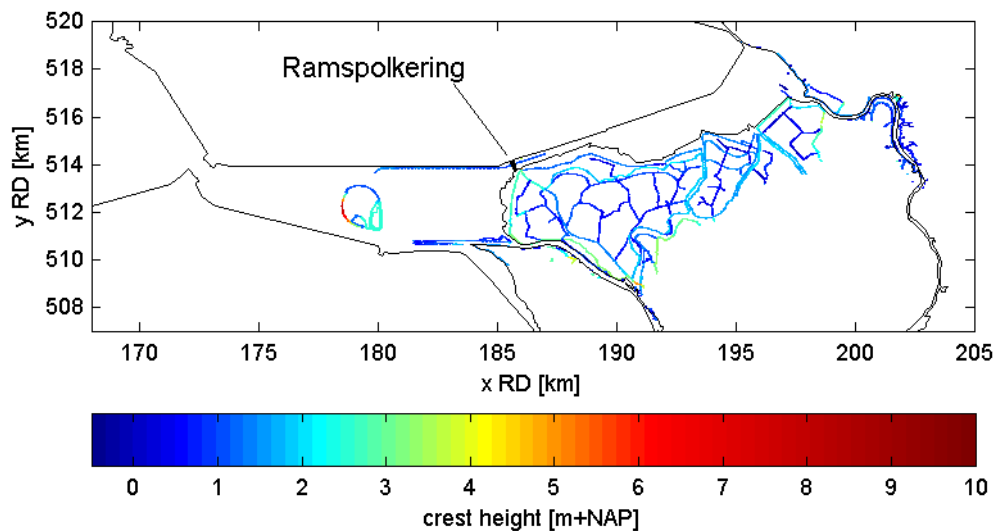


Figure 2.3 Locatie en hoogte van de SWAN obstakels. De Ramspolkering is als dikke zwarte lijn gemarkeerd.

Slechts een klein gedeelte van deze obstakels is relevant voor de SWAN KEM berekeningen. Obstacles in het SWAN model zijn gedefinieerd op roosterpunten waardoor het verschil tussen de daadwerkelijke ligging van het obstakel en de ligging ervan in het model niet meer dan een halve roostercel kan bedragen, ofwel ca. 10 m.

2.3.4 Spectrale discretisatie

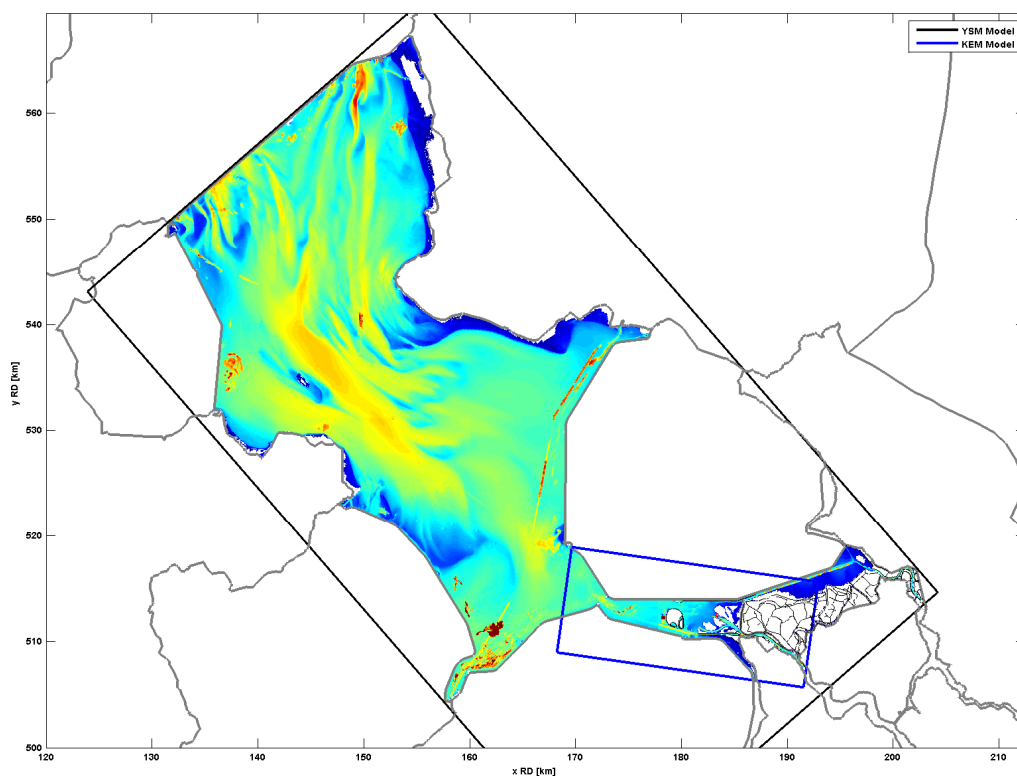
De spectrale discretisatie is ongewijzigd ten opzichte van de WTI2011 productieberekeningen, zie Klein (2011). De richtingsruimte is verdeeld in 120 sectoren van 3°. Het frequentiedomein ligt tussen 0,08 en 1,5 Hz. SWAN discretiseert het frequentiedomein zo dat het relatieve verschil tussen 2 opeenvolgende frequenties 10% bedraagt. Dit resulteert in 32 frequenties.

2.3.5 Randvoorwaarden

Zoals aangegeven in paragraaf 2.1, zijn op de westelijke rand van het KEM model, die gelegen is in het IJsselmeer, golf randvoorwaarden opgelegd die via nesting verkregen zijn uit een serie berekeningen met het IJsselmeermodel dat ook voor WTI2011 is gebruikt, zie Klein (2011) en Klein en Kroon (2011) en Tabel 2.4 en Tabel 2.5. Dit IJsselmeer model wordt aangeduid met YSM.

Dit IJsselmeer (YSM) model bestaat uit 1049x1853 rekenpunten op een regelmatig rekenrooster met een resolutie van 40x40 m, zie Figuur 2.4. Alle berekeningen zijn uitgevoerd met ruimtelijk variërende waterstanden geïnterpoleerd uit de overeenkomstige WAQUA berekeningen (3822 in totaal).

Daar het YSM model alleen is gedraaid om de randvoorwaarden te genereren voor het KEM model, zijn er geen controles uitgevoerd op de resultaten in de uitvoerpunten. Ruimtelijke velden van H_{m0} en T_{ps} op het YSM model zijn wel geplot voor elk van de 3822 condities en een groot deel daarvan is visueel gecontroleerd.

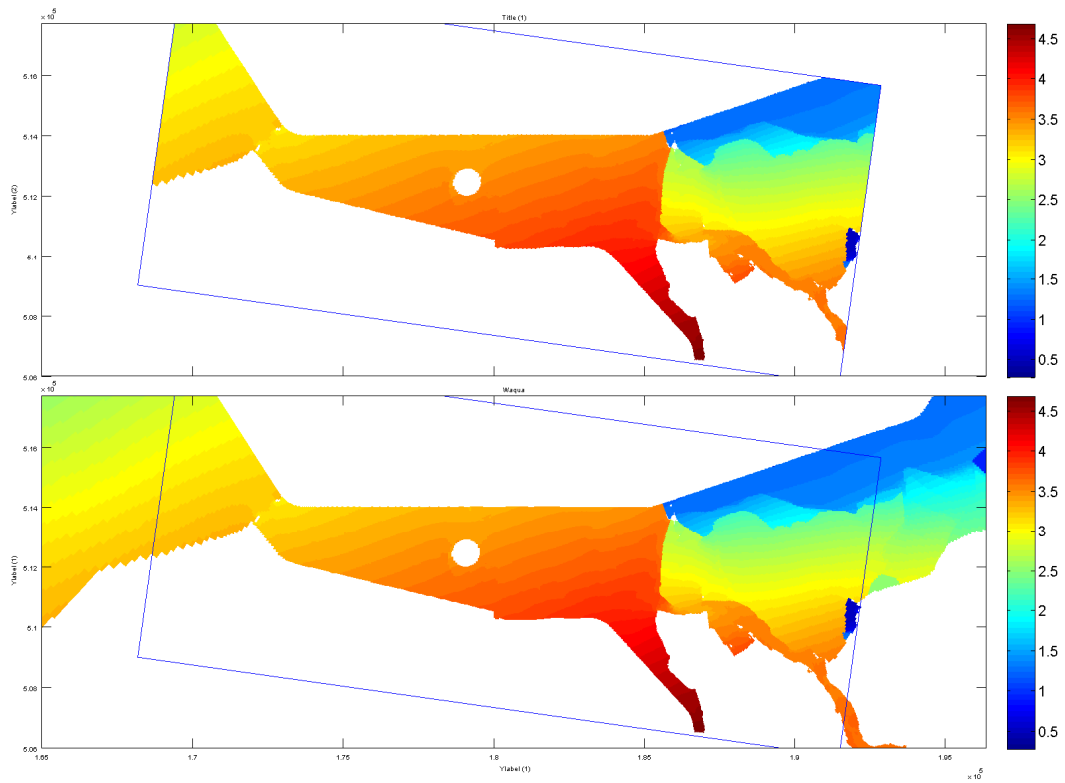


Figuur 2.4 Omhullende en bodemligging van YSM rooster en omhullende van KEM rooster

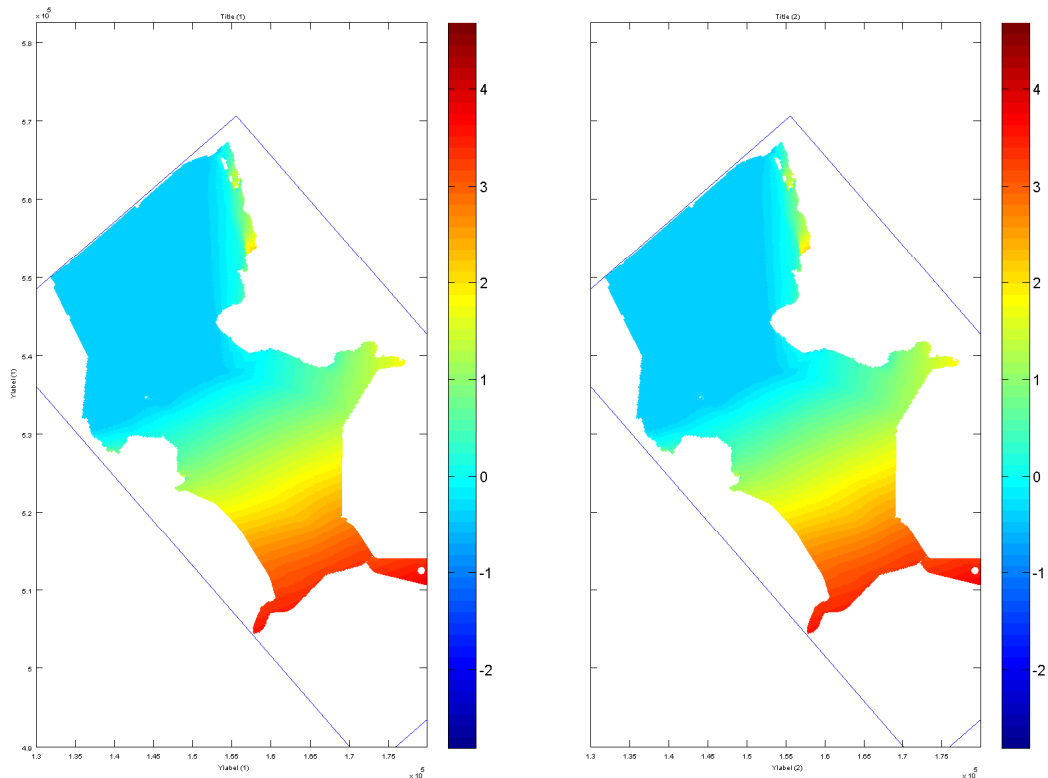
2.3.6 Waterstanden en stroming

Zowel het YSM als het KEM model is met ruimtelijk variërende waterstanden gedraaid. Voor elk van de 3822 condities zijn de waterstanden berekend met WAQUA geïnterpoleerd naar het SWAN YSM en KEM rekenrooster. De waterstandsvelden als gebruikt voor de SWAN berekeningen zijn visueel gecontroleerd en vergeleken met de WAQUA waterstandsvelden. Figuur 2.5 en Figuur 2.6 laten een dergelijke vergelijking ter illustratie zien voor het KEM en YSM model.

Ondanks dat WAQUA naast waterstanden ook stroomsnelheden berekent, worden deze in de SWAN berekeningen in het Ketelmeer en IJsselmeer niet meegenomen.



Figuur 2.5 Vergelijking waterstandsveld [m+NAP] KEM SWAN en WAQUA voor Q01U43D337S01



Figuur 2.6 Vergelijken waterstandsveld [m+NAP] YSM SWAN en WAQUA voor case Q01U43D337S01

2.3.7 Windforcering

De stochast windsnelheid, zoals opgenomen in Tabel 2.1, betreft de zogenaamde open water windsnelheid en is een van de basisstochasten. Deze is verkregen door een omzetting van de potentiële windsnelheid. Merk op dat in WTI2011 de stochast windsnelheid met deze potentiële windsnelheid werd aangeduid. Beide windsnelheden zijn op een hoogte van 10 m gedefinieerd maar met hantering van verschillende ruwheidswaarden. De potentiële windsnelheid is gebaseerd op een vaste ruwheidslengte (z_{nul}) van 0,03 m, terwijl de open waterwind is gebaseerd op een variabele ruwheid op basis van de Charnockformule of een benadering daarvan. Daarbij is uitgegaan van een Charnock constante van 0,0185..

In Tabel 2.3 is de vertaling van de potentiële naar de open water windsnelheid voor de zeven windsnelheden toegepast in de KEM en YSM productieberekeningen samengevat. Bij de codering en naamgeving van de berekeningen is de afgeronde open water windsnelheid gehanteerd om de consistentie met de corresponderende WAQUA berekeningen te behouden.

Tabel 2.3 Potentiële windsnelheid versus open water windsnelheid

Potentiële windsnelheid [m/s]	Open water windsnelheid [m/s]	Label
10	11,1	U11
16	17,5	U18
22	23,7	U24
27	28,7	U29
32	33,6	U34
37	38,5	U39
42	43,3	U43

2.3.8 Numerieke en fysische instellingen

De numerieke en fysische instellingen zijn ongewijzigd ten opzichte van de instellingen gehanteerd voor WTI2011. Dit betekent onder meer dat in 99% van de natte cellen aan het convergentie criterium voldaan moet worden alvorens globale convergentie van de berekening wordt bereikt en dat de SWAN berekening maximaal 80 iteraties doorloopt.

De fysische instellingen zijn ten behoeve van WTI2011 vastgesteld na een uitgebreide kalibratie van diverse SWAN modellen, zie Gautier (2010). De enige wijziging aan de fysische instellingen die in 2011 is aangebracht is het stellen van de bodemwrijvingscoëfficiënt op een waarde van 0,067 in plaats van 0,038. In verband met consistentie met WTI2011 is voor WBI2017 echter de waarde van 0,067 aangehouden.

Kortom, de set numerieke en fysische instellingen die in WBI2017 is gehanteerd is identiek aan die van WTI2011. Alle numerieke en fysische instellingen kunnen worden afgelezen uit Tabel 2.5 die het belangrijkste gedeelte van een SWAN invoerbestand weergeeft. Daaruit blijkt dat diffractie niet is gemodelleerd.

2.3.9 Uitvoer

In de SWAN KEM productieberekeningen zijn 7 sets met uitvoerlocaties gedefinieerd. Een aantal van die sets zijn ook gebruikt in de productieberekeningen voor WTI2011. In 2011 is onderscheid gemaakt tussen onder meer 1) basis uitvoerlocaties, 2) een back-up set met uitvoerlocaties die identiek is aan de basis set maar dan 50 m verder uit de kering gelegd en 3) een set met extra punten waarin de punten om hoge gronden en havens e.d. zijn heen

gelegd. In WBI2017 wordt ook uitvoer in deze 'oude' sets met punten gegenereerd om direct een link naar de resultaten van WTI2011 te kunnen maken.

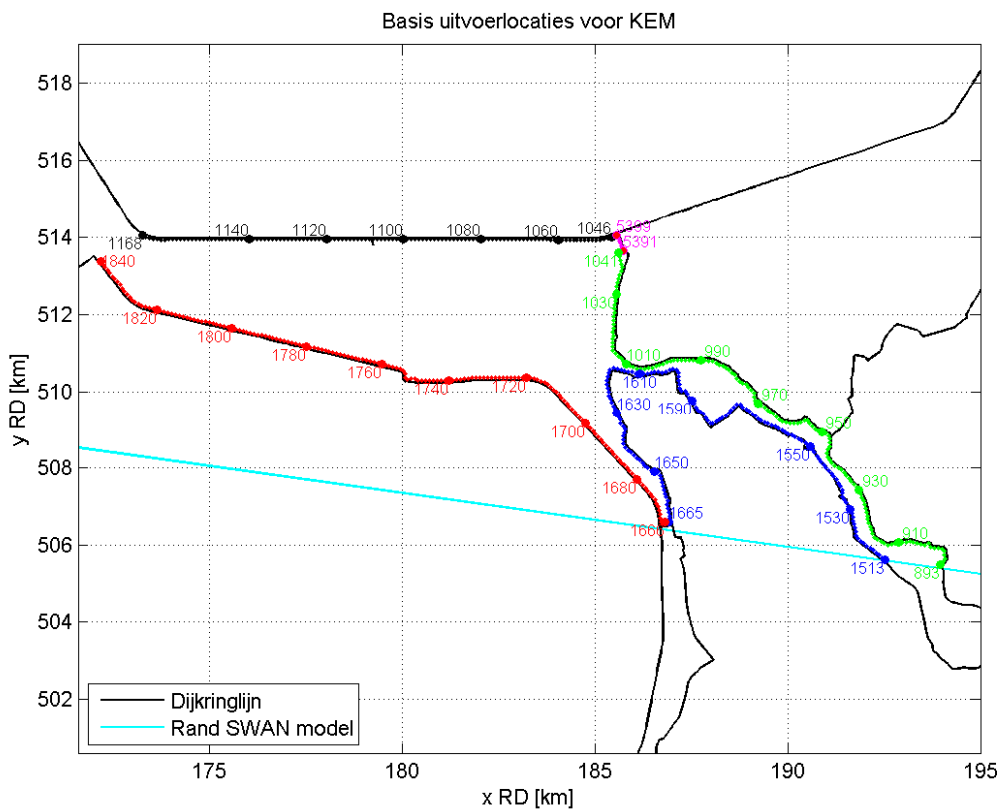
Ten behoeve van WBI2017 zijn de uitvoerpunten uit 2011 herzien conform uitgangspunten beschreven in Smale (2013). Bovendien zijn alle uitvoerlocaties in één bestand gevoegd. Dit is gedaan vanwege gewenste consistentie met de WAQUA uitvoerlocaties in het IJssel-Vechtgebied. SWAN en WAQUA gebruiken in de WBI2017 productieberekeningen dezelfde uitvoerlocaties die ook nog eens in dezelfde volgorde in de bestanden met resultaten voorkomen.

Omdat het WAQUA rooster van het IJssel-Vechtmodel een groter gebied beslaat dan het SWAN KEM model, liggen veel van de uitvoerlocaties buiten het SWAN rooster. Bovendien is maar een beperkt deel van alle locaties zogenaamde basis uitvoerlocaties. Aangezien de controles van de productieberekeningen zich toespitsen op de basis uitvoerlocaties worden de controles op een selectie van de uitvoerlocaties uitgevoerd.

In Figuur 2.7 zijn de te controleren basis uitvoerlocaties in het Ketelmeer en Vossemeer weergegeven. De getallen bij de locaties geven het volgnummer van de betreffende locatie in het puntenbestand aan. Dit volgnummer zal gebruikt worden voor de visualisatie van de controles voor zover deze betrekking hebben op de uitvoerlocaties.

De gehele uitvoerpuntenset bevat 6427 locaties waarvan er uiteindelijk 609 als SWAN basis uitvoerlocaties zijn aangemerkt. Die 609 locaties bestaan uit locaties 1146 – 1168 langs de noordelijke oever van het Ketelmeer, locaties 5391 – 5399 langs de Ramspolkering, locaties 893 – 1041 langs de oostelijke oever van de IJssel, locaties 1513 – 1665 langs de westelijke IJsseloever en oostelijke oever van het Vossemeer en locaties 1666 – 1840 langs de westelijke oever van de IJssel en de zuidelijke oever van het Ketelmeer.

Het puntenbestand waarin deze uitvoerlocaties zijn gedefinieerd is genaamd 'Uitvoerlocaties_IJVD_xy.pnt'. Dit bestand is hetzelfde als het bestand gebruikt in de productieberekeningen voor het Zwarte Meer en het Zwarte Water. De uitvoerbestanden die voor deze locatieset zijn uitgevoerd worden gekenmerkt door het label '_07' in de naam van de uitvoerbestanden.



Figuur 2.7 609 Basis uitvoerlocaties in het Ketelmeer en Vossemeer

2.3.10 SWAN Invoerbestand

Het aanmaken van de SWAN invoerbestanden (*.swn) is gedaan met behulp van scripts die gebruik maken van een template bestand en een lijst met case afhankelijke informatie (job list). Door middel van herhaalde zoek-en-vervang operaties zijn voor elke case de invoerbestanden aangemaakt. Voor beide gebieden (YSM, KEM) is een template gemaakt. De veldnamen met case afhankelijke informatie (te vervangen met parameter waarden) zijn herkenbaar aan de tekens '<' en '>'. Deze templates staan weergegeven in Tabel 2.4 en Tabel 2.5 voor respectievelijk YSM en KEM. Hierin zijn de definities van de obstakels en testuitvoer locaties weggelaten.

Tabel 2.4 SWAN template voor YSM berekeningen

```

$***** <runid> *****

$ Template           : YSM.tpl
$ Gebied             : IJsselmeer
$ Area code         : <area>
$ run id            : <runid>
$ Nominale wind snelheid : <u-nom>
$ Nominale wind richting : <u-dir>
$ Physishe wind snelheid (swan) : <u-swn>
$ Waterstand (uniform) : <level>
$ Conditie nr       : <condnr>
    
```

```

$*****

PROJ 'HR2017' '<condnr>'

$***** MODEL INPUT *****

MODE STATIONARY
SET MAXERR=2 RHO=1000. NAUTICAL

CGRID XPC=172490 YPC=487160 ALPC=41. XLENC=41920. YLENC=74080. MXC=1048, &
MYC=1852 CIRCLE MDC=36 FLOW=.08 FHIGH=1.5

INP BOT XPINP=172490. YPINP=487160. ALPINP=41.0 MXINP=1048 MYINP=1852 &
DXINP=40.00 DYINP=40.00 EXCEPTION -999.
READ BOT FAC=1.0 '.././ALGswn/IJsselmeer40m_nohead_fac1.bot' IDLA=3 NHEDF=0 FREE

$ READ BOT FAC=-1.0 '.././ALGswn/IJsselmeer40m.bot' IDLA=3 NHEDF=6 FREE

INP WLEV XPINP=172490. YPINP=487160. ALPINP=41.0 MXINP=1048 MYINP=1852 &
DXINP=40.00 DYINP=40.00 EXCEPTION -999.
READ WLEV FAC=1.0 'INP/YSM-YVG-<runid>.lev' IDLA=3 NHEDF=0 FREE

WIND <u-swn> <u-dir>

$***** PHYSICS *****

GEN3 WESTH
WCAP WESTH cds2=5.0e-05 br=0.00175 p0=4.0 powst=0.0 powk=0.0 &
nldisp=0.0 cds3=0.8 powfsh=1.0
QUAD iquad=2 lambda=0.25 Cnl4=3.0e+07
LIMITER ursell=10.0 qb=1.0
FRIC JONSWAP cfjon=0.067
BREA WESTH alpha=0.96 pown=2.50 bref=-1.3963 shfac=500.0
TRIAD trfac=0.1 cutfr=2.5

$***** OBSTACLES *****

(12696 OBSTAKEL DEFINITIES)

$ RAMSPOLKERING CLOSED
OBST TRANS=0.0 REFL=0.0 LINE 185604 514138 185752 513719

$***** NUMERIEKE PARAMETERS *****

NUM STOPC dabs=0.00 drel=0.01 curvat=0.001 npnts=99. STAT mxitst=80 alfa=0.001

$***** OUTPUT *****

```

```
POINTS '0007' FILE  '../..//ALGswm/Uitvoerlocaties_IJVD_xy.pnt'  
  
SPECOUT '0007' SPECID ABS 'RES/<runid>_07.SP1'  
  
TABLE '0007' HEAD 'RES/<runid>_07.TAB' &  
      XP YP DEP HS RTP TPS TMM10 TM01 TM02 DIR DSPR WLEN DISS DHS DRTM01 &  
      WATLEV WIND VEL QB BOTLEV  
  
BLOCK 'COMPGRID' NOHEAD 'RES/<runid>.MAT' LAYOUT 3 XP YP &  
      DEPTH HSIG TPS TMM10 TM01 TM02 DIR DSPR WLEN DHS DRTM01 WATLEV BOTLEV  
  
$ ***** NESTING *****  
  
NGRID   'rvw'   168200. 509010. -8. 23500. 10000. 1175 500  
NEST    'rvw'   'RES/KEM-<runid>.RVW'  
  
COMPUTE  
  
STOP
```

Tabel 2.5 SWAN template voor KEM berekeningen

```

$***** <runid> *****

$ Template           : KEM.tpl
$ Gebied             : Ketelmeer
$ Area code          : <area>
$ run id             : <runid>
$ Nominale wind snelheid : <u-nom>
$ Nominale wind richting : <u-dir>
$ Physishe wind snelheid (swan) : <u-swn>
$ Waterstand (uniform) : <level>
$ Conditie nr        : <condnr>

$*****

PROJ 'HR2017' '<condnr>'

$*****MODEL INPUT*****

MODE STATIONARY
SET MAXERR=2 RHO=1000. NAUTICAL

CGRID XPC=168200 YPC=509010 ALPC=-8. XLENC=23500 YLENC=10000. MXC=1175 MYC=500 &
      CIRCLE MDC=120 FLOW=.08 FHIGH=1.5

INP BOT XPINP=168200 YPINP=509010 ALPINP=-8. MXINP=1696 MYINP=696 DXINP=20 DYINP=20
EXCEPTION 999.0
READ BOT FAC=-1.0 '../..//ALGswn/bodem_2014.bot' IDLA=5 NHEDF=0 FREE

INP WLEV XPINP=168200 YPINP=509010 ALPINP=-8. MXINP=1175 MYINP=500 DXINP=20 DYINP=20
EXCEPTION -999.
READ WLEV FAC=1.0 'INP/KEM-YVG-<runid>.lev' IDLA=3 NHEDF=0 FREE

WIND <u-swn> <u-dir>

$***** BOUNDARY CONDITIONS *****

BOUNDNEST1 NEST 'INP/KEM-<runid>.RVW' CLOSED

$***** PHYSICS *****

GEN3 WESTH
WCAP WESTH cds2=5.0e-05 br=0.00175 p0=4.0 powst=0.0 powk=0.0 &
      nldisp=0.0 cds3=0.8 powfsh=1.0
QUAD iquad=2 lambda=0.25 Cn14=3.0e+07
LIMITER ursell=10.0 qb=1.0
FRIC JONSWAP cfjon=0.067
BREA WESTH alpha=0.96 pown=2.50 bref=-1.3963 shfac=500.0
TRIAD trfac=0.1 cutfr=2.5

```

```

$***** NUMERIEKE PARAMETERS *****

NUM STOPC dabs=0.00 drel=0.01 curvat=0.001 npnts=99. STAT mxitst=80 alfa=0.001 PROP BSBT

$***** OBSTACLES *****

(12696 OBSTAKEL DEFINITIES)

$ RAMSPOLKERING CLOSED
OBST TRANS=0.0 REFL=0.0 LINE 185604 514138 185752 513719

$***** OUTPUT *****

POINTS 'HRba' FILE '../..//ALGswn/HRbasis_Randmeren.pnt'
POINTS 'HReX' FILE '../..//ALGswn/HReXtra_Randmeren.pnt'
POINTS 'HR50' FILE '../..//ALGswn/HR50_Randmeren.pnt'
POINTS 'HR06' FILE '../..//ALGswn/HR2006_Randmeren.pnt'
POINTS 'HRva' FILE '../..//ALGswn/HRvechtas.pnt'
POINTS 'HRya' FILE '../..//ALGswn/HRijsselas.pnt'
POINTS '0007' FILE '../..//ALGswn/Uitvoerlocaties_IJVD_xy.pnt'

SPECOUT 'HRba' SPEC1D ABS 'RES/<runid>_01.SP1'
SPECOUT 'HReX' SPEC1D ABS 'RES/<runid>_02.SP1'
SPECOUT 'HR50' SPEC1D ABS 'RES/<runid>_03.SP1'
SPECOUT 'HR06' SPEC1D ABS 'RES/<runid>_04.SP1'
SPECOUT 'HRva' SPEC1D ABS 'RES/<runid>_05.SP1'
SPECOUT 'HRya' SPEC1D ABS 'RES/<runid>_06.SP1'
SPECOUT '0007' SPEC1D ABS 'RES/<runid>_07.SP1'

SPECOUT 'HRba' SPEC2D ABS 'RES/<runid>_01.SP2'
SPECOUT 'HReX' SPEC2D ABS 'RES/<runid>_02.SP2'
SPECOUT 'HR50' SPEC2D ABS 'RES/<runid>_03.SP2'
SPECOUT 'HR06' SPEC2D ABS 'RES/<runid>_04.SP2'
SPECOUT 'HRva' SPEC2D ABS 'RES/<runid>_05.SP2'
SPECOUT 'HRya' SPEC2D ABS 'RES/<runid>_06.SP2'
SPECOUT '0007' SPEC2D ABS 'RES/<runid>_07.SP2'

TABLE 'HRba' HEAD 'RES/<runid>_01.TAB' &
      XP YP DEP HS RTP TPS TMM10 TM01 TM02 DIR DSPR WLEN DISS DHS DRTM01 &
      WATLEV WIND VEL QB BOTLEV

TABLE 'HReX' HEAD 'RES/<runid>_02.TAB' &
      XP YP DEP HS RTP TPS TMM10 TM01 TM02 DIR DSPR WLEN DISS DHS DRTM01 &
      WATLEV WIND VEL QB BOTLEV

TABLE 'HR50' HEAD 'RES/<runid>_03.TAB' &
      XP YP DEP HS RTP TPS TMM10 TM01 TM02 DIR DSPR WLEN DISS DHS DRTM01 &
      WATLEV WIND VEL QB BOTLEV

```

```

TABLE 'HR06' HEAD 'RES/<runid>_04.TAB' &
  XP YP DEP HS RTP TPS TMM10 TM01 TM02 DIR DSPR WLEN DISS DHS DRTM01 &
  WATLEV WIND VEL QB BOTLEV

TABLE 'HRva' HEAD 'RES/<runid>_05.TAB' &
  XP YP DEP HS RTP TPS TMM10 TM01 TM02 DIR DSPR WLEN DISS DHS DRTM01 &
  WATLEV WIND VEL QB BOTLEV

TABLE 'HRya' HEAD 'RES/<runid>_06.TAB' &
  XP YP DEP HS RTP TPS TMM10 TM01 TM02 DIR DSPR WLEN DISS DHS DRTM01 &
  WATLEV WIND VEL QB BOTLEV

TABLE '0007' HEAD 'RES/<runid>_07.TAB' &
  XP YP DEP HS RTP TPS TMM10 TM01 TM02 DIR DSPR WLEN DISS DHS DRTM01 &
  WATLEV WIND VEL QB BOTLEV

BLOCK 'COMPGRID' NOHEAD 'RES/<runid>.MAT' &
  LAYOUT 3 XP YP DEPTH HSIG RTP TPS TMM10 TM01 TM02 DIR DSPR WLEN &
  DHS DRTM01 WATLEV WIND VEL DISSIP QB BOTLEV

TEST 1 0 POINTS XY &
...(46 XY coördinaat paren van testuitvoer locaties)...
PAR 'RES/<runid>.PAR'

COMPUTE
STOP

```

2.4 Structuur van de berekeningen

De SWAN berekeningen voor het KEM gebied zijn opgenomen in de map KEM. Binnen deze map is er voor iedere stochastcombinatie (ook wel case genoemd) een separate map aanwezig. Die stochastmappen hebben een naam als 'KEM-Q03U11D225S01' en 'KEM-U43D360S04'. Iedere stochastmap bevat de mappen 'INP', 'RES', 'LOG' en 'PLT'.

De map 'INP' bevat de voor die case specifieke invoer. In het geval van de SWAN KEM productieberekeningen zijn dit het SWAN hoofdinvvoerbestand (*.swn), een randvoorwaardebestand (*.RVW) en een ruimtelijk variërend waterstandsveld (*.lev). In Tabel 2.6 is de structuur voor de SWAN KEM productieberekeningen samengevat.

Tabel 2.6 Structuur van de SWAN KEM productieberekeningen

Gebied	Case	Sub-case	Bestanden
KEM	KEM-<case>, bijv: KEM- Q02U11D225S01	INP	SWAN hoofdinvoerbestand Randvoorwaardebestand Waterstandsveld
		RES	De uitvoerbestanden gegenereerd door SWAN
		LOG	Na een succesvolle run de bestanden: <ul style="list-style-type: none"> • <case>.prt • Swaninit • norm_end Een error bestand na een foutieve som. Het bestand <case>.tim met begin- en eindtijd van de berekening.
		PLT	Iso vector plots met ruimtelijk variërende golfhoogte (Hs) en piekperiode (TPsmoo). Deze figuren zijn gemaakt voor het gehele gebied (code 01) en alle deelgebieden (02 t/m 20) In de directory APLT, een directory niveau hoger dan case niveau staan deze plots ook per deelgebied en per parameter georganiseerd.

2.5 Controles

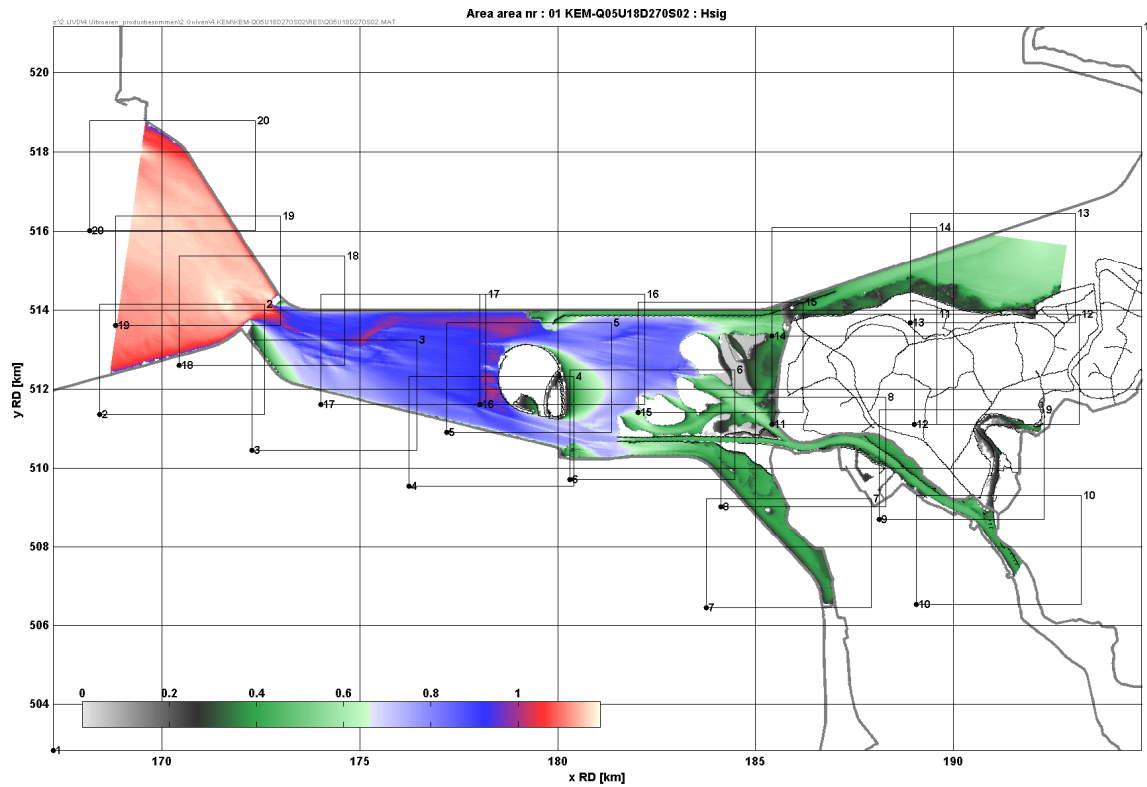
Twee soorten controles zijn toegepast op de productieberekeningen. De eerste soort wordt aangeduid als procedurele controle. Deze procedure controleert onder meer of de berekening goed is verlopen, of deze globaal en lokaal is geconvergeerd en of alle uitvoerbestanden zijn aangemaakt. Daarnaast wordt in deze controle van alle sommen de rekentijd bepaald. Deze controle is beschreven in hoofdstuk 3.

De tweede soort controle is aangeduid als fysische controle. Deze controle controleert of de SWAN berekeningen fysisch juiste en logische resultaten heeft opgeleverd. Een deel van de fysische controles heeft betrekking op de uitvoerlocaties en een ander deel heeft betrekking op de ruimtelijk velden. Eén van de controles die betrekking hebben op de uitvoerlocaties resulteert in een kwaliteitsoordeel van de uitvoerlocaties. Een andere controle gaat in op de consistentie van de SWAN resultaten: neemt de golfhoogte en –periode monotoon toe of af met toenemende windsnelheid. De fysische controles zijn uitgewerkt in hoofdstuk 4.

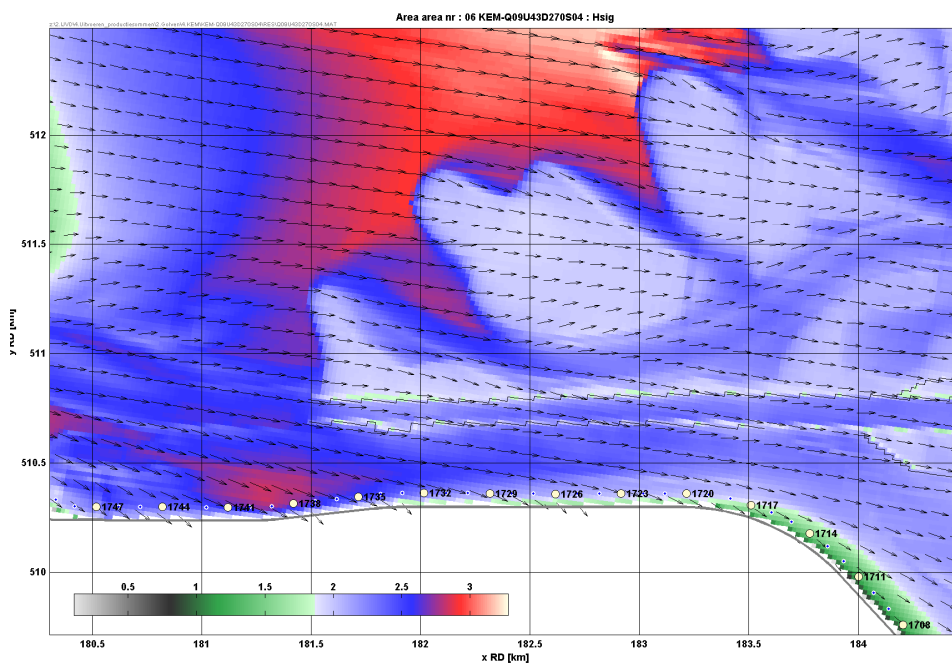
Voor elke berekening zijn figuren van de ruimtelijk variërende golfhoogte H_{m0} en piekperiode T_{ps}^1 gemaakt. Daartoe is het gehele modelgebied verdeeld in 20 deelgebieden waarvoor

¹ De piek golfperiode T_{ps} is de zogenaamde 'smoothed' piek periode. Deze periode maat is verkregen door een 2^{de} orde polynoom door de piek van het golfspectrum te fitten. Zodoende wordt een minder discrete maat voor de piek periode verkregen dan de piek periode die per definitie één van de 32 frequenties is, zie paragraaf 2.3.4.

deze figuren zijn aangemaakt. In Figuur 2.8 en Figuur 2.9 is dit geïllustreerd. Aan de hand van deze visuele controles is een aantal onregelmatigheden aan het licht gekomen welke ook in hoofdstuk 4 besproken zullen worden.



Figuur 2.8 Golfhoogte[m] iso plot voor conditie Q05U18D270S02 gehele gebied en grenzen van deelgebieden



Figuur 2.9 Golfhoogte [m] iso plot voor conditie Q09U43D270S04 deelgebied 6 en uitvoerpunten

2.6 Platform

2.6.1 SWAN versie

Voor alle berekeningen is gebruik gemaakt van SWAN 64bit versie 40.72ABCDE. De software, bestaande uit de executable swan_4072ABCDE_del_i64_i11_omp.exe en alle vereiste bibliotheken zijn geleverd door Deltares.

2.6.2 Besturingssysteem

De software is gecompileerd op het rekencluster van Deltares voor een Linux 64-bit besturingssysteem en vanuit deze plek gekopieerd naar de machines die gebruikt zijn voor de berekeningen.

2.6.3 Hardware

Alle berekeningen zijn uitgevoerd in de cloud op Amazon EC2. Om hier efficiënt gebruik van te maken heeft Deltares software ontwikkeld waarmee rekenopdrachten kunnen worden aangeboden aan Amazon en de resultaten daarvan weer kunnen worden teruggehaald. Op Amazon EC2 is het mogelijk om een willekeurig aantal virtuele pc's aan te maken waaraan een of meer rekenopdrachten kunnen worden aangeboden. Het creëren van de virtuele pc's gebeurt softwarematig waardoor het eenvoudig is om in korte tijd een groot aantal virtuele pc's operationeel te hebben en een grote rekencapaciteit op te bouwen.

De gebruiker heeft de mogelijkheid te kiezen uit een aantal standaard pc's. Voor de WBI2017 productiesommen is gekozen uit het type c3.4xlarge, een type met 15GB heugen en een 4x1.7GHz processor (Xeon). De rekestijd van een enkele som op een Amazon node heeft een vergelijkbare rekestijd als op het Deltares h5 cluster (4 knopen). Alleen al voor KEM en YSM zijn er in totaal 7644 SWAN sommen gemaakt, met een gemiddelde rekestijd van ca. 50 minuten voor het YSM model en ruim 30 minuten voor het KEM model, een totale rekeninspanning van ruim 10,000 uur. Op Amazon EC2, met 600 actieve virtuele pc's tijdens de piekbelasting werd de doorlooptijd van de berekeningen teruggebracht tot minder dan 2 dagen.

3 Procedurele controles

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de opzet en de resultaten van de zogenaamde procedurele controles. Deze controles controleren of de berekeningen correct zijn verlopen, of alle bestanden zijn aangemaakt e.d. Deze controles gaan dus nog niet in op de resultaten van de berekeningen zelf. Dat gebeurt bij de fysische controles die in het volgende hoofdstuk worden besproken. De procedurele controles zijn uitgevoerd voor zowel de YSM als de KEM berekeningen.

Zoals aangegeven in paragraaf 2.4 zijn de invoer en uitvoer van elke SWAN berekening verdeeld over een drietal mappen, namelijk INP, LOG en RES. De procedurele controles volgen deze indeling. Het onderwerp van paragraaf 3.2 is een controle van de rekentijd en het aantal iteraties dat een berekening heeft doorlopen. In paragraaf 3.3 zijn de bestanden in de map INP gecontroleerd en in paragrafen 3.4 en 3.5 de mappen LOG en RES. Daarnaast is er in paragraaf 0 speciale aandacht voor het logbestand dat door SWAN geproduceerd wordt, het zogenaamde print bestand (*.prt). De geïdentificeerde niet-geconvergeerde berekeningen, een resultaat van de controle van de map LOG, zijn in paragraaf 3.7 afgehandeld. De conclusies van dit hoofdstuk zijn ten slotte in paragraaf 3.8 samengevat.

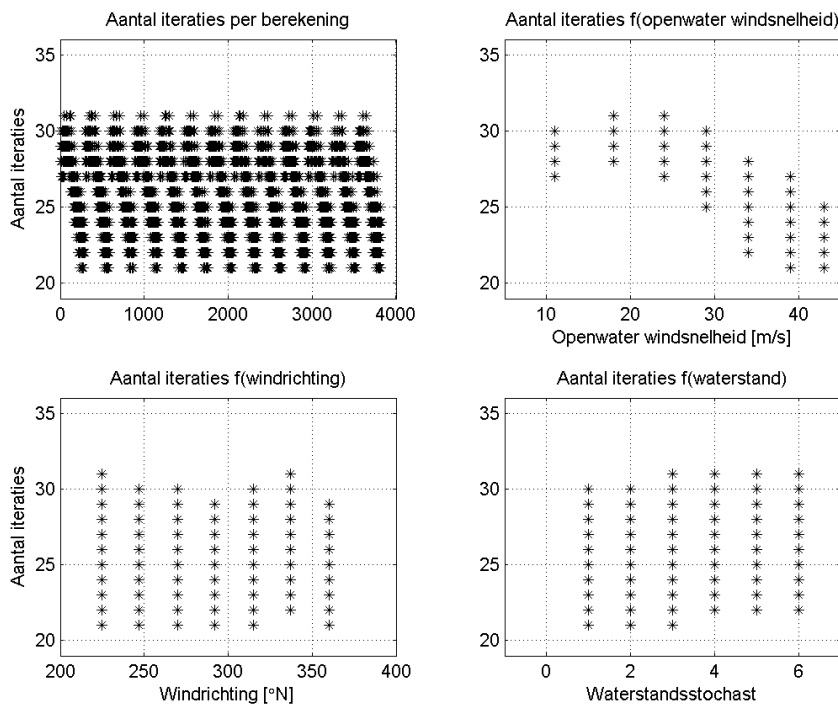
Elk van de controles van de mappen INP, LOG en RES en van het print bestand wordt per berekening samengevat met een 1 (voldoet) of een 0 (voldoet niet). Een case is procedureel direct goedgekeurd als de procedurele controle vier maal een score 1 oplevert. In een separaat logbestand (KEM_ProcContr_Samenvatting.log) en ook in een Excel bestand (KEM_ProcContr_Samenvatting.xlsx) is de score van de vier procedurele controles samengevat.

3.2 Controle op rekentijd en aantal iteraties

3.2.1 IJsselmeer model

In deze paragraaf is gekeken naar het aantal iteraties dat de SWAN berekeningen hebben doorlopen en naar de rekentijd voor het IJsselmeer model (YSM). Hierbij is er op gelet of berekeningen een afwijkende rekentijd dan wel afwijkend aantal iteraties hebben.

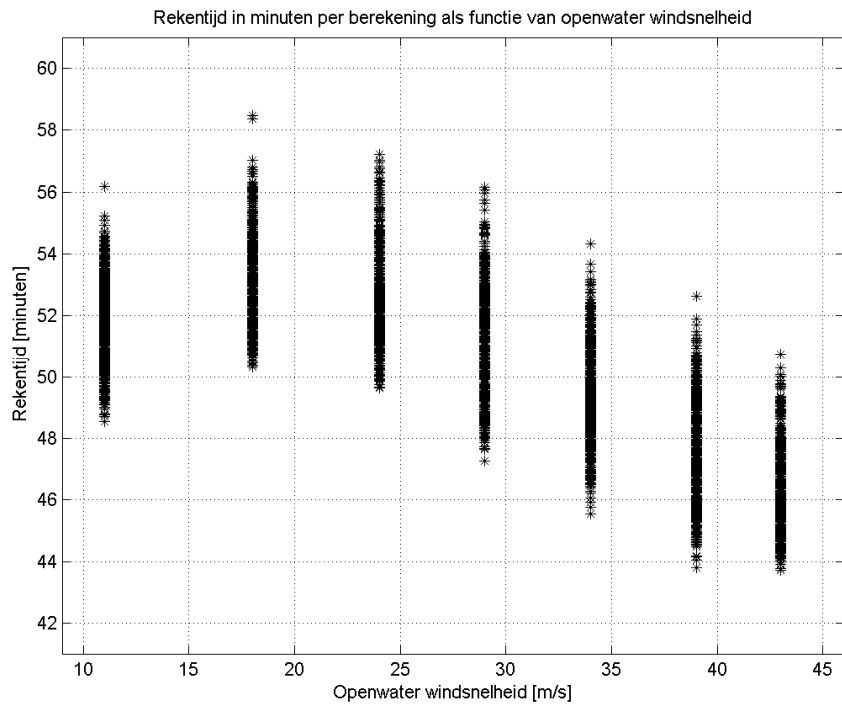
In Figuur 3.1 is het aantal iteraties voor de YSM berekeningen weergegeven als functie van de windsnelheid, de windrichting en de waterstand. Het aantal iteraties ligt voor de meeste berekeningen tussen de 20 en 30, waarbij het aantal iteraties wat lager is bij hogere windsnelheden. Ook is duidelijk dat alle berekeningen zijn geconvergeerd; alle sommen hebben minder dan 80 iteraties doorlopen.



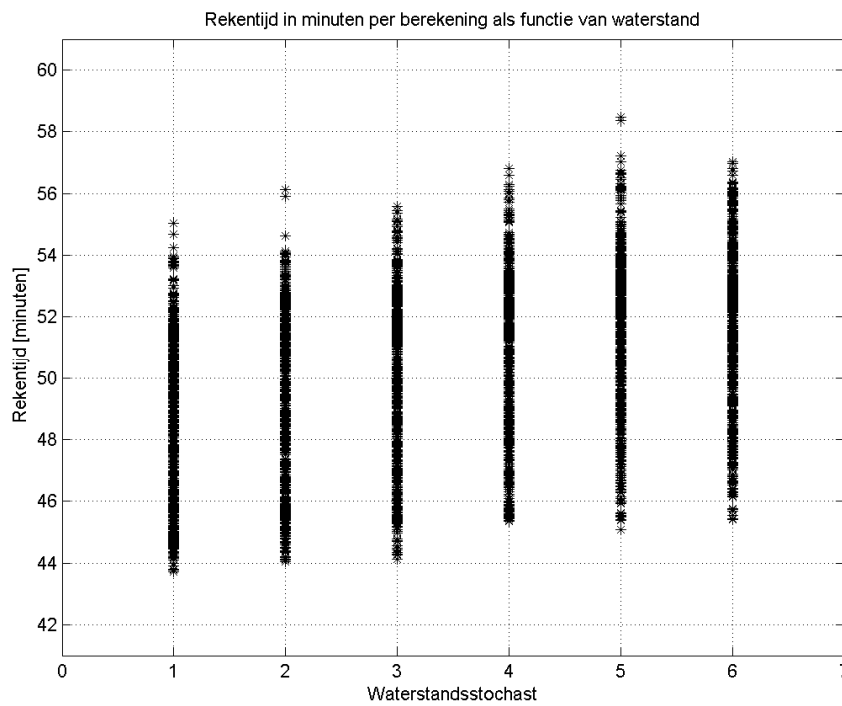
Figuur 3.1 Aantal iteraties dat de SWAN YSM berekeningen hebben doorlopen.

In Figuur 3.2 en Figuur 3.3 is de rekentijd voor iedere SWAN YSM berekening geplot als functie van respectievelijk de windsnelheid en de waterstand². De rekentijd varieert voor de meeste berekeningen tussen de 44 en 56 minuten. Figuur 3.2 illustreert dat de rekentijd afneemt bij toenemende windsnelheden, zoals te verwachten valt uit het aantal iteraties. De rekentijd neemt iets toe met toenemende waterstand. Dit komt omdat er bij hogere waterstanden minder plekken droogvallen. Er is geen duidelijke relatie tussen het aantal iteraties/rekentijd en de windrichting (zie Figuur 3.1).

² De berekeningen zijn gedaan op Amazon AWS met instances van type c4.2x large. Dit komt ongeveer overeen met een PC met 15GB intern geheugen en 8 core Xeon processor met een kloksnelheid van 2.1GHz, vergelijkbaar met een rekennode op het h5 cluster van Deltares.



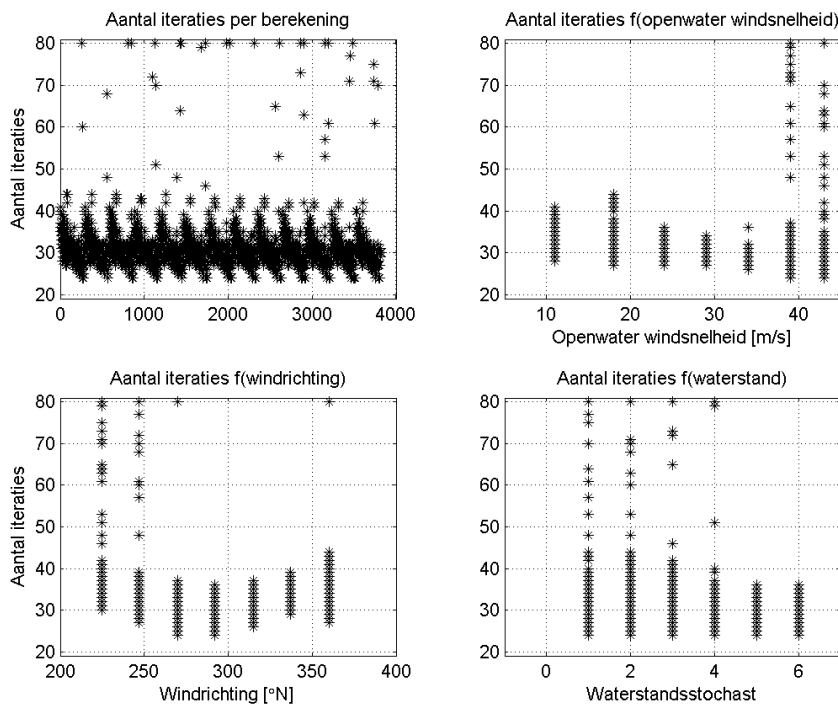
Figuur 3.2 Rekentijd van de SWAN YSM berekeningen als functie van de windsnelheid



Figuur 3.3 Rekentijd van de SWAN YSM berekeningen als functie van de waterstand

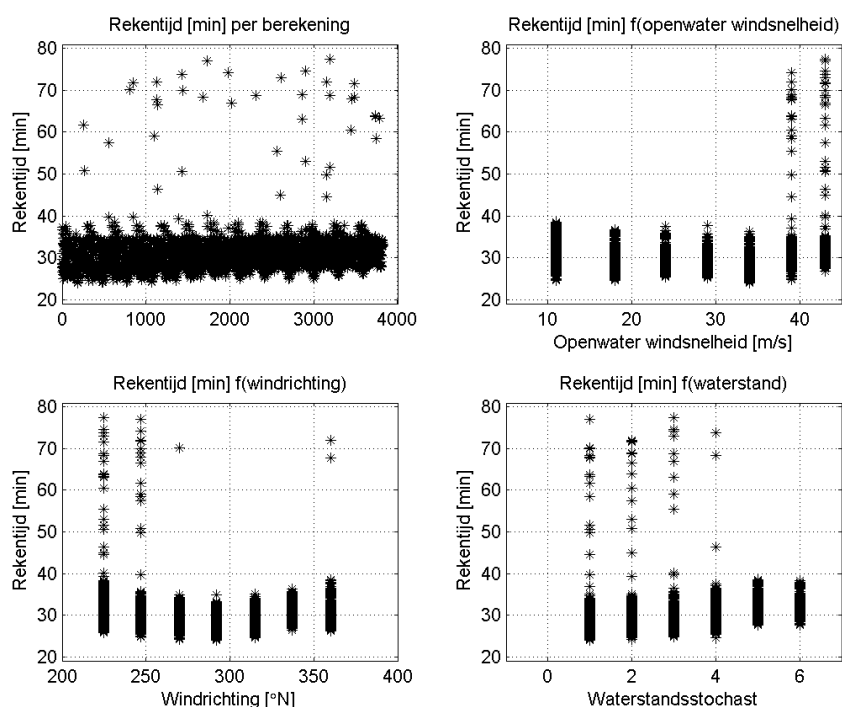
3.2.2 Ketelmeer model

In deze paragraaf is gekeken naar het aantal iteraties en de rekentijd voor de SWAN KEM berekeningen. Figuur 3.4 laat het aantal iteraties zien als functie van respectievelijk de openwater windsnelheid, de windrichting en de waterstand. Er blijkt dat de gevallen waar het aantal iteraties veel groter is (ongeveer een verdubbeling) bij de twee hoogste windsnelheden voorkomen en dat deze bijna allemaal betrekking hebben op de zuidelijke en zuidwestelijke richtingen en de wat lagere waterstanden. In 19 gevallen heeft de berekening 80 iteraties doorlopen en zijn die berekeningen dus niet in globale zin geconvergeerd.



Figuur 3.4 Aantal iteraties voor de SWAN KEM berekeningen

Figuur 3.5 laat de rekentijden in minuten zien als functie van de openwater windsnelheid, windrichting en waterstandstochast. De rekentijden voor het grootste deel van de berekeningen liggen tussen de 25 en 37 minuten, met uitschieters naar 76 minuten voor de niet convergerende sommen.



Figuur 3.5 Rekentijd van de SWAN KEM berekeningen als functie van de windsnelheid, windrichting en waterstandstochast

3.3 Controle van de mappen INP

3.3.1 Beschrijving van de controle

Voor elke SWAN KEM berekening moet er een map INP bestaan met daarin het SWAN hoofdinvoerbestand (*.swn), een randvoorwaarde file (*.rvw) met daarin de 2D spectra variërend langs de rand van het model en een bestand met het ruimtelijk variërende waterstandsveld (*.lev). De controle van de map INP controleert dus op aanwezigheid van deze drie bestanden. Indien deze drie bestanden voor een bepaalde berekening aanwezig zijn, krijgt deze berekening voor deze controle een score 1. Indien één of meer van deze bestanden afwezig zijn, krijgt de berekening een score 0 voor deze controle.

Merk op dat deze drie bestanden dermate essentieel zijn voor een SWAN berekening dat een berekening niet eens kan starten zonder één van deze drie bestanden. Het gevolg is dat alle overige procedurele controles van deze berekening ook een score 0 krijgen.

Voor de YSM sommen geldt dat er vooraf is gecontroleerd op de aanwezigheid van het SWAN invoerbestand (*.swn) en het waterstandsveld (*.lev).

3.3.2 Uitwerking van de controle

Het resultaat van deze controle is uiteindelijk samengevat in een logbestand met naam 'YSM_ProcContr_LogFileCheckINP.log' en 'KEM_ProcContr_LogFileCheckINP.log' voor beide series. Het logbestand geeft aan in welke berekeningen één of meer invoerbestanden ontbreken.

Het logbestand van de controle van de mappen INP van de KEM serie is hieronder weergegeven en geeft aan dat alle benodigde bestanden aangetroffen zijn. Ook voor de YSM serie zijn alle benodigde invoerbestanden aangetroffen.

DIT BESTAND BEVAT DE RESULTATEN VAN DE CONTROLE CHECKINP

3822 BEREKENINGEN ZIJN GECONTROLEERD.

CONTROLE AANWEZIGHEID *.SWN BESTANDEN:

Alle *.swn bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID RVW SPECTRA:

Alle rvw spectra sets zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID WATERSTAND BESTANDEN:

Alle waterstand bestanden zijn aanwezig.

3.3.3 Conclusie van de controle

Voor zowel YSM als KEM zijn alle benodigde invoerbestanden aangetroffen.

3.4 Controle van de mappen LOG

3.4.1 Beschrijving van de controle

Elke SWAN berekening produceert standaard een aantal bestanden. Wanneer een berekening succesvol is verlopen zijn de volgende bestanden gegenereerd:

- swaninit
- Het print bestand (*.prt)
- norm_end

Indien de invoer van de berekening een fout bevat waardoor de berekening niet is gestart, produceert SWAN een foutmelding (*.err). Het aantal error meldingen hangt samen met het error level, wat is ingesteld op 2 (MAXERR=2). Deze waarde is overgenomen uit WTI2011. Een waarde voor MAXERR van 2 betekent dat SWAN gewoon door zal lopen warnings of fouten die automatisch gerepareerd kunnen worden geen aanleiding zijn voor SWAN om de berekening af te breken. Een waarde van MAXERR van 3 betekent dat SWAN ook doorloopt bij 'severe errors'.

De controle van de mappen LOG controleert of de drie bestanden die geproduceerd hadden moeten worden ook daadwerkelijk aanwezig zijn en controleert op de afwezigheid van het foutmeldingsbestand. Indien de drie bestanden zijn aangetroffen en het foutmeldingsbestand is afwezig levert deze controle voor de betreffende berekening een score 1 op.

Naast deze door SWAN geproduceerde bestanden levert elke berekening een bestand *.tim op. Dit bestand wordt aangemaakt met het batch script waarmee de berekening is gestart en bevat de begin- en eindtijd van de berekening. Deze informatie is gebruikt voor een controle van de rekentijd, zie paragraaf 3.2.

3.4.2 Uitwerking van de controle

Het resultaat van deze controle is uiteindelijk samengevat de logbestanden 'YSM_ProcContr_LogFileCheckLOG.log' en 'KEM_ProcContr_LogFileCheckLOG.log'.

Het logbestand van de controle van de mappen LOG van de KEM serie is hieronder weergegeven en geeft aan dat voor elk van de berekeningen de drie noodzakelijke bestanden aangetroffen zijn en dat voor geen van de berekeningen een foutmeldingsbestand is aangetroffen. Het zelfde resultaat is gevonden voor de YSM serie.

DIT BESTAND BEVAT DE RESULTATEN VAN DE CONTROLE CHECKLOG

3822 BEREKENINGEN ZIJN GECONTROLEERD.

CONTROLE AANWEZIGHEID SWANINIT BESTANDEN:

Alle SWANINIT bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID *.PRT BESTANDEN:

Alle *.prt bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID NORM_END BESTANDEN:

Alle norm_end bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID *.ERR BESTANDEN:

Er zijn geen *.ERR bestanden aanwezig

3.4.3 Conclusie van de controle

Voor zowel YSM als KEM zijn alle noodzakelijke logbestanden aangetroffen en bij geen enkele berekening is een foutmeldingsbestand aangetroffen.

3.5 Controle van de mappen RES

3.5.1 Beschrijving van de controle

De SWAN KEM productieberekeningen produceren een groot aantal uitvoerbestanden. Per berekening door het KEM model is een zevental sets met uitvoerlocaties gedefinieerd, waaronder de set met basis uitvoerpunten die in de eerste plaats gebruikt zullen worden voor het afleiden van de HR. Voor elk van die sets met locaties zijn 1D (*.SP1) en 2D (*.SP2) spectra uitgevoerd alsmede zogenaamde TAB bestanden (*.TAB) waarin de waarden van een aantal van te voren opgegeven parameters in de uitvoerlocaties zijn uitgevoerd.

Voor het YSM model zijn slechts voor één puntenset resultaten (TAB, SP1 en SP2) uitgevoerd omdat het YSM model als doel heeft randvoorwaarden te genereren voor het KEM model. Er zal geen puntuitvoer uit het YSM model in de WBI2017 randvoorwaarden database worden opgenomen en daarom is de SWAN uitvoer in uitvoerlocaties van het YSM model niet gecontroleerd.

Naast bestanden met resultaten in de uitvoerlocaties, is per berekening ook een Matlab uitvoerbestand (*.MAT) uitgevoerd met de ruimtelijke velden van een aantal parameters. Dit bestand is door zowel het YSM als het KEM model aangemaakt. Ten slotte voert elke SWAN berekening een bestand (*.PAR) uit waarin het lokale convergentiegedrag in 29 punten is bijgehouden. Ook dit PAR bestand is alleen voor de KEM sommen aangemaakt.

De controle van de mappen RES controleert of alle verwachte uitvoerbestanden ook daadwerkelijk zijn aangemaakt.

3.5.2 Uitwerking van de controle

Het resultaat van deze controle is uiteindelijk samengevat in een logbestand met naam 'KEM_ProcContr_LogFileCheckRES.log' voor wat betreft de KEM serie.

Het logbestand van de controle van de mappen RES van de KEM serie is hieronder weergegeven en geeft aan dat voor elk van de berekeningen alle uitvoerbestanden zijn aangetroffen.

DIT BESTAND BEVAT DE RESULTATEN VAN DE CONTROLE CHECKRES

3822 BEREKENINGEN ZIJN GECONTROLEERD.

CONTROLE AANWEZIGHEID *.mat BESTANDEN:

Alle *.mat bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID *.PAR BESTANDEN:

Alle *.par bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_01.SP1] BESTANDEN:

Alle [<runid>_01.SP1] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_02.SP1] BESTANDEN:

Alle [<runid>_02.SP1] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_03.SP1] BESTANDEN:

Alle [<runid>_03.SP1] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_04.SP1] BESTANDEN:

Alle [<runid>_04.SP1] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_05.SP1] BESTANDEN:

Alle [<runid>_05.SP1] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_06.SP1] BESTANDEN:

Alle [<runid>_06.SP1] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_07.SP1] BESTANDEN:

Alle [<runid>_07.SP1] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_01.SP2] BESTANDEN:

Alle [<runid>_01.SP2] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_02.SP2] BESTANDEN:

Alle [<runid>_02.SP2] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_03.SP2] BESTANDEN:

Alle [<runid>_03.SP2] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_04.SP2] BESTANDEN:

Alle [<runid>_04.SP2] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_05.SP2] BESTANDEN:

Alle [<runid>_05.SP2] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_06.SP2] BESTANDEN:

Alle [<runid>_06.SP2] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_07.SP2] BESTANDEN:

Alle [<runid>_07.SP2] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_01.TAB] BESTANDEN:

Alle [<runid>_01.TAB] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_02.TAB] BESTANDEN:

Alle [<runid>_02.TAB] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_03.TAB] BESTANDEN:

Alle [<runid>_03.TAB] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_04.TAB] BESTANDEN:

Alle [<runid>_04.TAB] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_05.TAB] BESTANDEN:

Alle [<runid>_05.TAB] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_06.TAB] BESTANDEN:

Alle [<runid>_06.TAB] bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID [<runid>_07.TAB] BESTANDEN:

Alle [<runid>_07.TAB] bestanden zijn aanwezig.

3.5.3 Conclusie van de controle

Voor zowel YSM als KEM zijn alle uitvoerbestanden aangetroffen.

3.6 Controle van het PRT bestand

3.6.1 Beschrijving van de controle

Het zogenaamde print bestand (*.prt) is het standaard door SWAN geproduceerde logbestand. Het bevat niet alleen informatie over het convergentiegedrag van de berekening maar kan ook foutmeldingen en waarschuwingen bevatten.

Deze controle van het print bestand controleert allereerst op aanwezigheid van het bestand. Merk op dat dit ook al gecontroleerd is met de controle op de mappen LOG. Daarnaast controleert het of, en zo ja in hoeveel iteraties, de berekening is geconvergeerd, zie ook paragraaf 3.2. Indien binnen het gestelde maximale aantal iteraties, in dit geval 80, niet aan het convergentie criterium is voldaan is de SWAN berekening niet in globale zin geconvergeerd. De afhandeling van deze niet-geconvergeerde berekeningen gebeurt in paragraaf 3.7.

Deze controle controleert ook of het print bestand foutmeldingen bevat. Een print bestand kan namelijk een foutmelding bevatten zonder dat SWAN een foutmeldingsbestand (*.err) als besproken in paragraaf 3.4 afgeeft. Dit hangt af van de zwaarte van de fout en de instelling MAXERR. MAXERR definieert de zwaarte van de fout waarbij SWAN de fout negeert, geen *.err bestand genereert en de berekening gewoon start. In die gevallen wordt er wel een foutmelding in het print bestand opgenomen.

Daarnaast controleert deze controle op waarschuwingen in het print bestand. Uit inspectie van een aantal print bestanden voorafgaand aan het opzetten van deze controle is gebleken dat het print bestand een groot aantal waarschuwingen bevat. Eén van die waarschuwingen is dat geïsoleerde natte punten inactief worden gemaakt. Een andere waarschuwing is dat punten uit het randvoorwaardenbestand niet gelinkt kunnen worden aan roosterpunten; het is overigens geverifieerd dat daar waar nodig wel randvoorwaarden zijn opgelegd. Weer een andere melding betreft het buiten het rooster liggen van bepaalde uitvoerlocaties.

Zo is er een set van waarschuwingen die op voorhand verwacht kunnen worden en die de resultaten van de berekeningen niet beïnvloeden. Deze controle controleert hoeveel van deze verwachte fouten optreden en controleert ook of er niet verwachte fouten optreden. Alleen wanneer er onverwachte fouten optreden levert deze controle een 0 op.

3.6.2 Uitwerking van de controle

Het resultaat van deze controle is uiteindelijk samengevat in de logbestanden 'YSM_ProcContr_LogFileCheckPRT.log' en 'KEM_ProcContr_LogFileCheckPRT.log' Deze logbestanden zijn hieronder weergegeven.

Het logbestand voor YSM geeft aan dat voor alle berekeningen een print bestand is aangetroffen en dat voor geen enkele berekening een onverwachte waarschuwing of een foutmelding is aangetroffen. Alle (3822) berekeningen zijn geconvergeerd.

DIT BESTAND BEVAT DE RESULTATEN VAN DE CONTROLE CHECKPRT

3822 BEREKENINGEN ZIJN GECONTROLEERD.

CONTROLE AANWEZIGHEID *.PRT BESTANDEN:

Alle *.prt bestanden in de gecontroleerde Rundirs zijn aanwezig.

CONTROLE BEHALEN CONVERGENTIE CRITERIUM IN RUNS MET *.PRT BESTAND:

Convergentie in 3822 van de 3822 aanwezige *.PRT bestanden.

CONTROLE OP WARNINGS IN AANWEZIGE *.PRT BESTANDEN:

Geen onverwachte WARNINGS in *.prt bestanden (aantal verwachte WARNINGS = 5141).

CONTROLE OP ERRORS IN AANWEZIGE *.PRT BESTANDEN:

Geen ERRORS in *.prt bestanden.

Het logbestand voor KEM geeft aan dat voor alle berekeningen een print bestand is aangetroffen en dat voor geen enkele berekening een onverwachte waarschuwing of een foutmelding is aangetroffen.

Het logbestand laat ook zien dat 19 van de 3822 berekeningen voor KEM niet in globale zin zijn geconvergeerd binnen 80 iteraties. Dit gebeurt uitsluitend voor de hoogste twee windsnelheden in combinatie met de lagere waterstanden. Zie ook paragraaf 3.2 en Figuur 3.4.

DIT BESTAND BEVAT DE RESULTATEN VAN DE CONTROLE CHECKPRT

3822 BEREKENINGEN ZIJN GECONTROLEERD.

CONTROLE AANWEZIGHEID *.PRT BESTANDEN:

Alle *.prt bestanden in de gecontroleerde Rundirs zijn aanwezig.

CONTROLE BEHALEN CONVERGENTIE CRITERIUM IN RUNS MET *.PRT BESTAND:

Convergentie in 3803 van de 3822 aanwezige *.PRT bestanden.

Geen convergentie in 19 van de 3822 gecontroleerde *.PRT bestanden.

KEM-Q01U43D247S01 niet geconvergeerd (98.97 i.p.v. 99.00)

KEM-Q03U39D270S01 niet geconvergeerd (98.78 i.p.v. 99.00)

KEM-Q03U43D247S02 niet geconvergeerd (98.24 i.p.v. 99.00)

KEM-Q04U39D360S01 niet geconvergeerd (98.17 i.p.v. 99.00)

KEM-Q04U39D360S02 niet geconvergeerd (98.41 i.p.v. 99.00)

KEM-Q05U43D225S04 niet geconvergeerd (98.35 i.p.v. 99.00)

KEM-Q05U43D247S01 niet geconvergeerd (98.76 i.p.v. 99.00)

KEM-Q06U43D247S01 niet geconvergeerd (98.73 i.p.v. 99.00)

KEM-Q07U39D247S03 niet geconvergeerd (98.97 i.p.v. 99.00)

KEM-Q07U43D225S03 niet geconvergeerd (98.98 i.p.v. 99.00)

KEM-Q08U43D225S03 niet geconvergeerd (98.54 i.p.v. 99.00)

KEM-Q09U43D225S03 niet geconvergeerd (98.09 i.p.v. 99.00)

KEM-Q10U39D247S02 niet geconvergeerd (98.92 i.p.v. 99.00)

KEM-Q10U43D225S03 niet geconvergeerd (98.58 i.p.v. 99.00)

KEM-Q11U39D247S02 niet geconvergeerd (98.76 i.p.v. 99.00)

KEM-Q11U43D225S02 niet geconvergeerd (98.59 i.p.v. 99.00)

KEM-Q11U43D225S03 niet geconvergeerd (98.91 i.p.v. 99.00)

KEM-Q12U43D225S01 niet geconvergeerd (98.61 i.p.v. 99.00)

KEM-Q12U43D225S02 niet geconvergeerd (98.93 i.p.v. 99.00)

CONTROLE OP WARNINGS IN AANWEZIGE *.PRT BESTANDEN:

Geen onverwachte WARNINGS in *.prt bestanden (aantal verwachte WARNINGS varieert tussen 12784 en 12785).

CONTROLE OP ERRORS IN AANWEZIGE *.PRT BESTANDEN:

Geen ERRORS in *.prt bestanden.

3.6.3 Conclusie van de controle

Deze controle van de print bestanden heeft voor KEM 19 berekeningen gevonden die niet in globale zin zijn geconvergeerd. De afhandeling van deze niet-geconvergeerde berekeningen gebeurt in paragraaf 3.7.

3.7 Afhandelen van procedureel afgekeurde berekeningen

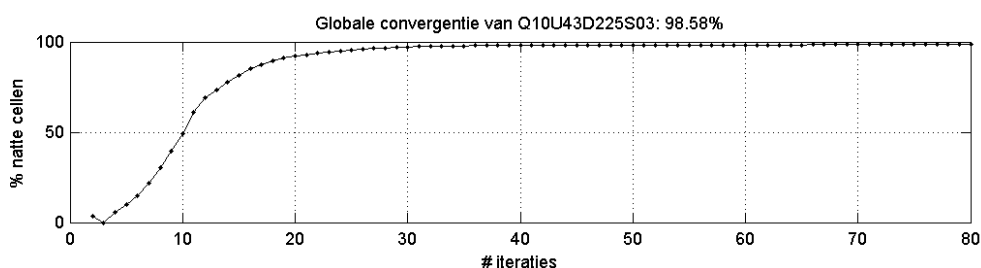
In deze paragraaf wordt ingegaan op de resultaten van de procedurele controles. Deze controles hebben betrekking op:

- Het aanwezig zijn van alle vereiste invoer en uitvoer files
- Inzicht in de rektijden van de berekeningen
- Inzicht in het convergentiegedrag van de berekeningen

In onderstaande wordt de afhandeling van bovengenoemde drie controles verder toegelicht.

- Bestandscontrole: voor alle berekeningen zijn alle vereiste in- en uitvoer bestanden aangetroffen. Dit deel van de procedurele controle heeft dus niet geleid tot afkeuring van berekeningen.
- Rektijden: analyse van de rektijden heeft geen aanleiding gegeven om bepaalde berekeningen af te keuren.
- Convergentiegedrag: In de eerste plaats is gekeken naar het globale convergentiegedrag.

De globale convergentie is onderzocht door te kijken naar het percentage natte cellen waarvoor geldt dat het relatieve verschil in golfhoogte tussen de laatste twee iteraties kleiner is dan 1% van de golfhoogte. Volgens deze controle zijn er 19 berekeningen waarvoor geldt dat het percentage natte cellen waarbij het verschil in golfhoogte tussen de laatste en voorlaatste iteratie groter is dan 1%, minder is dan 99% van alle natte cellen. Figuur 3.6 laat een dergelijk convergentiegedrag zien: het percentage geconvergeerde cellen als functie van het iteratienummer waarbij het percentage onder 99% blijft. Alle 19 berekeningen waarvoor minder dan 99% van de natte cellen zijn geconvergeerd zijn geselecteerd voor nadere analyse.



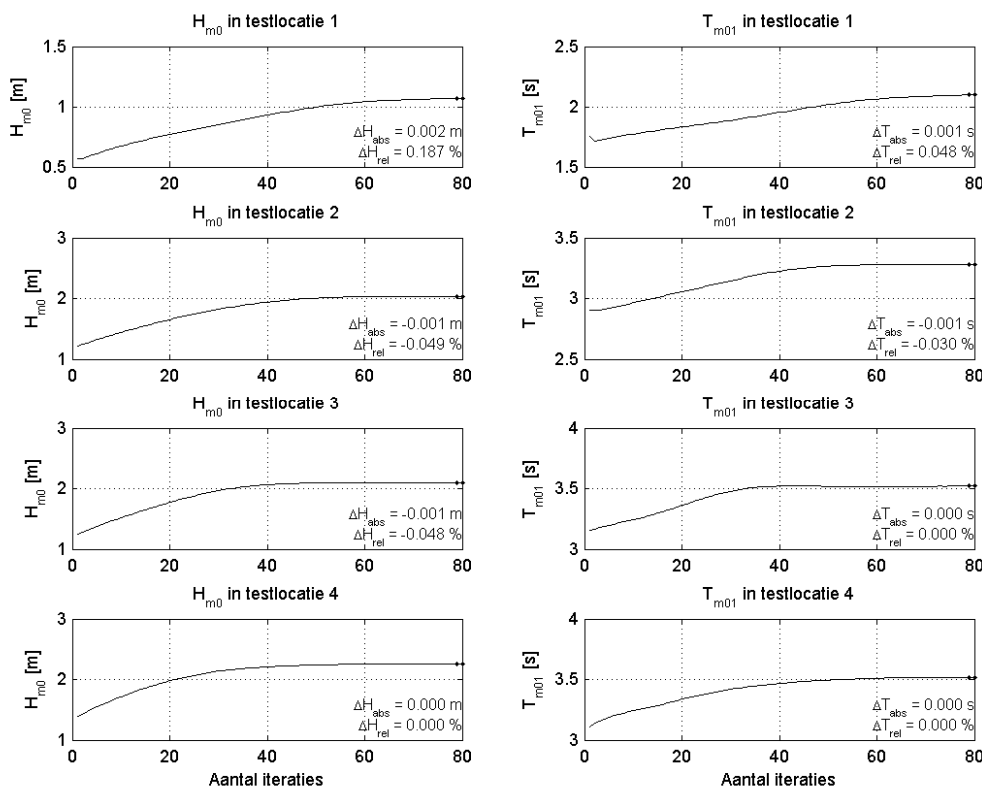
Figuur 3.6 Globaal convergentiegedrag van KEM berekening Q10U43D225S03.

Deze berekeningen zijn niet op voorhand afgekeurd omdat nog niet duidelijk is of het criterium van 1% (maximaal toegestane verschil tussen de twee laatste iteraties) al dan niet in de uitvoerpunten wordt behaald en of het aantal geconvergeerde cellen nog (sterk) verandert aan het einde van het iteratieproces.

Daarom is nog op een tweede manier naar het convergentiegedrag gekeken: het lokale convergentie gedrag. Dit is gedaan door voor een set test locaties (weergegeven in Figuur 3.13) het relatieve verschil in golfhoogte (H_{m0}) en golfperiode (T_{m01}) tussen twee opeenvolgende iteraties als functie van het iteratienummer bij te houden. Dit is gedaan voor de 19 niet geconvergeerde berekeningen geselecteerd volgens de globale convergentie criteria als boven beschreven.

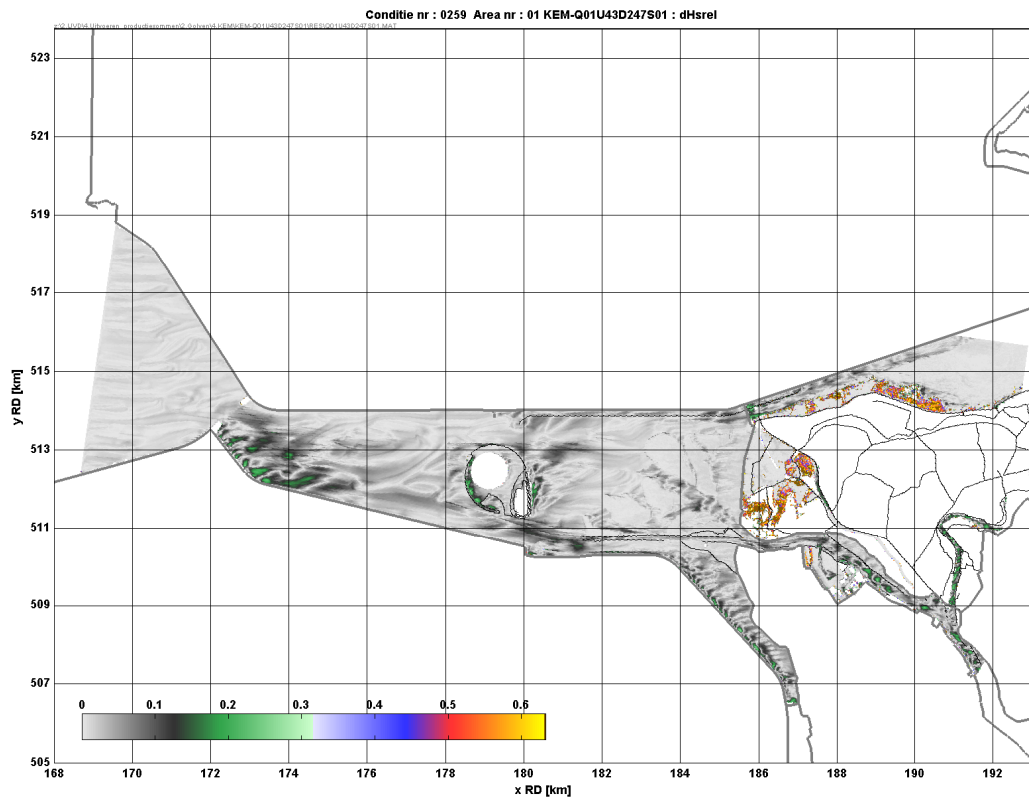
Een voorbeeld van het lokale convergentiegedrag voor een berekening die niet in globale zin is geconvergeerd is gegeven in Figuur 3.7. Te zien is dat voor alle hier gepresenteerde locaties wel in lokale zin zijn geconvergeerd (de relatieve verschillen tussen de laatste en voorlaatste iteratie zijn voor zowel H_{m0} als voor T_{ps} kleiner dan 1%). Deze analyse is gedaan voor elke testlocatie en elke niet-geconvergeerde berekening en heeft niet geleid tot het afkeuren van één van de 19 niet-geconvergeerde berekeningen. Het niet convergeren beïnvloedt de kwaliteit van de golfcondities in de uitvoerlocaties niet nadelig.

Tot slot zijn er plots gemaakt waarin de ruimtelijke verdeling van het relatieve golfhoogte en – periode verschil is gevisualiseerd. Dit is gedaan voor elk deelgebied en elke berekening. Hoewel analyse van deze plots niet tot doel heeft gehad berekeningen al dan niet af te keuren, geeft het een goed beeld van het karakter en de plaatsen waar een bepaalde berekening moeilijker convergeert. Dat blijken voornamelijk de ondiepe delen te zijn en dichtbij een oever voor afluende wind. Verder is te zien dat niet geconvergeerde cellen vaak geïsoleerde cellen zijn en moeilijk convergerende gebieden niet ter plaatse van de uitvoerpunten liggen. Een aantal voorbeelden van deze plots is gegeven in Figuur 3.8 t/m Figuur 3.12.

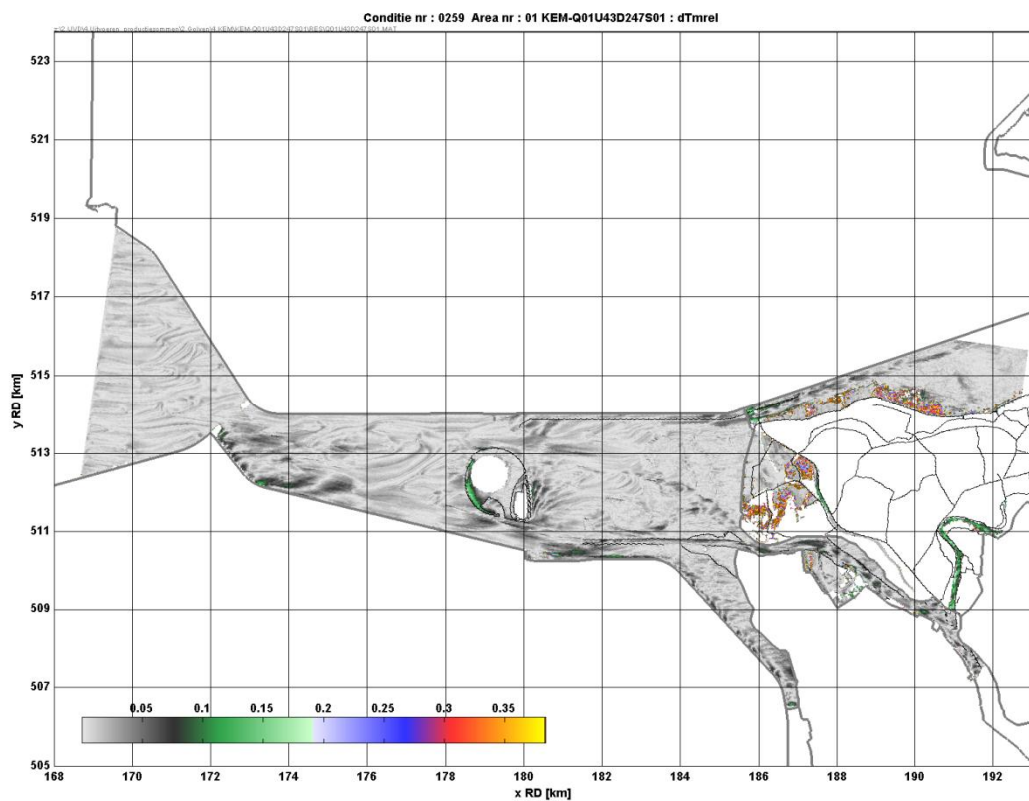


Figuur 3.7 Lokaal convergentiegedrag in de eerste vier testlocaties in KEM berekening Q01U43D247S01

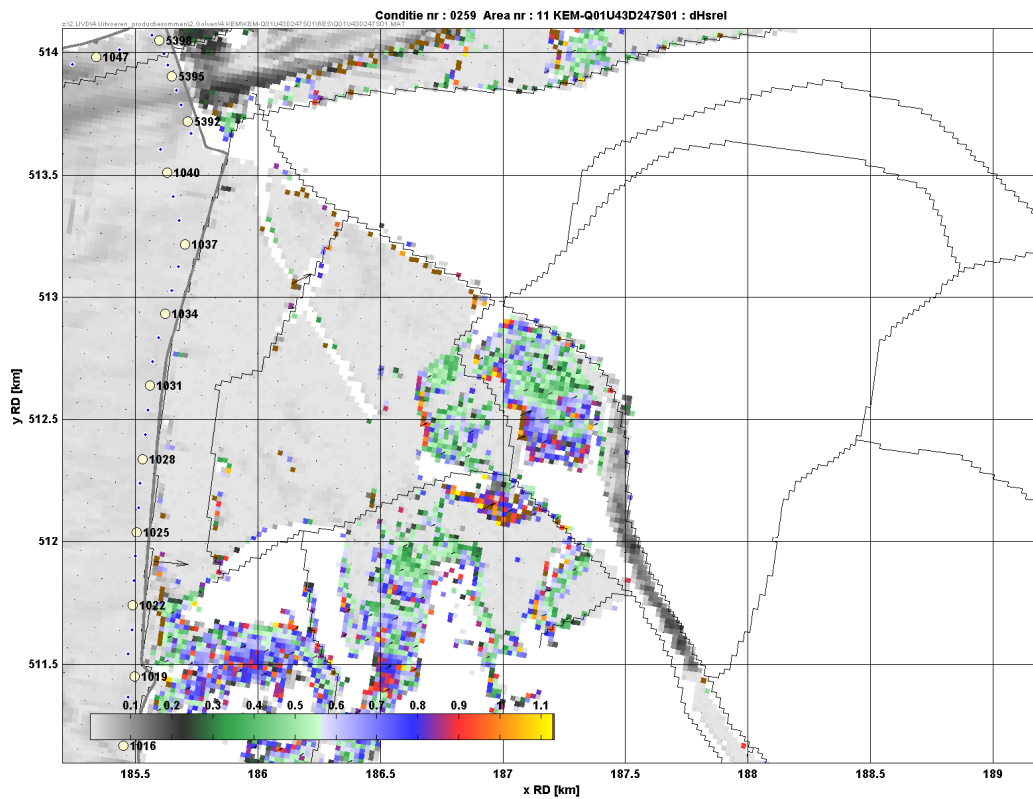
Concluderend kan gesteld worden dat geen van de procedurele controles (aanwezigheid bestanden, rektijden en convergentie gedrag, zoals bovenstaand beschreven onder de punten a, b en c) heeft geleid tot het verwerpen van berekeningen.



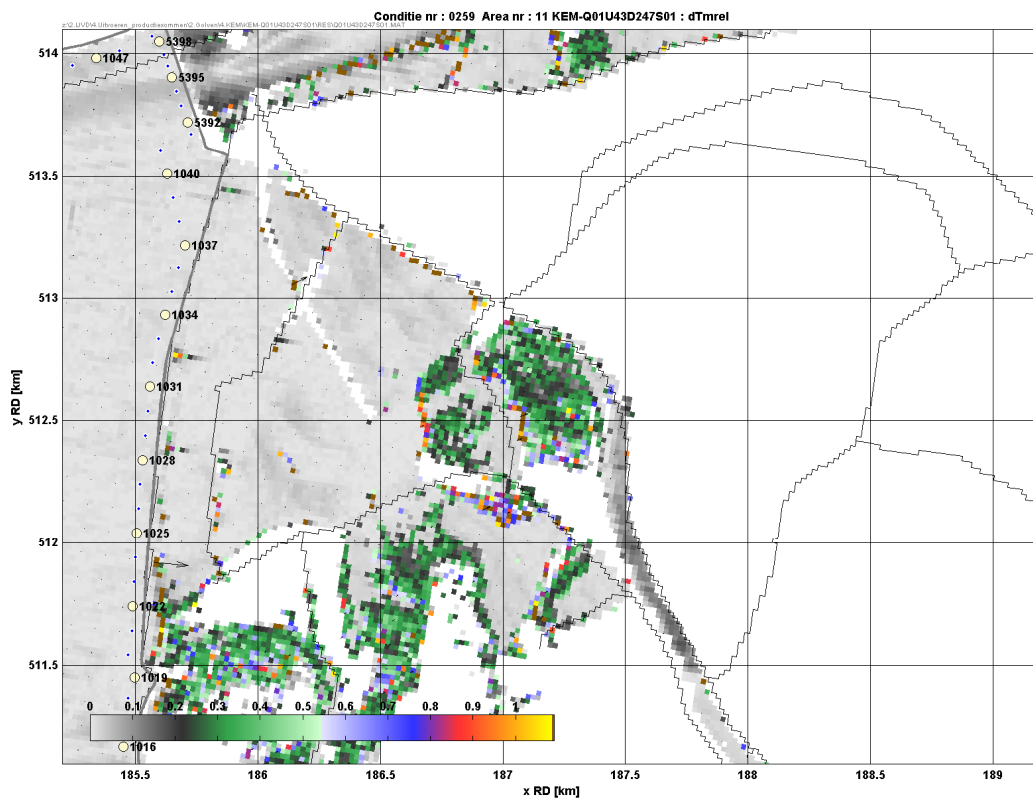
Figuur 3.8 Relatieve verandering in H_{m0} (%) tussen laatste en voorlaatste iteratie gehele gebied



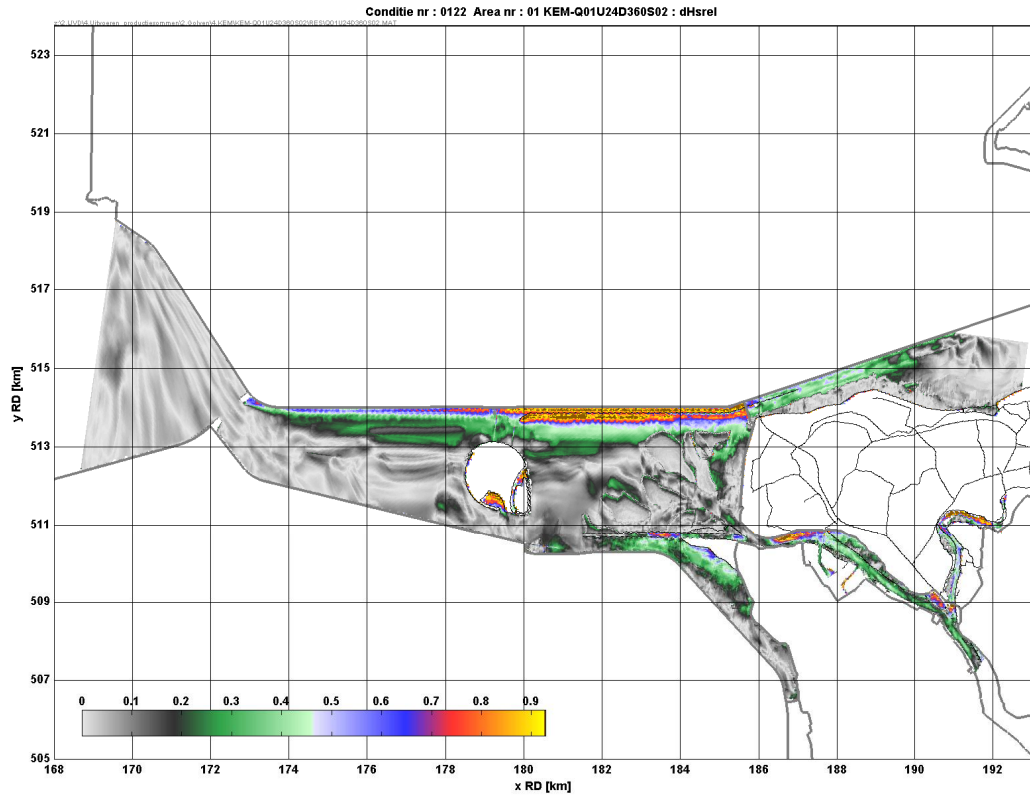
Figuur 3.9 Relatieve verandering in T_{m01} (%) tussen laatste en voorlaatste iteratie gehele gebied



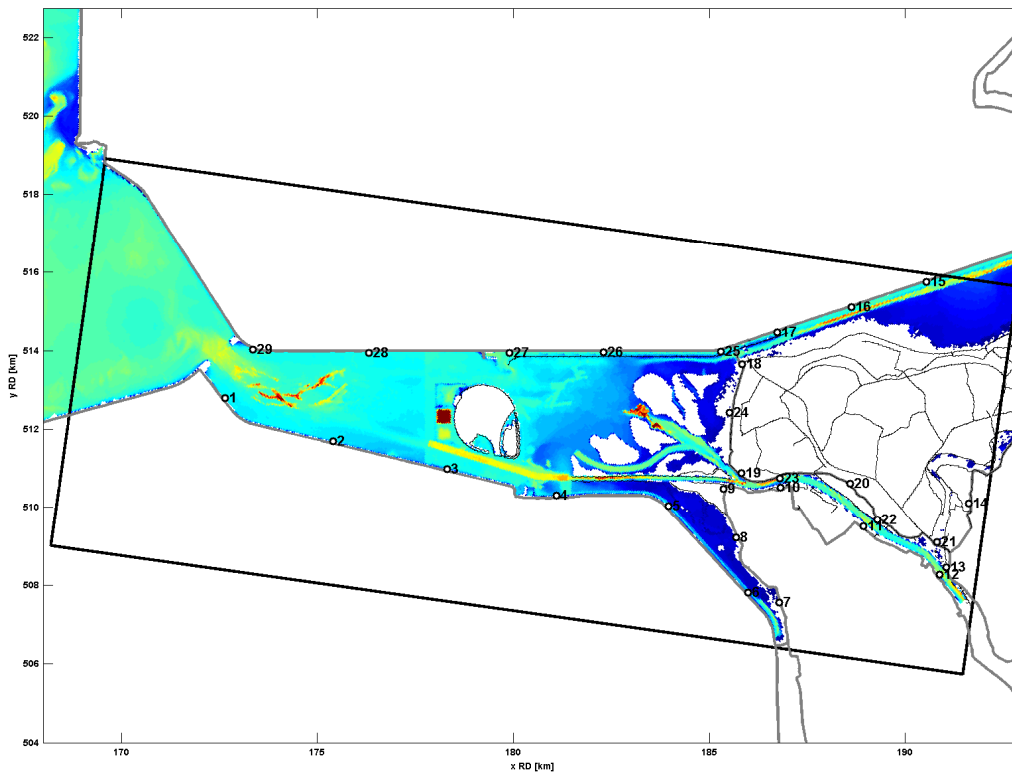
Figuur 3.10 Relatieve verandering in H_{m0} (%) tussen laatste en voorlaatste iteratie deelgebied 11



Figuur 3.11 Relatieve verandering in T_{m01} (%) tussen laatste en voorlaatste iteratie deelgebied 11



Figuur 3.12 Relatieve verandering in H_{m0} (%) tussen laatste en voorlaatste iteratie gehele gebied case Q01U24D360S02



Figuur 3.13 Testlocaties in het KEM model

3.8 Conclusies

De enige onregelmatigheid die de procedurele controle aan het licht gebracht heeft is het niet-convergeren van 19 berekeningen in de KEM serie. Van deze 19 berekeningen is het globale en het lokale convergentiegedrag onderzocht. Dit onderzoek geeft geen aanleiding de berekeningen af te keuren. Het globale convergentiegedrag kent een glad verloop en heeft geen gebieden geïdentificeerd waarin de relatieve golfhoogte en T -periode veranderingen uitzonderlijk veel hoger zijn dan omliggende gebieden. Ook het lokale convergentiegedrag vertoont een glad verloop en de veranderingen in H_{m0} en T_{m01} tussen de laatste twee iteraties zijn zeer klein (kleiner dan 1%) wat betekent dat de berekeningen in lokale zin wel zijn geconvergeerd.

De uiteindelijke conclusie van de procedurele controle is dat er geen berekeningen uit de YSM en KEM series hoeven worden uitgesloten.

4 Fysische controles

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de opzet en de resultaten van de zogenaamde fysische controles beschreven. Voor YSM is de controle beperkt tot een visuele controle van het golfveld over het gehele modelgebied (IJsselmeer) en voor het gebied rond de aansluiting met het KEM model, met als doel te controleren of het nesten van het KEM model in het YSM model goed is gegaan. Deze controle is uitgevoerd voor alle Q01 condities. Voor KEM zijn wel alle gedetailleerde controles als beschreven in dit rapport uitgevoerd, zowel op puntuitvoer als op de ruimtelijke velden.

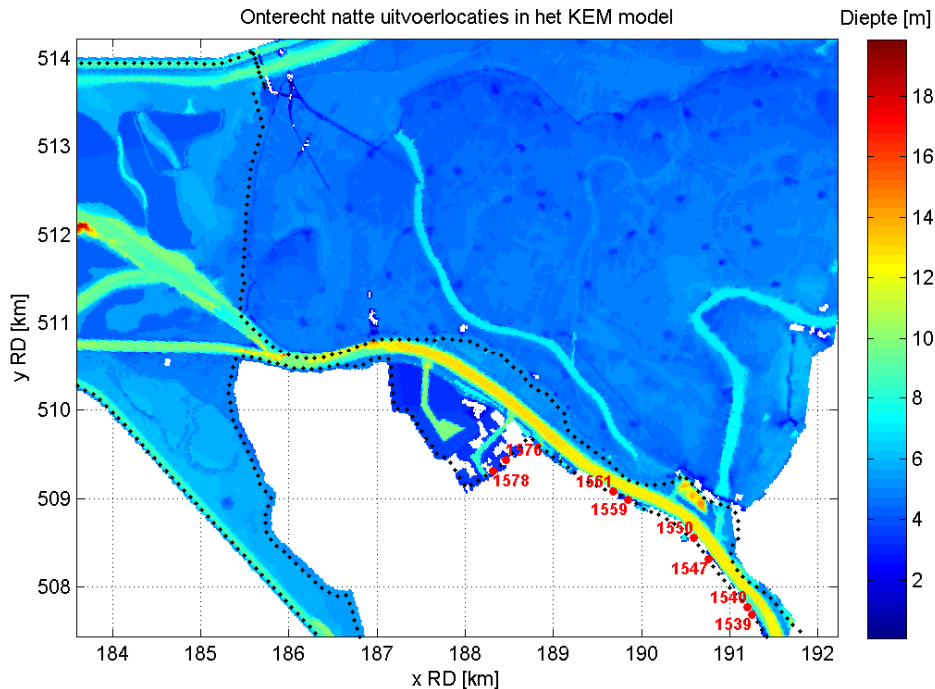
De YSM controles hebben geen onregelmatigheden aan het licht gebracht en worden niet verder in beschreven in dit rapport. Tenzij anders aangegeven hebben alle in dit hoofdstuk beschreven controles betrekking op KEM.

De eerste controle, beschreven in paragraaf 4.2, is een handmatige controle op uitvoerlocaties die onterecht nat dan wel droog zijn. In paragraaf 4.3 is de kwaliteit van de uitvoerpunten bepaald aan de hand van de waarden van een tiental parameters. De minimale en maximale waarden van een aantal parameters, bepaald per uitvoerlocaties over alle berekeningen, zijn het onderwerp van paragraaf 4.4. In paragraaf 4.5 is vervolgens beoordeeld of de golfhoogte en –periode consistent gedrag vertoont in die zin dat deze toenemen met toenemende wind snelheid. Deze drie controles betreffen dus controles op de uitvoerlocaties. In paragraaf 4.6 zijn diverse detail controles op ruimtelijke velden van een aantal parameters uitgewerkt. De conclusies van dit hoofdstuk zijn samengevat in paragraaf 4.7.

4.2 Identificatie onterecht natte uitvoerpunten

Uit visuele controle van de resultaten van de productieberekeningen is gebleken dat sommige uitvoerlocaties onterecht nat en sommige locaties onterecht droog zijn. Onterecht droge punten zijn locaties die wel door 4 natte roosterpunten zijn omgeven maar waarvoor het TAB-bestand dummy waarde (als gevolg van droogval) als golfparameters laat zien. Onterecht natte locaties zijn locaties die door 4 droge roosterpunten zijn omgeven, maar waarvoor het TAB-bestand wel eindige golfparameters bevat. Dit kan optreden als gevolg van lokale oneffenheden in het bodembestand. Een lokale verdieping van orde 20 m x 20 m valt immers in 1 roostercel. De lokale waterdiepte in deze natte cel zal klein zijn, evenals de berekende golfcondities. Het is dan niet zinvol om het natte punt als zodanig aan te merken. Om de reden hebben we de locaties verworpen.

Naar aanleiding van deze constatering zijn alle uitvoerpunten nagelopen en zijn deze onterecht natte of droge locaties geïdentificeerd. Voor KEM zijn zodoende acht onterecht natte locaties aangetroffen. Dit betreft uitvoerlocaties **1539, 1540, 1547, 1550, 1559, 1561, 1576** en **1578**, allen gelegen langs de westelijke oever van de IJssel, zie Figuur 4.1. Voor KEM zijn geen onterecht droge locaties aangetroffen. Deze acht onterecht natte locaties zijn verworpen.



Figuur 4.1 Acht onrecht natte uitvoerlocaties langs de westelijke oever van de IJssel

4.3 Kwaliteit van de uitvoerpunten

4.3.1 Beschrijving van de controle

In deze paragraaf is de kwaliteit van de uitvoerpunten bepaald door voor een tiental parameters te bepalen of deze binnen een vooraf bepaald bereik liggen. Deze parameters en het bereik per parameter is samengevat in Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Parameters en bijbehorend bereik gebruikt voor het bepalen van de kwaliteit van de uitvoerpunten

Parameter	Symbol	Eenheid	Ondergrens	Bovengrens
Waterdiepte	d	m	0,05	100
Significante golfhoogte	H_{m0}	m	0	4
Piek golfperiode	T_p	s	0	8
Gemiddelde golfperiode	$T_{m-1,0}$	s	0	6
Gemiddelde golfperiode	T_{m01}	s	0	6
Gemiddelde golfperiode	T_{m02}	s	0	6
Golfrichting	θ	°	0	360
Richtingspreiding	dspr	°	10	100
Golfsteilheid	s	[-]	0	0,16
Brekerparameter	γ	[-]	0	1,2

De golfsteilheid s wordt berekend als de significante golfhoogte gedeeld door de golflengte. De golflengte is, in navolging van de WTI2011 controles, berekend als de diepwater golflengte $L_0 = (g/2\pi)T^2$ op basis van de periode $T_{m-1,0}$. De brekerparameter of relatieve

golfhoogte γ is berekend als de verhouding tussen de significante golfhoogte en de lokale waterdiepte. De bovengrenzen van de golfsteilheid en brekerparameter zijn enigszins gebaseerd op het Miche-criterium (Miche, 1951) voor regelmatige golven.

Op diep water reduceert dit criterium tot een maximale golfsteilheid van 0,14 en op ondiep water tot maximale verhouding van golfhoogte en –diepte van 0,78. Hierbij is het van belang op te merken dat dit criterium gebaseerd is op regelmatige golven; voor onregelmatige golven zullen deze bovengrenzen anders zijn en niet exact gedefinieerd. In die zin kan er beter gesproken worden van signaalwaarde dan van criterium. Op basis van de resultaten van de productieberekeningen is er voor gekozen de signaalwaarde van de golfsteilheid op 0,16 te stellen en die voor de brekerparameter op 1,2. Deze waarden zijn voldoende klein om uitschieters te identificeren en voldoende groot om niet heel veel realisaties van de steilheid of brekerparameter als overschrijdingen te markeren.

Met het Matlab script 'KEM_FysContr_KwaliteitUitvoerpunten.m' is voor KEM per uitvoerlocatie bepaald in hoeveel procent van de berekeningen alle tien parameters binnen het gedefinieerde bereik liggen. Afhankelijk van dit percentage is een score 'goed', 'matig' of 'slecht' aan de betreffende uitvoerlocatie toegekend. Indien het uitvoerpunt permanent droog is (d.i. in alle berekeningen), is de locatie als 'droog' aangemerkt. In Tabel 4.2 is de definitie van de kwaliteit van een uitvoerlocatie gegeven.

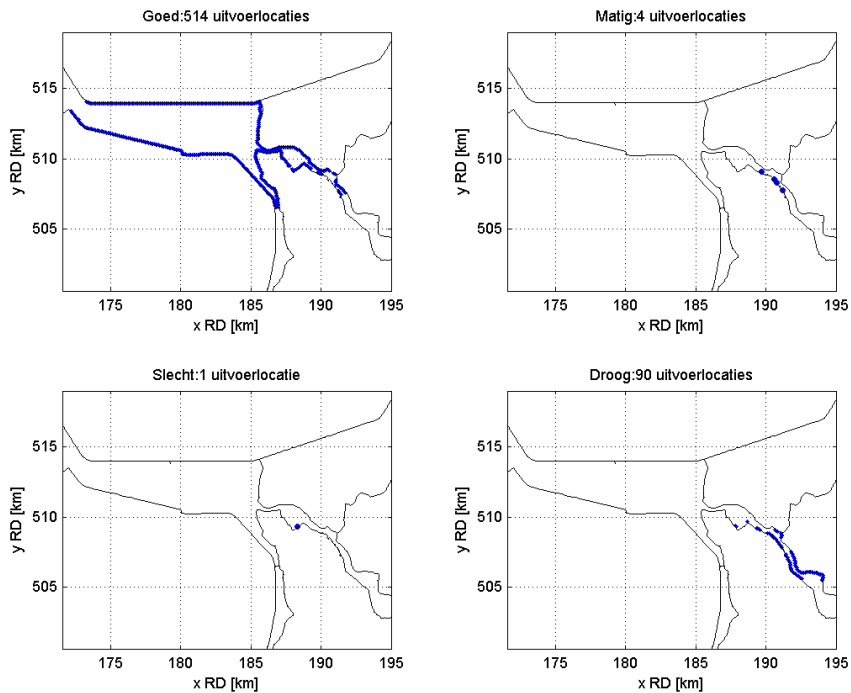
Tabel 4.2 Definitie van de kwaliteit van de uitvoerlocaties

Kwaliteit	Criterium – Percentage p berekeningen waarvoor alle 10 parameters binnen gesteld bereik liggen
Goed	$p \geq 95\%$
Matig	$80\% \leq p < 95\%$
Slecht	$p < 80\%$

4.3.2 Uitwerking van de controle

In Figuur 4.2 is de kwaliteit van de basis uitvoerlocaties in de IJssel-Vechtdelta weergegeven voor de berekeningen met gesloten kering, de YVG serie. Van de 609 basis uitvoerlocaties zijn 514 locaties aangemerkt als 'goed', 4 als 'matig' en 1 als 'slecht'. Bovendien zijn 90 locaties permanent droog. Dit zijn allen locaties die langs de oever van de IJssel liggen die door de hoge ligging permanent droog zijn. Eén en ander is samengevat in Tabel 4.3.

De enige slechte locatie ligt op het industriegebied van Kampen. De vier matige locaties liggen allen langs de westelijke oever van de IJssel.



Figuur 4.2 Kwaliteit van de basis uitvoerlocaties in het Ketelmeer en Vossemeer

Tabel 4.3 Kwaliteit van de basis uitvoerlocaties in het Ketelmeer en Vossemeer

Kwaliteit	Aantal basis uitvoerlocaties	Relatief t.o.v. 609 locaties	Relatief t.o.v. 519 natte locaties
Goed	514	84,4%	99,0%
Matig	4	0,7%	0,8%
Slecht	1	0,2%	0,2%
Droog	90	14,8%	-

In Appendix A is voor iedere locatie de score aangegeven. Locaties met een goede kwaliteit zijn groen gemarkeerd, die met een matige kwaliteit zijn oranje gemarkeerd en die met een slechte kwaliteit zijn rood. Permanent droge locaties zijn blanco. In Tabel 4.4 zijn de matige en slechte locaties nog eens samengevat.

Tabel 4.4 Matige en slechte uitvoerlocaties

Kwaliteit	Locatie
Matig	1540 1547 1550 1561
Slecht	1578

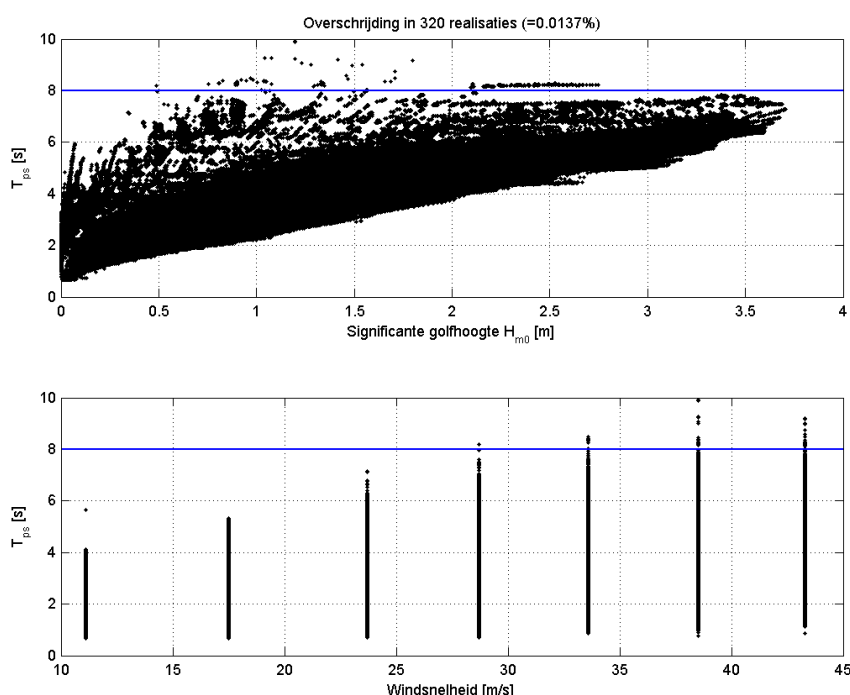
4.3.3 Nadere analyse van de controle

In deze paragraaf wordt nader onderzoek gedaan naar de oorzaak van de matige en slechte scorende locaties. Na analyse van de tien gecontroleerde parameters blijkt dat de oorzaak van de matige en slechte scores is gelegen in kleine overschrijdingen van de brekerparameter en de golfsteilheid en met name in overschrijdingen van de piek periode. Dit is inzichtelijk gemaakt in Figuur 4.3 waarin de piek golfperiode als functie van de significante golfhoogte en windsnelheid is weergegeven. In Figuur 4.4 en Figuur 4.5 zijn de golfsteilheid en de brekerparameter als functie van de significante golfhoogte, de piek golfperiode en windsnelheid weergegeven.

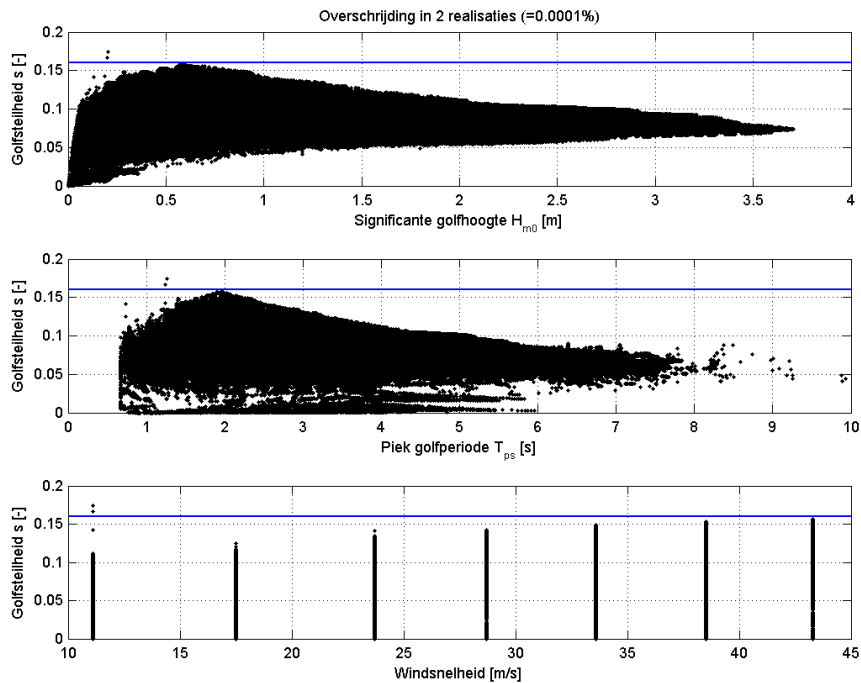
In de titel van deze figuren is aangegeven hoeveel realisaties de bovengrens overschrijden. Het aantal realisatie is het aantal overschrijdingen gesommeerd over alle uitvoerlocaties en alle berekeningen. Tussen haakjes is het aantal realisaties uitgedrukt ten opzichte van het totaal aantal realisaties van de betreffende parameter. Het totaal aantal realisaties is gedefinieerd als het aantal uitvoerlocaties vermenigvuldigd met het aantal berekeningen dus 609 maal 3822 is 2.327.598 (de permanent droge locaties zijn in deze berekening wel meegenomen).

De figuren illustreren dat de vier matige en één slechte scores met name veroorzaakt zijn door 320 overschrijdingen van de bovengrens van de piek golfperiode. De overschrijdingen treden op bij de vier grootste windsnelheden.

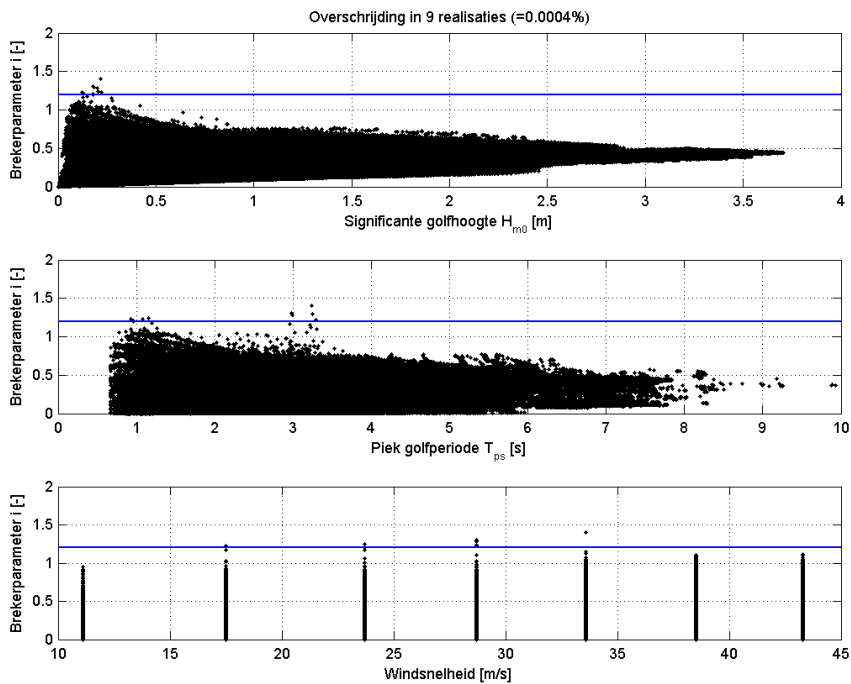
De bovengrens van 8 s is een redelijk strenge eis; het is niet uitgesloten dat golven daadwerkelijk een dergelijke piek periode hebben en dat perioden van 8 s dus geen fysisch onrealistische uitschieters zijn. Echter gezien het beperkte aantal locaties dat hierdoor als slecht of matig is aangemerkt wordt dit strenge criterium in stand gehouden. In de controle op de minimale en maximale parameter waarden in paragraaf 4.4 is meer aandacht besteed aan het vóórkomen van uitschieters in de piek periode.



Figuur 4.3 Piek golfperiode in alle uitvoerlocaties voor alle berekeningen als functie van de significante golfhoogte (boven) en windsnelheid (onder). De bovengrens van 8 s is aangegeven met de blauwe lijn.



Figuur 4.4 Golfsteilheid in alle uitvoerlocaties voor alle berekeningen als functie van de significante golfhoogte (boven), piek golfperiode (midden) en windsnelheid (onder). De bovengrens van 0,16 is aangegeven met de blauwe lijn.



Figuur 4.5 Brekerparameter in alle uitvoerlocaties voor alle berekeningen als functie van de significante golfhoogte (boven), piek golfperiode (midden) en windsnelheid (onder). De bovengrens van 1,2 is aangegeven met de blauwe lijn.

4.3.4 Conclusie van de controle

De controle van de kwaliteit van de uitvoerlocaties heeft 4 locaties aangemerkt als matig en 1 locatie als slecht. De scores zijn met name veroorzaakt door een overschrijding van de (strengere) bovengrens van de piek golfperiode.

De matige en slechte uitvoerlocaties zijn gering in aantal en hebben een enigszins verspreide ligging; bij verwerping van deze locaties blijven voldoende alternatieve uitvoerlocaties beschikbaar. De matige en slechte uitvoerlocaties **1540, 1547, 1550, 1561** en **1578** worden derhalve verworpen.

4.4 Controle op minimale en maximale waarden in uitvoerpunten

4.4.1 Beschrijving van de controle

In deze paragraaf is de controle op de minimale en maximale waarde per uitvoerlocatie van een aantal golfparameters besproken. Deze minimale en maximale waarde per uitvoerlocatie is bepaald over alle 3822 berekeningen en het verloop ervan is langs de oever geplot. De golfparameters die zijn beschouwd zijn H_{m0} , T_{ps} , $T_{m-1,0}$, T_{m01} en T_{m02} .

De controle is erop gericht uitschieters te identificeren die mogelijk het gevolg zijn van (lokale) instabiliteiten in de SWAN resultaten.

4.4.2 Uitwerking van de controle

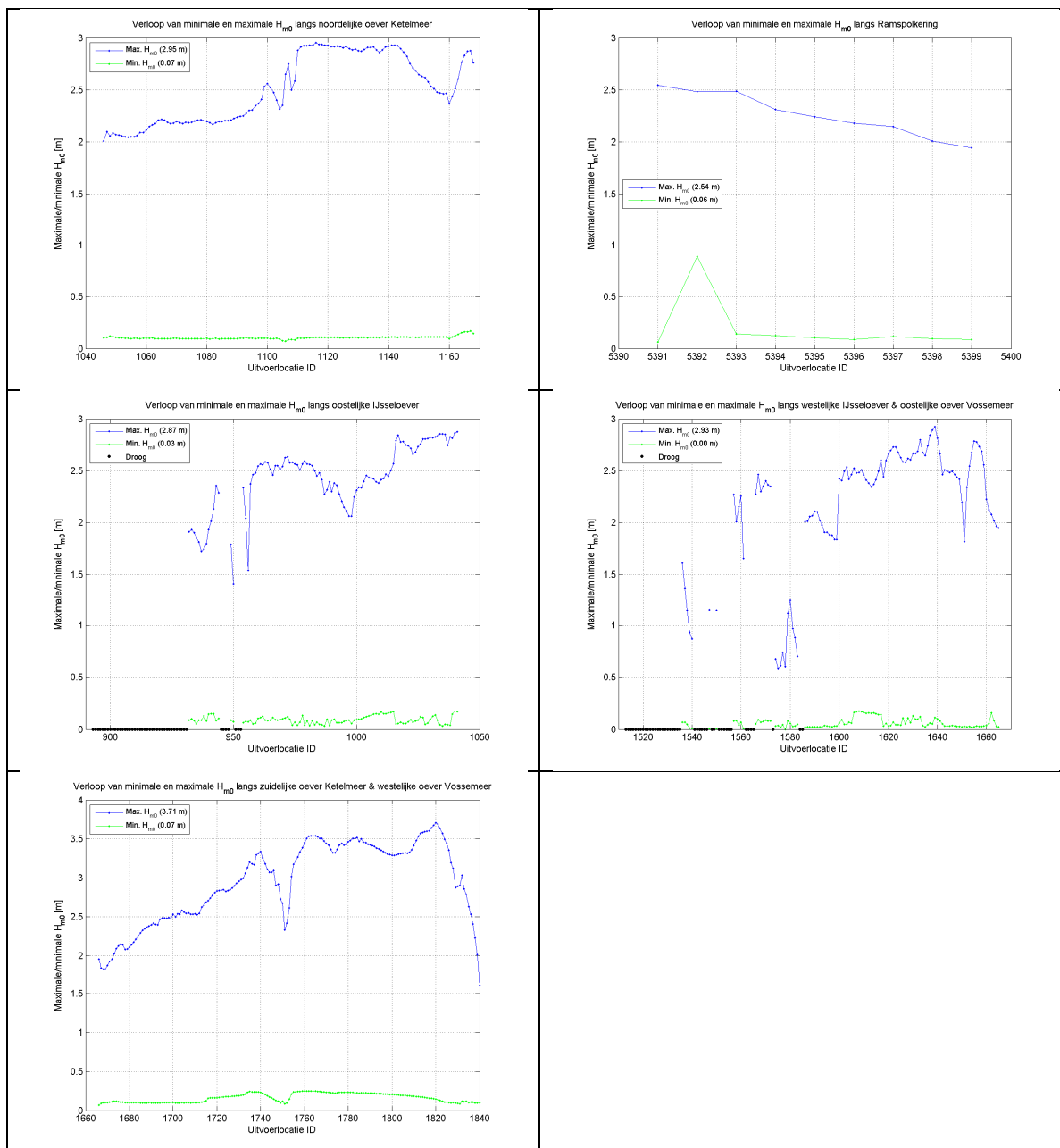
4.4.2.1 golfhoogte H_{m0}

Het verloop van de minimale en maximale significante golfhoogte per uitvoerlocatie, bepaald over alle 3822 berekeningen, is weergegeven in Figuur 4.6. Dit verloop is verdeeld over vijf figuren welke overeenkomen met de vijf oeversecties als geschetst in Figuur 2.7.

Het verloop van de maximale significante golfhoogte laat in de eerste plaats geen hoge uitschieters zien die er mogelijk op zouden wijzen dat de golfhoogte beïnvloed is door een lokale instabiliteit. Verder is het verloop van de maximale golfhoogte logisch en verklaarbaar vanuit de al dan niet beschutte ligging van de locaties, korte strijklengtes meer stroomopwaarts op de IJssel, etc.

Een paar zaken vallen op:

- 1 Maximale significante golfhoogte die in locaties 1574 – 1583 beduidend lager is dan in de omliggende locaties;
- 2 Maximale significante golfhoogte die in locatie 1651, en in mindere mate in locaties 1650 en 1652, beduidend lager is dan in de omliggende locaties;
- 3 Maximale significante golfhoogte die in locaties 1747 – 1754 beduidend lager is dan in de omliggende locaties.

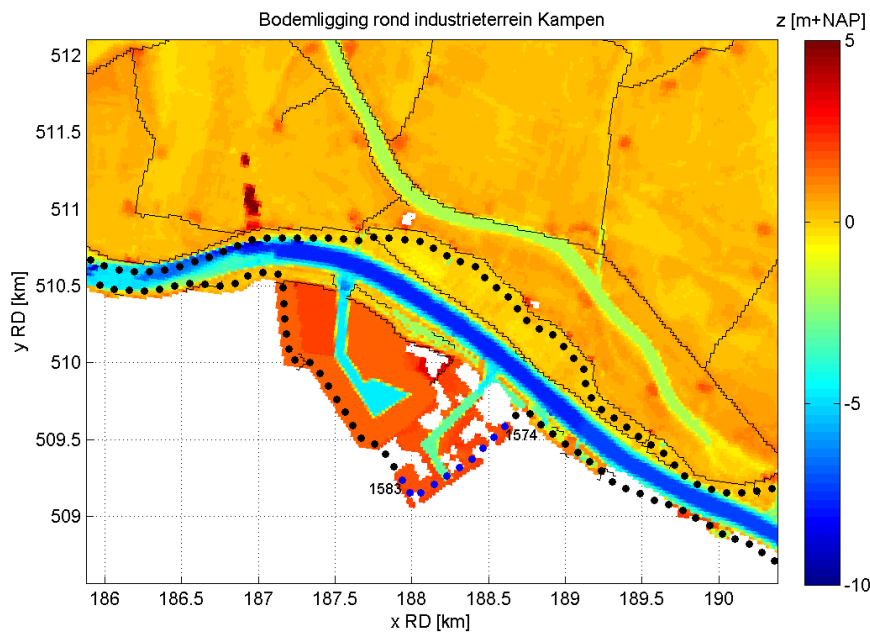


Figuur 4.6 Minimale en maximale significante golfhoogte in de uitvoerlocaties bepaald over alle 3822 berekeningen

Ad 1.

De bodemligging rond uitvoerlocaties 1574 – 1583 is weergegeven in Figuur 4.7. De figuur laat duidelijk zien dat deze locaties op het industrieterrein van Kampen liggen. De locaties liggen achter hoge gebieden, geïsoleerd van andere uitvoerlocaties in de buurt. Deze geïsoleerde ligging achter hoge gebieden verklaart de afwijkend lagere maximale significante golfhoogte in deze locaties.

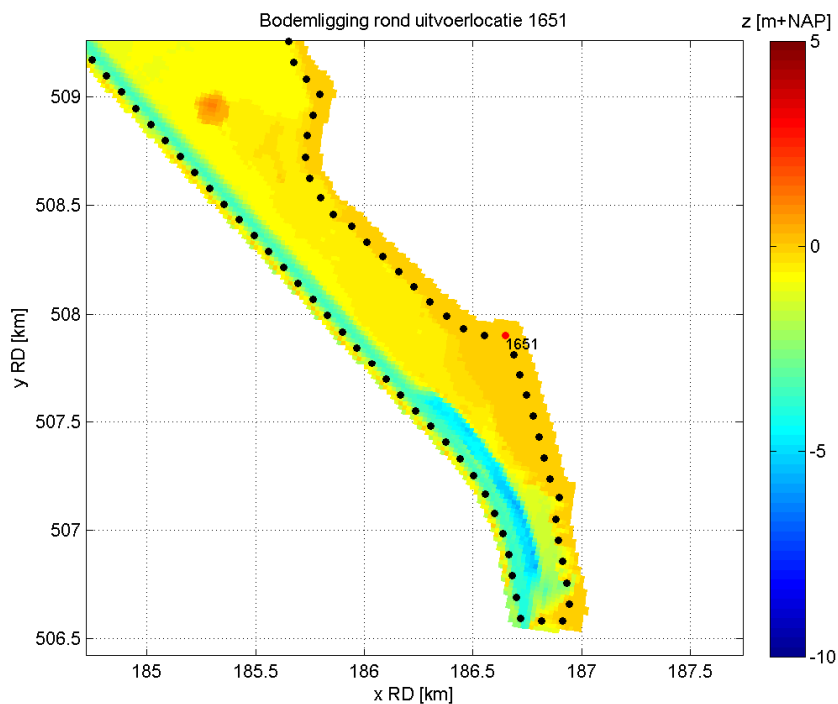
Merk bovendien op dat één van de locaties (1578) onterecht nat en als slechte gekwalificeerd is en daarom al verworpen is.



Figuur 4.7 Bodemligging rond uitvoerlocaties 1574 – 1583 op het industrieterrein van Kampen

Ad 2.

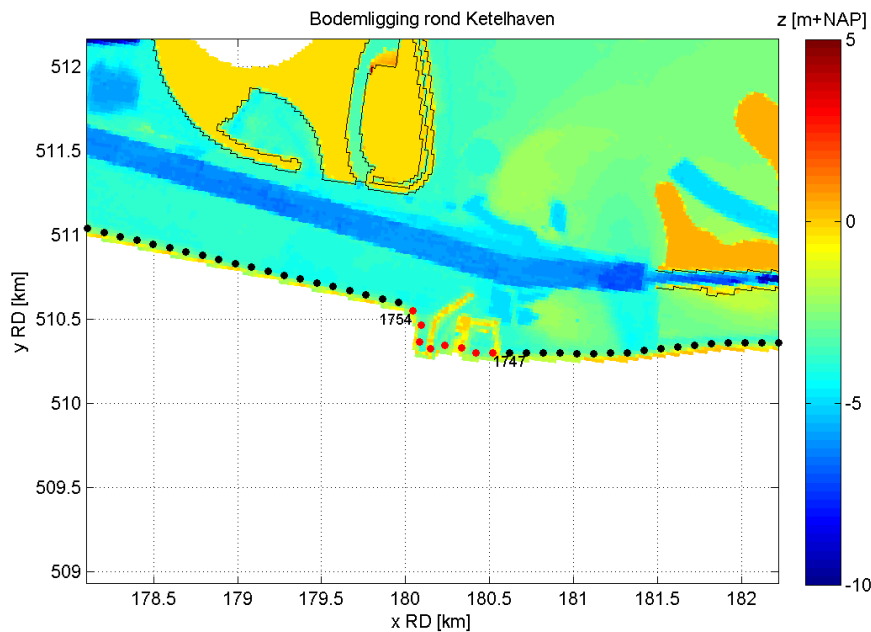
De bodemligging rond uitvoerlocatie 1651 is weergegeven in Figuur 4.8. De figuur illustreert dat deze locatie in een hoek van de dijk ligt en daardoor zeer beschermd is. Dat verklaart waarom de maximale significante golfhoogte in deze locatie significant kleiner is dan in de omliggende locaties.



Figuur 4.8 Bodemligging rond uitvoerlocatie 1651 langs de oostelijke oever van het Vossemeer

Ad 3.

De bodemligging rond uitvoerlocaties 1747 – 1754 is weergegeven in Figuur 4.9. De figuur laat zien dat deze locaties achter de havendammen van de Ketelhaven liggen of in een beschermt gebied tussen de havendam en de oever. Deze geïsoleerde ligging achter hoge gebieden verklaart de afwijkend lagere maximale significante golfhoogte in deze locaties.



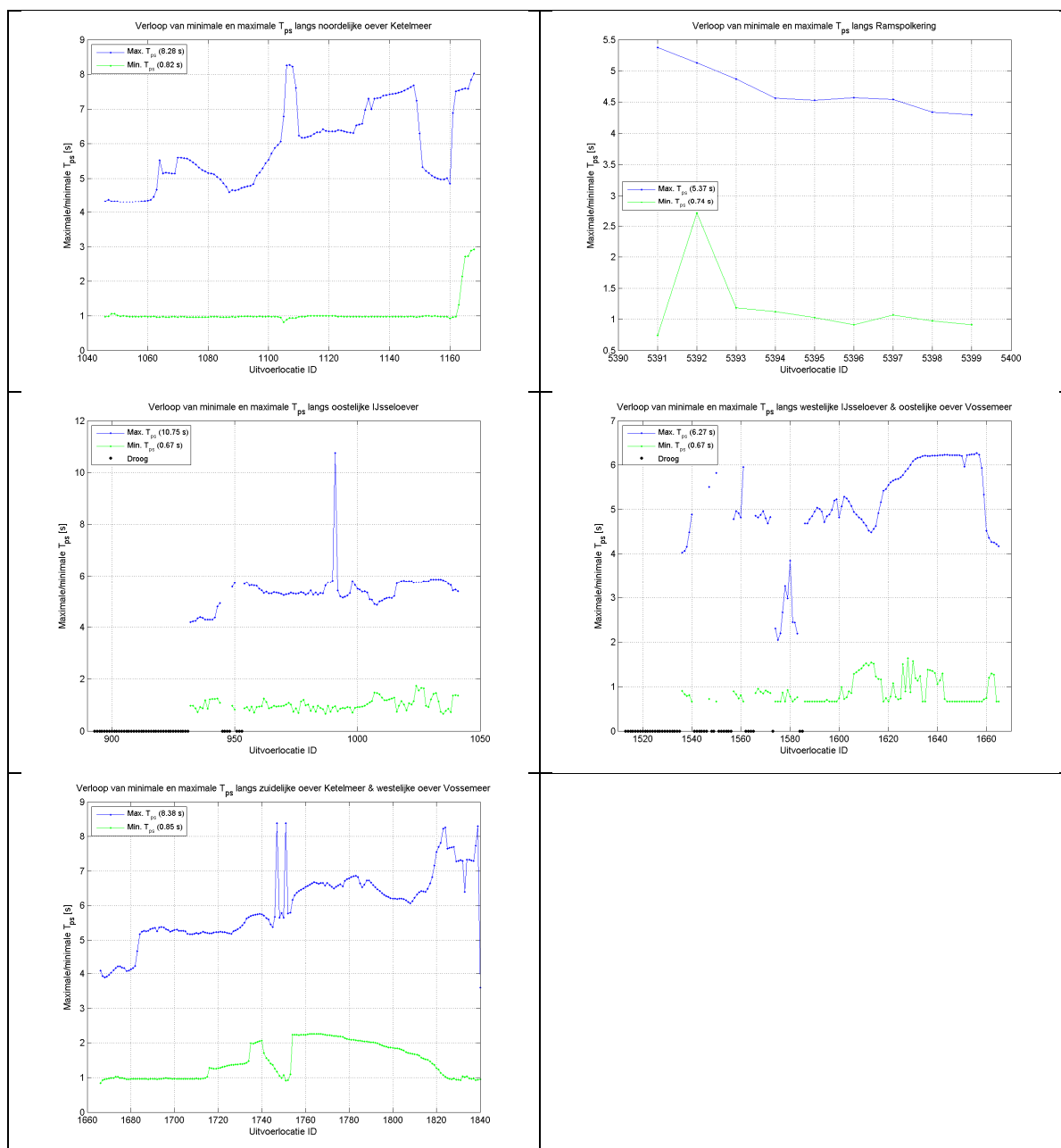
Figuur 4.9 Bodemligging rond uitvoerlocaties 1747 – 1754 rond de Ketelhaven

4.4.2.2 Piek golfperiode T_{ps}

Het verloop van de minimale en maximale piekperiode per uitvoerlocatie, bepaald over alle 3822 berekeningen, is weergegeven in Figuur 4.10. Net als dit het geval is voor de significante golfhoogte, is het grootste gedeelte van het verloop van de minimale en maximale piek golfperiode logisch en verklaarbaar.

Een aantal zaken vallen op:

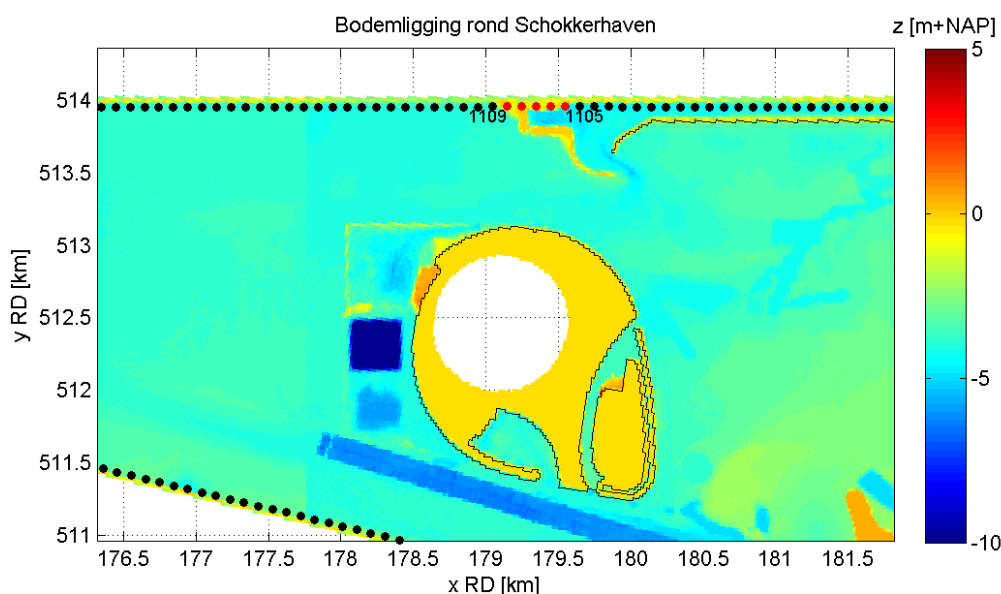
- 1 Afwijkend hoge maximale piek periode in locaties 1105 – 1109;
- 2 Afwijkend lage maximale piek periode in locaties 1149 - 1161
- 3 Geïsoleerde uitschieters in locaties 991, 1746 en 1750;
- 4 Maximale piek golfperioden die in locaties 1574 – 1583 beduidend lager zijn dan in de omliggende locaties.



Figuur 4.10 Minimale en maximale piek golfperiode in de uitvoerlocaties bepaald over alle 3822 berekeningen

Ad 1.

De afwijkend hoge maximale piek periode in locaties 1105 – 1109 zijn gelegen nabij de Schokkerhaven, zie Figuur 4.11. De betreffende locaties liggen, in tegenstelling tot de omliggende locaties, op een hoger gelegen, bebouwd gedeelte. Merk op dat het verloop van de maximale significante golfhoogte in deze locaties wel enigszins grillig is maar de golfhoogte zelf is niet uitzonderlijk hoog of laag ten opzichte van de naast gelegen locaties.



Figuur 4.11 Bodemligging rond de Schokkerhaven

Ad 2.

Locaties 1149 – 1161 met afwijkend lage piek golfperiode zijn gelegen lang het westelijke gedeelte van de noordelijke oever van het Ketelmeer, zie Figuur 4.12. Zoals de figuur illustreert is er niets opmerkelijks te zien in de bodemligging ter plaatse.

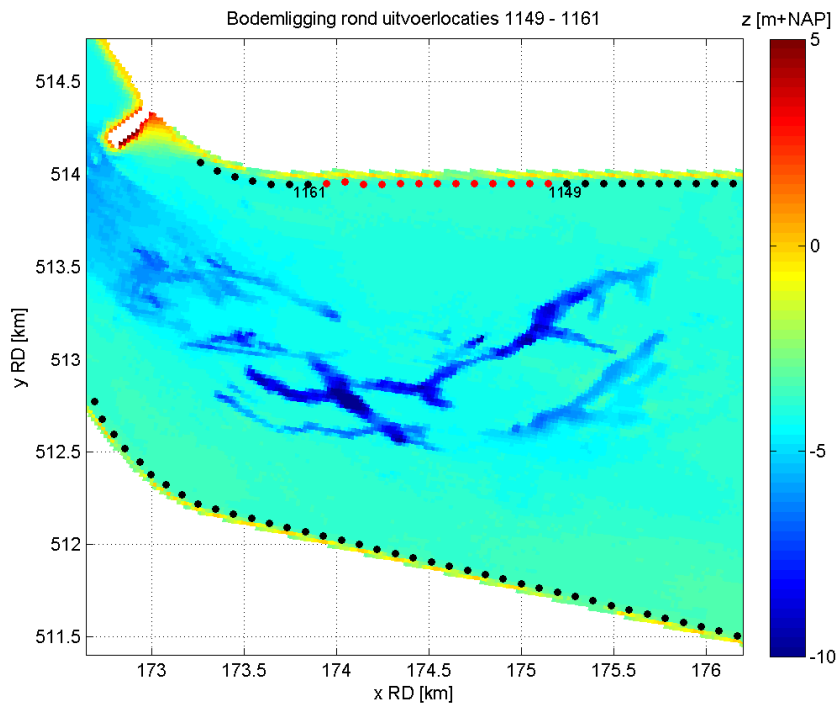
Een detail analyse volgt hieronder:

- De maximale piek periode tussen 6 en 7 s ten oosten van locatie 1149 (locaties ID<1149) hangt samen met een windrichting van 360°, zie Figuur 4.13. De piek perioden bij deze richting zijn significant groter dan de piek perioden bij alle andere richtingen en treden op voor windsnelheden vanaf 24 m/s en bij alle waterstanden;
- In westelijke richting neemt de piek periode bij deze golfrichting af. In locatie 1160 bijvoorbeeld, zie Figuur 4.14, ligt de piek periode voor deze richting tussen de 1 en 2 s waarmee deze perioden juist significant kleiner zijn dan de perioden voor de andere richtingen;
- In Figuur 4.15 is de ruimtelijke verdeling van de piek periode voor stochastcombinatie Q05U39D360S01 weergegeven. De figuur toont dat ongeveer tussen locaties 1131 en 1148 de piek periode beduidend hoger is dan in de omgeving.

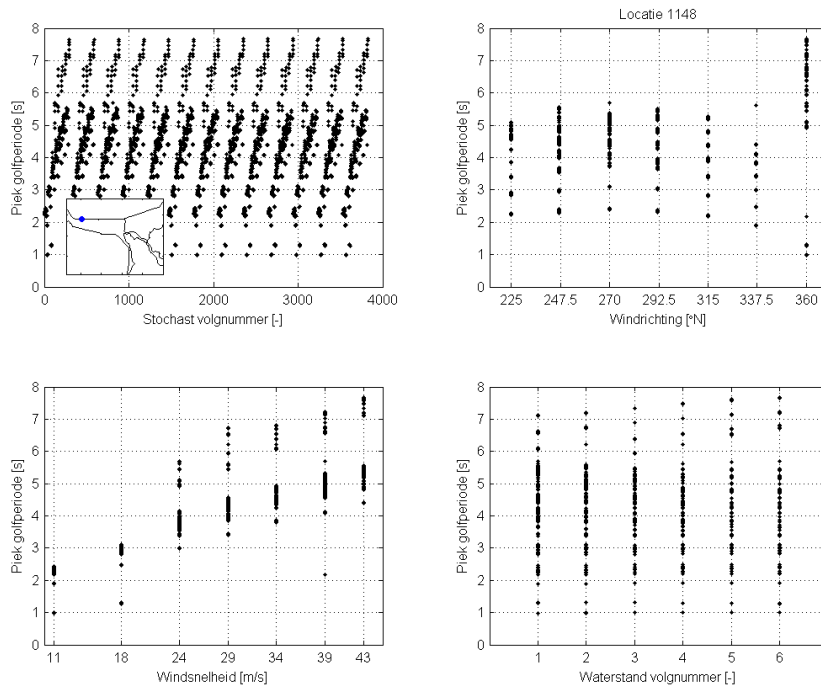
De laatste waarneming geeft aan dat de maximale piek periode in locaties 1149 – 1161 niet afwijkend laag zijn, maar dat de piek periode voor locaties 1131 – 1148 juist afwijkend hoog zijn.

Zoals met Figuur 4.13 is aangetoond, treden deze afwijkend hoge piek perioden in locaties 1131 – 1148 op voor de aflandige richting van 360°. De golfhoogte in deze locaties is door de aflandige wind zeer beperkt, zie Figuur 4.16. Deze hoge T_{ps} waarde heeft te maken met het feit dat het spectrum hier bepaald wordt door lokaal opgewekte en vanuit het IJsselmeer doordringende golven. De 2D spectra voor deze conditie voor een aantal opeenvolgende uitvoerpunten zijn gevisualiseerd in Figuur 4.39. Deze figuur laat duidelijk zien dat het spectrum meertoppig is.

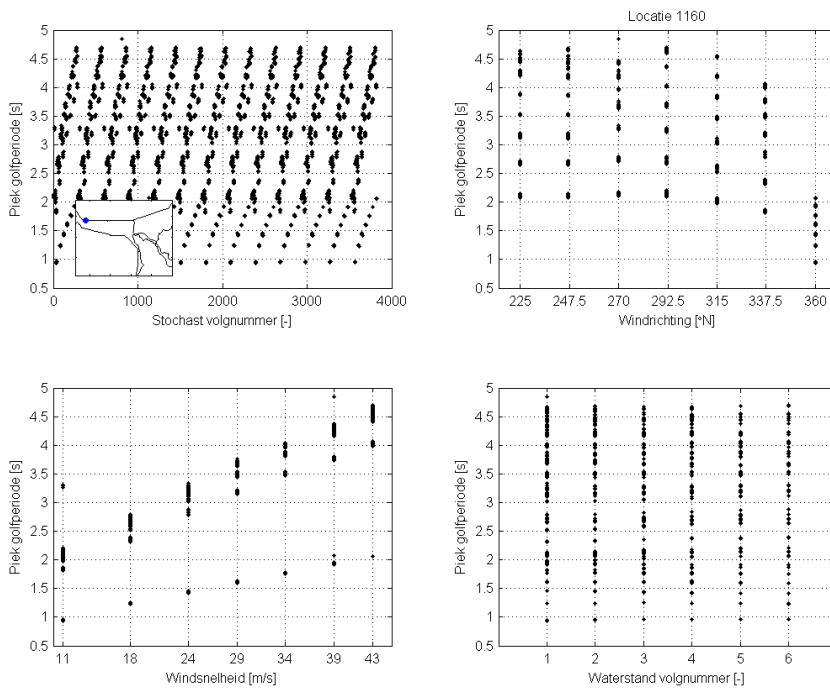
Figuur 4.15 laat ook zien dat het gebied met de afwijkend hoge piek periode beperkt in omvang is en geen uitstralende werking heeft. Figuur 4.16 illustreert daarnaast dat de golfhoogte nergens een afwijkende waarde vertoont. Dit geldt niet alleen voor de getoonde stochastcombinatie maar voor alle combinaties waarin dit gebied met afwijkend hoge piek periode voorkomt.



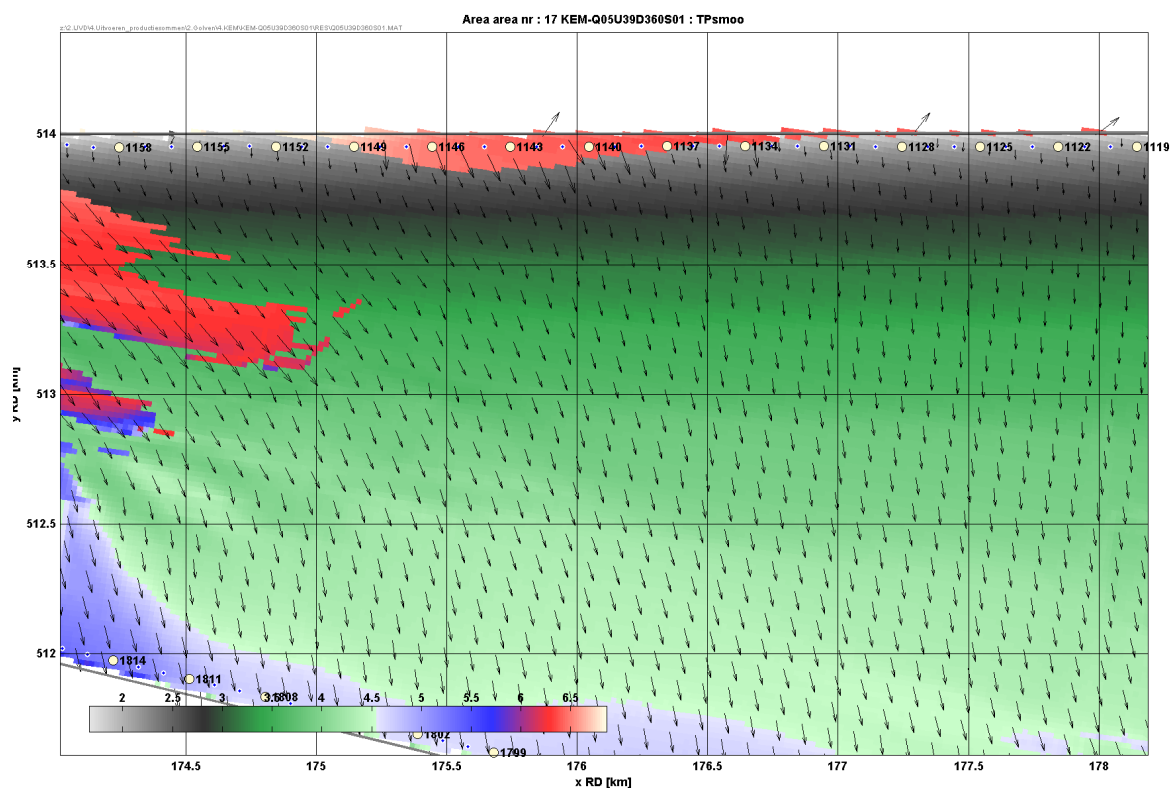
Figuur 4.12 Bodemligging rond uitvoerlocaties 1149 - 1161



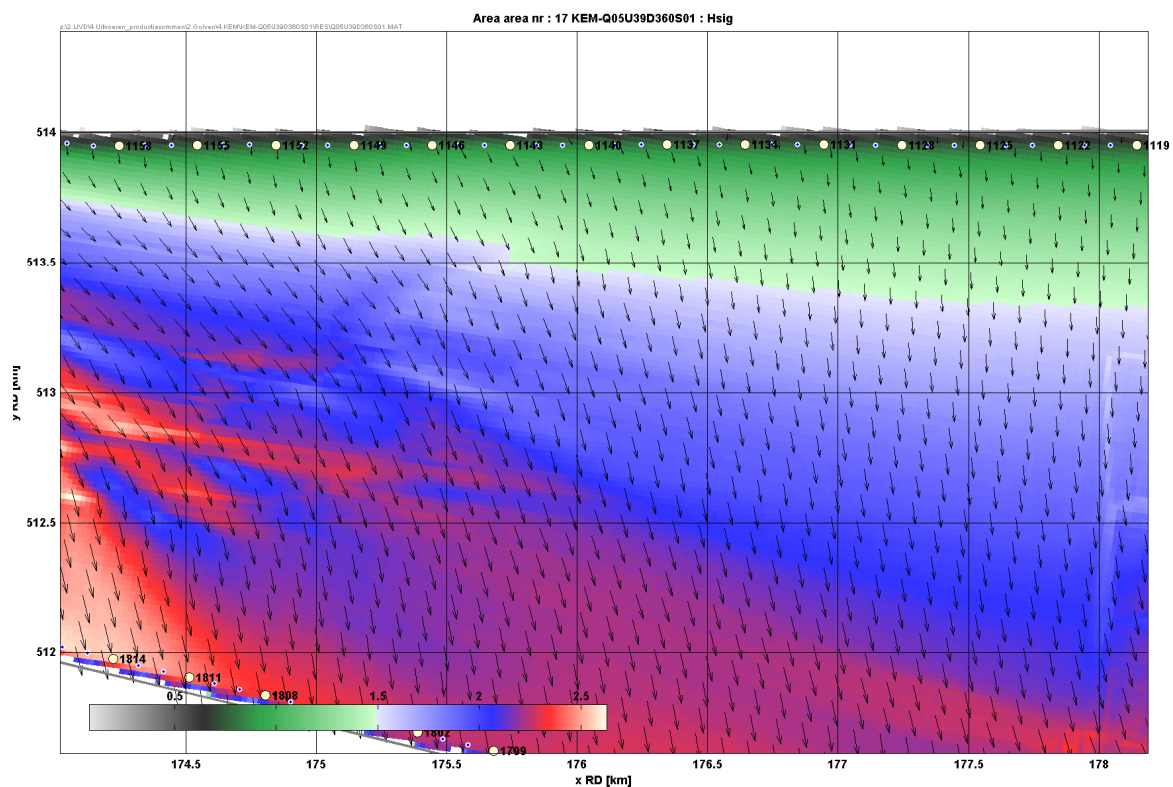
Figuur 4.13 *Piek periode in locatie 1148 voor alle berekeningen*



Figuur 4.14 *Piek periode in locatie 1160 voor alle berekeningen*



Figuur 4.15 Ruimtelijke verdeling van de piek periode [s] voor stochastcombinatie Q05U39D360S01



Figuur 4.16 Ruimtelijke verdeling van de significante golfhoogte [m] voor stochastcombinatie Q05U39D360S01

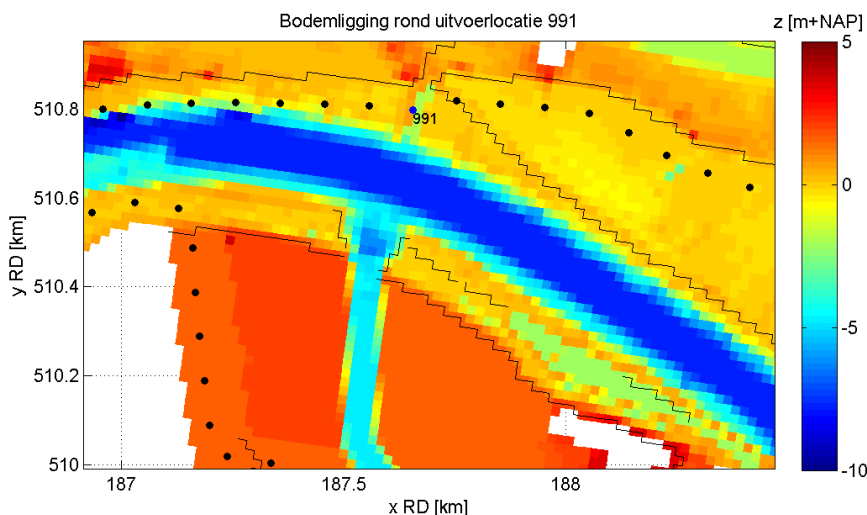
De conclusie met betrekking tot de controle van dit gebied is dan ook dat, hoewel de piek periode voor een aantal combinaties afwijkend hoog is, de hydraulische randvoorwaarden niet nadelig beïnvloed worden omdat het een afluivende windrichting betreft waardoor de golfhoogte beperkt is. Daarnaast heeft dit gebied geen grote uitstralende werking en vertoont het golfhoogte veld helemaal geen onregelmatigheden.

Ad.3

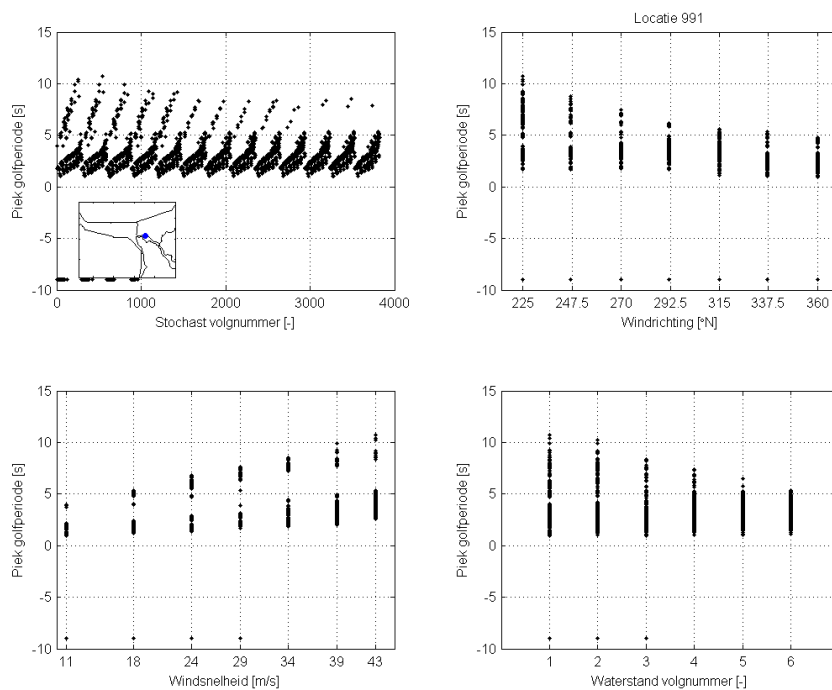
Van deze drie locaties met uitschieters is het gebied waarin locaties 1746 en 1750 gelegen zijn al bij de controle op de maximale golfhoogte geïdentificeerd als een gebied met afwijkende golfcondities, zie Figuur 4.9. Dit betreft het gebied rond de Ketelhaven. Gezien de complexe situatie en de afwijkende waarde van de maximale piek golfperiode in een aantal van deze locaties, wordt aanbevolen uitvoerlocaties 1746 – 1754 te verwerpen.

Locatie 991 is gelegen aan de oostelijke oever van de IJssel. Een detail van de bodemligging rond deze locatie is weergegeven in Figuur 4.17. Deze locatie is gelegen op de overgang van een wat hoger gedeelte naar een wat lager gelegen gedeelte. De maximale golfhoogte in deze locatie vertoont geen afwijkende waarde.

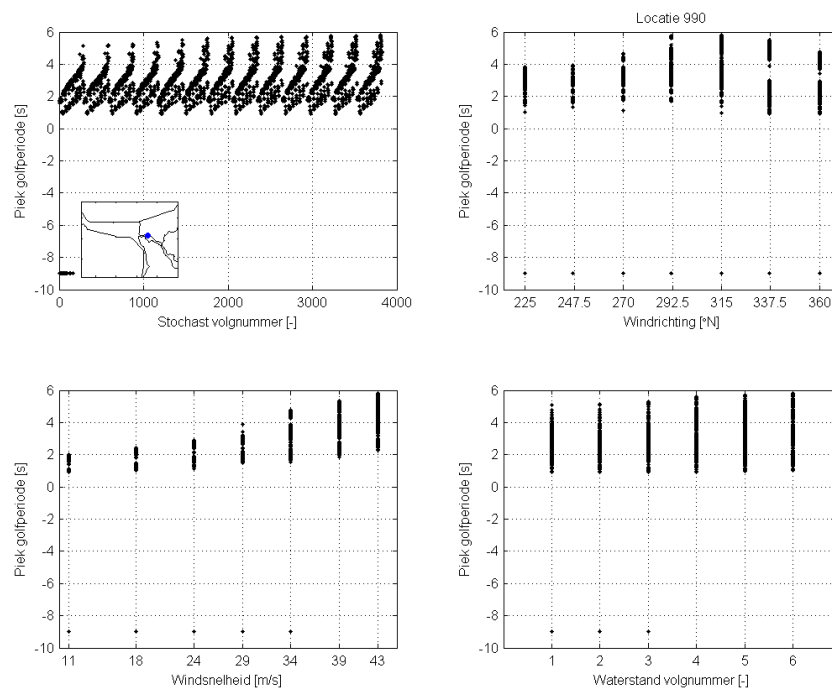
In Figuur 4.18 is de piek periode in locatie 991 voor alle berekeningen getoond. De figuur illustreert dat de uitzonderlijk hoge piek periode in veel meer dan één berekening optreedt. Ter vergelijking zijn in Figuur 4.19 de piek periodes voor de naast gelegen locatie 990, direct ten oosten van locatie 991, getoond. Het verschil tussen beide figuren, waarbij het beeld voor locatie 990 conform de verwachting is, maakt dat locatie 991 verworpen dient te worden.



Figuur 4.17 Bodemligging rond uitvoerlocatie 991 langs oostelijke IJsseloever



Figuur 4.18 Piek periode in locatie 991 voor alle berekeningen



Figuur 4.19 Piek periode in locatie 990 voor alle berekeningen

Ad.4

Uitvoerlocaties 1574 – 1583 waarin de piek golfperiode beduidend lager is dan in de omliggende locaties zijn ook al opgemerkt in de controle op de maximale significante golfhoogte, zie Figuur 4.7. Deze locaties liggen achter hoge gebieden, geïsoleerd van andere uitvoerlocaties in de buurt. Deze geïsoleerde ligging verklaart de afwijkend lagere maximale piek periodes in deze locaties.

4.4.2.3 Gemiddelde perioden $T_{m-1,0}$, T_{m01} en T_{m02}

Ook de gemiddelde perioden zijn gecontroleerd op de minimale en maximale waarde per uitvoerlocatie bepaald over alle berekeningen. De controle van deze parameters hebben geen andere gebieden of locaties met ten opzichte van de omliggende locaties afwijkende waarden aan het licht gebracht.

4.4.3 Conclusie van de controle

Deze controle heeft een aantal uitvoerlocaties aan het licht gebracht waarin de golfcondities sterk afwijken van de omliggende uitvoerlocaties. Een aantal van deze afwijkende golfcondities geeft aanleiding tot het verwerpen van een aantal uitvoerlocaties. Dit zijn:

- Locatie 991 langs oostelijke IJsseloevers;
- Locaties 1746 – 1754 rond Ketelhaven.

4.5 Controle op consistentie van H_{m0} en T_{m01}

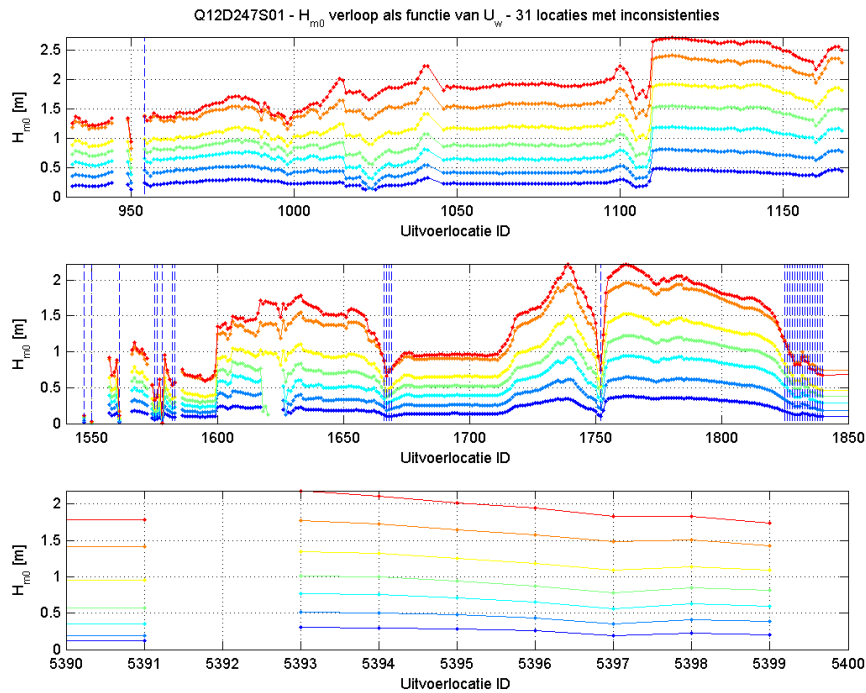
4.5.1 Beschrijving van de controle

Bij gelijke waterstand, windrichting en debiet kan verwacht worden dat de golfhoogte en – periode toenemen met toenemende windsnelheid. De controle die in deze paragraaf is uitgewerkt controleert voor iedere uitvoerlocatie en voor iedere combinatie van waterstand, windrichting en debiet of dit inderdaad het geval is. Dat zijn in totaal 546 combinaties van 13 debieten, 7 windrichtingen en 6 meerpeilen.

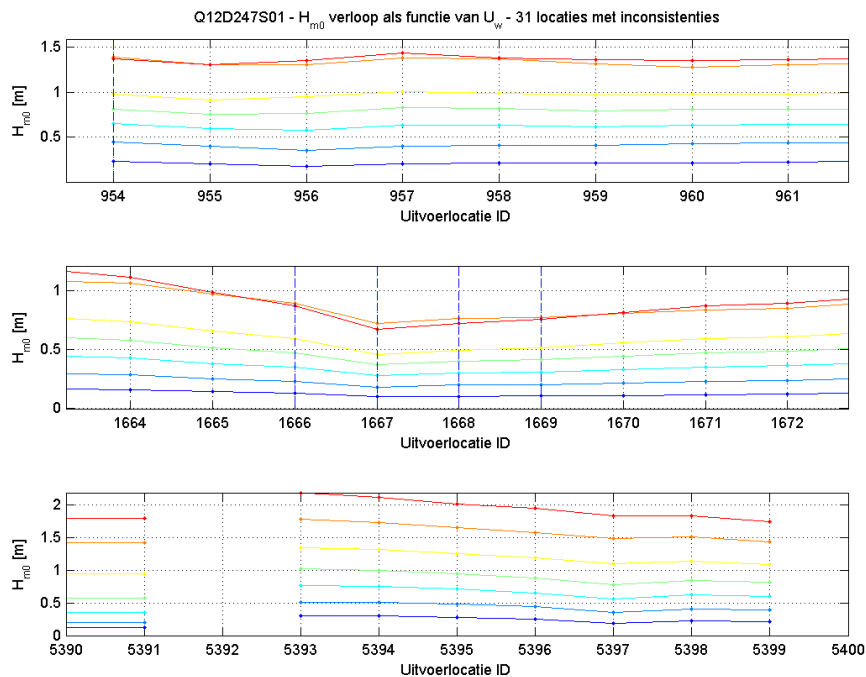
De gecontroleerde parameters zijn de significante golfhoogte H_{m0} en de gemiddelde periode $T_{m-1,0}$. De uitwerking van de controle is op twee manieren gepresenteerd. De eerste manier is door per uitvoerlocatie aan te geven in hoeveel combinaties van waterstand, windrichting en debiet inconsistenties optreden. De tweede manier is door per combinatie aan te geven in hoeveel locaties inconsistenties optreden.

Het is niet de bedoeling van deze controle elke uitvoerlocatie waarin een inconsistentie voorkomt te verwerpen. De controle maakt inzichtelijk in hoeveel locaties en combinaties inconsistenties optreden en in welke mate de inconsistenties in de maatgevende condities voorkomen. Slechts indien beoordeeld wordt dat er te veel inconsistenties voorkomen of dat maatgevende condities in te grote mate door de inconsistenties worden beïnvloed wordt een locatie verworpen.

In Figuur 4.20 is een voorbeeld gegeven van het verloop van de significante golfhoogte langs de oevers als functie van de windsnelheid (in kleur) voor combinatie Q12D247S01. Voor deze combinatie treedt in 31 locaties een inconsistentie op; die locaties zijn aangegeven met de blauwe stippellijn. In Figuur 4.21 is ingezoomd op een aantal inconsistenties.



Figuur 4.20 Verloop van de significante golfhoogte langs de oevers voor de 7 windsnelheden in combinatie Q12D247S01. De inconsistenties in de golfhoogte zijn aangegeven met de blauwe stippellijn. In Figuur 4.21 is een ingezoomde variant van deze figuur weergegeven.



Figuur 4.21 Verloop van de significante golfhoogte langs de oevers voor de 7 windsnelheden in combinatie Q12D247S01; close-up van Figuur 4.20.

De blauwe lijn behoort bij de kleinste windsnelheid en de rode lijn bij de grootste windsnelheid. Daar waar twee lijnen elkaar kruisen is er sprake van een inconsistentie. Om te

voorkomen dat zeer kleine inconsistenties, bijvoorbeeld veroorzaakt door afronding of door een SWAN berekening die net 1 iteratie meer heeft doorlopen, ook daadwerkelijk als inconsistentie wordt aangemerkt, wordt als eis gesteld dat het verschil groter moet zijn dan 1%. Uit Figuur 4.21 valt af te leiden dat zelfs met dit criterium nog altijd kleine inconsistenties worden gevonden.

4.5.2 Uitwerking van de controle

4.5.2.1 Combinaties met inconsistenties in H_{m0} per uitvoerlocatie

Het aantal combinaties met golfhoogte inconsistenties per uitvoerlocaties varieert van 0 tot 83. In het logbestand 'AantalInconsis_Hm_Per_BasisLocs.log' is voor iedere locatie aangegeven hoeveel inconsistenties erin voorkomen. Het samenvattende gedeelte van dit logbestand alsmede alle locaties met meer dan 5 combinaties met inconsistenties is weergegeven in Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Gedeelte van het logbestand 'AantalInconsis_Hm_Per_BasisLocs.log' met aantal inconsistenties in H_{m0} per locatie. Het totale aantal locaties is 609, uit de basisset van uitvoerlocaties.

Samenvatting:
 387 locaties met 0 inconsistenties
 24 locaties met 1 inconsistenties
 74 locaties met 2 inconsistenties
 2 locaties met 4 inconsistenties
 2 locaties met 5 inconsistenties
 4 locaties met 6 inconsistenties
 7 locaties met 7 inconsistenties
 8 locaties met 8 inconsistenties
 6 locaties met 9 inconsistenties
 1 locaties met 10 inconsistenties
 1 locaties met 11 inconsistenties
 1 locaties met 25 inconsistenties
 1 locaties met 53 inconsistenties
 1 locaties met 83 inconsistenties
 90 locaties zijn droog

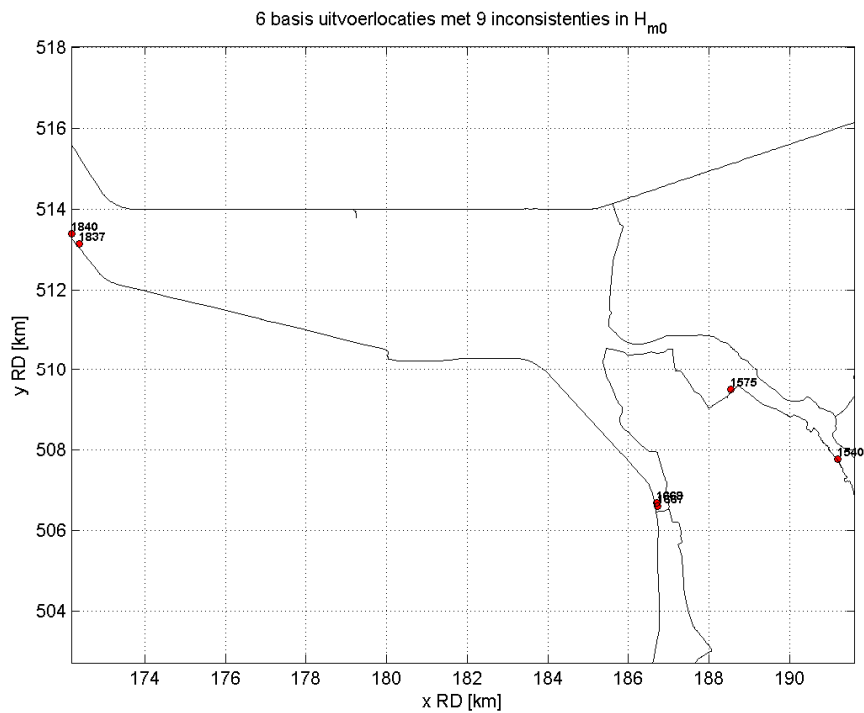
Locatie	# incons	kwaliteit
1578	83	slecht
1547	53	matig
1550	25	matig
1576	11	goed
1561	10	matig
1540	9	matig
1575	9	goed
1667	9	goed
1668	9	goed
1837	9	goed
1840	9	goed
1831	8	goed
1832	8	goed
1833	8	goed
1834	8	goed
1835	8	goed

1836	8	goed
1838	8	goed
1839	8	goed
1669	7	goed
1752	7	goed
1826	7	goed
1827	7	goed
1828	7	goed
1829	7	goed
1830	7	goed
1574	6	goed
1583	6	goed
1666	6	goed
1825	6	goed

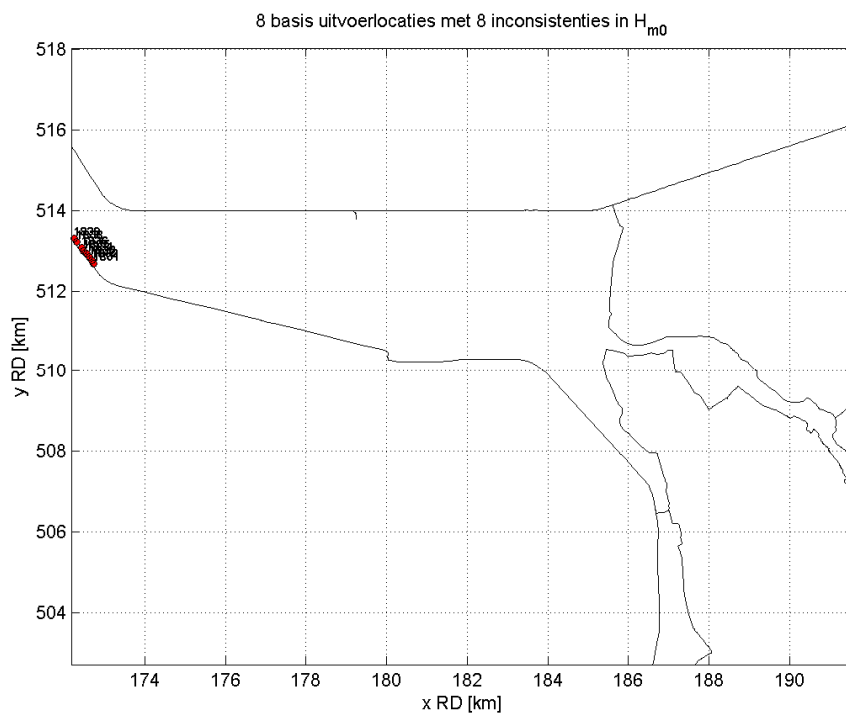
Uit Tabel 4.5 valt af te leiden dat de vier matige en één slecht scorende uitvoerlocaties (zie paragraaf 4.3) tevens locaties zijn met de meeste inconsistenties. De als goed aangemerkte locatie 1576 met 11 inconsistenties is een onterecht natte locatie en was als zodanig al verworpen, zie paragraaf 4.2.

In Figuur 4.22 tot en met Figuur 4.25 zijn de ruimtelijke liggingen van de resterende locaties met 6 of meer inconsistenties weergegeven. Een aantal van deze locaties, t.w. 1574, 1575 en 1583, zijn locaties die op het industrieterrein van Kampen liggen en zijn ook al geïdentificeerd in paragraaf 4.4. Ook locatie 1752 is bij de controle van de maximale golfhoogte aan het licht gekomen. Het verdient aanbeveling locaties **1574**, **1575**, **1583** en **1752** te verwerpen.

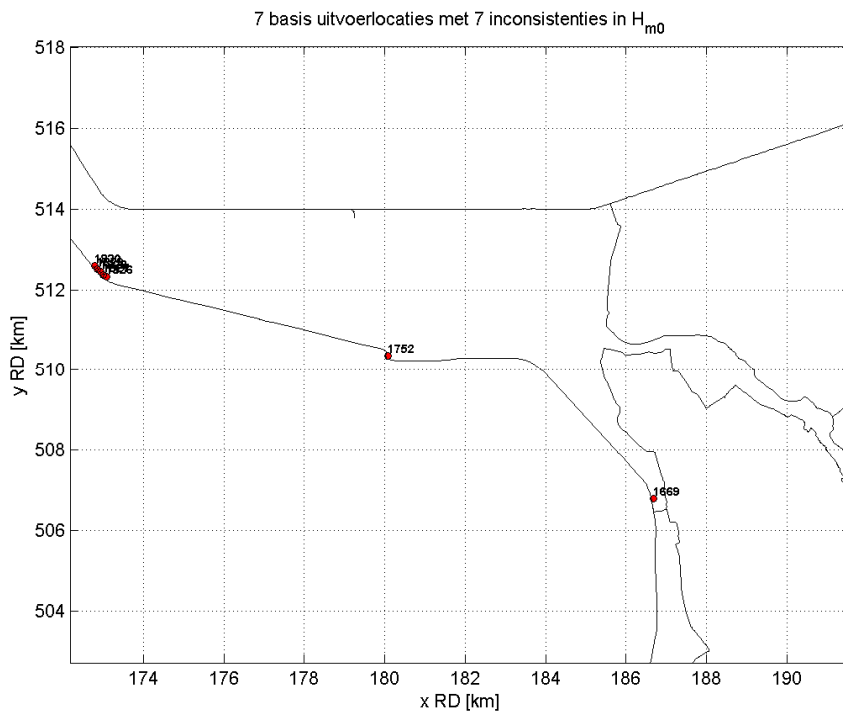
Al de vier figuren in beschouwing nemend vallen nog twee gebieden op door een concentratie van locaties met inconsistenties. Die betreffen de westelijke oever van het Vossemeer (locaties 1666 – 1669) en de zuidelijke oever van het Ketelmeer nabij de Ketelbrug en het IJsselmeer (locaties 1825 – 1840).



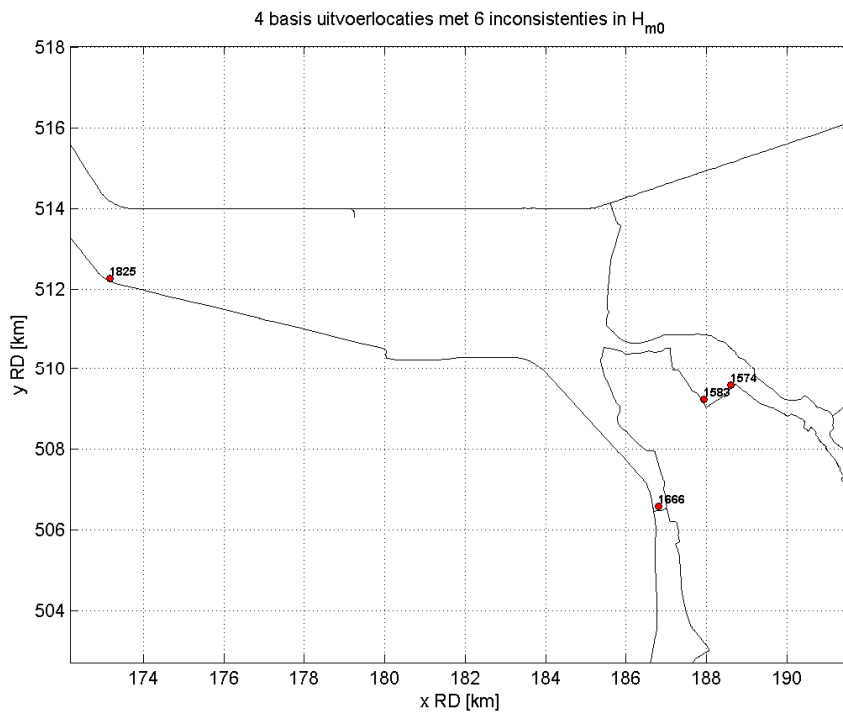
Figuur 4.22 Ruimtelijke ligging van locaties met 9 inconsistenties: 1540, 1575, 1667, 1668, 1837 en 1840



Figuur 4.23 Ruimtelijke ligging van locaties met 8 inconsistenties: 1831, 1832, 1833, 1834, 1835, 1836, 1838 en 1839



Figuur 4.24 Ruimtelijke ligging van locaties met 7 inconsistenties: 1669, 1752, 1826, 1827, 1828, 1829 en 1830

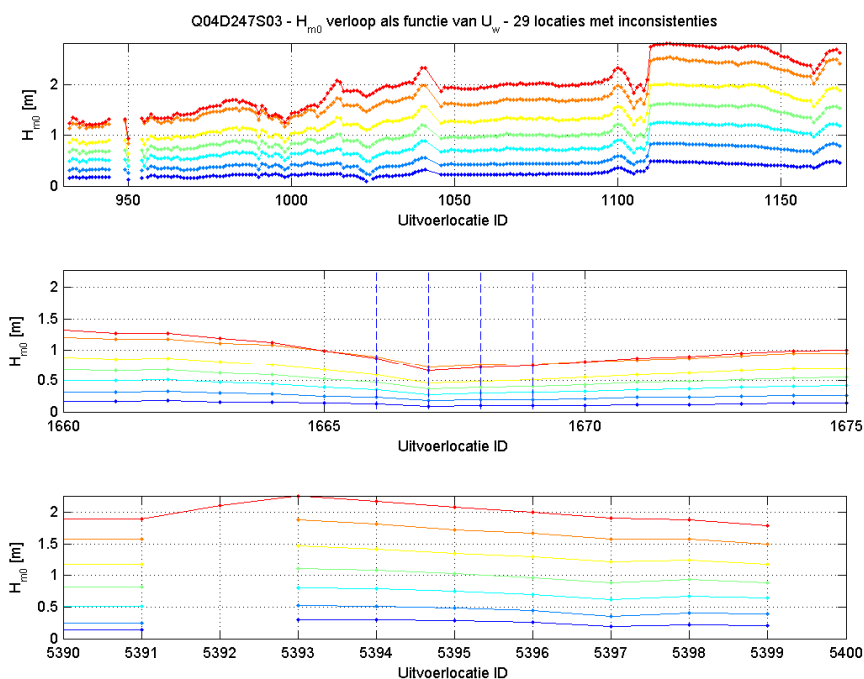


Figuur 4.25 Ruimtelijke ligging van locaties met 6 inconsistenties: 1574, 1583, 1666 en 1825

In het bestand 'Stochasten_Met_Inconsis_Hm_Per_BasisLocs.log' is per uitvoerlocatie met inconsistenties aangegeven in welke combinatie(s) de inconsistenties voorkomen. De golfhoogte inconsistenties in locaties 1666 – 1669 treden op bij de laagste vier waterstanden en de richtingen 225° en 247° wat voor de betreffende locaties afluiddige richtingen zijn. Een typisch voorbeeld van de golfhoogte inconsistenties in die locaties is weergegeven in Figuur 4.26.

Voor de laagste vijf windsnelheden neemt de golfhoogte toe met toenemende windsnelheid. Het verschil in golfhoogte voor de twee hoogste windsnelheden is echter beperkt, en soms dus voor de hoogste windsnelheid kleiner dan voor de één-na-hoogste windsnelheid. De golfhoogte is voor die locaties niet meer beperkt door de windsnelheid maar door de diepte en/of de strijklengte. Dat wordt ondersteund door het feit dat de inconsistenties optreden in golfhoogtes tot 1,0 m terwijl de maximale golfhoogte in die locaties varieert tussen 1,8 en 2,0 m, zie Figuur 4.6.

De conclusie voor deze locaties is dan ook dat de inconsistenties voorkomen in condities die in mindere mate bijdrage aan de maatgevende condities. Er is geen aanleiding deze locaties te verwerpen.

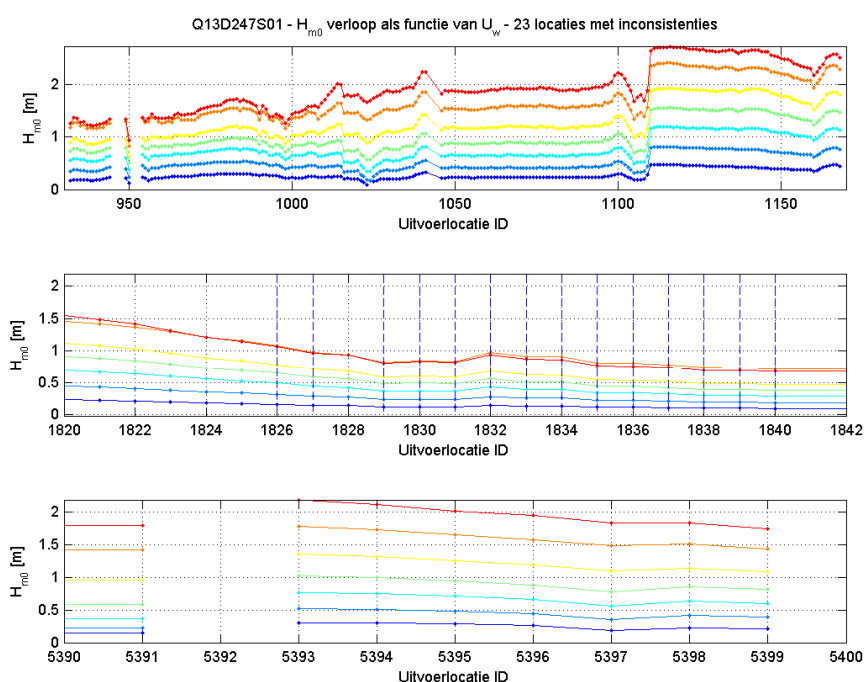


Figuur 4.26 Voorbeeld van golfhoogte inconsistenties in locaties 1666 – 1669 (midden)

De golfcondities in locaties 1825 – 1840 in het westelijk gedeelte van het Ketelmeer worden enerzijds bepaald door lokale windgroei en anderzijds door golven die vanaf het IJsselmeer het Ketelmeer op propageren. Ook voor golven op het IJsselmeer is het de verwachting dat hoe sterker de wind is des te hoger de golven zijn. De golven zijn echter niet alleen hoger maar ook langer wat invloed heeft op het refractiegedrag. De mate waarin golven, die vanaf het IJsselmeer het Ketelmeer op propageren, naar de oevers toe refracteren, hangt af van de golfperiode. Dit complex van processen maakt dat de golfhoogten in deze locaties niet noodzakelijkerwijs toenemen met toenemende windsnelheid.

Een nadere analyse toont aan dat de inconsistenties in locaties 1825 – 1840 voorkomen in met name de laagste twee waterstanden - en af en toe in de derde waterstand S03 - en in richting $247,5^\circ$ - en af en toe in de richtingen 225° en 270° . Daarnaast bestaan de inconsistenties uit kleine golfhoogte verschillen in de twee hoogste windsnelheden. Een typisch voorbeeld is weergegeven in Figuur 4.27. Voor de laagste vijf windsnelheden neemt de golfhoogte toe met toenemende windsnelheid. Het verschil in golfhoogte voor de twee hoogste windsnelheden is echter beperkt, en soms dus voor de hoogste windsnelheid kleiner dan voor de één-na-hoogste windsnelheid. De golfhoogte is voor die locaties niet meer beperkt door de windsnelheid maar door de diepte en/of de strijklengte. Dat wordt ondersteund door het feit dat de inconsistenties optreden in golfhoogtes tot 1,2 m terwijl de maximale golfhoogte in die locaties varieert tussen 1,5 en 3,0 m, zie Figuur 4.6.

Deze diepte- en/of strijklengte beperking, in combinatie met hetgeen gesteld is in de vorige alinea, biedt een afdoende verklaring voor de inconsistenties in de golfhoogte in locaties 1825 – 1840.



Figuur 4.27 Voorbeeld van golfhoogte inconsistenties in locaties 1825 – 1840 (midden)

4.5.2.2 Uitvoerlocaties met inconsistenties in H_{m0} per combinatie van debiet, waterstand en windrichting

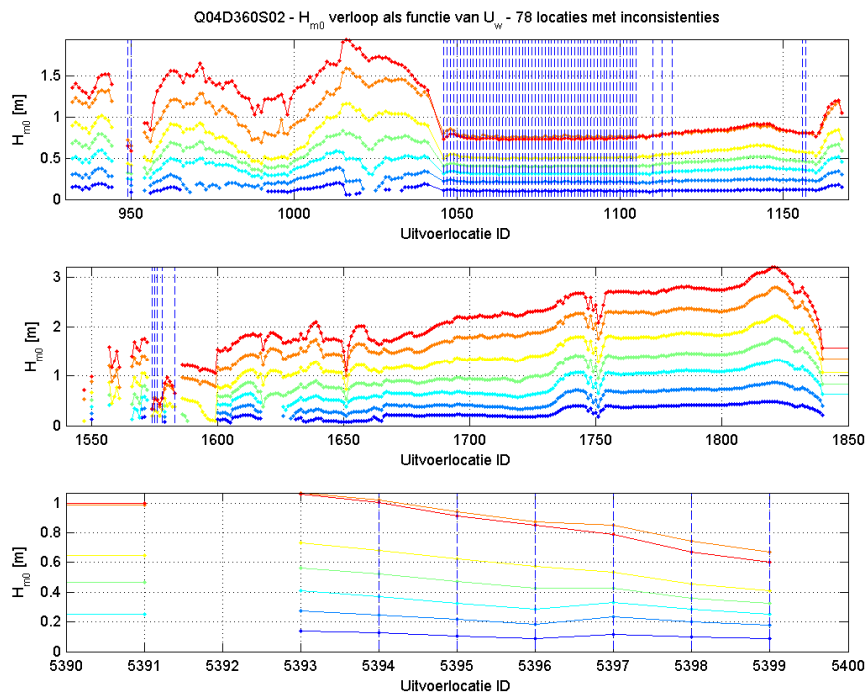
In deze paragraaf is gekeken naar het aantal locaties met inconsistenties per stochastcombinatie. Deze informatie is opgenomen in het logbestand 'AantalInconsis_Hm_Per_StochastCombi.log'. Het eerste gedeelte van dit logbestand is weergegeven in Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Gedeelte van het logbestand 'AantalInconsis_Hm_Per_StochastCombi.log' met aantal inconsistenties in H_{m0} per stochastcombinatie

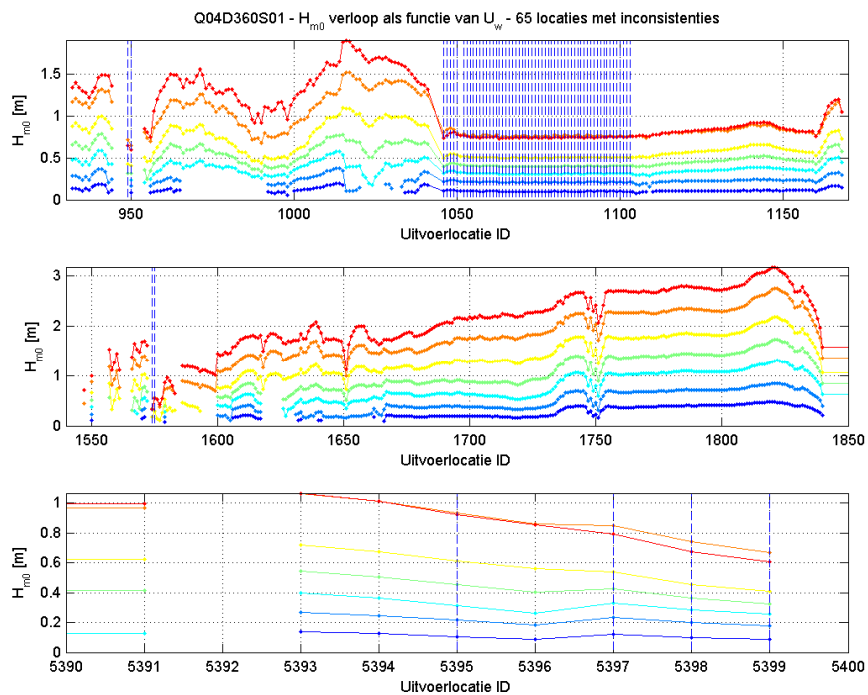
Stochast	# incons
Q04D360S02	78
Q04D360S01	65
Q13D225S02	42
Q11D247S02	40
Q07D247S03	39
Q10D247S02	32
Q12D247S01	31
Q04D247S03	29
Q13D247S01	23
Q06D225S04	18
Q11D247S01	17
Q03D270S01	13
Q07D225S04	3
Q04D225S05	3

De twee combinaties met het hoogste aantal locaties met inconsistenties zijn Q04D360S02 en Q04D360S01 met respectievelijk 78 en 65 inconsistenties. In Figuur 4.28 en Figuur 4.29 is voor beide combinaties het verloop van H_{m0} langs de oever weergegeven waarbij de inconsistenties met de verticale blauwe stippellijnen zijn aangegeven.

Voor beide combinaties geldt dat het merendeel van de locaties met inconsistenties de locaties 1045 – 1105 betreffen. Dit zijn locaties die in het Ramsdiep liggen langs de noordelijke oever van het Ketelmeer. De windrichting voor deze locaties is een afluiddige windrichting en de waterstand is laag. De golfhoogte in deze locaties is niet groter dan 1 m terwijl de maximale golfhoogte tussen 2,1 en 3,0 m ligt, zie Figuur 4.6. Deze combinatie met inconsistenties dragen derhalve nauwelijks bij aan de maatgevende condities in deze locaties. Er is daarom geen aanleiding deze twee combinaties te verwerpen.



Figuur 4.28 Verloop van de significante golfhoogte langs de oevers voor de 7 windsnelheden in combinatie Q04D360S02



Figuur 4.29 Verloop van de significante golfhoogte langs de oevers voor de 7 windsnelheden in combinatie Q04D360S01

Voor de overige combinaties uit Tabel 4.6 met een significant aantal locaties met inconsistenties geldt dat het met name de al eerder besproken locaties 1666 – 1669 en 1825 – 1840 en de locaties op het industrieterrein van Kampen betreft. Van deze locaties is een aantal al verworpen en van andere is geconcludeerd dat de inconsistenties de maatgevende condities niet nadelig beïnvloeden. Er is derhalve geen aanleiding één van de combinaties uit Tabel 4.6 te verwerpen.

4.5.2.3 Combinaties met inconsistenties in $T_{m-1,0}$ per uitvoerlocatie

Het aantal combinaties met golfperiode inconsistenties per uitvoerlocaties varieert van 0 tot 157. In het logbestand 'AantalInconsis_Tm_Per_BasisLocs.log' is voor iedere locatie aangegeven hoeveel inconsistenties erin voorkomen. Het samenvattende gedeelte van dit logbestand evenals alle locaties met meer dan 5 combinaties met inconsistenties is weergegeven in Tabel 4.7. In de tabel is met super script een nummer toegekend aan de uitvoerlocaties met meer dan vijf inconsistenties. Hieronder volgt per nummer een discussie van deze uitvoerlocaties.

Tabel 4.7 Gedeelte van het logbestand 'AantalInconsis_Tm_Per_BasisLocs.log' met aantal inconsistenties in $T_{m-1,0}$ per locatie. Het totale aantal locaties is 609, uit de basisset van uitvoerlocaties.

Samenvatting:

278 locaties met 0 inconsistenties
 36 locaties met 1 inconsistenties
 144 locaties met 2 inconsistenties
 8 locaties met 3 inconsistenties
 8 locaties met 4 inconsistenties
 1 locaties met 5 inconsistenties
 9 locaties met 6 inconsistenties
 4 locaties met 7 inconsistenties
 3 locaties met 8 inconsistenties
 9 locaties met 9 inconsistenties
 2 locaties met 10 inconsistenties
 1 locaties met 11 inconsistenties
 1 locaties met 12 inconsistenties
 3 locaties met 18 inconsistenties
 1 locaties met 22 inconsistenties
 1 locaties met 24 inconsistenties
 1 locaties met 27 inconsistenties
 1 locaties met 28 inconsistenties
 1 locaties met 30 inconsistenties
 2 locaties met 33 inconsistenties
 1 locaties met 37 inconsistenties
 1 locaties met 42 inconsistenties
 1 locaties met 85 inconsistenties
 1 locaties met 87 inconsistenties
1 locaties met 157 inconsistenties
90 locaties zijn droog

Locatie	# incons	kwaliteit
1578	157	slecht ¹
1839	87	goed ²
991	85	goed ³
1829	42	goed ²

1831	37	goed ²
1827	33	goed ²
1828	33	goed ²
1826	30	goed ²
1751	28	goed ³
1539	27	goed ⁴
1830	24	goed ²
1832	22	goed ²
1547	18	matig ¹
1550	18	matig ¹
1825	18	goed ²
1838	12	goed ²
1558	11	goed ⁴
1568	10	goed ⁴
1840	10	goed ²
1575	9	goed ⁵
1583	9	goed ⁵
1667	9	goed ⁶
1668	9	goed ⁶
1833	9	goed ²
1834	9	goed ²
1835	9	goed ²
1836	9	goed ²
1837	9	goed ²
954	8	goed ⁷
955	8	goed ⁷
958	8	goed ⁷
1574	7	goed ⁵
1665	7	goed ⁶
1666	7	goed ⁶
1669	7	goed ⁶
943	6	goed ⁷
956	6	goed ⁷
957	6	goed ⁷
959	6	goed ⁷
993	6	goed ⁷
1581	6	goed ⁵
1582	6	goed ⁵
1587	6	goed ⁵
1588	6	goed ⁵

¹ De locatie met de meeste inconsistenties is de al eerder als slecht aangemerkte en verworpen uitvoerlocatie 1578. Ook twee van de vier matige en verworpen locaties (1547 en 1550) behoren bij de locaties met meer dan vijf inconsistenties in $T_{m-1,0}$.

² Locaties 1825 – 1840 zijn ook al bij de controle op inconsistenties in H_{m0} aangemerkt zijn als locaties met relatief veel inconsistenties. Een voorbeeld van de periode inconsistenties in deze locaties is gegeven in Figuur 4.30. De karakteristieken van de periode inconsistenties zijn hetzelfde als van de golfhoogte inconsistenties: kleine inconsistenties (veelal kleiner dan 2%) bij met name een windrichting van $247,5^\circ$ en minder vaak bij 225° en 270° . In tegenstelling tot de golfhoogte inconsistenties komen de periode inconsistenties bij alle waterstanden voor. Ook voor de golfperiode inconsistenties geldt dat deze optreden bij golfperiodes die kleiner zijn dan de maximale $T_{m-1,0}$ die in deze locaties is opgetreden.

³ Locaties 991 en 1751 zijn al verworpen op basis van een uitzonderlijke, maximale waarde van een golfparameter.

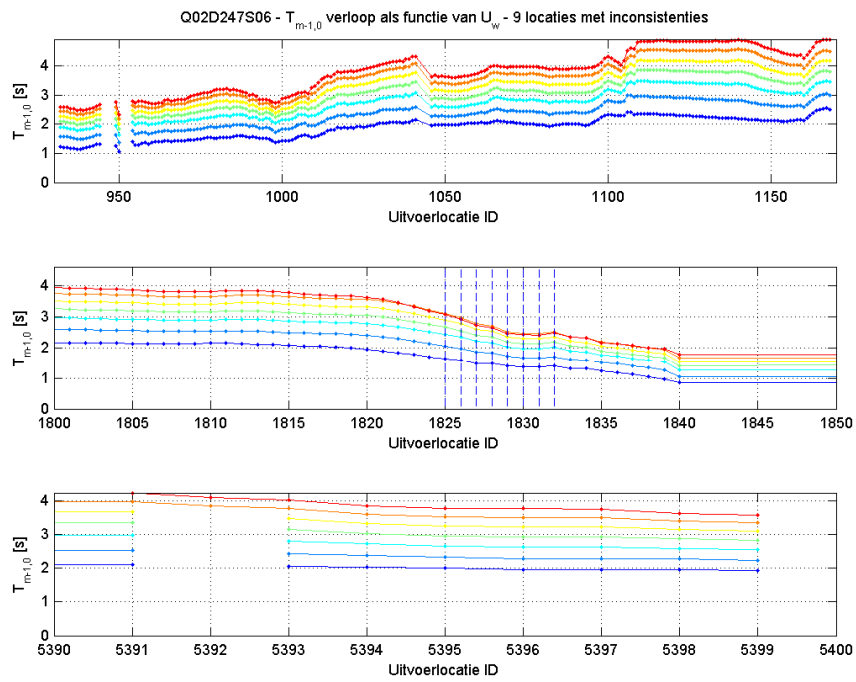
⁴ Locaties op westelijke oever van de IJssel. De inconsistenties in deze locaties betreffen bijna uitsluitend afluende windrichtingen en de lagere waterstanden. De meeste van de inconsistenties betreffen dus golfcondities die niet maatgevend zullen zijn. In locatie 1539 komen inconsistenties ook voor bij een windrichting van 360° . Een voorbeeld daarvan is weergegeven in Figuur 4.31. De inconsistentie is een kleine inconsistentie in de laagste windsnelheid waarbij dit punt nog nat is. Vergelijkbare waarnemingen gaan op voor de andere inconsistenties bij een richting van 360° . Deze inconsistenties geven geen aanleiding tot het verwerpen van een aantal uitvoerlocaties.

⁵ Locaties op industrieterrein Kampen. In de diverse controles zijn (een aantal van de) locaties langs de zuidrand van het industrieterrein van Kampen (1574 – 1583) geïdentificeerd als locaties met onregelmatigheden in de resultaten. In de controle op $T_{m-1,0}$ consistentie zijn ook weer een aantal van deze locaties aangemerkt. Het verdient aanbeveling locaties 1574 – 1583 langs deze zijde van het industrieterrein te verwerpen.

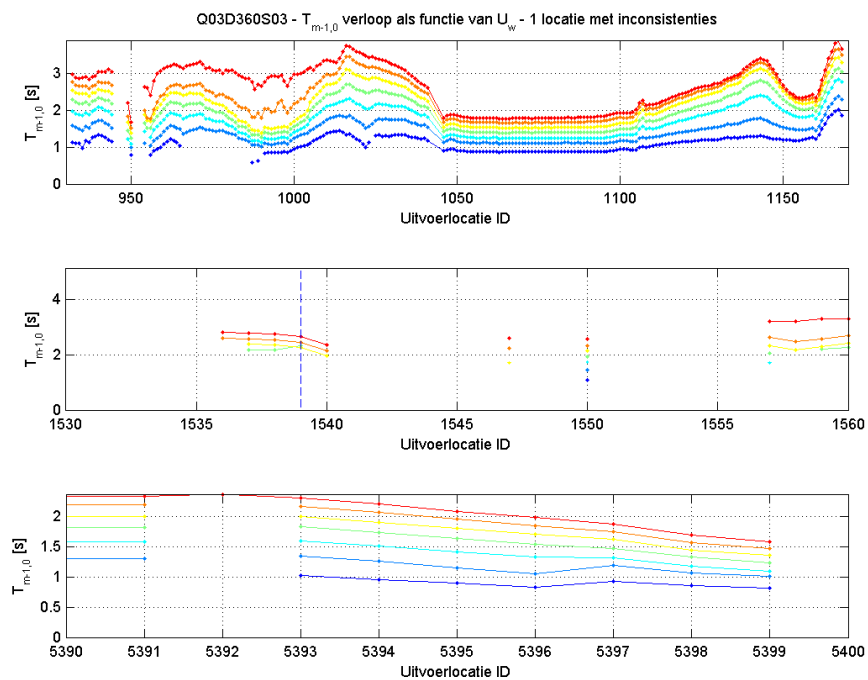
⁶ Locaties die ook al bij de controle op inconsistenties in H_{m0} aangemerkt zijn als locaties met relatief veel inconsistenties. Voor de periode inconsistenties gaat een zelfde redenering op als voor de golfhoogte inconsistenties, namelijk inconsistenties bij afluende wind en dus niet-maatgevende golfcondities.

⁷ Locaties op oostelijke oever van de IJssel. Inconsistenties in $T_{m-1,0}$ in deze locaties treden nagenoeg uitsluitend op bij een windrichting van $247,5^\circ$ en uitsluitend bij de laagste drie waterstanden. Een voorbeeld is gegeven in Figuur 4.32. De kleine inconsistenties treden op bij de twee hoogste windsnelheden: de golfperiode hangt voor die locaties en windsnelheden niet meer af van de windsnelheid wat erop wijst dat de periode beperkt is door de diepte en/of de strijklengte. Een dieptebeperking lijkt aannemelijker omdat de gemiddelde golfperiodes in deze combinatie in deze locaties significant kleiner zijn dan de maximale $T_{m-1,0}$.

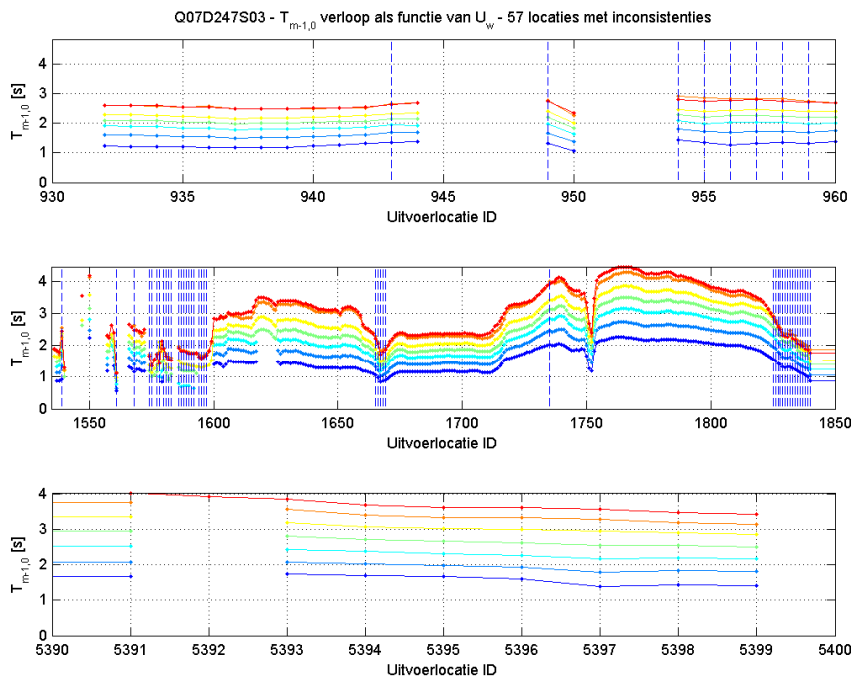
Ondanks dat de inconsistenties in deze locaties optreden voor aanlandige windrichtingen worden de maatgevende condities niet nadelig beïnvloed door deze inconsistenties.



Figuur 4.30 Voorbeeld van golfperiode inconsistenties in locaties 1825 – 1840 (midden)



Figuur 4.31 Voorbeeld van golfperiode inconsistenties in locatie 1539 (midden)



Figuur 4.32 Voorbeeld van golfperiode inconsistenties in locaties langs de oostelijke oever van de IJssel (boven)

4.5.2.4 Uitvoerlocaties met inconsistenties in $T_{m-1,0}$ per combinatie van debiet, waterstand en windrichting

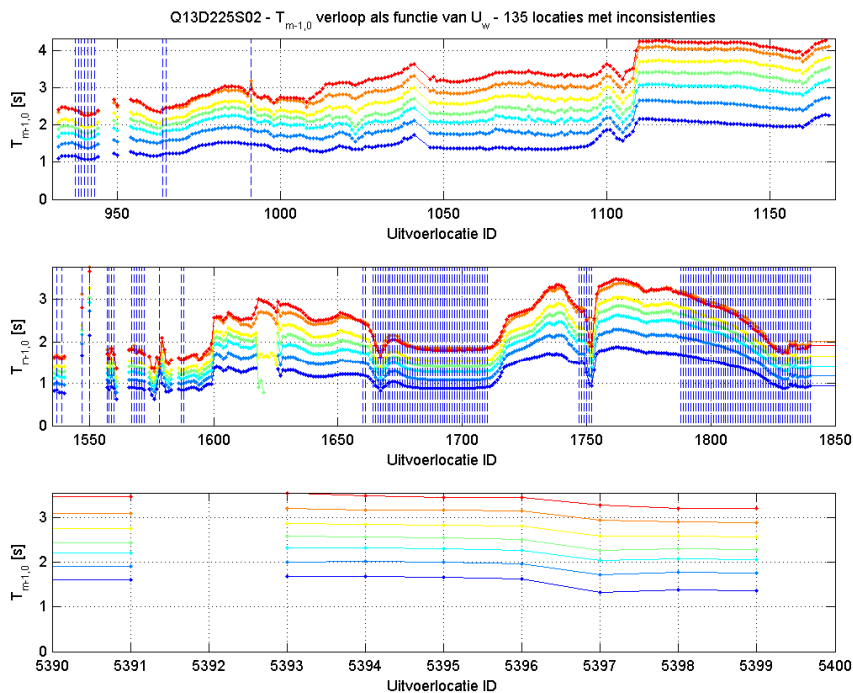
In deze paragraaf is gekeken naar het aantal locaties met inconsistenties in $T_{m-1,0}$ per stochastcombinatie. Deze informatie is opgenomen in het logbestand 'AantalInconsis_Tm_Per_StochastCombi.log'. Het eerste gedeelte van dit logbestand is weergegeven in Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Gedeelte van het logbestand 'AantalInconsis_Tm_Per_StochastCombi.log' met aantal inconsistenties in $T_{m-1,0}$ per stochastcombinatie

Stochast # incons	
Q13D225S02	135
Q06D225S04	106
Q04D360S02	73
Q04D360S01	72
Q07D247S03	57
Q11D247S02	56
Q10D247S02	46
Q12D247S01	44
Q04D247S03	40
Q13D247S01	23
Q11D247S01	22
Q03D270S01	19
Q08D247S06	10
Q01D247S06	9
Q02D247S06	9
Q03D247S06	9

Q04D247S06	9
Q05D247S06	9
Q06D247S06	9
Q07D247S06	9
Q09D247S06	9
Q10D247S06	9
Q11D247S06	9
Q12D247S06	9
Q13D247S06	9
Q12D247S05	8
Q13D247S05	8
Q01D247S05	6
Q02D247S05	6
Q03D247S05	6
Q04D247S05	6
Q07D247S05	6
Q08D247S05	6
Q09D247S05	6
Q10D247S05	6
Q11D247S05	6

De combinatie met veruit de meeste inconsistenties is combinatie Q13D225S02 met 135 locaties met inconsistenties. Het verloop voor deze combinatie van de golfperiode $T_{m-1,0}$ langs de oever is weergegeven in Figuur 4.33. Uit de figuur valt af te leiden dat veel van de locaties langs de westelijke oever van het Vossemeer en de zuidelijke oever van het Ketelmeer een inconsistentie bevat. Deze is veroorzaakt door dat de golfperioden bij de twee hoogste windsnelheden van vergelijkbare grootte zijn: de periode wordt dus beperkt door de strijklengte en/of de diepte. De windrichting is voor de betreffende locaties een afluende windrichting en de waterstand is de op één-na-laagste (hoewel het debiet het hoogste debiet betreft). Dit maakt dat deze combinatie voor veel van de locaties met inconsistenties niet dominant zal zijn voor de maatgevende condities.



Figuur 4.33 Verloop van de significante golfhoogte langs de oevers als functie van de windsnelheid voor combinatie Q13D225S02

Voor de combinatie Q06D225S04 met 106 locaties met inconsistenties geldt het zelfde. Inconsistenties treden op in met name locaties langs de zuidelijke oever van het Ketelmeer en de westelijke oever van het Vossemeer bij een afluende windrichting.

Combinaties Q04D360S02 en Q04D360S02 met respectievelijk 73 en 72 inconsistenties zijn de twee combinaties die het hoogste aantal inconsistenties in golfhoogte vertegenwoordigen. Op grond van het feit dat in deze combinaties met windrichting 360° met name locaties met afluende wind de inconsistenties in H_{m0} vertonen is geconcludeerd dat de inconsistenties de maatgevende condities in deze locaties niet nadelig beïnvloeden. Een zelfde redenering gaat op voor de inconsistenties in $T_{m-1,0}$.

Voor alle overige combinaties uit Tabel 4.8 geldt dat de inconsistenties optreden langs oevers met afluende wind en/of dat de inconsistenties optreden in de gebieden die al eerder zijn geïdentificeerd. Er is derhalve geen aanleiding één van de combinaties uit Tabel 4.8 te verwerpen.

4.5.3 Conclusie van de controle

Op basis van de controle op inconsistenties in H_{m0} en $T_{m-1,0}$ worden locaties 1574 – 1583 afgekeurd. De controle geeft geen aanleiding bepaalde berekeningen te verwerpen.

4.6 Controle van de ruimtelijke velden

4.6.1 Beschrijving van de controle

Naast de in voorgaande paragrafen beschreven controles is voor een deel van de simulaties een aantal visuele detailcontroles uitgevoerd. Daartoe zijn van elk van de 20 deelgebieden plots gemaakt waarin de ruimtelijke verdeling van H_{m0} en T_{ps} in combinatie met de golfrichting als vectoren is weergegeven. Door de detailfiguren op een kleine schaal (1:160) te maken zijn onregelmatigheden op rekencelniveau zichtbaar. De figuren zijn gemaakt voor alle cases. Echter, vanwege het grote aantal plots (3822 cases x 20 deelgebieden x 2 parameters) zijn alleen de cases Q01 (294 cases) bekeken. Verder zijn de gevallen bekeken die naar aanleiding van de overige fysische controles vragen oproepen.

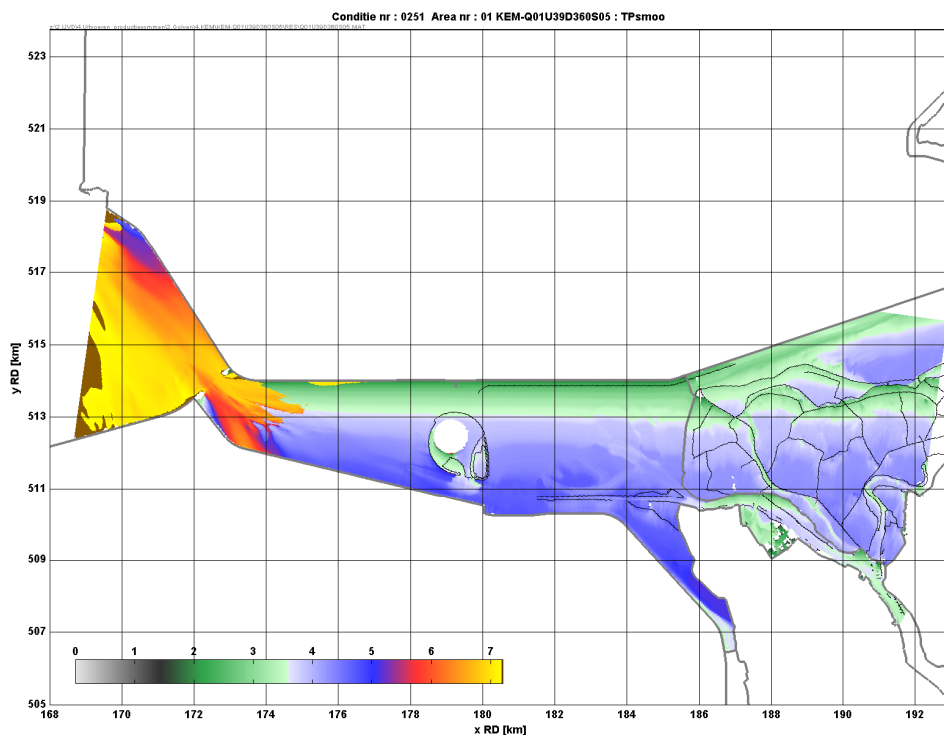
4.6.2 Uitwerking van de controle

De meerwaarde van de visuele detail controles is dat er ruimtelijke patronen in golfhoogte, periode, richting, convergentiegedrag, etc. zichtbaar worden op basis waarvan een beter begrip van de golffysica ontstaat en indicaties of de berekening fysisch verklaarbare resultaten heeft opgeleverd. Daarnaast leveren met name de ruimtelijke plots van dH_{srel} en dT_{mrel} inzicht op voor welke situaties en op welke plekken SWAN moeilijker convergeert. Naar aanleiding van de visuele controles worden de volgende opmerkingen gemaakt:

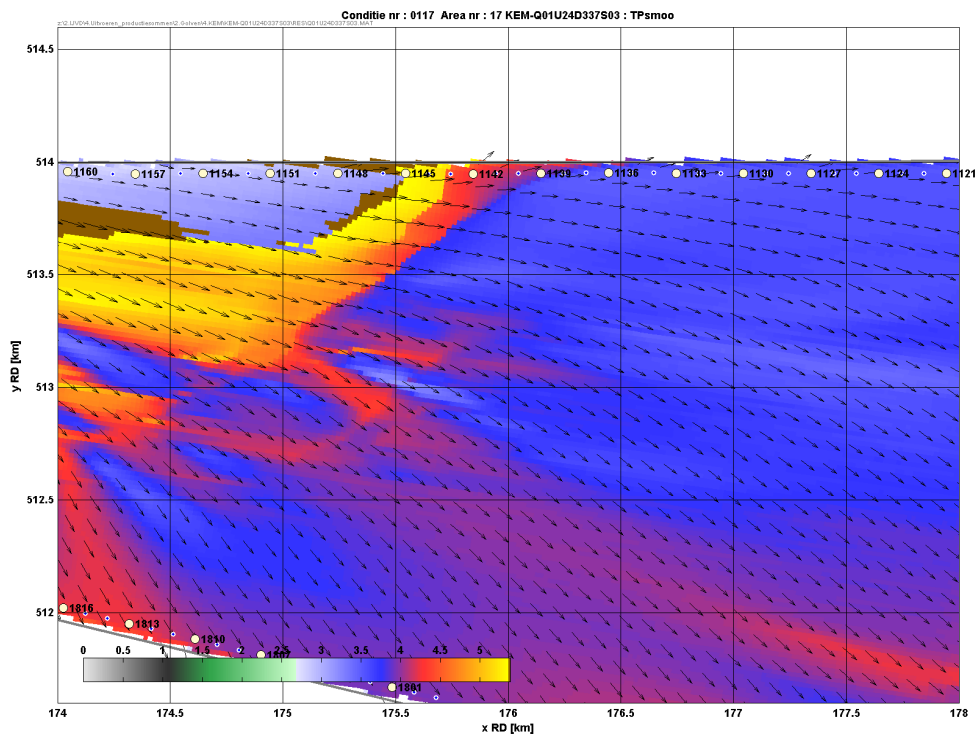
- 1) Een kenmerkend patroon dat in veel gevallen zichtbaar is, is de doordringing vanuit het IJsselmeer. De condities in het overgangsgebied tussen het IJsselmeermodel en het Ketelmeer model worden in veel gevallen bepaald door zowel de doordringende golven vanuit het IJsselmeer (hoewel strikt gesproken niet de juiste term, in deze situatie op te vatten is als 'deining') als door windgroei binnen het Ketelmeer. Dit betekent dat het golfspectrum uit meerdere partities bestaat, waarbij op een zeker moment (op grotere afstand van de doorgang tussen IJsselmeer en Ketelmeer) de lokale windgroei het dominerende systeem wordt. Het gevolg is dat er lokaal een sterke sprong in T_{ps} optreedt, zoals geïllustreerd in Figuur 4.34. Meertoppige spectra zullen ook tot discontinuïteiten in T_{ps} tussen naburige uitvoerpunten leiden. In een aantal gevallen leidt dit tot resultaten, zoals geïllustreerd voor een aantal punten langs de noordoever van het Ketelmeer in Figuur 4.35. Bij gebruik van de database voor ontwerpdoeleinden is het van belang hiervan op de hoogte te zijn. Deze discontinuïteit geldt overigens niet voor H_{m0} . Beschreven gedrag heeft niet geleid tot afkeuren van uitvoerlocaties.
- 2) Naar aanleiding van bovenstaande wordt nog opgemerkt dat voor noordelijke windrichtingen en golven die in de richting van de noordelijke oever van het Ketelmeer toe lopen, bijvoorbeeld voor de locaties 1122 t/m 1155, een deel van het spectrum geen bijdrage levert in de belasting op de waterkering. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 4.39, welke de genormaliseerde spectra langs een deel van de noordoever (punten 1122 t/m 1155) laat zien. Hoewel alleen de 'deining' bijdraagt aan de belasting op de constructie, wordt de golfhoogte op basis van het totale spectrum bepaald. Dit geldt ook voor de andere spectrale parameters. Merk verder op dat de golfperiode voor het inkomende deel van het spectrum lager is dan de golfperiode op basis van het totale spectrum. Aldus kan beschouwing van de totale energieverdeling aanleiding geven tot onjuiste hydraulische belastingen.

- 3) Een ander patroon dat vaak optreedt, laat zien dat sommige geïsoleerde cellen een uitzonderlijk hoge T_p hebben. Dit treedt vaak op bij afluende wind en is geïllustreerd in Figuur 4.36. Om hier inzicht in te krijgen zijn er, in aanvulling op de parameters H_{m0} en T_{ps} , iso plots gemaakt van de relatieve verschillen in H_{m0} en T_{m01} tussen de laatste en voorlaatste iteratie, weergegeven in % van de totale H_{m0} of T_{m01} , aangegeven als dH_{srel} en dT_{mrel} . De gevallen met grote T_{ps} waarden in geïsoleerde cellen blijken ook grote waarden rond deze cellen te geven voor dH_{srel} en dT_{mrel} . Dit is geïllustreerd in Figuur 4.37. Omdat het optreden van de uitzonderlijk hoge T_{ps} waarden beperkt blijft tot individuele cellen en niet doorwerkt in de uitvoerpunten is dit geen reden tot afkeuring.
- 4) Diffractie wordt niet meegenomen in de SWAN berekeningen. Voor de meeste uitvoerlocaties is dat geen probleem. Echter voor het gebied rond de monding naar het IJsselmeer (deelgebied 18, zie Figuur 4.38), kleine havens in het gebied zoals Schokkerhaven (deelgebied 16) en Ketelhaven (deelgebied 4 en 6) verdient het aanbeveling om de golfcondities gebruikt voor ontwerp in meer detail te bekijken indien in het belang van het project.

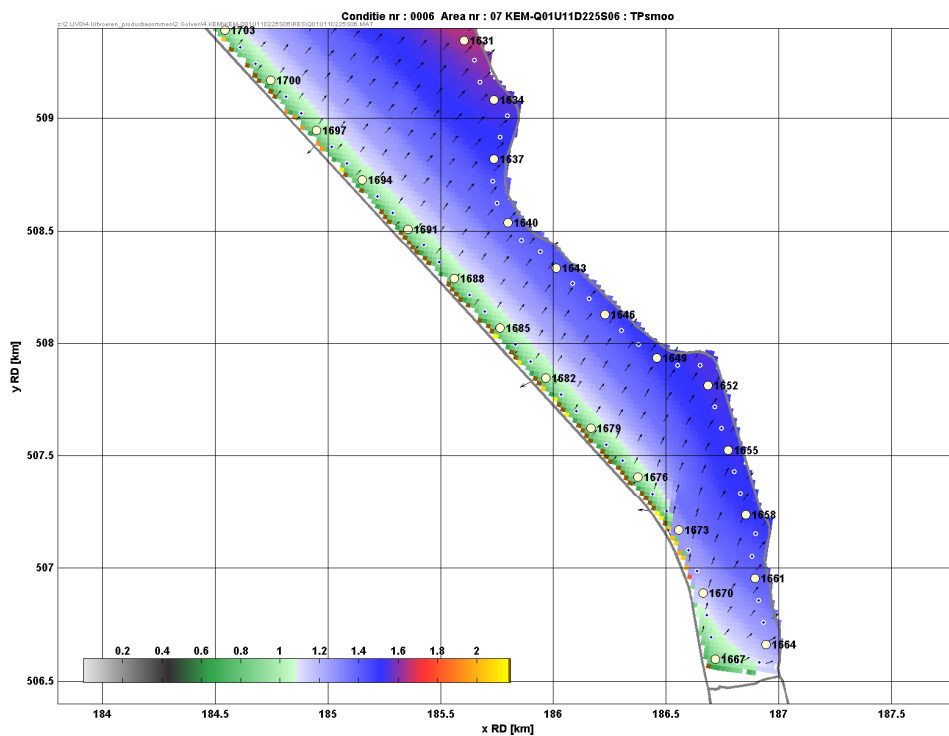
Een complete set met figuren staat in de DPLT directory, waar per deelgebied en parameters iso-vector plots staan.



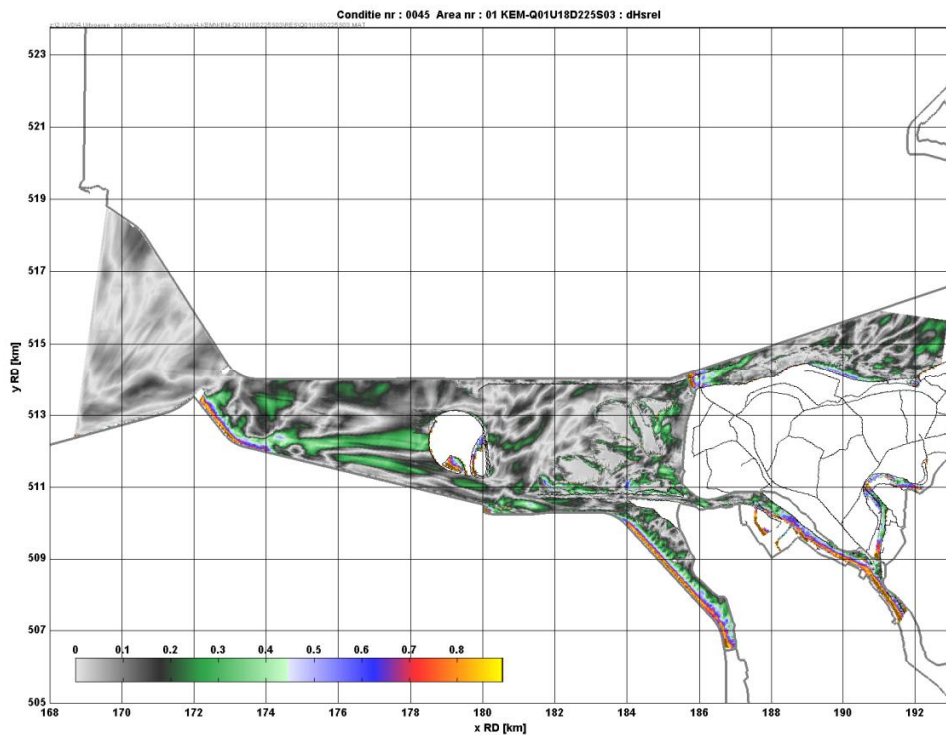
Figuur 4.34 Ruimtelijk variërende T_{ps} illustreert meertoppig spectrum a.g.v. doordringende golven bij de monding van het Ketelmeer voor conditie Q01U39D360S05



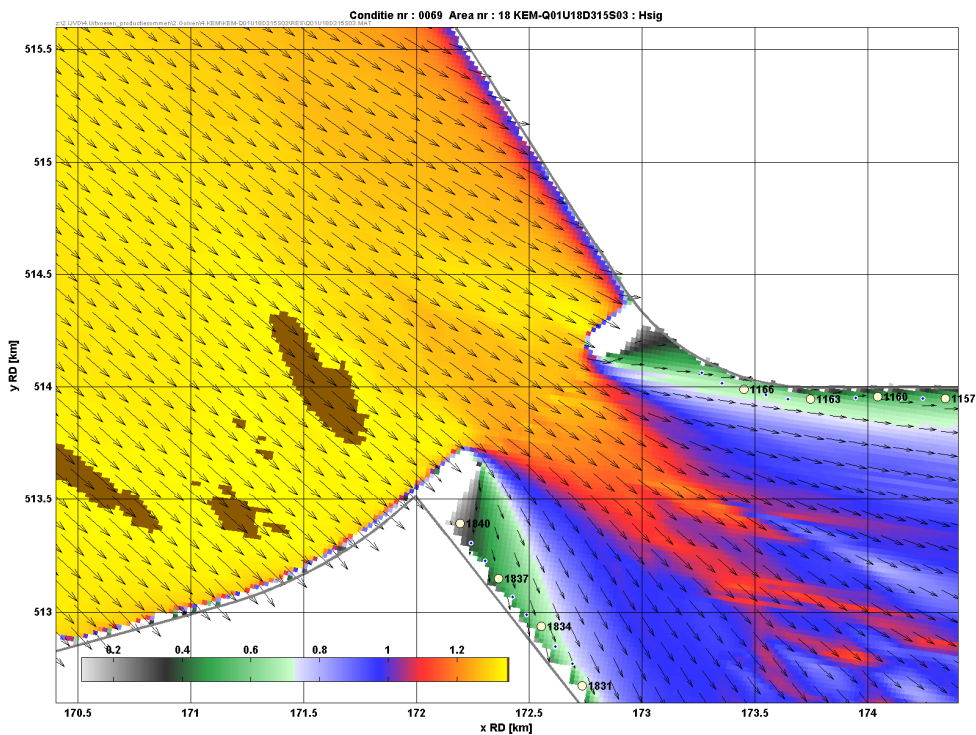
Figuur 4.35 Ruimtelijk variërende Tps illustreert discontinue gedrag voor opeenvolgende uitvoerpunten langs de noordoever a.g.v. doordringende golven bij de monding van het Ketelmeer voor conditie Q01U24D337S03



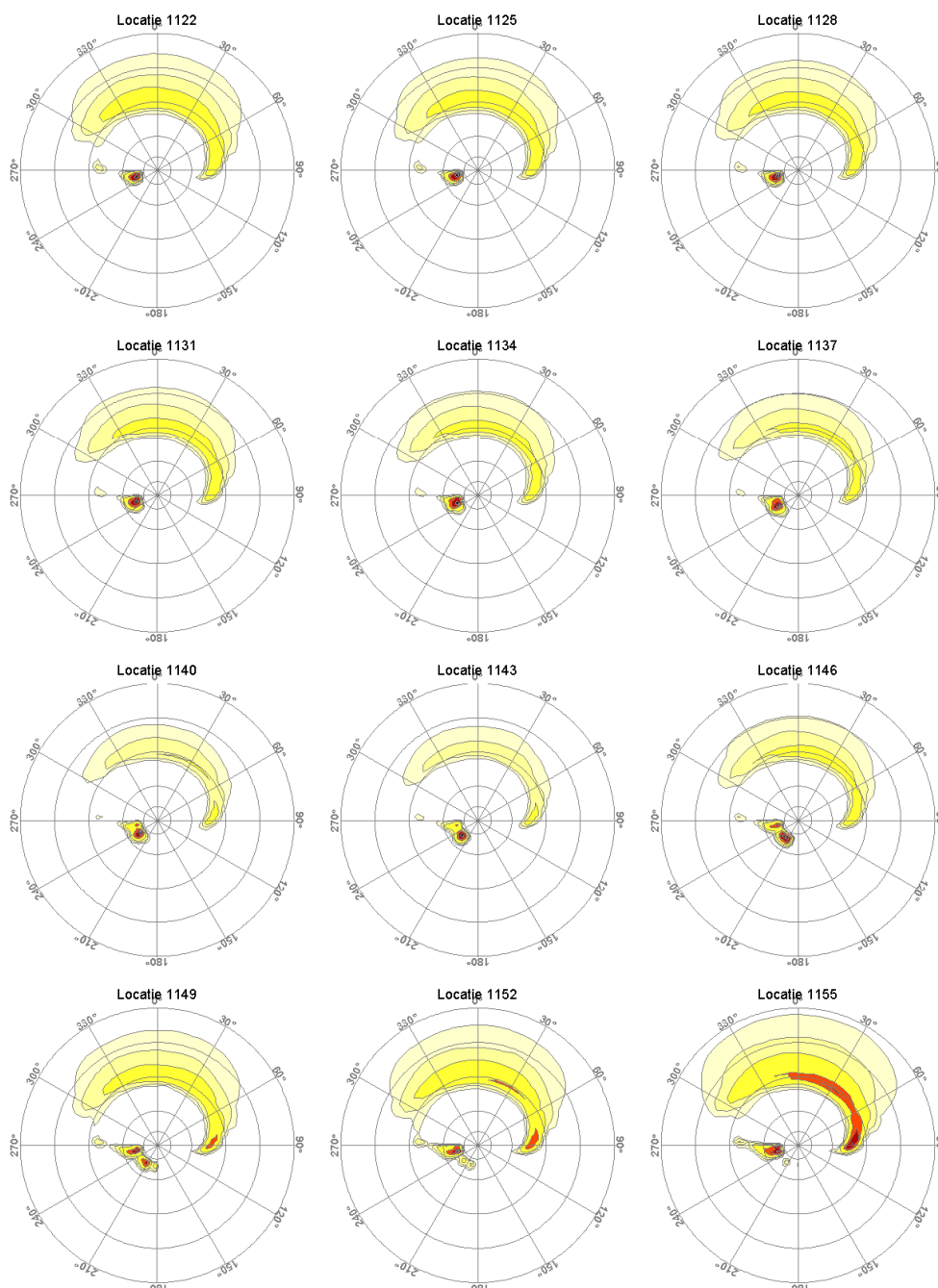
Figuur 4.36 Ruimtelijk variërende Tps illustreert discontinue gedrag voor geïsoleerde cellen langs oever bij aflandige wind voor conditie Q01U11D225S06



Figuur 4.37 Relatief grote Hm0 verschillen voor conditie Q01U18D225S03 langs oevers of achter obstakels met aflandige wind



Figuur 4.38 Voorbeeld van uitvoerlocaties beïnvloed door diffractie bij monding Ketelmeer



Figuur 4.39 Genormaliseerde 2D energiedichtheidsspectra voor aantal lokaties langs de noordoever van het Ketelmeer voor conditie Q05U39D360S01 (Energie weergegeven in richting waar het vandaan komt).

4.6.3 Conclusie van de controle

De detail controles hebben een ondersteunende functie vervuld met betrekking tot een beter begrip in de fysische processen en het convergentiegedrag. De controles hebben geen aanleiding gegeven om individuele sommen of uitvoer locaties af te keuren.

4.7 Conclusies

Voor KEM zijn acht onterecht natte locaties aangetroffen. Dit betreft uitvoerlocaties **1539, 1540, 1547, 1550, 1559, 1561, 1576** en **1578**, allen gelegen langs de westelijke oever van de IJssel, zie Figuur 4.1. Voor KEM zijn geen onterecht droge locaties aangetroffen.

Deze acht onterecht natte locaties dienen te worden verworpen

De controle van de kwaliteit van de uitvoerlocaties heeft 4 locaties aangemerkt als matig en 1 locatie als slecht. De scores zijn met name veroorzaakt door een overschrijding van de (strengere) bovengrens van de piek golfperiode.

De matige en slechte uitvoerlocaties zijn gering in aantal en hebben een enigszins verspreide ligging; bij verwerping van deze locaties blijven voldoende alternatieve uitvoerlocaties beschikbaar.

De matige en slechte uitvoerlocaties **1540, 1547, 1550, 1561** en **1578** worden derhalve verworpen. Merk op dat deze locaties ook al als onterecht nat waren aangemerkt en om die reden waren verworpen.

De controle op minimale en maximale waarden heeft een aantal uitvoerlocaties aan het licht gebracht waarin de golfcondities sterk afwijken van de omliggende uitvoerlocaties. Een aantal van deze afwijkende golfcondities geeft aanleiding tot het verwerpen van een aantal uitvoerlocaties. Dit zijn:

- Locatie 991 langs oostelijke IJsseloevers;
- Locaties 1746 – 1754 rond Ketelhaven.

Op basis van de controle op inconsistenties in H_{m0} en $T_{m-1,0}$ worden locaties 1574 – 1583 afgekeurd. De controle geeft geen aanleiding bepaalde berekeningen te verwerpen. Merk op dat locatie 1578 al verworpen was op basis van de kwaliteit van de uitvoerpunten.

5 Conclusies

In het kader van het programma WBI2017 zijn voor het Ketelmeer en het Vossemeer 3822 SWAN berekeningen uitgevoerd. Deze 3822 berekeningen zijn combinaties van 13 sets met Vecht- en IJsseldebieten, 7 windsnelheden, 7 windrichtingen en 6 IJsselmeerpeilen. Deze 3822 combinaties zijn identiek aan de combinaties die gebruikt zijn in de WAQUA productieberekeningen. Elke SWAN berekening is uitgevoerd met oplegging van een ruimtelijk variërend waterstandsveld volgend uit de corresponderende WAQUA berekening met gesloten Ramspolkring.

Na afloop van de productieberekeningen, die in de cloud op Amazon EC2 cluster zijn uitgevoerd, zijn twee soorten controles uitgevoerd. De eerste soort bestaat uit de zogenaamde procedurele controles die controleren of de berekeningen goed zijn verlopen. Dit gebeurt met name door te controleren of de berekeningen zijn geconvergeerd, of alle invoer- en uitvoerbestanden aanwezig zijn en of er geen foutmeldingsbestand is aangemaakt.

De tweede soort controle is de zogenaamde fysische controle. Deze controle controleert of de SWAN berekeningen fysisch juiste en logische resultaten heeft opgeleverd. Een deel van de fysische controles heeft betrekking op de 609 basis uitvoerlocaties die in dit gebied gedefinieerd zijn en een ander deel heeft betrekking op de ruimtelijk velden van een aantal golfparameters.

5.1 Conclusies van de procedurele controles

De enige onregelmatigheid die in de procedurele controles aan het licht is gekomen is het niet convergeren in globale zin van 19 berekeningen met het SWAN KEM model. Het globale en het lokale convergentiegedrag van deze 19 berekeningen zijn nader onderzocht. De conclusie van dit onderzoek is dat deze 19 berekeningen in lokale zin (nabij de uitvoerlocaties) wel zijn geconvergeerd en dat het niet in globale zin convergeren van de berekeningen de kwaliteit van de golfgegevens in de uitvoerlocaties niet nadelig beïnvloedt.

5.2 Conclusies van de fysische controles

De fysische controles hebben geen grootschalige problemen aan het licht gebracht. Ook hebben deze controles geen aanleiding gegeven bepaalde berekeningen af te keuren.

Wel hebben de fysische controles 26 uitvoerlocaties geïdentificeerd die verworpen dienen te worden, zie Tabel 5.1, vanwege inconsistenties in H_{m0} en $T_{m-1,0}$ (lagere waarden bij zwaardere wind), afwijkende maximale waarden en onterecht nat zijn van uitvoerlocaties.

5.3 Eindconclusie

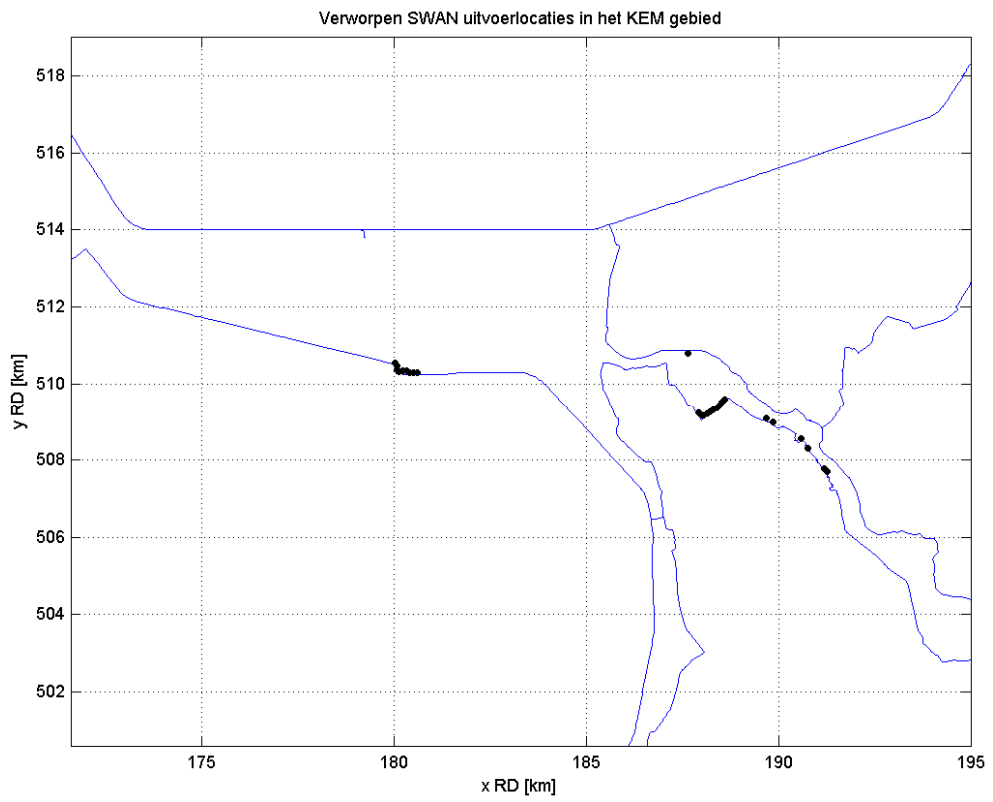
De eindconclusie is dat de productieberekeningen met het SWAN KEM model, en ook het SWAM YSM model, goed zijn verlopen. Geen enkele van de 3822 berekeningen hoeft te worden verworpen.

Op basis van de resultaten van de fysische controles zijn 26 van de 609 basis uitvoerlocaties verworpen, zie Tabel 5.1. Merk op dat zeven locaties om twee redenen zijn verworpen. De tabel bevat dan ook in totaal 33 locaties waarvan 26 unieke locaties. Dit betreffen locaties rondom Ketelhaven (1746 – 1754) en langs de westelijke IJsseloever (1539 – 1561; 1574 – 1583). Voor Ketelhaven is het geen bezwaar dat in de haven geen golfcondities beschikbaar zijn. Voor de strekking op de westelijke IJsseloever zal gebruik worden gemaakt van extra locaties die in de nabijheid liggen. De ruimtelijke ligging van deze 26 verworpen locaties is weergegeven in Figuur 5.1.

De golfcondities in de overige 583 uitvoerlocaties, voor zover deze niet permanent droog zijn, zijn geschikt bevonden om te worden gebruikt in het afleiden van de Hydraulische Randvoorwaarden.

Tabel 5.1 Samenvatting van de 26 verworpen uitvoerlocaties

Locaties		Reden van verwerping
1539 1540 1547 1550	1559 1561 1576 1578	Onterecht natte uitvoerlocaties (paragraaf 4.2)
1540 1547 1550	1561 1578	Matige of slechte uitvoerlocaties (paragraaf 4.3). Dit allen zijn tevens onterecht natte locaties.
991 1746 1747 1748 1749	1750 1751 1752 1753 1754	Afwijkende maximale waarde van golfhoogte of –periode (paragraaf 4.4)
1574 1575 1576 1577 1578	1579 1580 1581 1582 1583	Inconsistenties in H_{m0} en $T_{m-1,0}$ (paragraaf 4.5)



Figuur 5.1 Overzicht van de verworpen uitvoerlocaties in het KEM gebied

6 Referenties

- Deltares (2016). SWAN productieberekeningen IJssel-Vecht delta. Deltares rapport 1220082-001-HYE-0017, mei 2016.
- Gautier, C., 2010. SWAN Calibration and Validation for HBC2011. Deltares rapport 1200103-020-HYE-0002. 27 mei 2010.
- Klein, M.D., 2011. SWAN productieberekeningen IJsselmeer en Zwarte Meer voor WTI-2011: rapportage fase 1. Svašek Hydraulics en HKV rapport PR1878.10. Mei 2011.
- Klein, M.D. en A. Kroon, 2011. SWAN productieberekeningen IJsselmeer en Zwarte Meer voor WTI-2011: rapportage fase 2. Svašek Hydraulics en HKV rapport PR1878.10. Augustus 2011.
- Morris, J. (2015). Converting a Baseline schematisation to a SWAN (obstacle) schematisation. Deltares report 1209433-001-HYE-0038. January 2015.
- Miche, 1951. Le Pouvoir Reflechissant des Ouvrages Maritimes Exposes a l' Action de la Houle, Annals des Ponts et Chaussess, 121e Annee, 285-319 (translated by Lincoln and Chevron, University of California, Berkeley, Wave Research Laboratory, Series 3, Issue 363, June 1954).
- Smale, A (2013). Uitgangspunten productieberekeningen WTI2017, Aansturing, schematisaties en uitvoerlocaties. Deltares rapport 1207807-009-HYE-0006, Versie 2, 29 oktober 2013, definitief.
- Smale, A. (2014a). Elementen in Baseline schematisatie. Deltares memo 1209433-001-HYE-0002, 7 mei 2014.
- Smale, A. (2014b). Uitgangspunten productieberekeningen WTI2017, Aanvulling op uitgangspunten vastgesteld in 2013. Deltares rapport 1209433-001-HYE-0005, Versie 3, 16 juli 2014, definitief.
- Van Nieuwkoop (2015). Tests SWAN model for river delta Vecht-IJssel. Preparation for SWAN production runs. Deltares report 1209433-001-HYE-0036. February, 2015.

A Score van de basis uitvoerlocaties KEM

Tabel A.1 Score van de individuele basis uitvoerlocaties in het KEM gebied

Loc_ID	Score	Loc_ID	Score	Loc_ID	Score	Loc_ID	Score	Loc_ID	Score
893		1015	100.00%	1141	100.00%	1607	100.00%	1729	100.00%
894		1016	100.00%	1142	100.00%	1608	100.00%	1730	100.00%
895		1017	100.00%	1143	100.00%	1609	100.00%	1731	100.00%
896		1018	100.00%	1144	100.00%	1610	100.00%	1732	100.00%
897		1019	100.00%	1145	100.00%	1611	100.00%	1733	100.00%
898		1020	100.00%	1146	100.00%	1612	100.00%	1734	100.00%
899		1021	100.00%	1147	100.00%	1613	100.00%	1735	100.00%
900		1022	100.00%	1148	100.00%	1614	100.00%	1736	100.00%
901		1023	100.00%	1149	100.00%	1615	100.00%	1737	100.00%
902		1024	100.00%	1150	100.00%	1616	100.00%	1738	100.00%
903		1025	100.00%	1151	100.00%	1617	100.00%	1739	100.00%
904		1026	100.00%	1152	100.00%	1618	99.46%	1740	100.00%
905		1027	100.00%	1153	100.00%	1619	99.83%	1741	100.00%
906		1028	100.00%	1154	100.00%	1620	99.69%	1742	100.00%
907		1029	100.00%	1155	100.00%	1621	99.93%	1743	100.00%
908		1030	100.00%	1156	100.00%	1622	100.00%	1744	100.00%
909		1031	100.00%	1157	100.00%	1623	99.97%	1745	100.00%
910		1032	100.00%	1158	100.00%	1624	99.93%	1746	100.00%
911		1033	100.00%	1159	100.00%	1625	100.00%	1747	99.97%
912		1034	99.87%	1160	100.00%	1626	100.00%	1748	100.00%
913		1035	99.92%	1161	100.00%	1627	100.00%	1749	100.00%
914		1036	99.92%	1162	100.00%	1628	100.00%	1750	100.00%
915		1037	100.00%	1163	100.00%	1629	100.00%	1751	99.87%
916		1038	99.90%	1164	100.00%	1630	100.00%	1752	100.00%
917		1039	100.00%	1165	100.00%	1631	100.00%	1753	100.00%
918		1040	100.00%	1166	100.00%	1632	100.00%	1754	100.00%
919		1041	100.00%	1167	100.00%	1633	100.00%	1755	100.00%
920		1046	100.00%	1168	99.66%	1634	99.95%	1756	100.00%
921		1047	100.00%	1513		1635	99.87%	1757	100.00%
922		1048	100.00%	1514		1636	100.00%	1758	100.00%
923		1049	100.00%	1515		1637	100.00%	1759	100.00%
924		1050	100.00%	1516		1638	100.00%	1760	100.00%
925		1051	100.00%	1517		1639	100.00%	1761	100.00%
926		1052	100.00%	1518		1640	100.00%	1762	100.00%
927		1053	100.00%	1519		1641	100.00%	1763	100.00%
928		1054	100.00%	1520		1642	100.00%	1764	100.00%
929		1055	100.00%	1521		1643	99.97%	1765	100.00%

930		1056	100.00%	1522		1644	100.00%	1766	100.00%
931		1057	100.00%	1523		1645	99.97%	1767	100.00%
932	100.00%	1058	100.00%	1524		1646	99.97%	1768	100.00%
933	100.00%	1059	100.00%	1525		1647	99.97%	1769	100.00%
934	100.00%	1060	100.00%	1526		1648	99.84%	1770	100.00%
935	99.89%	1061	100.00%	1527		1649	99.87%	1771	100.00%
936	100.00%	1062	100.00%	1528		1650	99.92%	1772	100.00%
937	100.00%	1063	100.00%	1529		1651	99.81%	1773	100.00%
938	100.00%	1064	100.00%	1530		1652	99.89%	1774	100.00%
939	100.00%	1065	100.00%	1531		1653	99.92%	1775	100.00%
940	100.00%	1066	100.00%	1532		1654	99.87%	1776	100.00%
941	100.00%	1067	100.00%	1533		1655	99.89%	1777	100.00%
942	100.00%	1068	100.00%	1534		1656	99.84%	1778	100.00%
943	100.00%	1069	100.00%	1535		1657	99.84%	1779	100.00%
944	100.00%	1070	100.00%	1536	100.00%	1658	99.84%	1780	100.00%
945		1071	100.00%	1537	100.00%	1659	100.00%	1781	100.00%
946		1072	100.00%	1538	100.00%	1660	100.00%	1782	100.00%
947		1073	100.00%	1539	99.84%	1661	100.00%	1783	100.00%
948		1074	100.00%	1540	94.68%	1662	100.00%	1784	100.00%
949	100.00%	1075	100.00%	1541		1663	100.00%	1785	100.00%
950	100.00%	1076	100.00%	1542		1664	99.97%	1786	100.00%
951		1077	100.00%	1543		1665	99.92%	1787	100.00%
952		1078	100.00%	1544		1666	100.00%	1788	100.00%
953		1079	100.00%	1545		1667	100.00%	1789	100.00%
954	100.00%	1080	100.00%	1546		1668	100.00%	1790	100.00%
955	100.00%	1081	100.00%	1547	94.83%	1669	100.00%	1791	100.00%
956	100.00%	1082	100.00%	1548		1670	100.00%	1792	100.00%
957	100.00%	1083	100.00%	1549		1671	100.00%	1793	100.00%
958	99.95%	1084	100.00%	1550	88.62%	1672	100.00%	1794	100.00%
959	100.00%	1085	100.00%	1551		1673	100.00%	1795	100.00%
960	100.00%	1086	100.00%	1552		1674	100.00%	1796	100.00%
961	100.00%	1087	100.00%	1553		1675	100.00%	1797	100.00%
962	100.00%	1088	100.00%	1554		1676	100.00%	1798	100.00%
963	100.00%	1089	100.00%	1555		1677	100.00%	1799	100.00%
964	100.00%	1090	100.00%	1556		1678	100.00%	1800	100.00%
965	100.00%	1091	100.00%	1557	100.00%	1679	100.00%	1801	100.00%
966	100.00%	1092	100.00%	1558	100.00%	1680	100.00%	1802	100.00%
967	100.00%	1093	100.00%	1559	100.00%	1681	100.00%	1803	100.00%
968	100.00%	1094	100.00%	1560	100.00%	1682	100.00%	1804	100.00%
969	100.00%	1095	100.00%	1561	85.21%	1683	100.00%	1805	100.00%
970	100.00%	1096	100.00%	1562		1684	100.00%	1806	100.00%
971	100.00%	1097	100.00%	1563		1685	100.00%	1807	100.00%

972	100.00%	1098	100.00%	1564		1686	100.00%	1808	100.00%
973	100.00%	1099	100.00%	1565		1687	100.00%	1809	100.00%
974	99.97%	1100	100.00%	1566	100.00%	1688	100.00%	1810	100.00%
975	100.00%	1101	100.00%	1567	100.00%	1689	100.00%	1811	100.00%
976	99.97%	1102	100.00%	1568	100.00%	1690	100.00%	1812	100.00%
977	100.00%	1103	100.00%	1569	100.00%	1691	100.00%	1813	100.00%
978	100.00%	1104	100.00%	1570	100.00%	1692	100.00%	1814	100.00%
979	100.00%	1105	100.00%	1571	100.00%	1693	100.00%	1815	100.00%
980	100.00%	1106	98.25%	1572	100.00%	1694	100.00%	1816	100.00%
981	99.97%	1107	97.96%	1573		1695	100.00%	1817	100.00%
982	100.00%	1108	98.56%	1574	98.70%	1696	100.00%	1818	100.00%
983	99.97%	1109	100.00%	1575	98.94%	1697	100.00%	1819	100.00%
984	100.00%	1110	100.00%	1576	98.28%	1698	100.00%	1820	100.00%
985	100.00%	1111	100.00%	1577	100.00%	1699	100.00%	1821	100.00%
986	100.00%	1112	100.00%	1578	61.39%	1700	100.00%	1822	100.00%
987	99.97%	1113	100.00%	1579	100.00%	1701	100.00%	1823	99.66%
988	100.00%	1114	100.00%	1580	99.97%	1702	100.00%	1824	99.82%
989	99.95%	1115	100.00%	1581	99.66%	1703	100.00%	1825	100.00%
990	100.00%	1116	100.00%	1582	99.55%	1704	100.00%	1826	100.00%
991	98.81%	1117	100.00%	1583	99.59%	1705	100.00%	1827	100.00%
992	99.97%	1118	100.00%	1584		1706	100.00%	1828	100.00%
993	100.00%	1119	100.00%	1585		1707	100.00%	1829	100.00%
994	100.00%	1120	100.00%	1586	99.33%	1708	100.00%	1830	100.00%
995	100.00%	1121	100.00%	1587	99.23%	1709	100.00%	1831	100.00%
996	100.00%	1122	100.00%	1588	99.11%	1710	100.00%	1832	100.00%
997	100.00%	1123	100.00%	1589	99.01%	1711	100.00%	1833	100.00%
998	99.92%	1124	100.00%	1590	99.16%	1712	100.00%	1834	100.00%
999	100.00%	1125	100.00%	1591	99.03%	1713	100.00%	1835	100.00%
1000	100.00%	1126	100.00%	1592	98.93%	1714	100.00%	1836	100.00%
1001	100.00%	1127	100.00%	1593	98.03%	1715	100.00%	1837	100.00%
1002	100.00%	1128	100.00%	1594	99.72%	1716	100.00%	1838	100.00%
1003	100.00%	1129	100.00%	1595	99.68%	1717	100.00%	1839	98.98%
1004	100.00%	1130	100.00%	1596	99.80%	1718	100.00%	1840	100.00%
1005	100.00%	1131	100.00%	1597	99.76%	1719	100.00%	5391	100.00%
1006	100.00%	1132	100.00%	1598	99.80%	1720	100.00%	5392	100.00%
1007	100.00%	1133	100.00%	1599	99.84%	1721	100.00%	5393	100.00%
1008	100.00%	1134	100.00%	1600	99.97%	1722	100.00%	5394	100.00%
1009	100.00%	1135	100.00%	1601	100.00%	1723	100.00%	5395	100.00%
1010	100.00%	1136	100.00%	1602	99.97%	1724	100.00%	5396	100.00%
1011	100.00%	1137	100.00%	1603	99.95%	1725	100.00%	5397	100.00%
1012	100.00%	1138	100.00%	1604	100.00%	1726	100.00%	5398	100.00%
1013	100.00%	1139	100.00%	1605	99.89%	1727	100.00%	5399	100.00%

1014	100.00%	1140	100.00%	1606	100.00%	1728	100.00%		
------	---------	------	---------	------	---------	------	---------	--	--