

SWAN productieberekeningen IJssel-Vechtdelta

WBI 2017



SWAN productieberekeningen IJssel-Vechtdelta

WBI 2017

M.D. Klein
M. Westra

1220082-001

Titel

SWAN productieberekeningen IJssel-Vechtdelta

Opdrachtgever

RWS - WVl

Project

1220082-001

Kenmerk

1220082-001-HYE-0017

Pagina's

85

Trefwoorden

WBI2017, SWAN, productieberekeningen, IJssel-Vechtdelta, Zwarte Meer, Zwarte Water, Kamperzeedijk, procedurele controle, fysische controle, uitvoerlocaties

Samenvatting

In het kader van het programma WBI2017 zijn voor het Zwarte Meer en het Zwarte Water, als onderdelen van de IJssel-Vechtdelta, 896 SWAN berekeningen uitgevoerd. Deze 896 berekeningen zijn combinaties van 7 windsnelheden, 16 windrichtingen en 8 uniforme waterstanden. Deze serie van 896 berekeningen is uitgevoerd met zowel een geopende (YVO serie) als een gesloten (YVG serie) 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 tweede soort controle is de zogenaamde fysische controle. Deze controleert of de SWAN berekeningen fysisch juiste en logische resultaten hebben opgeleverd.

In dit rapport zijn alleen uitgebreide procedurele en fysische controles beschreven voor de 392 combinaties behorende bij de westelijke windrichtingen. In een later stadium zijn ook de resultaten van de 504 combinaties op soortgelijke wijze gecontroleerd. Deze controles veranderen niets aan de conclusies die zijn getrokken op basis van de uitgebreide controle voor westelijke windrichtingen. In deze rapportage wordt dus alleen op de uitgebreide controles voor de westelijke windrichtingen ingegaan.

De enige onregelmatigheden die uit de procedurele controle naar voren is gekomen is dat 45 van de 392 berekeningen niet in globale zin zijn geconvergeerd; dit geldt voor zowel YVG als YVO. Nadere analyse van deze 45 berekeningen heeft echter aan getoond dat het niet-convergeren de kwaliteit van de golfcondities in de uitvoerpunten niet nadelig heeft beïnvloed.

Een deel van de fysische controles heeft betrekking op de 379 basis uitvoerlocaties die in dit gebied gedefinieerd zijn en een ander deel heeft betrekking op de ruimtelijke velden van een aantal golfparameters. De fysische controle heeft er uiteindelijk toe geleid dat 3 uitvoerlocaties 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 376 uitvoerlocaties uit zowel de YVG als de YVO serie, 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

Titel

SWAN productieberekeningen IJssel-Vechtdelta

Opdrachtgever

RWS - WVL

Project

1220082-001

Kenmerk

1220082-001-HYE-0017

Pagina's

85

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	Mei 2016	M. D. Klein		C. Gautier		K.J. Bos	
		M. R. Westra					
2	Juni 2016	M. D. Klein	b/a	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	4
2 Opzet van de SWAN IJVD productieberekeningen	7
2.1 Inleiding	7
2.2 Stochastcombinaties	7
2.3 Het SWAN IJVD model	9
2.3.1 Inleiding	9
2.3.2 Bodem en rooster	9
2.3.3 Obstakels	10
2.3.4 Spectrale discretisatie	10
2.3.5 Randvoorwaarden	11
2.3.6 Windforcering	11
2.3.7 Waterstanden en stroming	11
2.3.8 Numerieke en fysische instellingen	12
2.3.9 Uitvoer	14
2.4 Structuur van de berekeningen	15
2.5 Controles voorafgaand aan de productieberekeningen	16
2.6 Controles van de productieberekeningen	16
2.7 Platform	17
2.7.1 SWAN versie	17
2.7.2 Besturingssysteem	17
2.7.3 Hardware	17
3 Procedurele controles	19
3.1 Inleiding	19
3.2 Controle op rekentijd en aantal iteraties	19
3.3 Controle van de mappen INP	22
3.3.1 Beschrijving van de controle	22
3.3.2 Uitwerking van de controle	22
3.3.3 Conclusie van de controle	22
3.4 Controle van de mappen LOG	22
3.4.1 Beschrijving van de controle	22
3.4.2 Uitwerking van de controle	23
3.4.3 Conclusie van de controle	23
3.5 Controle van de mappen RES	23
3.5.1 Beschrijving van de controle	23
3.5.2 Uitwerking van de controle	24
3.5.3 Conclusie van de controle	25
3.6 Controle van het PRT bestand	25
3.6.1 Beschrijving van de controle	25
3.6.2 Uitwerking van de controle	26
3.6.3 Conclusie van de controle	28
3.7 Afhandelen van procedureel afgekeurde berekeningen	28

3.8	Conclusies	29
4	Fysische controles	31
4.1	Inleiding	31
4.2	Identificatie onterecht natte uitvoerpunten	31
4.3	Kwaliteit van de uitvoerpunten	32
4.3.1	Beschrijving van de controle	32
4.3.2	Uitwerking van de controle	33
4.3.3	Nadere analyse van de controle	35
4.3.4	Conclusie van de controle	37
4.4	Controle op minimale en maximale waarden in uitvoerpunten	37
4.4.1	Beschrijving van de controle	37
4.4.2	Uitwerking van de controle	37
4.4.3	Conclusie van de controle	59
4.5	Controle op consistentie van H_{m0} en T_{m01}	59
4.5.1	Beschrijving van de controle	59
4.5.2	Uitwerking van de controle	61
4.5.3	Conclusie van de controle	72
4.6	Controle van de ruimtelijke velden	72
4.6.1	Beschrijving van de controle	72
4.6.2	Uitwerking van de controle	74
4.6.3	Conclusie van de controle	81
4.7	Conclusies	81
5	Conclusies	83
5.1	Conclusies van de procedurele controles	83
5.2	Conclusies van de fysische controles	83
5.3	Eindconclusie	83
6	Referenties	85
A	Controles vooraf van SWAN IJVD model	A-1
B	Score van de basis uitvoerlocaties YVG en YVO	B-1

Summary

Within WBI2017 896 SWAN computations for Zwarte Meer and Zwarte Water, as part of the IJssel-Vecht delta have been performed. The 896 computations are combinations of 16 wind directions, 7 wind speeds and 8 uniform water levels. The series of 896 computations have been performed for both an open (YVO series) and a closed (YVG series) 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 this report the checks have only been reported for the 392 of 896 combinations corresponding to the western wind directions. In a later stadium the results of the combinations corresponding to eastern wind directions were checked. These checks do not alter the conclusions drawn from the checks for western winds.

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 45 of 392 computations did not satisfy the global SWAN convergence criterion, for both the YVG and YVO series. However, additional analysis of the 45 computations 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 379 main output locations. The other part concerned the spatially varying field of the wave parameters. As a result of the physical checks 3 output locations 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 376 output locations for both YVG and YVO series 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 herhalingstijden van 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 dijkkring in beschouwing. Dit laatste wordt de overstromingskansbenadering genoemd. Het beoogde instrument waar deze overstromingsbenadering in geïmplementeerd gaat worden heet Hydra-RING.

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



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 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 nauwkeurigheid van de bepaling 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 eerste 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 de IJssel-Vecht delta. De resultaten van deze productieberekeningen zijn input voor de databases fysica benodigd voor de probabilistische berekeningen. De database dient voor de IJssel-Vecht delta gevuld te worden met berekende golfcondities (en waterstanden) voor een groot aantal combinaties van windsnelheid, windrichting en waterstand. Voor het Zwarte Meer, een deel van het Zwarte Water en langs de Kamperzeedijk worden de golfcondities bepaald met behulp van SWAN, gebruik makende van de meest recente gebiedsschematisaties.

1.3 Afbakening

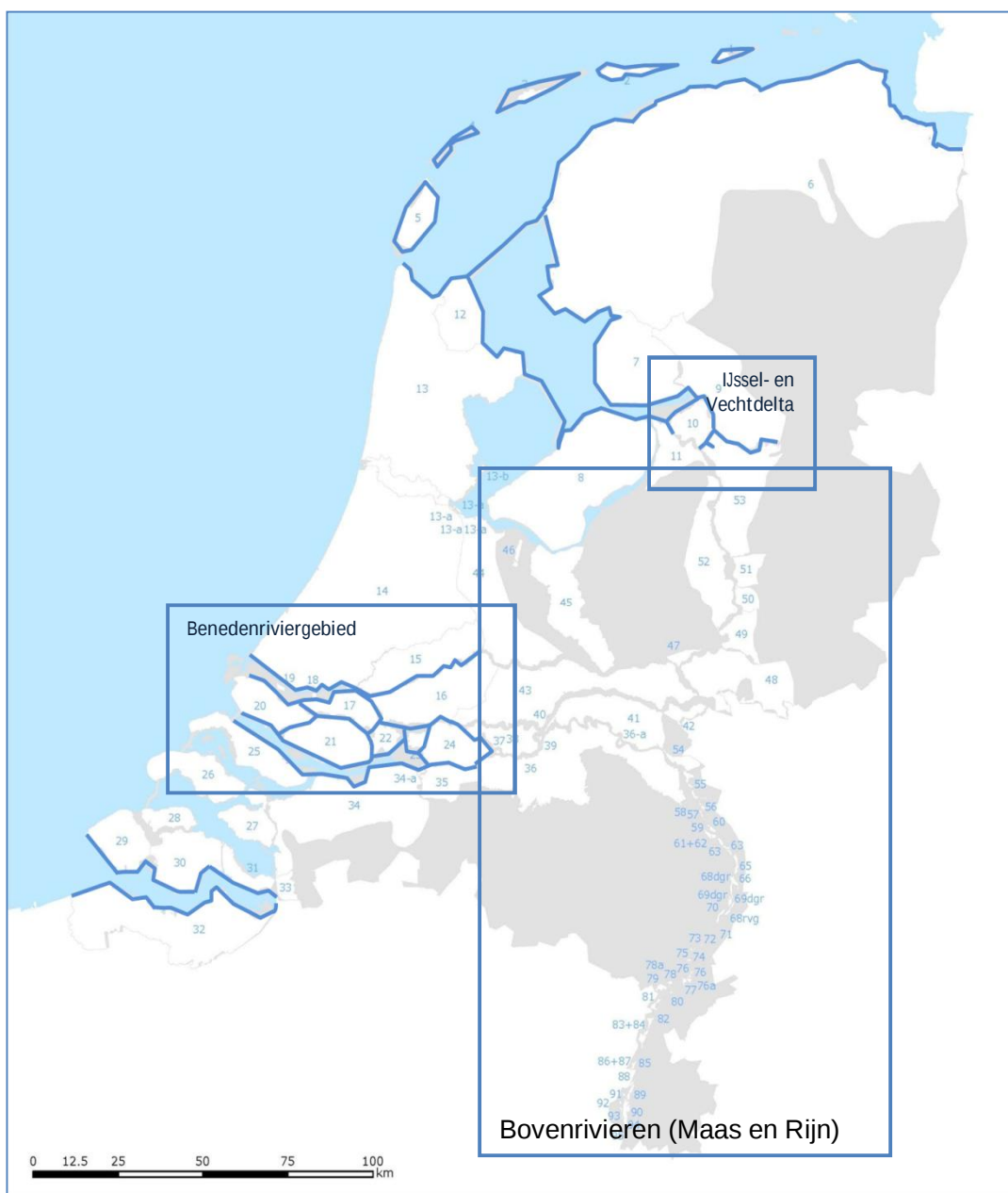
Nieuwe productieberekeningen worden alleen uitgevoerd voor gebieden die worden beïnvloed door de Ruimte voor de Rivier (RvR) maatregelen en Maaswerken maatregelen. Dat betekent dat de nieuwe productieberekeningen alleen uitgevoerd worden voor de volgende watersystemen (zie ook Figuur 1.2):

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

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.

Merk op dat als startpunt voor de activiteiten in het kader van WBI2017 de aanpak en resultaten van WTI2011 worden gebruikt. Daar waar voor WBI2017 afgeweken wordt van de aanpak van WTI2011 wordt dit expliciet in het rapport aangegeven.

Het huidige rapport heeft betrekking op het Zwarte Meer en een deel van het Zwarte Water, als onderdeel van de IJssel- en Vechtdelta. De productieberekeningen voor het Ketel- en Vossemeer (ook onderdeel van de IJssel- en Vechtdelta) zijn beschreven in Deltares (2016) Voor de golfberekeningen op de overige wateren van de Vecht- en IJsseldelta zijn de groeikrommes volgens Bretschneider gebruikt.



Figuur 1.2 Watersystemen waarvoor nieuwe productieberekeningen worden uitgevoerd in het kader van WBI2017

1.4 Leeswijzer

Onderliggend rapport bevat de achtergronddocumentatie bij de SWAN productie berekeningen voor WBI2017 voor de IJssel-Vechtdelta. De belangrijkste activiteiten bestaan uit:

- het voorbereiden van alle berekeningen, SWAN invoerbestanden en de organisatie daarvan in mappen;
- 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, 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.

In totaal zijn 896 combinaties van windsnelheden, waterstanden en 16 windrichtingen doorgerekend, bij elke combinatie een berekening met open en gesloten kering. In totaal vallen 392 combinaties in de westelijke windsector (225 tot en met 360 graden N) en 504 in de oostelijke sector (22,5 tot en met 202,25 graden N).

De berekeningen voor de oostelijke richtingen zijn in een later stadium uitgevoerd. De uitgebreide controles zoals deze in dit rapport zijn beschreven hebben alleen betrekking op de westelijke richtingen. Voor de oostelijke richtingen zijn dezelfde controles uitgevoerd als voor de westelijke richtingen, maar hebben deze niet tot andere inzichten geleid. Om deze reden volstaan we met de rapportage van de controles voor alleen westelijke richtingen.

2 Opzet van de SWAN IJVD productieberekeningen

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de opzet van de SWAN productieberekeningen voor de IJssel-Vechtdelta, hierna afgekort tot IJVD. In concreto betekent dit dat de berekeningen worden uitgevoerd voor locaties langs het Zwarte Meer, het Zwarte Water en langs de Kamperzeedijk die de zuidelijke begrenzing van het Kampereiland vormt, zie Figuur 2.1.



Figuur 2.1 Ligging van het Zwarte Meer, Zwarte Water en Kampereiland. Bron: Google Earth

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 terwijl paragrafen 2.5 en 2.6 in gaan 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 Deltares (2013) en Deltares (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.

2.2 Stochastcombinaties

Ten behoeve van de bepaling van de HR in het Zwarte Meer zijn 896 stochastcombinaties doorgerekend. Dit aantal is opgebouwd uit combinaties van 7 windsnelheden (U), 16 windsectoren (D) met een breedte van 22,5° en 8 uniforme waterstanden (S). De waarden van deze drie stochasten zijn samengevat in Tabel 2.1. De linkerkolom van elk kolompaar geeft de stochastwaarde aan. De rechterkolom van elk paar is de code voor die stochastwaarde zoals die gebruikt is in de naam van elk bestand en elke map van de betreffende productieberekening.

Deze set met stochastcombinaties is identiek aan de set die ten behoeve van WTI2011 is doorgerekend. Een bijkomend voordeel hiervan is dat de golfrandvoorwaarden die op de westelijke rand van het SWAN model moeten worden opgelegd niet opnieuw afgeleid hoeven te worden maar overgenomen kunnen worden uit de WTI2011 productieberekeningen, zie paragraaf 2.3.5. Naar aanleiding van de vaststelling van aangepaste statistiek en nieuwe normen is een verificatie uitgevoerd aangaande de reikwijdte van stochastcombinaties. Deze analyse, beschreven in Deltares (2015c), laat zien dat de reikwijdte van stochastcombinaties afdoende is.

Tabel 2.1 Stochastcombinaties voor de SWAN productieberekeningen IJVD

Open water windsnelheid [m/s]		Windrichting [°N]		Waterstand [m+NAP]	
11,1	U11	22,5	D022	-0,4	S01
17,5	U18	45,0	D045	+0,1	S02
23,7	U24	67,5	D067	+0,6	S03
28,7	U29	90,0	D090	+1,1	S04
33,7	U34	112,5	D112	+1,6	S05
38,5	U39	135,0	D135	+2,5	S06
43,3	U43	157,5	D157	+3,5	S07
		180,0	D180	+6,0	S08
		202,5	D202		
		225,0	D225		
		247,5	D247		
		270,0	D270		
		292,5	D292		
		315,0	D315		
		337,5	D337		
		360,0	D360		
7		16		8	
				Totaal:	896

De stochast windsnelheid is aangeduid als de open water windsnelheid welke de snelheid is die ook daadwerkelijk in de SWAN berekeningen is opgelegd. Deze windsnelheid is verkregen door een omzetting van een potentiële windsnelheid. De omzetting is verder uitgewerkt in paragraaf 2.3.6. Merk op dat in WTI2011 de windsnelheidlabels nog de potentiële windsnelheid betroffen terwijl voor WBI2017 de afgeronde open water windsnelheid als label is gebruikt, dus bijvoorbeeld U11 (WBI2017) in plaats van U10 (WTI2011).

De stochastcode voor de windrichting, in Tabel 2.1 gerepresenteerd door de middelen van de windrichtingsectoren van 22,5 graad breed, is de naar beneden afgeronde windrichting voorafgegaan door een 'D'. De acht uniforme waterstanden die zijn doorgerekend zijn niet aangeduid met de waterstand zelf maar met een volgnummer voorafgegaan door 'S' waar S01 staat voor de laagste waterstand van NAP-0,4 m en S08 voor de hoogste waterstand van NAP+6,0 m.

Bovenstaande set van 896 berekeningen is tweemaal uitgevoerd: eenmaal met geopende (falende) Ramspolkering en eenmaal met een gesloten Ramspolkering. Deze series berekeningen zijn aangeduid met respectievelijk YVO en YVG.

2.3 Het SWAN IJVD model

2.3.1 Inleiding

In Deltares (2015a) 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 vergelijking met WTI2011 gemaakt, ter controle van de schematisatie. Voor details omtrent de modelopzet en gebruikte gegevens, inclusief versienummers, wordt verwezen naar Deltares (2015a).

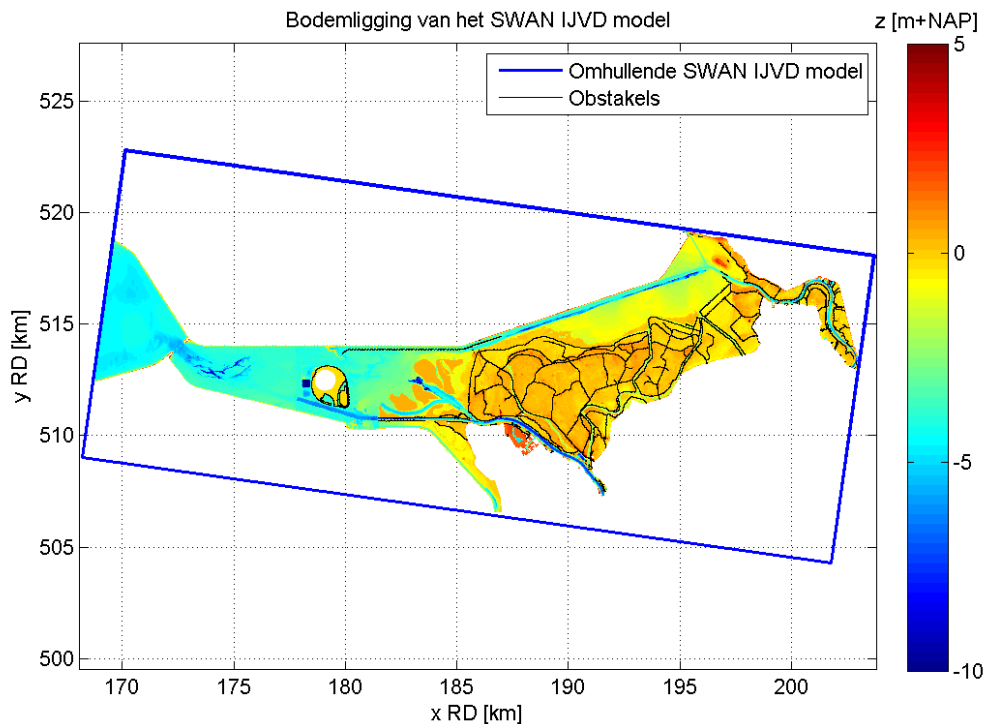
2.3.2 Bodem en rooster

Het rekenrooster van het SWAN IJVD model is ongewijzigd ten opzichte van het rekenrooster gebruikt voor WTI2011, zie Klein (2011). Karakteristieken van het rekenrooster zijn samengevat in Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Karakteristieken van het SWAN IJVD model

# cellen in x- richting n_x	# cellen in y- richting n_y	Totaal aantal cellen N	Aantal actieve cellen N_a	Rotatie	Celgrootte
1696	696	1.180.416	340.588	-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. De bodemligging van het SWAN IJVD model is weergegeven in Figuur 2.2. De zwarte lijnen in deze figuur zijn de obstakels waarmee onder meer de dijken en kades in het model zijn opgenomen, zie paragraaf 2.3.3.



Figuur 2.2 Bodemligging van het SWAN IJVD model. Zwarte lijnen zijn de obstakels waarmee onder meer de dijken en kades zijn gedefinieerd.

2.3.3 Obstakels

In het SWAN IJVD model is een veelheid (12.696) aan obstakels gedefinieerd waarvan het merendeel in het Zwarte Meer, het Zwarte Water en op het Kampereiland liggen. Net als de bodemligging zijn deze obstakels met het script Bas2SWAN vanuit de Baseline database aangemaakt. We verwijzen hiervoor naar Deltares (2014a) en Deltares (2015b). Bij deze rapporten is een kmz file opgeleverd, waarin alle obstakels inclusief hun hoogte zijn weergegeven. Dit gebruik van obstakels is een groot verschil met de WT12011 productieberekeningen waarin alleen de Ramspolkering als obstakels was 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 wordt opgenomen dan wanneer de hoogte door de (geïnterpoleerde) bodemligging wordt bepaald. Alle obstakels zijn in Figuur 2.2 weergegeven met de zwarte lijnen.

Eén belangrijk obstakel dat genoemd moet worden is de Ramspolkering. Voor IJVD zijn de stochastcombinaties uit Tabel 2.1 namelijk tweemaal uitgevoerd: eenmaal met geopende kering (YVO serie) en eenmaal met gesloten kering (YVG serie).

2.3.4 Spectrale discretisatie

De spectrale discretisatie is ongewijzigd ten opzichte van de WT12011 productieberekeningen, zie Klein (2011). De richtingsruimte is verdeeld in 120 sectoren van 3° en het frequentiedomein is 0,08 – 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

De golfcondities in de IJssel-Vechtdelta worden vooral bepaald door lokaal, op het Zwarte Meer, opgewekte golven. Daarnaast zal er bij westelijke windrichtingen een kleine bijdrage zijn van golven die vanuit het Ketelmeer het Zwarte Meer binnendringen. De invloed van het al dan niet opleggen van golfrandvoorwaarden op de westelijke rand van het SWAN IJVD model, gelegen in het IJsselmeer (Figuur 2.2), zal een kleine invloed hebben op de golfcondities in het Zwarte Meer.

Desalniettemin zijn er op deze westelijke rand golfrandvoorwaarden opgelegd. Deze randvoorwaarden zijn overgenomen uit de productieberekeningen die voor WT12011 zijn uitgevoerd. Dit is mogelijk omdat de stochastcombinaties die voor WT12011 voor dit gebied zijn doorgerekend identiek zijn aan de stochastcombinaties die voor WBI2017 zijn door gerekend.

2.3.6 Windforcering

De stochast windsnelheid, zoals opgenomen in Tabel 2.1, betreft de zogenaamde open water windsnelheid. Deze is verkregen door een omzetting van de potentiële windsnelheid. Merk op dat in WT12011 de stochast windsnelheid met deze potentiële windsnelheid werd aangeduid. Beide windsnelheden zijn op een hoogte van 10 m gedefinieerd maar met 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 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 en bijbehorend label

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

2.3.7 Waterstanden en stroming

Voor deze serie productieberekeningen is gerekend met uniforme waterstanden, zie paragraaf 2.2. Er hoeft derhalve geen interpolatie plaats te vinden van de met WAQUA berekende waterstanden naar het SWAN rooster. Dit in tegenstelling tot de productieberekeningen voor het Ketelmeer en Vossemeer waarbij wel niet-uniforme, met WAQUA berekende, waterstanden worden opgelegd. De set waterstanden is identiek aan de set gebruikt voor WT12011 en is gebaseerd op de te verwachten waterstanden die uit de WAQUA berekeningen zullen volgen.

Stroming is niet meegenomen in de berekeningen.

2.3.8 Numerieke en fysische instellingen

De productieberekeningen zijn uitgevoerd met een WBI versie van SWAN (versie 40.72ABCDE). De numerieke en fysische instellingen zijn ongewijzigd ten opzichte van de instellingen gehanteerd voor WT12011, zie Klein (2011). Dit betekent onder meer dat in 99% van de natte cellen aan het convergentie criterium voldaan moet worden en dat de SWAN berekening maximaal 80 iteraties doorloopt. In Tabel 2.4 is als voorbeeld een deel van een SWAN invoerbestand opgenomen waarin onder meer alle instellingen zijn weergegeven.

Tabel 2.4 Voorbeeld van een deel van het SWAN invoerbestand gebruikt in de WBI2017
productieberekeningen voor de IJssel-Vechtdelta

```

***** U11D225S01 *****
$ Template                : YVG.tpl
$ Gebied                  : IJssel-Vecht delta - gesloten kering
$ run id                  : U11D225S01
$ Nominale wind snelheid  : 10.0
$ Nominale wind richting  : 225.00
$ Fysische wind snelheid (swan) : 11.1
$ Waterstand (uniform)    : -0.4
$ Conditie nr             : 00001

*****

PROJ 'HR2017' '0001'

*****MODEL INPUT*****

MODE STATIONARY
SET LEVEL=-0.4 MAXERR=2 RHO=1000 NAUTICAL

CGRID XPC=168200 YPC=509010 ALPC=-8. XLENC=33920 YLENC=13920. MXC=1696 MYC=696, &
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 999.000
READ BOT FAC=-1.0 '././ALGswn/bodem_2014.bot' IDLA=5 NHEDF=0 FREE

WIND 11.1 225.00

*****BOUNDARY CONDITIONS*****

BOUNDNEST1 NEST 'INP/BndG3_G1U11D225S01.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 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

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

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

$*****OBSTACLES*****
$ OTHER OBSTACLES
OBSTACLE DAM GODA  1.10 2.6 0.15 LINE &
185657.036 514019.199 &
185654.253 513999.394
|
ca. 13.000 obstakels
|
OBSTACLE DAM GODA  2.79 2.6 0.15 LINE &
187281.075 510054.594 &
187278.292 510034.788

$ 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/U11D225S01_01.SP1'
|
SPECOUT '0007' SPEC1D ABS 'RES/U11D225S01_07.SP1'

SPECOUT 'HRba' SPEC2D ABS 'RES/U11D225S01_01.SP2'
|
SPECOUT '0007' SPEC2D ABS 'RES/U11D225S01_07.SP2'

TABLE 'HRba' HEAD 'RES/U11D225S01_01.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/U11D225S01_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/U11D225S01.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 &  
172654 512777 &  
|  
173346 514019 &  
PAR 'RES/U11D225S01.PAR'
```

```
COMPUTE
```

```
STOP
```

De fysische instellingen zijn ten behoeve van WTI2011 vastgesteld na een uitgebreide kalibratie van SWAN modellen van diverse gebieden, zie Deltares (2010). De enige wijziging aan die fysische instellingen die voor de WTI2011 productieberekeningen is aangebracht is het stellen van de bodemwrijvingscoëfficiënt *cfjon* op een waarde van 0,067 in plaats van 0,038. In verband met consistentie met WTI2011 is voor WBI2017 ook de waarde van 0,067 aangehouden. Diffractie is niet gemodelleerd.

2.3.9 Uitvoer

In de SWAN IJVD productieberekeningen is een aantal sets met uitvoerlocaties gedefinieerd. Een aantal van die sets zijn de sets die gebruikt zijn voor de productieberekeningen voor WTI2011. In 2011 is onderscheid gemaakt tussen onder meer 1) basis uitvoerlocaties die op ca. 50 m van de kering zijn gelegd, 2) een back-up set met uitvoerlocaties die identiek is aan de basis set maar waarin de locaties nog eens 50 m verder uit de kering zijn gelegd en 3) een set met extra punten waarin de punten om hoge gronden en havens e.d. zijn heen gelegd. Ook in de WBI2017 productieberekeningen wordt uitvoer in deze 'oude' sets met punten gegenereerd om direct een link naar de resultaten van WTI2011 te kunnen maken.

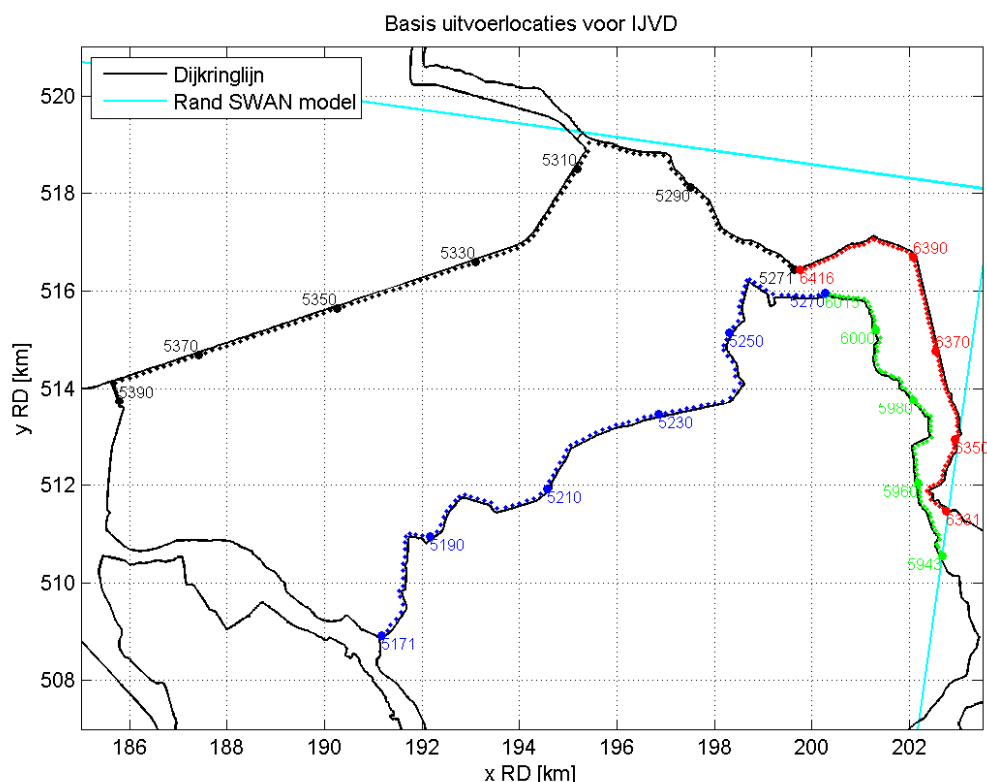
Ten behoeve van WBI2017 zijn de puntensets uit 2011 echter herzien: locaties zijn verplaatst, verwijderd of juist toegevoegd. Bovendien zijn alle verschillende sets met uitvoerlocaties in één bestand samengevoegd. Dit is gedaan vanwege gewenste consistentie met de WAQUA uitvoerlocaties. De SWAN en WAQUA WBI2017 productieberekeningen gebruiken derhalve dezelfde set met uitvoerlocaties.

Het gevolg is wel dat veel van de uitvoerlocaties buiten het SWAN rooster liggen omdat het WAQUA model van de IJssel-Vechtdelta een groter gebied beslaat. Bovendien is maar een beperkt deel van alle locaties zogenaamde basis uitvoerlocaties. Aangezien de controles van de SWAN productieberekeningen zich toespitsen op de basis uitvoerlocaties worden de controles op een selectie van de uitvoerlocaties uitgevoerd. In Figuur 2.3 zijn de te controleren basis uitvoerlocaties in de IJssel-Vechtdelta weergegeven. De getallen bij de punten geven het volgnummer van de betreffende locatie in het puntenbestand aan. Dit volgnummer zal ook gebruikt worden in de visualisatie van de controles voor zover deze betrekking hebben op de uitvoerlocaties.

De gehele uitvoerpuntenset bevat 6427 locaties waarvan er uiteindelijk maar 379 als SWAN basis uitvoerlocaties zijn aangemerkt. Die 379 locaties bestaan uit locaties 5171 – 5270 langs de Kamperzeedijk, locaties 5943 – 6015 langs de westelijke oever van het Zwarte Water, locaties 6331 – 6416 langs de oostelijke over van het Zwarte Water en locaties 5271 – 5390 langs de oostelijke en noordelijke oever van het Zwarte Meer en langs de Ramspolkering. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de meest zuidelijke locaties langs de oever van het Zwarte Water weliswaar binnen het SWAN rekenrooster liggen maar niet binnen het domein

waarvoor de bodemligging is gedefinieerd. De bodemligging heeft voor die locaties een dummy waarde waardoor deze locaties permanent droog zijn.

Het puntenbestand waarin deze 6427 uitvoerlocaties zijn gedefinieerd is genaamd 'Uitvoerlocaties_IJVD_xy.pnt'. Dit is hetzelfde bestand als gebruikt is voor de SWAN productieberekeningen in het Ketelmeer en het Vossemeer; voor die wateren zijn de controles op een andere locaties subset uitgevoerd. De uitvoerbestanden die voor deze locatieset zijn uitgevoerd worden gekenmerkt door het label '_07' in de naam van de uitvoerbestanden, zie Tabel 2.4.



Figuur 2.3 Basis uitvoerlocaties in het Zwarte Meer en het Zwarte Water en langs de Kamperzeedijk

In elk van de uitvoerlocaties is een aantal parameters uitgevoerd. Dit zijn parameters op basis waarvan de controles zijn uitgevoerd en/of parameters waarmee de databases gevuld gaan worden. De volgende parameters zijn uitgevoerd in de uitvoerlocaties:

XP, YP, DEP, HS, RTP, TPS, TMM10, TM01, TM02, DIR, DSPR, WLEN, DISS, DHS, DRTM01, WATLEV, WIND, VEL, QB en BOTLEV.

2.4 Structuur van de berekeningen

De SWAN berekeningen met geopende Ramspolkering zijn opgenomen in de map YVO terwijl die met gesloten kering zijn opgenomen in de map YVG. Binnen elk van deze mappen is voor iedere stochastcombinatie (ook wel case genoemd) een separate map aanwezig. Die stochastmappen hebben namen als 'YVG-U11D225S01' en 'YVO-U43D336S04'. Iedere stochastmap bevat de mappen 'INP', 'RES', 'LOG' en 'PLT'.

De map 'INP' bevat de voor die case specifieke invoer als het SWAN hoofdinvoerbestand (*.swn) en eventuele randvoorwaardebestanden en/of waterstandsvelden. Voor de SWAN IJVD berekeningen is een hoofdinvoerbestand en een randvoorwaardebestand nodig; ruimtelijk variërende waterstandsvelden zijn alleen gebruikt voor de productieberekeningen voor het Ketelmeer en het Vossemeer.

In Tabel 2.5 is de structuur voor de SWAN IJVD productieberekeningen samengevat aan de hand van de berekeningen voor de geopende Ramspolkering (YVO serie).

Tabel 2.5 Structuur van de SWAN IJVD productieberekeningen aan de hand van de YVO serie

Gebied	Case	Sub-case	Bestanden
YVO	YVO-U11D225S01	INP	SWAN hoofdinvoerbestand Randvoorwaardenspectrum
		RES	De uitvoerbestanden gegenereerd door SWAN
		LOG	Na een succesvolle run de bestanden: U11D225S01.prt Swaninit norm_end Een error bestand na een foutieve som. Het bestand U11D225S01.tim met begin- en eindtijd van de berekening.
		PLT	Iso-vector plots met ruimtelijk variërende golfhoogte (H_{m0}) en piekperiode (T_{ps}). Deze figuren zijn gemaakt voor het gehele gebied (code 01) en in deelgebieden. In de directory APLT, een directory niveau hoger dan case niveau staan deze plots ook per deelgebied en per parameter georganiseerd.

2.5 Controles voorafgaand aan de productieberekeningen

Voorafgaand aan het uitvoeren van de SWAN productieberekeningen is de opzet van het SWAN model uitvoerig gecontroleerd. De eerste controles, waaronder een vergelijking met de WTI2011 productieberekeningen, zijn beschreven in Deltares (2015a). Na definitieve uitlevering van het SWAN IJVD model ten behoeve van WBI2017 zijn steekproefsgewijs de controles uit Deltares (2015a) herhaald. De bevindingen van die controles zijn vastgelegd in Appendix A.

2.6 Controles van de productieberekeningen

Twee soorten controles zijn toegepast op de productieberekeningen. De eerste soort is aangeduid als procedurele controle. Deze controle controleert onder meer of de berekening

goed is verlopen, of deze is geconvergeerd in globale zin en of alle uitvoerbestanden zijn aangemaakt. 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 hebben 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 met toenemende windsnelheid. De fysische controles zijn uitgewerkt in hoofdstuk 4.

Zoals in Paragraaf 1.4 is aangegeven, benoemen we hier dat in deze twee hoofdstukken alleen de controles op de westelijke richtingen, dus 392 combinaties, zijn gerapporteerd.

2.7 Platform

2.7.1 SWAN versie

Voor alle berekeningen is gebruik gemaakt van de SWAN 64 bit versie 40.72 met de patches A, B, C, D en E. De 'executable swan_4072ABCDE_del_l64_i11_omp.exe' en alle vereiste bibliotheken zijn geleverd door Deltares.

2.7.2 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.

2.7.3 Hardware

Alle productieberekeningen zijn uitgevoerd op het Amazon EC2 rekencluster. Dit is een in de 'cloud' rekencluster waar tegen betaling berekeningen kunnen worden uitgevoerd. 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 naar de WBI opslag schijf.

Eenmalig dient op Amazon EC2 een zogenaamde AMI (Amazon Machine Image) te worden aangemaakt waarop alle benodigde software wordt geïnstalleerd. Deze AMI wordt vervolgens opgeslagen. Op Amazon EC2 is het nu mogelijk om een willekeurig aantal, identieke, zogenaamde virtuele pc's aan te maken door de opgeslagen AMI te kopiëren. 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 geconfigureerde pc's. Voor de WBI2017 productiesommen is gekozen uit het type c3.4xlarge, een type met 15GB geheugen en een 4x1.7GHz processor (Xeon). De rekentijd van een enkele SWAN IJVD berekening op dit type virtuele pc van Amazon heeft een vergelijkbare rekentijd als op het Deltares h5 cluster (4 cores).

Voor de series YVG en YVO zijn in totaal $2 \times 896 = 1792$ SWAN berekeningen uitgevoerd, met een gemiddelde rekentijd van 55 minuten wat neerkomt op een totale rekeninspanning van ruim 1400 uur. Op Amazon EC2, met 100 actieve virtuele pc's tijdens de piekbelasting, werd de doorlooptijd van de berekeningen teruggebracht tot minder dan een dag.

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 van de WBI2017 productieberekeningen hebben dezelfde opzet als die van de WTI2011 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 van en het aantal iteraties dat een berekening heeft doorlopen. In paragraaf 3.3 is 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 3.6 speciale aandacht voor het logbestand dat door SWAN geproduceerd wordt, het zogenaamde print bestand (*.prt). De 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.

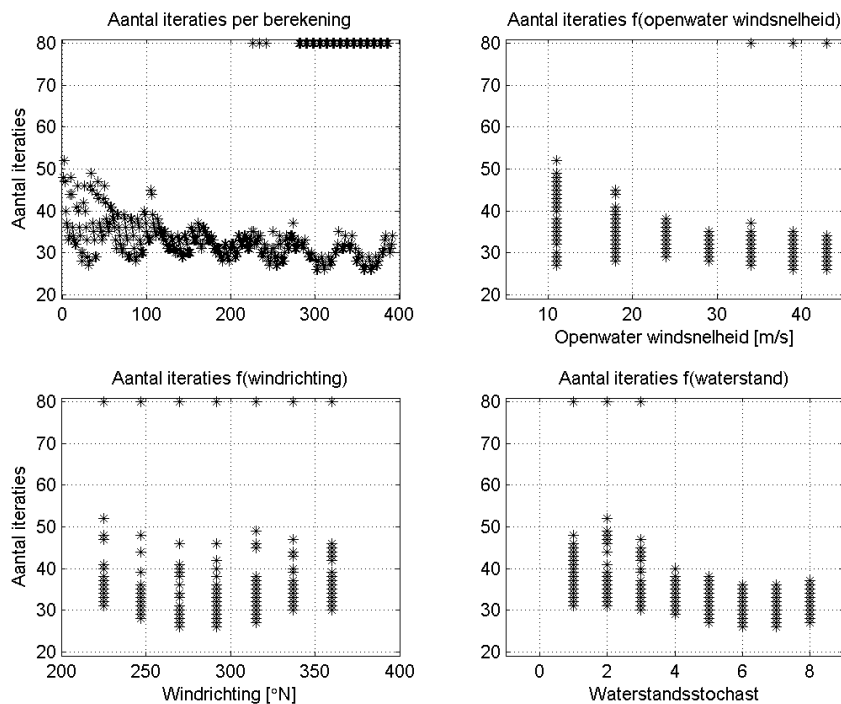
Elk van de controles van de mappen INP, LOG en RES en van het print bestand wordt per case samengevat met een 1 (voldoet) of een 0 (voldoet niet). Een case is procedureel direct goedgekeurd als de procedurele controle vier maal een score 1 oplevert. In een separaat logbestand en ook in een Excel bestand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

De bespreking van de controles is met name opgehangen aan de berekeningen waarbij de Ramspolkering gesloten is, de YVG serie. Daar waar relevant zijn (ook) de resultaten van de controles van de berekeningen met de geopende Ramspolkering (YVO) besproken.

3.2 Controle op rekentijd en aantal iteraties

In deze paragraaf is gekeken naar het aantal iteraties dat de SWAN berekeningen hebben doorlopen en naar de rekentijd van elke afzonderlijke berekening. Hierbij is er op gelet of berekeningen een afwijkende rekentijd dan wel afwijkend aantal iteraties hebben doorlopen.

In Figuur 3.1 is het aantal iteraties per YVG berekening weergegeven als functie van de windsnelheid, de windrichting en de waterstand. De figuur illustreert dat een aantal berekeningen 80 iteraties hebben doorlopen. Dit zijn berekeningen die in globale zin niet zijn geconvergeerd. De niet convergerende berekeningen betreffen uitsluitend de hoogste drie windsnelheden en de laagste drie waterstanden. In paragrafen 3.6 en 3.7 wordt nader ingegaan op het al dan niet convergeren van de berekeningen. Een andere interessant resultaat is dat het aantal benodigde iteraties afneemt met toenemende windsnelheid en met toenemende waterstand.



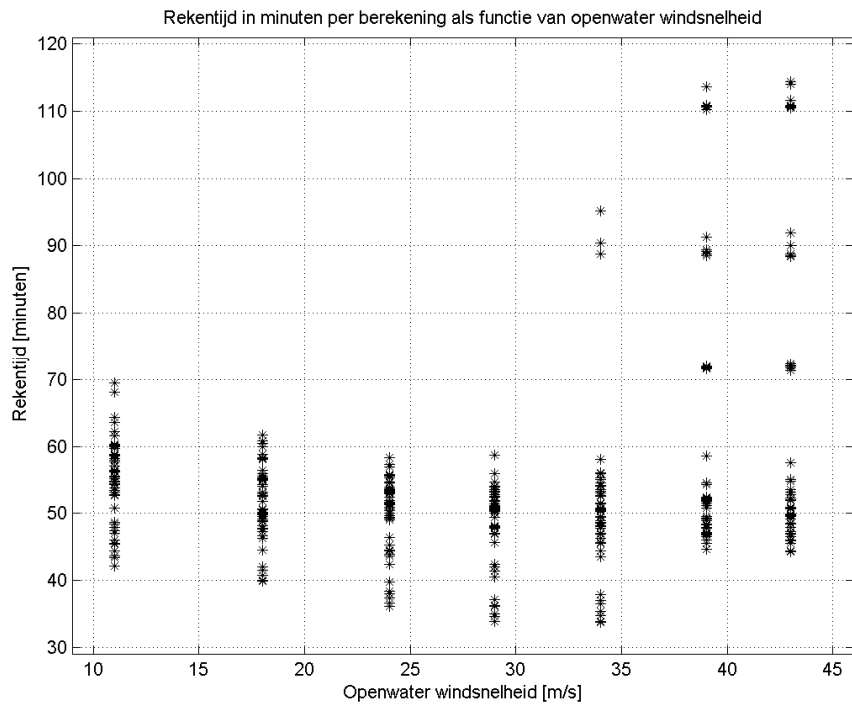
Figuur 3.1 Aantal iteraties dat de SWAN YVG berekeningen hebben doorlopen.

In Figuur 3.2 en Figuur 3.3 is de rekentijd voor iedere SWAN YVG berekening geplot als functie van respectievelijk de windsnelheid en de waterstand. Figuur 3.2 illustreert dat de rekentijd toeneemt met toenemende waterstand voor de drie laagste waterstanden. Dit komt door het feit bij elke toename de waterstand een groter gebied nat wordt waardoor er meer actieve roosterzellen zijn die rekentijd kosten.

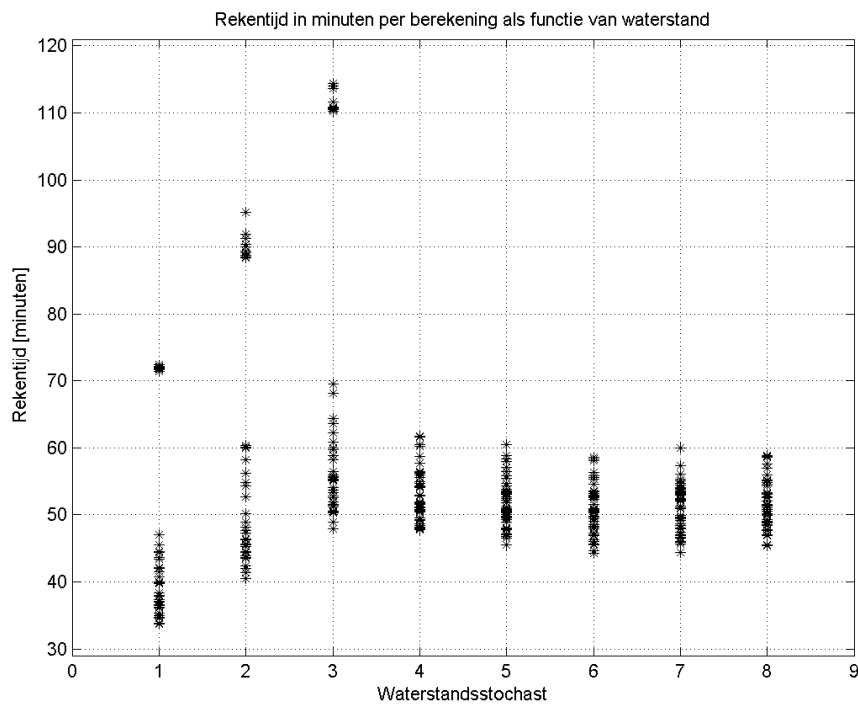
Voor waterstanden hoger dan de eerste drie is dezelfde afnemende trend als voor het aantal iteraties te zien. In de figuur met de rekentijd als functie van de windsnelheid is ook dezelfde afnemende trend te zien als die te zien was in het aantal iteraties als functie van de windsnelheid. Deze resultaten zijn dus consistent met elkaar.

De berekeningen met de afwijkende rekentijd zijn vanzelfsprekend de berekeningen die niet zijn geconvergeerd. De afwijkende rekentijden komen in drie clusters voor, namelijk rekentijden tussen 70 en 80 minuten, rond 90 minuten en tussen 110 en 120 minuten. Deze clusters komen overeen met de drie waterstanden waarbij de niet-convergerende berekeningen voorkomen.

De controle op rekentijden en aantal iteraties laten onderling een consistent beeld zien en de afwijkende rekentijden kunnen worden gerelateerd aan de niet-convergerende berekeningen en de waterstanden van de betreffende berekeningen. Voor YVO zijn de resultaten van deze controle nagenoeg identiek aan die van YVG.



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



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

3.3 Controle van de mappen INP

3.3.1 Beschrijving van de controle

Voor elke SWAN IJVD berekening moet er een map INP bestaan waarin het SWAN hoofdinvoerbestand (*.swn) aanwezig moet zijn en een randvoorwaarde spectrum (*.rvw). De controle van de map INP controleert dus op aanwezigheid van deze twee bestanden. Indien beide bestanden voor een bepaalde berekening aanwezig zijn, krijgt deze berekening voor deze controle een score 1. Indien één van de twee, of beide bestanden afwezig zijn krijgt de berekening een score 0 voor deze controle.

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

3.3.2 Uitwerking van de controle

Het resultaat van deze controle is uiteindelijk samengevat in een logbestand met naam 'YVG_ProcContr_LogFileCheckINP.log' voor wat betreft de YVG serie. Het logbestand geeft aan in welke berekeningen één of meer invoerbestanden ontbreken.

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

DIT BESTAND BEVAT DE RESULTATEN VAN DE CONTROLE CHECKINP

392 BEREKENINGEN ZIJN GECONTROLEERD.

CONTROLE AANWEZIGHEID *.SWN BESTANDEN:

Alle *.swn bestanden zijn aanwezig.

CONTROLE AANWEZIGHEID RVW SPECTRA:

Alle rvw spectra sets zijn aanwezig.

3.3.3 Conclusie van de controle

Voor zowel YVG als YVO 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). Niet iedere fout in de invoer betekent dat een SWAN berekening niet start. Dit hangt af van de instelling MAXERR, die in overeenstemming met WT12011, is gesteld op 2. Dit betekent dat SWAN alleen een berekening stopt als een 'severe error' aanwezig is en ook alleen dan wordt een error bestand door SWAN geproduceerd, zie verder paragraaf 3.6.

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 in een logbestand met naam 'YVG_ProcContr_LogFileCheckLOG.log' voor wat betreft de YVG serie.

Het logbestand van de controle van de mappen LOG van de YVG 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 YVO serie.

DIT BESTAND BEVAT DE RESULTATEN VAN DE CONTROLE CHECKLOG

392 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 YVG als YVO 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 productieberekeningen produceren een groot aantal uitvoerbestanden. Per berekening 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.

Naast bestanden met resultaten in de uitvoerlocaties, is per berekening ook een Matlab uitvoerbestand (*.MAT) uitgevoerd met de ruimtelijke velden van een aantal parameters. Ten slotte voert elke SWAN berekening een bestand (*.PAR) uit waarin het lokale convergentiegedrag in 46 punten is bijgehouden. 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 'YVG_ProcContr_LogFileCheckRES.log' voor wat betreft de YVG serie.

Het logbestand van de controle van de mappen RES van de YVG serie is hieronder weergegeven en geeft aan dat voor elk van de berekeningen alle uitvoerbestanden zijn aangetroffen. Het zelfde resultaat is gevonden voor de YVO serie.

DIT BESTAND BEVAT DE RESULTATEN VAN DE CONTROLE CHECKRES

392 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 YVG als YVO zijn alle verwachte uitvoerbestanden ook daadwerkelijk 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. 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. Een voorbeeld van een waarschuwing 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 een logbestand met naam 'YVG_ProcContr_LogFileCheckPRT.log' voor wat betreft de YVG serie. Dit logbestand is hieronder weergegeven.

Het logbestand 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 45 van de 392 berekeningen voor YVG niet in globale zin zijn geconvergeerd binnen 80 iteraties. Dit gebeurt uitsluitend voor gevallen met de laagste drie waterstanden.

DIT BESTAND BEVAT DE RESULTATEN VAN DE CONTROLE CHECKPRT

392 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 347 van de 392 aanwezige *.PRT bestanden.

Geen convergentie in 45 van de 392 gecontroleerde *.PRT bestanden.

YVG-U34D225S02 niet geconvergeerd (98.30 i.p.v. 99.00)

YVG-U34D247S02 niet geconvergeerd (98.36 i.p.v. 99.00)

YVG-U34D270S02 niet geconvergeerd (98.53 i.p.v. 99.00)

YVG-U39D225S01 niet geconvergeerd (98.27 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D225S02 niet geconvergeerd (96.50 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D225S03 niet geconvergeerd (97.78 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D247S01 niet geconvergeerd (98.31 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D247S02 niet geconvergeerd (96.68 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D247S03 niet geconvergeerd (97.94 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D270S01 niet geconvergeerd (98.35 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D270S02 niet geconvergeerd (96.56 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D270S03 niet geconvergeerd (97.56 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D292S01 niet geconvergeerd (97.34 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D292S02 niet geconvergeerd (94.23 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D292S03 niet geconvergeerd (95.99 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D315S01 niet geconvergeerd (97.39 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D315S02 niet geconvergeerd (94.36 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D315S03 niet geconvergeerd (96.07 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D337S01 niet geconvergeerd (97.33 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D337S02 niet geconvergeerd (94.17 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D337S03 niet geconvergeerd (96.02 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D360S01 niet geconvergeerd (97.72 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D360S02 niet geconvergeerd (94.95 i.p.v. 99.00)
 YVG-U39D360S03 niet geconvergeerd (96.14 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D225S01 niet geconvergeerd (97.87 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D225S02 niet geconvergeerd (95.58 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D225S03 niet geconvergeerd (95.41 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D247S01 niet geconvergeerd (97.93 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D247S02 niet geconvergeerd (95.86 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D247S03 niet geconvergeerd (95.99 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D270S01 niet geconvergeerd (97.64 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D270S02 niet geconvergeerd (95.49 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D270S03 niet geconvergeerd (96.66 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D292S01 niet geconvergeerd (95.96 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D292S02 niet geconvergeerd (91.89 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D292S03 niet geconvergeerd (93.21 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D315S01 niet geconvergeerd (95.67 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D315S02 niet geconvergeerd (91.21 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D315S03 niet geconvergeerd (92.87 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D337S01 niet geconvergeerd (95.61 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D337S02 niet geconvergeerd (91.18 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D337S03 niet geconvergeerd (92.83 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D360S01 niet geconvergeerd (96.10 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D360S02 niet geconvergeerd (92.66 i.p.v. 99.00)
 YVG-U43D360S03 niet geconvergeerd (94.02 i.p.v. 99.00)

CONTROLE OP WARNINGS IN AANWEZIGE *.PRT BESTANDEN:

Geen onverwachte WARNINGS in *.prt bestanden (aantal verwachte WARNINGS varieert tussen 13121 en 13122).

CONTROLE OP ERRORS IN AANWEZIGE *.PRT BESTANDEN:

Geen ERRORS in *.prt bestanden.

Het resultaat van de controle voor de berekeningen met geopende kering, de YVO serie, is identiek aan dat voor YVG: alle print bestanden zijn aangetroffen en geen enkele

onverwachte waarschuwing of foutmelding is afgegeven. Voor YVO zijn dezelfde 45 stochastcombinaties in globale zin niet geconvergeerd.

3.6.3 Conclusie van de controle

Deze controle van de print bestanden heeft voor zowel YVG als YVO 45 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

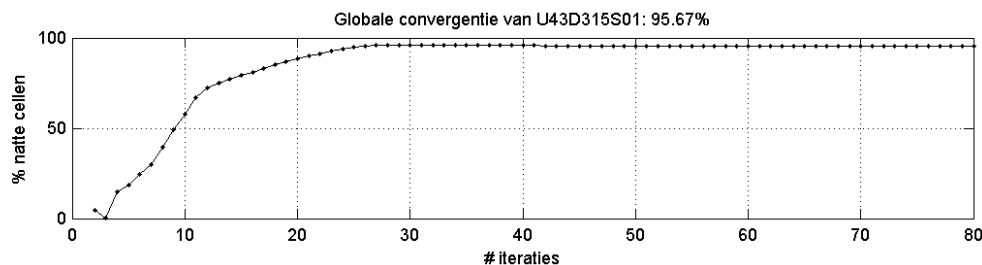
In deze paragraaf wordt ingegaan op de resultaten van de procedurele controles. Deze controles hebben betrekking op:

- Het aanwezig zijn van alle vereiste invoer en uitvoer files
- Inzicht in de rekentijden 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.
- Rekentijden: analyse van de rekentijden 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 45 berekeningen waarvoor voor zowel YVG als YVO 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 3.4 laat een dergelijk convergentiegedrag zien: het percentage geconvergeerde cellen als functie van het iteratienummer waarbij het percentage onder 99% blijft. Alle 45 berekeningen waarvoor minder dan 99% van de natte cellen zijn geconvergeerd zijn geselecteerd voor nadere analyse.

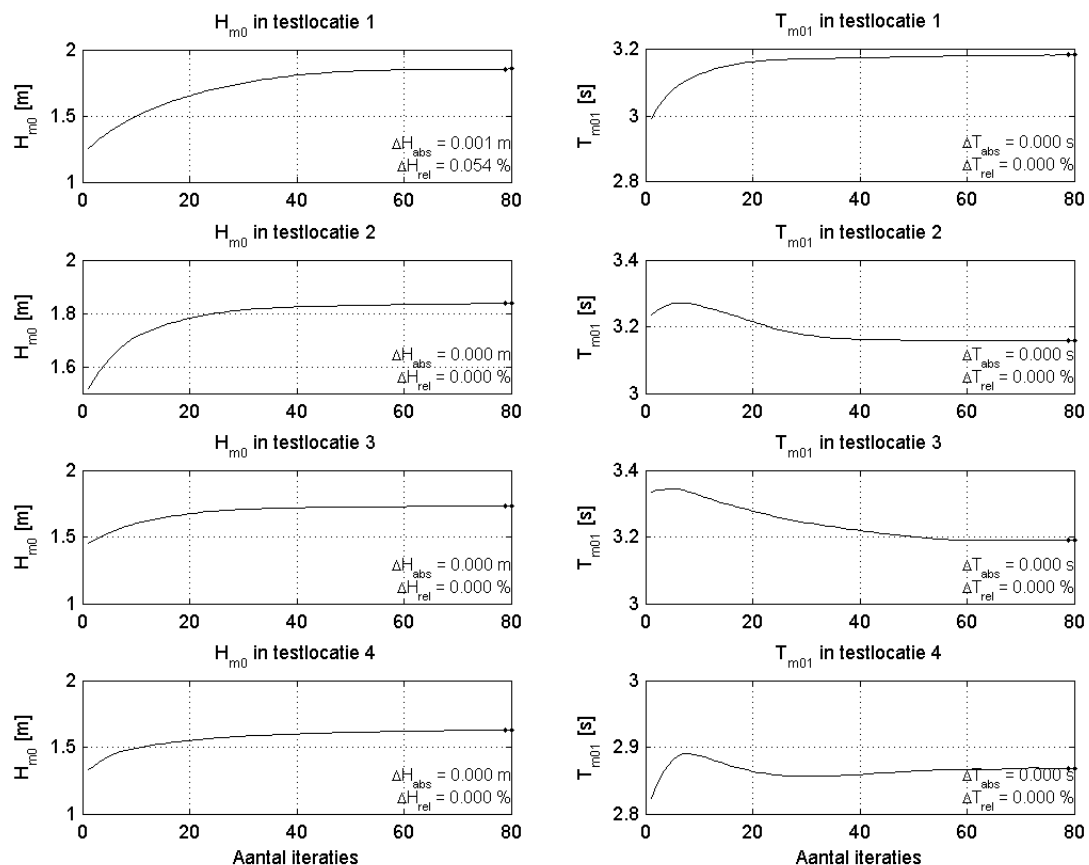


Figuur 3.4 Globaal convergentiegedrag van YVG berekening U43D315S01.

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 convergentiegedrag. Dit is gedaan door voor een set testlocaties 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 45 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 3.5. 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 45 niet-geconvergeerde berekeningen. Het niet convergeren beïnvloedt de kwaliteit van de golfcondities in de uitvoerlocaties niet nadelig.



Figuur 3.5 Lokaal convergentiegedrag in de eerste vier testlocaties in RMM berekening U43D135S01

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

3.8 Conclusies

De enige onregelmatigheid die de procedurele controle aan het licht gebracht heeft is het niet-convergeren van 45 berekeningen in zowel de YVG als de YVO serie. Van deze 90 berekeningen is het globale en het lokale convergentiegedrag onderzocht. Dit onderzoek heeft geen onregelmatigheden aangetoond. Het globale convergentiegedrag kent een glad

verloop en heeft geen gebieden geïdentificeerd waarin de relatieve golfhoogte en –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 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 YVG en YVO series hoeven worden uitgesloten.

4 Fysische controles

4.1 Inleiding

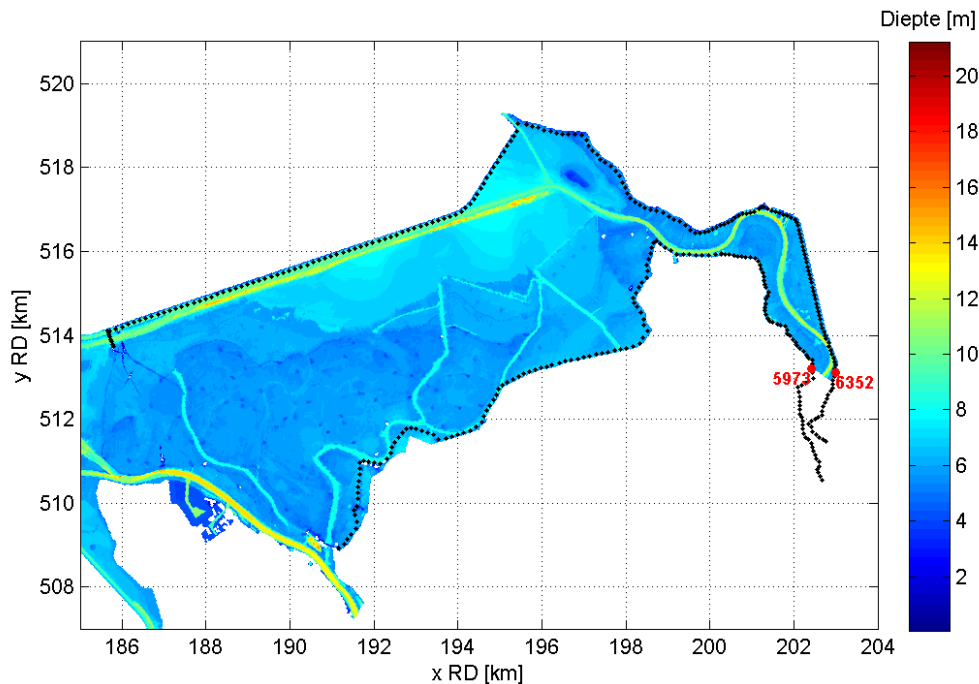
In dit hoofdstuk zijn de opzet en de resultaten van de zogenaamde fysische controles beschreven. De eerste controle, beschreven in paragraaf 4.2, is een handmatige controle op uitvoerlocaties die onterecht nat dan wel droog zijn. In paragraaf 4.3 is de kwaliteit van de uitvoerpunten bepaald aan de hand 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 vier controles betreffen dus controles op de uitvoerlocaties. In paragraaf 4.6 zijn diverse controles op ruimtelijke velden van een aantal parameters uitgewerkt. De conclusies van dit hoofdstuk zijn samengevat in paragraaf 4.7.

De in dit hoofdstuk beschreven controles richten zich met name op de berekeningen met de gesloten Ramspolkering (YVG). Daar waar relevant zijn (ook) de resultaten van de controles van de berekeningen met de geopende Ramspolkering (YVO) besproken. Het moge duidelijk zijn dat de resultaten van de YVG serie in zeer grote mate lijkt op de resultaten van de YVO serie.

4.2 Identificatie onterecht natte uitvoerpunten

Uit visuele controle van de resultaten van de productieberekeningen is gebleken dat sommige uitvoerlocaties onterecht nat dan wel 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 die 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 YVG/YVO zijn zodoende twee onterecht natte locaties aangetroffen. Dit betreft uitvoerlocaties **5973** en **6352**, beide gelegen in het zuidelijk gedeelte van het Zwarte Water, zie Figuur 4.1. Voor YVG/YVO zijn geen onterecht droge locaties aangetroffen. Deze twee onterecht natte locaties zijn verworpen.



Figuur 4.1 Twee onterecht natte uitvoerlocaties in de YVG/YVO productieberekeningen

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. De genoemde onder- en bovengrens zijn conform WT2011 vrij ruim gekozen en moeten gezien worden als signaalwaarde. De bovengrenzen zijn voldoende klein om uitschieters te identificeren en voldoende groot om niet heel veel realisaties als overschrijdingen te markeren. Berekeningsresultaten buiten het bereik worden niet direct verworpen maar nader geïnspecteerd.

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	7
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 WT2011 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 voor 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 'YVG_FysContr_KwaliteitUitvoerpunten.m' is voor YVG per uitvoerlocatie bepaald in hoeveel procent van de berekeningen alle tien parameters binnen het gedefinieerde bereik liggen. Afhankelijk van dit percentage wordt een score 'goed', 'matig' of 'slecht' aan de betreffende uitvoerlocatie toegekend. Indien het uitvoerpunt permanent droog is (d.i. in alle berekeningen), wordt de locatie als 'droog' aangemerkt. In Tabel 4.2 is de definitie van de kwaliteit van een uitvoerlocatie gegeven.

Merk op dat deze er ten opzichte van WTI2011 één categorie is komen te vervallen, en dat is die met 100% score die in WTI2011 als 'excellent' werd aangemerkt, zie Klein en Kroon (2011). De locaties met 100% score zijn in WBI2017 ook aangemerkt als goed.

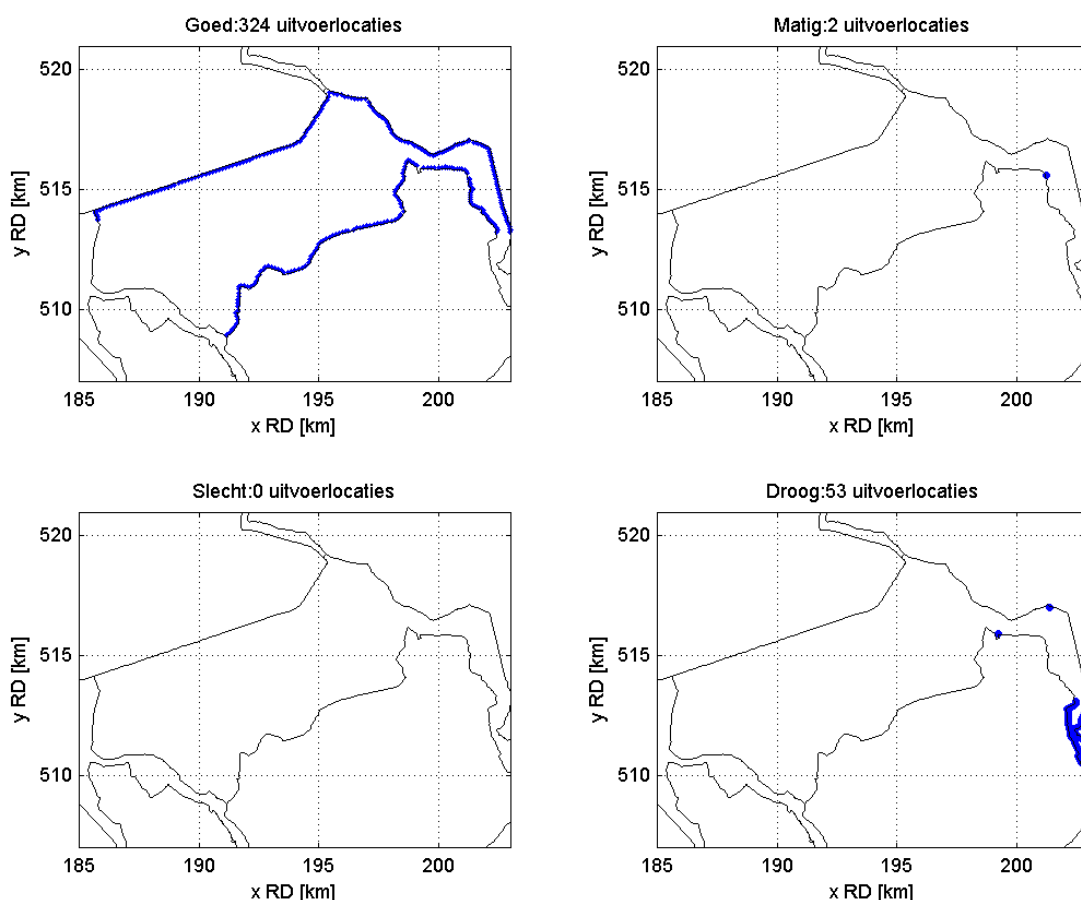
Tabel 4.2 Definitie van de kwaliteit van de uitvoerlocaties

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 379 basis uitvoerlocaties zijn 324 locaties aangemerkt als 'goed', 2 als 'matig' en geen enkele als 'slecht'. Bovendien zijn 53 locaties permanent droog. Met een paar uitzonderingen zijn dit allen locaties die langs de oever van het Zwarte Water liggen waar de SWAN bodemligging een dummy waarde heeft en dus van de berekening is uitgesloten, zie ook paragraaf 2.3.9. Eén en ander is in Tabel 4.3 samengevat.

Beide matige uitvoerlocaties, te weten 6004 en 6352, liggen aan de oevers van het Zwarte Water en worden vanwege de matige score verworpen. Merk op dat locatie 6352 tevens een onterecht natte locatie is die om die reden ook al verworpen is, zie paragraaf 4.2.



Figuur 4.2 Kwaliteit van de basis uitvoerlocaties in de IJssel-Vechtdelta met gesloten kering (ook geldig voor YVO)

Tabel 4.3 Kwaliteit van de basis uitvoerlocaties in de IJssel-Vechtdelta met gesloten kering (ook geldig voor YVO)

Kwaliteit	Aantal basis uitvoerlocaties	Relatief t.o.v. 379 locaties	Relatief t.o.v. 326 natte locaties
Goed	324	85,5%	99,4%
Matig	2	0,5%	0,6%
Slecht	0	-	-
Droog	53	14,0%	n.v.t.

Voor de berekeningen met de geopende Ramspolkering – de YVO serie – zijn de resultaten voor wat betreft de kwaliteit van de uitvoerlocaties identiek aan die van de YVG serie: 324 goede locaties en dezelfde twee locaties die als matige locaties zijn aangemerkt. Figuur 4.2 en Tabel 4.3 zijn daarom niet nog eens voor de YVO serie herhaald. In Tabel 4.4 zijn voor YVG en YVO de matige uitvoerlocaties nog eens samengevat.

In Appendix B is voor zowel YVG als voor YVO aangegeven wat de score per locatie is. 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.

Tabel 4.4 Matige uitvoerlocaties in de berekeningen met gesloten en geopende Ramspolkering

YVG	YVO
6004	6004
6352	6352

4.3.3 Nadere analyse van de controle

In deze paragraaf wordt nader onderzoek gedaan naar de oorzaak van de matige score van twee uitvoerlocaties. Na analyse van de tien gecontroleerde parameters blijkt dat de matige score in de YVG serie veroorzaakt is door 44 overschrijdingen van de maximale golfsteilheid, 27 overschrijdingen van de maximale breker parameter en 16 overschrijdingen van de maximale piek golfperiode. Voor YVO verschilt het aantal overschrijdingen iets: 43 overschrijdingen van de golfsteilheid in plaats van 44 en 17 overschrijdingen van de piek periode in plaats van 16. Dit zijn geen essentiële verschillen.

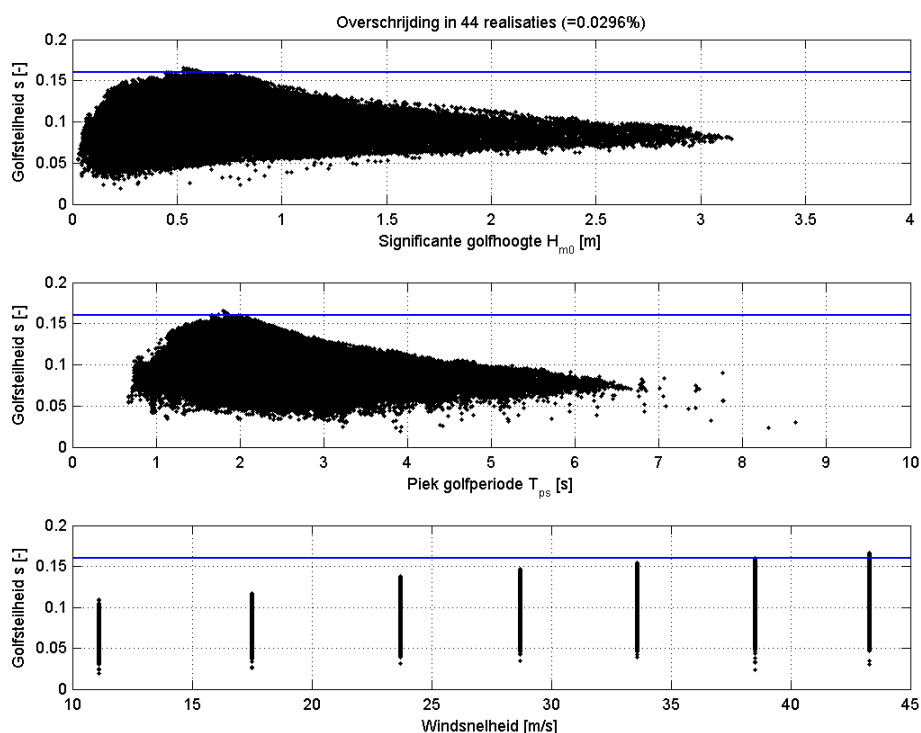
Dit is voor YVG nog eens inzichtelijk gemaakt in Figuur 4.3, Figuur 4.4 en Figuur 4.5 waarin respectievelijk de golfsteilheid, breker parameter en piek golfperiode als functie van de significante golfhoogte, piek golfperiode (m.u.v. Figuur 4.5) en windsnelheid zijn weergegeven.

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 maal het aantal berekeningen dus 379 maal 392 is 148.568 (de permanent droge locaties zijn in deze berekening wel meegenomen).

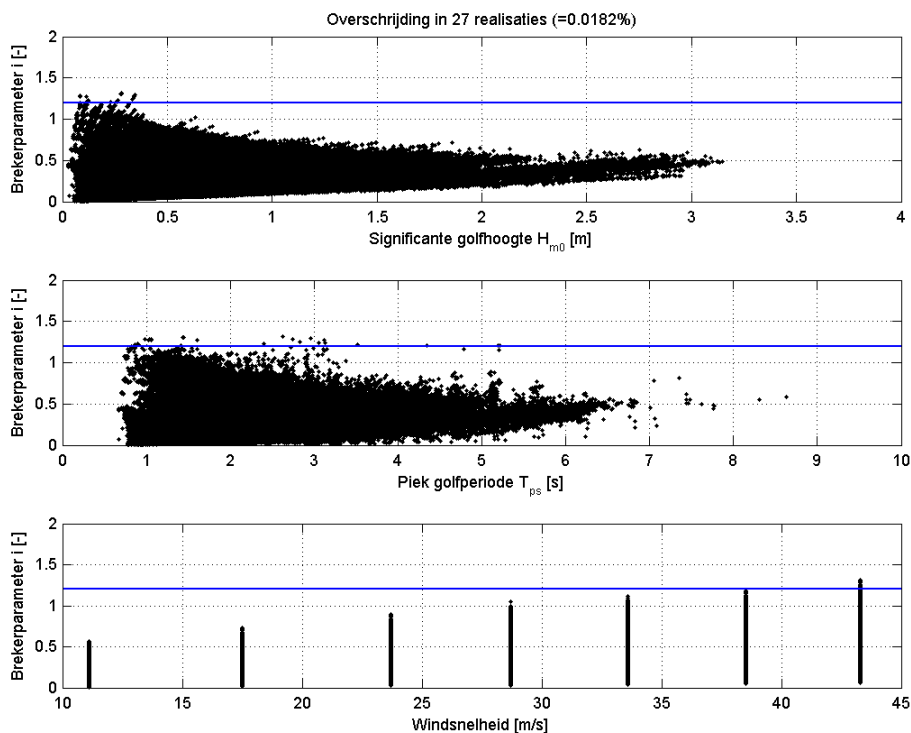
Figuur 4.3 illustreert dat de overschrijdingen van de golfsteilheid optreden voor golfhoogtes kleiner dan 0,7 m, piek golfperiodes kleiner dan 2,0 s en voor de grootste windsnelheid. Het feit dat de steilheidsoverschrijdingen optreden voor relatief kleine golfhoogten en –perioden terwijl de windsnelheden wel groot zijn veronderstelt dat de steilheidsoverschrijdingen optreden voor aflandige windrichtingen. De ‘te steile’ golven zijn dan jonge golven die over het algemeen steiler zijn dan volgroeide golven. Bovendien wordt de kering niet aangevallen door deze aflandige golven. Daarnaast is de grootste golfsteilheid ongeveer 0,16 wat niet veel groter is dan de bovengrens van 0,16.

Evenzo treden de overschrijdingen van de breker parameter op voor golfhoogten kleiner dan 0,4 m en ook uitsluitend voor de hoogste windsnelheid, zie Figuur 4.4. De piek periode voor welke de brekerparameter overschrijdingen optreden loopt op tot ongeveer 5,5 s. Dit suggereert dat de overschrijdingen optreden in kleine waterdieptes maar niet per se gerelateerd zijn aan aflandige windrichtingen.

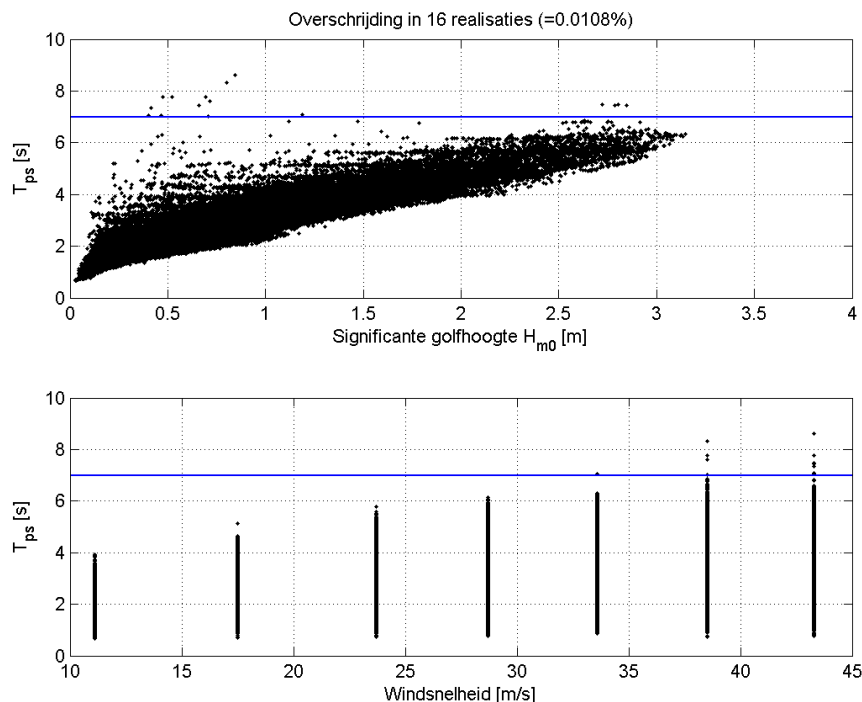
De overschrijdingen van de bovengrens van de piek periode gebeurt voor golfhoogten kleiner dan 1,0 m of groter dan 2,5 m en treden op voor de hoogste drie windsnelheden, zie Figuur 4.5. In de controle op het verloop van de maximale waarden per uitvoerlocatie van een aantal golfparameters wordt meer aandacht aan deze overschrijdingen besteed, zie paragraaf 4.4.



Figuur 4.3 Golfsteilheid in alle uitvoerlocaties voor alle berekeningen (YVG) 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 4.4 Breker parameter in alle uitvoerlocaties voor alle berekeningen (YVG) als functie van de significante golfhoogte (boven), piek golfperiode (midden) en windsnelheid (onder). De bovengrens van 1,2 is aangegeven met de blauwe lijn.



Figuur 4.5 Piek golfperiode in alle uitvoerlocaties voor alle berekeningen (YVG) als functie van de significante golfhoogte (boven) en windsnelheid (onder). De bovengrens van 7 s is aangegeven met de blauwe lijn.

4.3.4 Conclusie van de controle

De controle van de kwaliteit van de uitvoerlocaties heeft twee als slecht aangemerkte locaties voor YVG en YVO opgeleverd te weten **6004** en **6352**. Analyse van de resultaten heeft aangetoond dat de matige kwaliteit komt door beperkte overschrijdingen van de bovengrens van de golfsteilheid, de breker parameter en de piek periode.

Vanwege het relatief kleine aantal matige locaties en de beschikbaarheid van voldoende locaties in de nabijheid van deze locaties wordt geadviseerd deze matige locaties niet in de databases op te nemen, zie Tabel 4.4 voor een overzicht van deze locaties.

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 392 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.

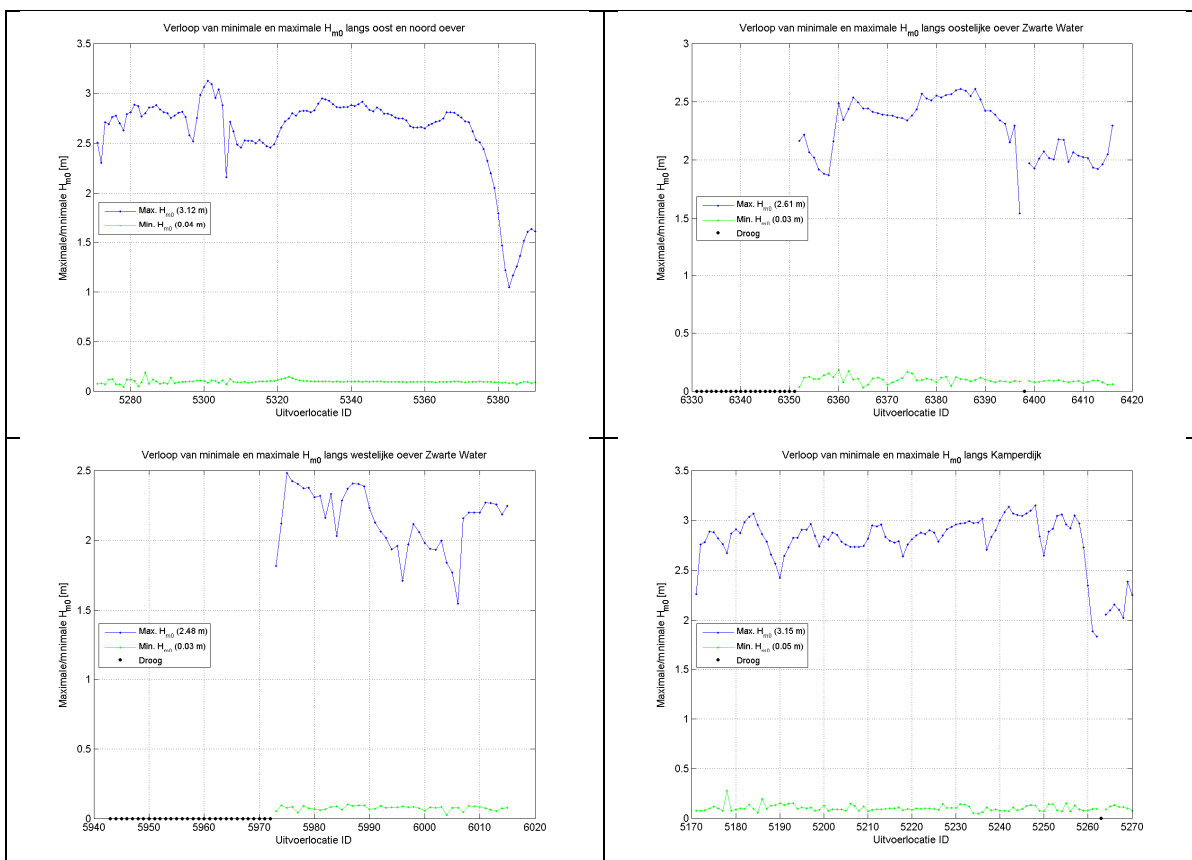
4.4.2 Uitwerking van de controle

In deze paragraaf is de controle op de minimale en maximale golfparameters verder uitgewerkt. In paragraaf 4.4.2.1 is uitgebreid aandacht besteed aan het verloop van de maximale significante golfhoogte langs de oevers van het IJVD gebied. In paragraaf 4.4.2.2 is

het verloop van de maximale piek periode besproken terwijl paragraaf 4.4.2.3 in gaat op het verloop van de maximale waarden van de gemiddelde golfperioden.

4.4.2.1 Significante golfhoogte H_{m0}

Het verloop van de minimale en maximale significante golfhoogte per uitvoerlocatie, bepaald over alle 392 berekeningen uit de YVG, is weergegeven in Figuur 4.6. Dit verloop is verdeeld over vier figuren. De figuren illustreren dat de maximale significante golfhoogte nergens een zeer grote, uitzonderlijke waarde bereikt. Wel is er een aantal gebieden/locaties waarin de maximale H_{m0} significant anders is dan in de omliggende gebieden/locaties.



Figuur 4.6 Minimale en maximale significante golfhoogte in de uitvoerlocaties bepaald over alle 392 berekeningen uit de YVG serie

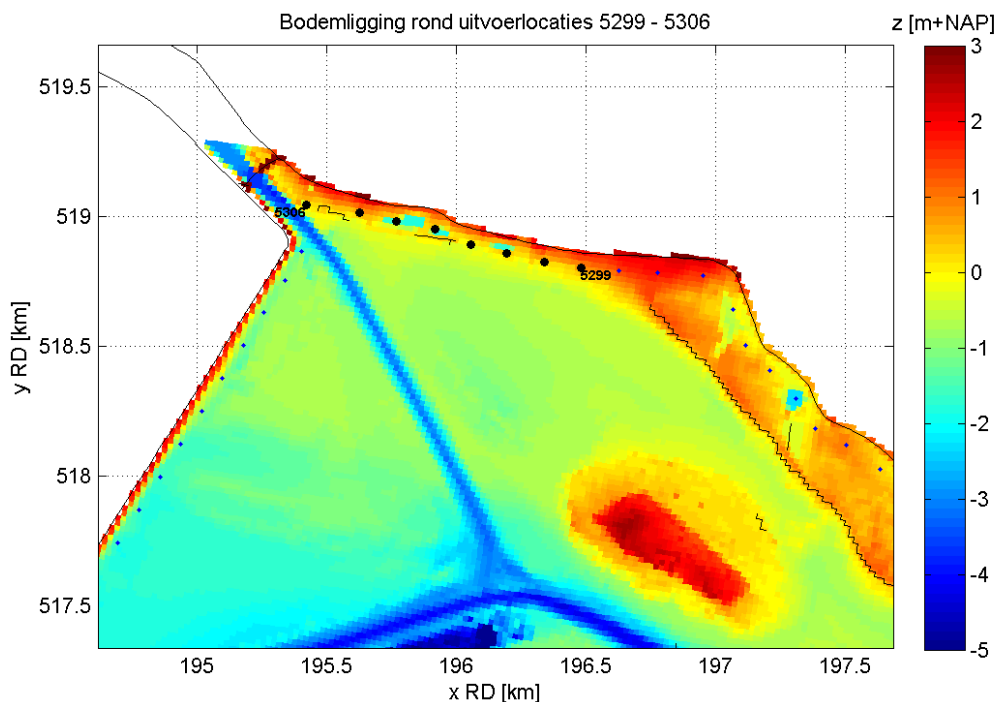
Met uitzondering van de maximale golfhoogte in locaties 5360 – 5390 zijn de resultaten van de YVO serie identiek aan die van de YVG serie. Een aantal opvallende zaken wordt aan de hand van de YVG serie besproken terwijl bij item 3 ook aandacht wordt geschonken aan het verschil tussen YVG en YVO:

1. Wat hogere maximale significante golfhoogte in locaties 5299 – 5305;
2. Relatief kleine maximale significante golfhoogte in locatie 5306;
3. Afname van maximale significante golfhoogte tussen locaties 5370 en 5383;
4. Afname van maximale significante golfhoogte vanaf locatie 6352 gevolgd door een toename tussen locaties 6358 en 6360;
5. Relatief kleine maximale significante golfhoogte in locatie 6397;
6. Relatief kleine maximale significante golfhoogte in locaties 5973, 5974, 5984, 5996, 6004 – 6006;
7. Relatief kleine maximale significante golfhoogte in locaties 5171 en 5260 – 5262;

8. Afname van maximale significante golfhoogte tussen locaties 5184 en 5190.

Ad 1.

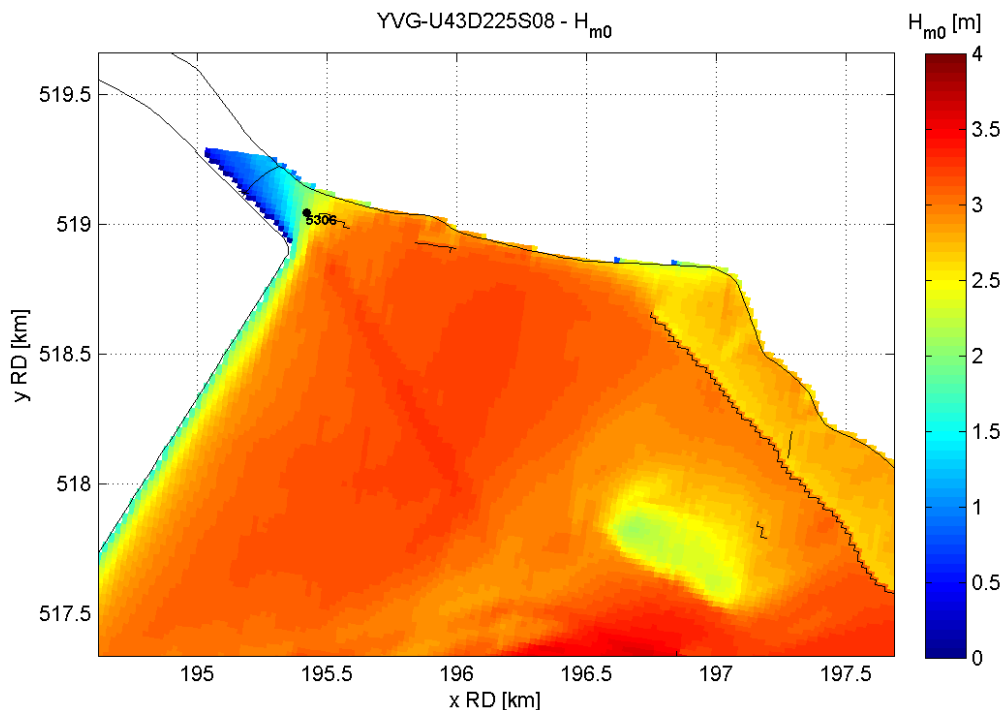
In Figuur 4.7 is de bodemligging rondom uitvoerlocaties 5299 – 5305, en ook 5306, weergegeven. Uit de figuur blijkt dat locaties 5299 – 5305 op iets lager gelegen grond liggen dan locaties 5296 – 5298 en dat locaties <5296 achter een ononderbroken obstakel liggen en een deel van de locaties bovendien in de luwte van het Vogeleiland. Beide zijn verklaringen voor de wat hogere maximale significante golfhoogten in uitvoerlocaties 5299 – 5305.



Figuur 4.7 Bodemligging rondom uitvoerlocaties 5299 – 5306 nabij Kadoelersluis

Ad 2.

De ligging van locatie 5306 is ook weergegeven in Figuur 4.7. Locatie 5206 ligt enigszins richting de Kadoelersluis en is daardoor enigszins beschut tegen (hoge) golven uit westelijke richtingen. Dit is geïllustreerd in Figuur 4.8 die de significante golfhoogte voor combinatie U43D225S08 in de omgeving van locatie 5306 weergeeft. Deze combinatie betreft de grootste windsnelheid, de meest zuidelijke richting en de hoogste waterstand die zijn doorgerekend en is (waarschijnlijk) de combinatie die de hoogste golfhoogte in locatie 5306 oplevert.

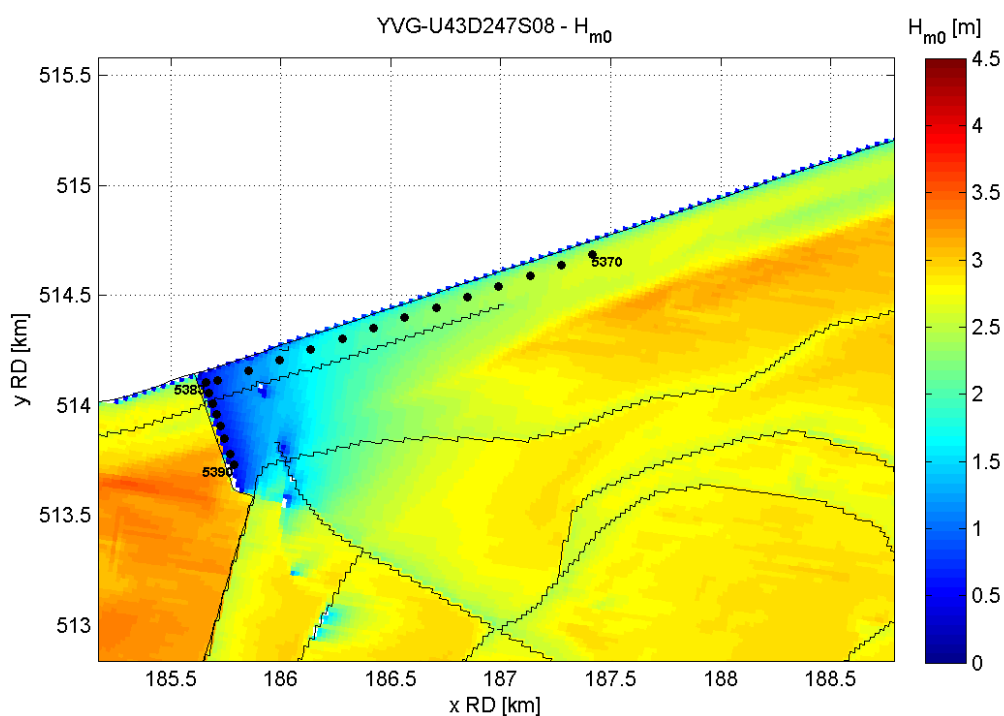


Figuur 4.8 Significante golfhoogte voor combinatie U43D225S08 in de omgeving van locatie 5306

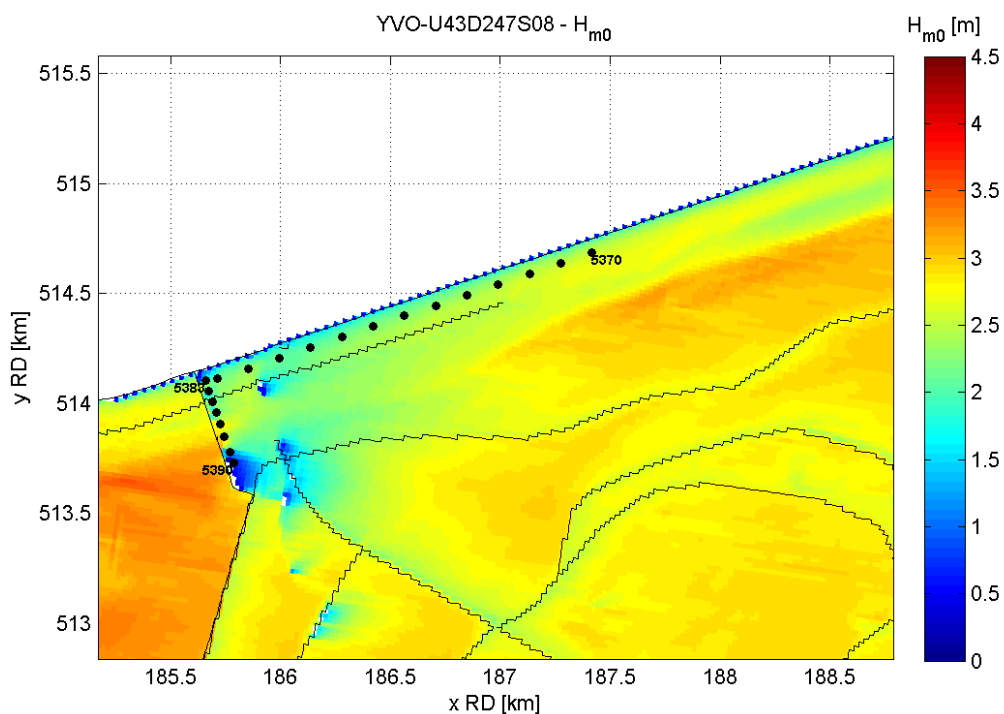
Ad 3.

De afname van de significante golfhoogte tussen locaties 5370 en 5383, gelegen nabij de Ramspolkering langs het Ramsdiep, is inzichtelijk gemaakt in Figuur 4.9 waarin voor combinatie U43D247S08 de significante golfhoogte is weergegeven. Merk op dat dit de ruimtelijke verdeling van H_{m0} voor één berekening betreft en dat de discussie gaat over de maximale significante golfhoogte. De getoonde combinatie echter zal voor de meeste van de locaties 5370 – 5383 de hoogste significante golfhoogte opleveren.

Het moge duidelijk zijn dat de afname van de maximale significante golfhoogte tussen locaties 5370 - 5383 te wijten is aan het gesloten zijn van de Ramspolkering. Ter illustratie van het effect van het al dan niet gesloten zijn van de Ramspolkering is in Figuur 4.10 het H_{m0} veld van combinatie U43D247S08, maar dan met geopende Ramspolkering, weergegeven. In het geval van geopende kering worden oostwaartse gerichte golven vanaf het Ketelmeer niet door de Ramspolkering geblokkeerd waardoor de golfhoogte in ruwweg locaties 5360 – 5390 in de YVO serie groter zijn dan die in de YVG serie, zie Figuur 4.11 (te vergelijken met paneel linksboven van Figuur 4.6).



Figuur 4.9 Significante golfhoogte voor combinatie YVG-U43D247S08 in de omgeving van de Ramspolkering



Figuur 4.10 Significante golfhoogte voor combinatie YVO-U43D247S08 in de omgeving van de Ramspolkering



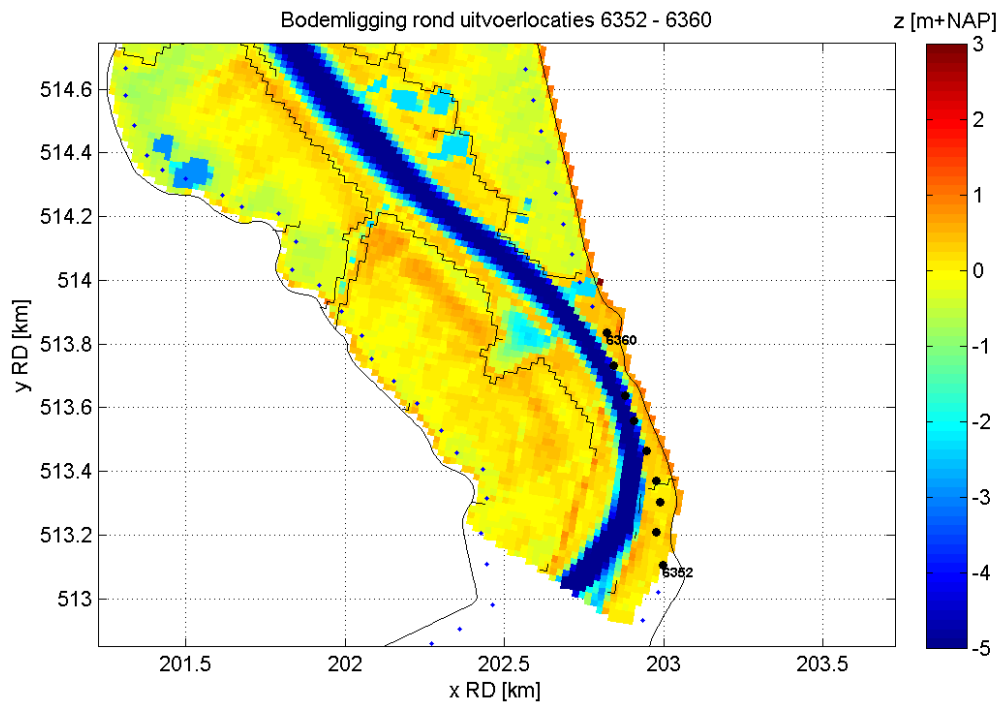
Figuur 4.11 Minimale en maximale significante golfhoogte in de uitvoerlocaties o.a. nabij de Ramspolkering bepaald over alle 392 berekeningen uit de YVO serie

De toename van de golfhoogte tussen locaties 5384 en 5390, zie paneel linksboven in Figuur 4.11, is veroorzaakt door het feit dat de maximale significante golfhoogte in die locaties bepaald is door de noordelijke windrichting 360° . In de richting van locatie 5390 neemt de strijklengte en daarmee ook de (maximale) significante golfhoogte toe.

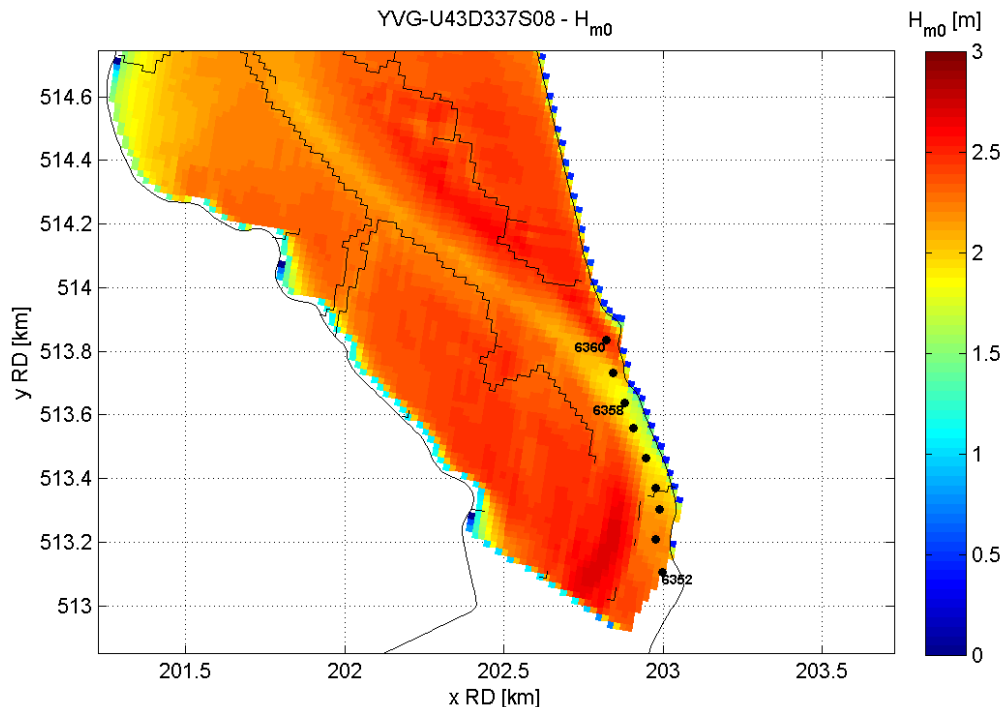
Ad 4.

De bodemligging rond locaties 6352 – 6360 geeft niet direct een duidelijke verklaring voor de afname van de maximale significante golfhoogte vanaf locatie 6352 gevolgd door een toename tussen locaties 6358 en 6360, zie Figuur 4.12. In Figuur 4.13 is daarom het significante golfhoogte veld van combinatie U43D337S08 getoond. Deze combinatie resulteert voor het merendeel van deze locaties in de grootste significante golfhoogte.

Het is opvallend dat de kleinste maximale golfhoogten optreden in de locaties die in de diepste gedeelte – dat is in het zomerbed van het Zwarte Water – liggen. Eigenlijk in heel Figuur 4.13 is het Zwarte Water te herkennen aan de band met relatief kleine golfhoogte. Deze kleine relatieve golfhoogte in het toch diepe water is waarschijnlijk een gevolg van refractie. Door refractie buigen golven af naar de ondiepere gedeelten waardoor in de diepere gedeelten minder golfenergie overblijft. Merk op dat locatie 6352 een onterecht natte locatie is die om die reden al verworpen is, zie paragraaf 4.2.



Figuur 4.12 Bodemligging rondom uitvoerlocaties 6352 – 6360 in het Zwarte Water

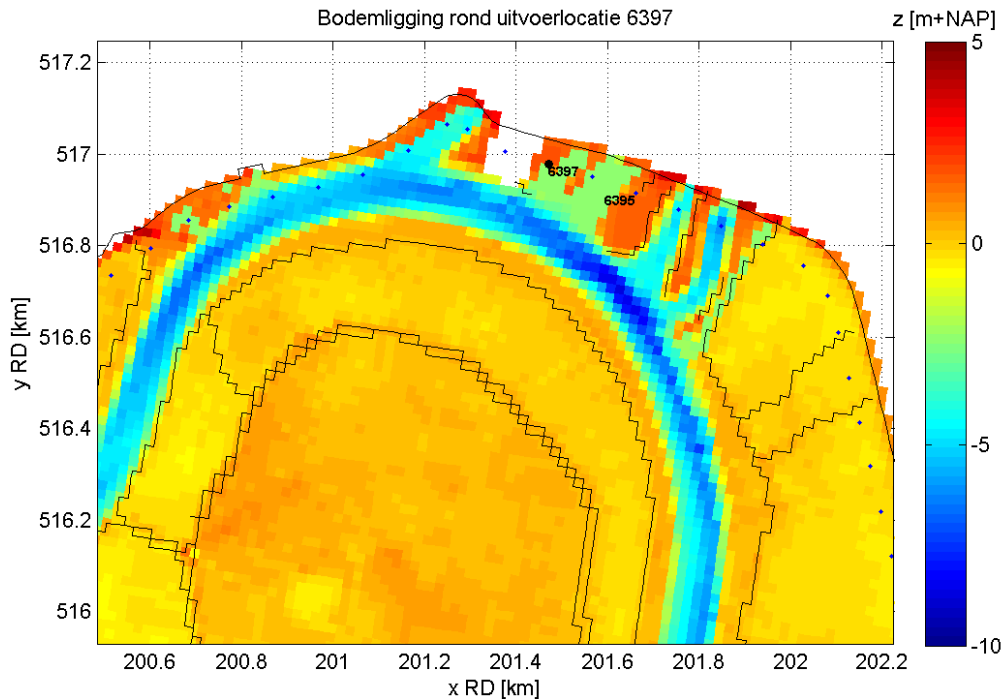


Figuur 4.13 Significante golfhoogte voor combinatie U43D337S08 in de omgeving van locaties 6352 – 6360

Ad 5.

De bodemligging rond locatie 6397 met een relatief kleine maximale significante golfhoogte is weergegeven in Figuur 4.14. De figuur laat zien dat locatie 6397 op een hoog gelegen gedeelte ligt. Dat is een afdoende verklaring voor de relatief kleine maximale significante golfhoogte. Locatie 6395 ligt ook op een hoger gelegen gedeelte, maar nog net wat lager dan

locatie 6397 wat een verklaring is voor een maximale significante golfhoogte die relatief klein is maar nog wel groter dan die in locatie 6395.

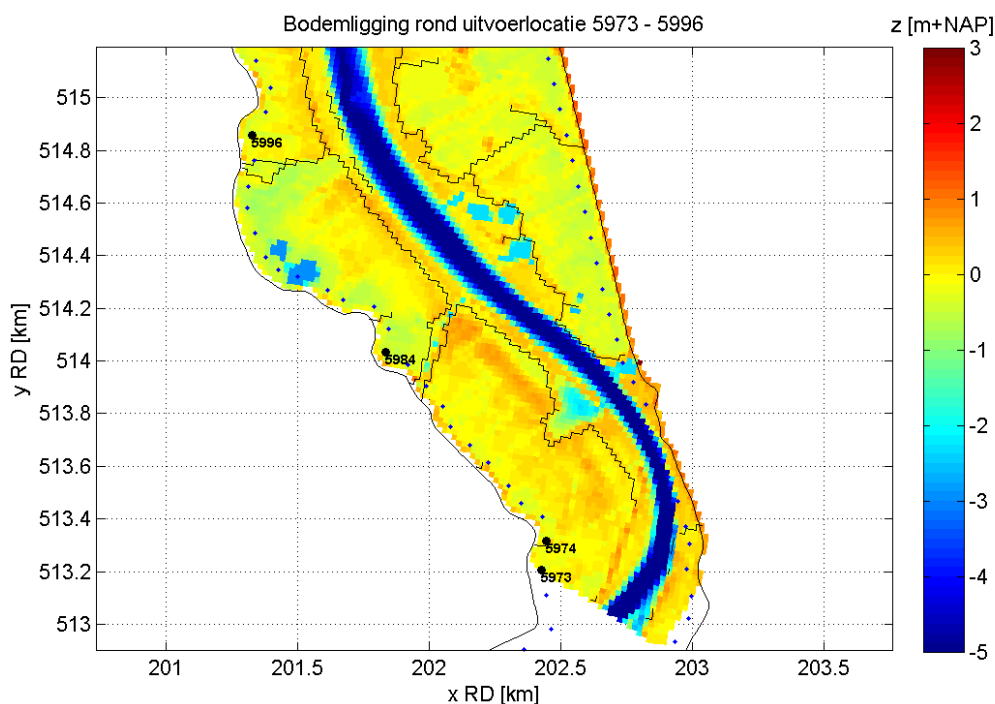


Figuur 4.14 Bodemligging rond uitvoerlocatie 6397 in Zwartsluis

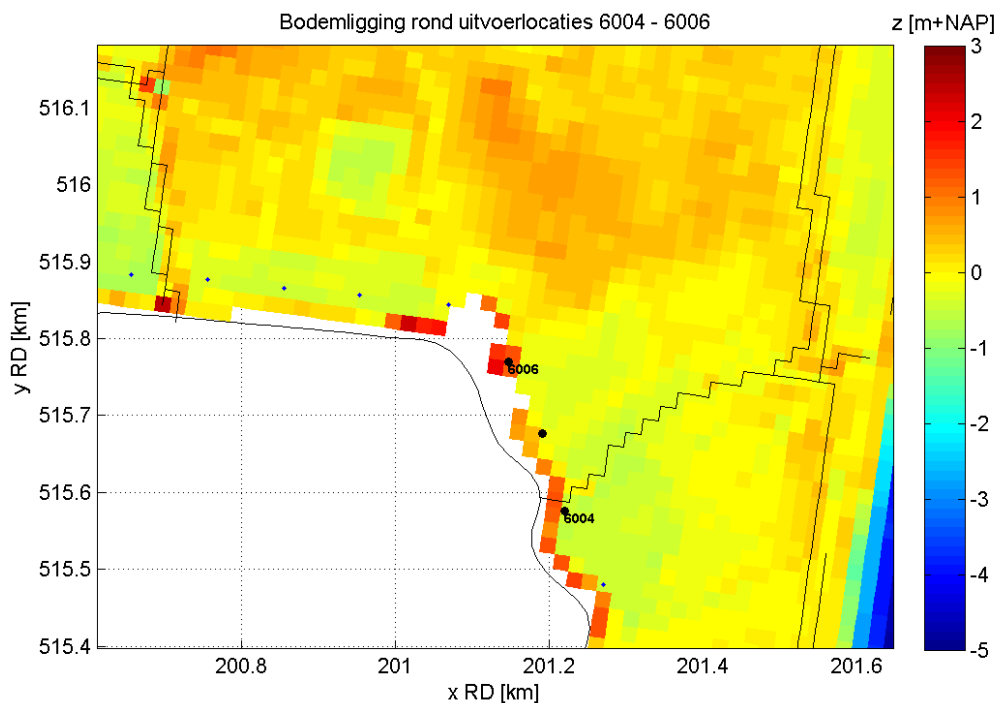
Ad 6.

In Figuur 4.15 is de bodemligging rondom locaties 5973, 5974, 5984 en 5996 met relatief kleine maximale significante golfhoogte weergegeven. Alle vier locaties liggen in een bocht van de kering waardoor de locaties ook beschut zijn tegen noordelijke windrichtingen wat een afdoende verklaring biedt voor de relatief lage maximale significante golfhoogte in deze locaties. Merk op dat locatie 5973 een onterecht natte locatie is die om die reden al verworpen is, zie paragraaf 4.2.

In Figuur 4.16 is de bodemligging rondom locaties 6004 - 6006 met relatief kleine maximale significante golfhoogte weergegeven. De relatief kleine maximale significante golfhoogte in deze locaties wordt verklaard door de hoge bodemligging van de locaties zelf of doordat deze locaties in de luwte van een hoog gelegen gedeelte liggen.



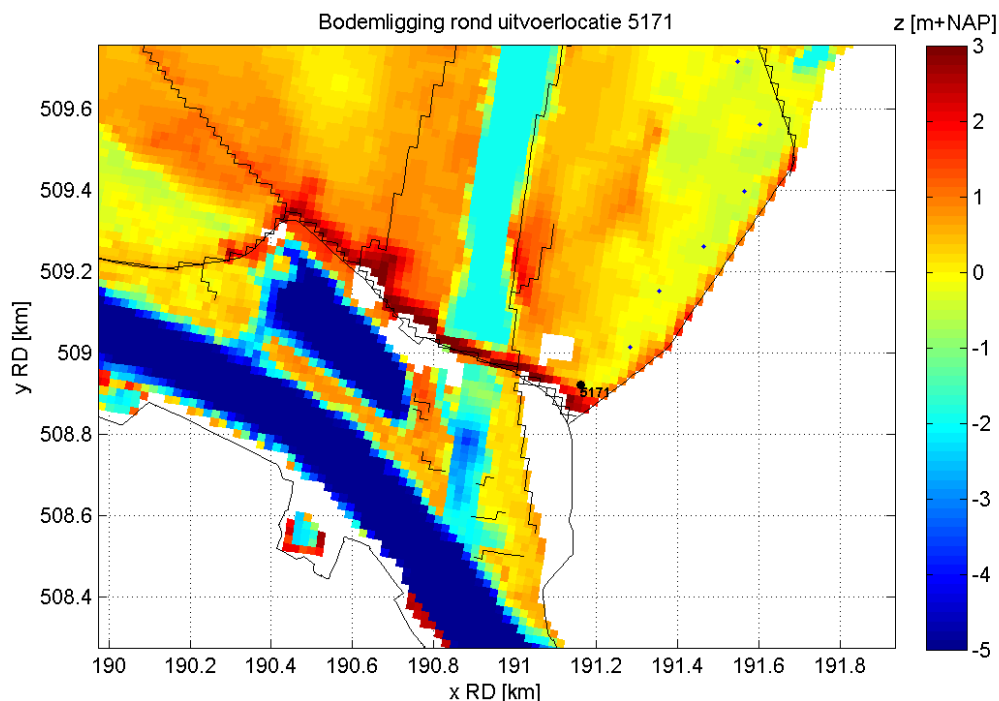
Figuur 4.15 Bodemligging rond uitvoerlocatie 5973, 5974, 5984 en 5996 langs de westoever van het Zwarte Water



Figuur 4.16 Bodemligging rond uitvoerlocaties 6004 - 6006

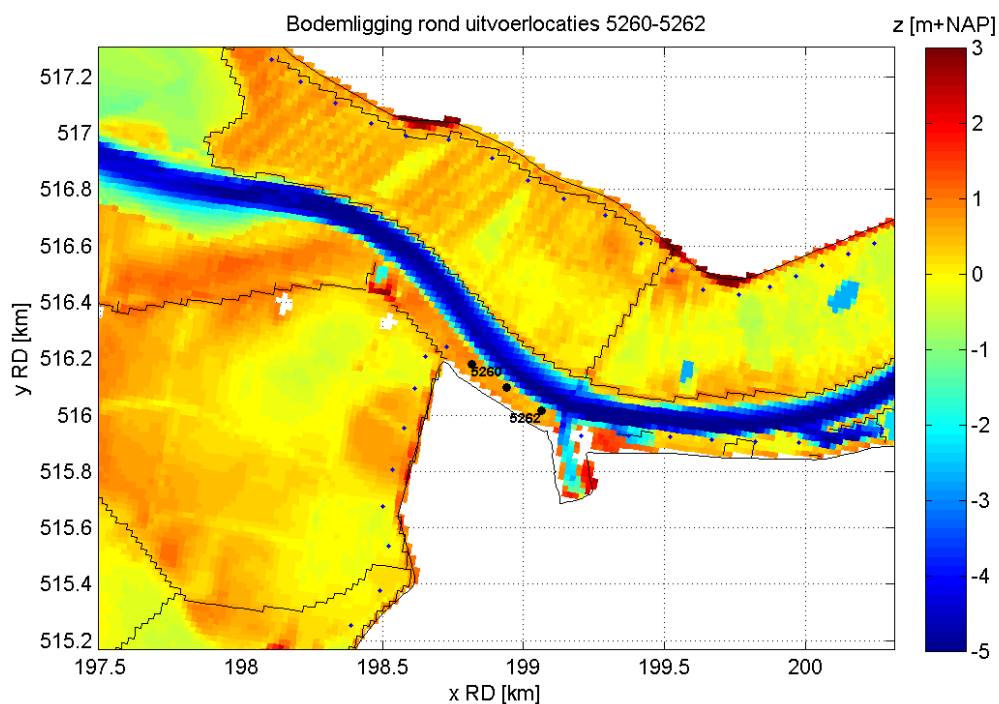
Ad 7.

De bodemligging rond uitvoerlocatie 5171 is weergegeven in Figuur 4.17. De figuur illustreert dat locatie 5171 juist nog in de luwte van een klein permanent droog gebied ligt wat een logische verklaring is voor de relatief kleine maximale significante golfhoogte in die locatie.



Figuur 4.17 Bodemligging rond uitvoerlocatie 5171

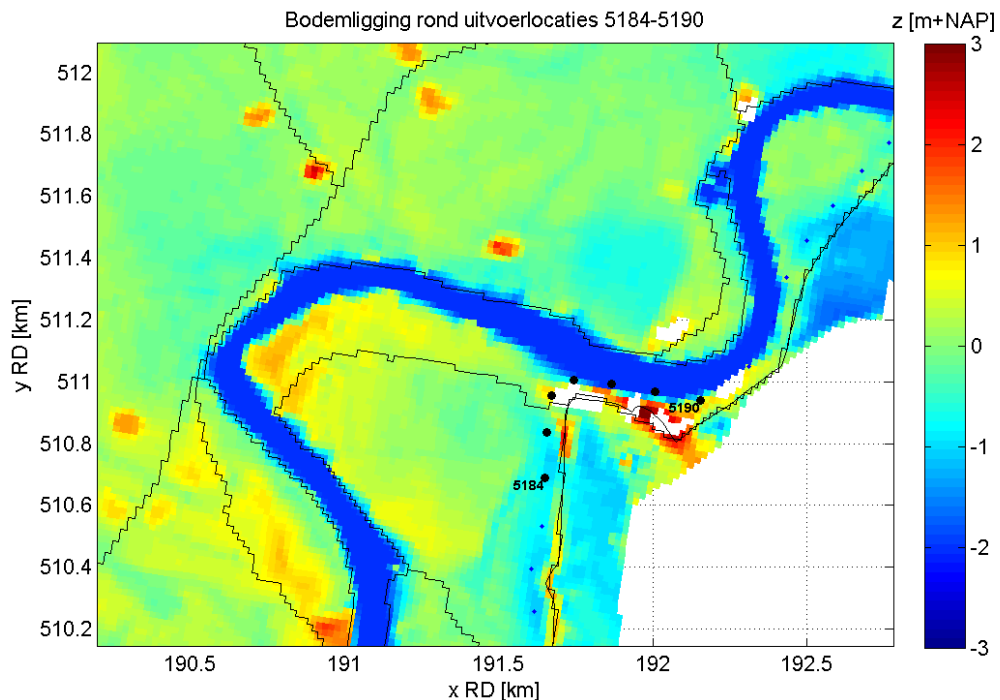
De bodemligging rond uitvoerlocaties 5260 – 5262 is weergegeven in Figuur 4.18. De afname van de maximale significante golfhoogte in deze locaties is gerelateerd aan de beschutte ligging van deze locaties in het Zwarte Water. Ook het kleiner zijn van de maximale significante golfhoogte in de locaties >5262 is daaraan gerelateerd.



Figuur 4.18 Bodemligging rond uitvoerlocaties 5260 - 5262

Ad 8.

De bodemligging rond uitvoerlocaties 5184 en 5190 is weergegeven in Figuur 4.19. De afname van maximale significante golfhoogte tussen deze locaties is voor een aantal van die locaties gelegen in een hogere bodemligging. Daarnaast wordt de golfhoogte in een aantal locaties, waaronder locatie 5190, beperkt door een permanent droog gebied aan de overzijde van het Ganzendiep.

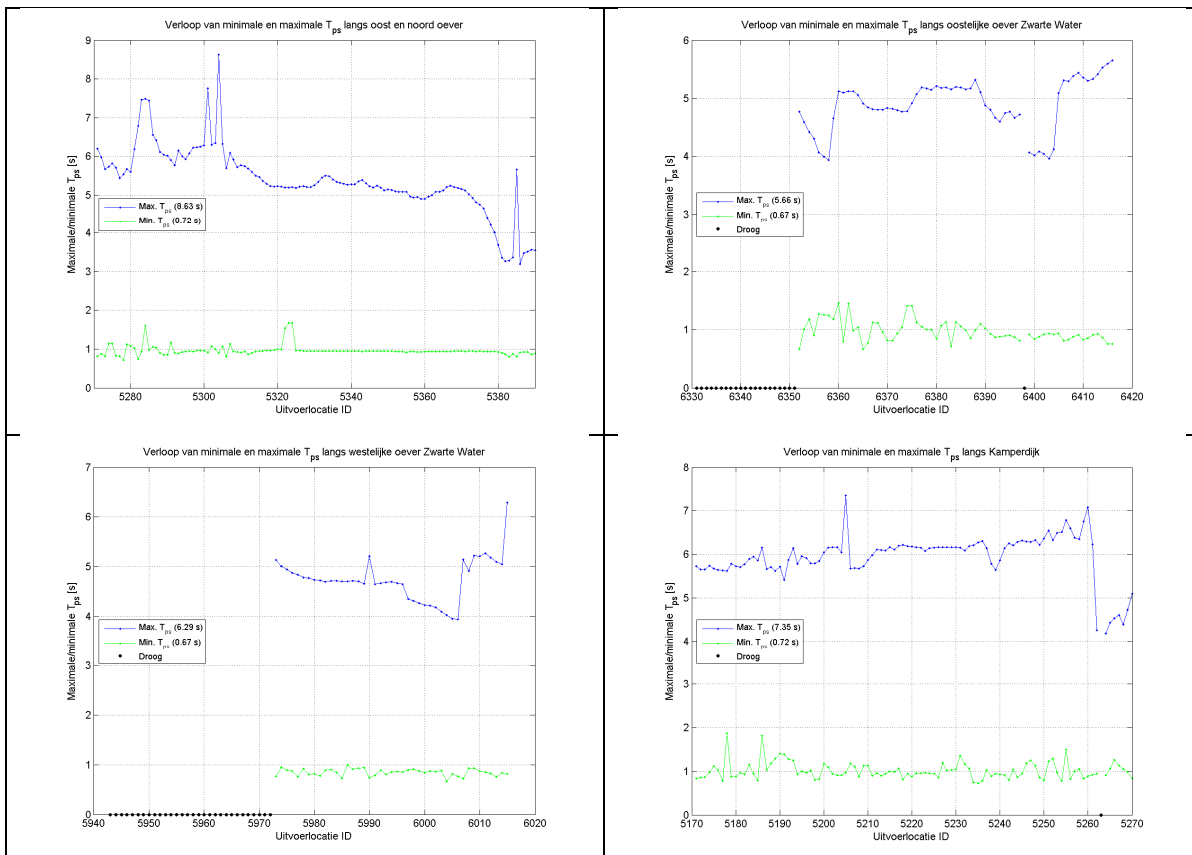


Figuur 4.19 Bodemligging rond uitvoerlocaties 5184 - 5190

4.4.2.2 Piek golfperiode T_{ps}

Het verloop van de minimale en maximale piek periode per uitvoerlocatie, bepaald over alle 392 berekeningen uit de YVG, is weergegeven in Figuur 4.20. Dit verloop is verdeeld over vier figuren.

De figuren illustreren dat de maximale piek periode in een aantal locaties een grote, uitzonderlijke waarde bereikt. Daarnaast is er een aantal gebieden/locaties waarin de maximale piek periode significant anders is dan in de omliggende gebieden/locaties. Die gebieden/locaties zijn hierna opgesomd en in het restant van deze paragraaf besproken.



Figuur 4.20 Minimale en maximale piek periode in de uitvoerlocaties bepaald over alle 392 berekeningen uit de YVG serie

De resultaten van de YVO serie zijn nagenoeg identiek aan die van de YVG serie, met uitzondering van de maximale piek golfperiode in locaties 5360 – 5390, net als dit het geval was voor de maximale significante golfhoogte. Dit verschil tussen YVG en YVO komt ook aan bod bij de bespreking van de opvallende piek perioden (item 3).

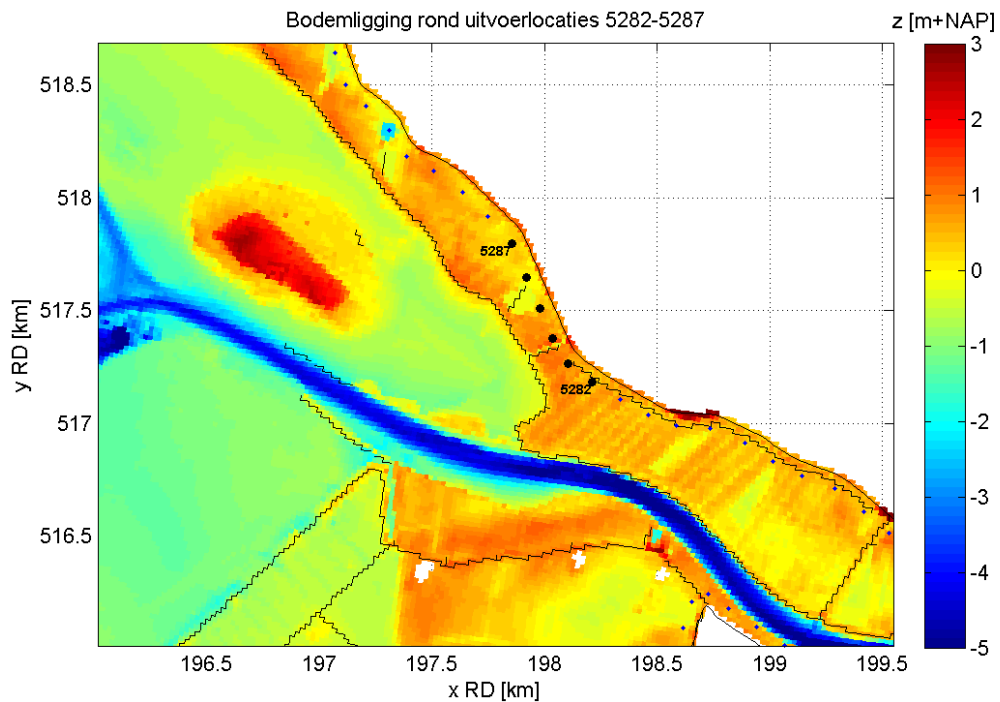
De volgende maximale piek perioden in de YVG serie vallen op:

1. Relatief hoge piek periode in locaties 5282 – 5287;
2. Uitzonderlijk hoge piek periode in locaties 5301 en 5304;
3. Uitzonderlijk hoge piek periode in locatie 5385 en afnemende maximale T_{ps} vanaf locatie 5370;
4. Afname van maximale piek periode vanaf locatie 6352 gevolgd door een toename tussen locaties 6358 en 6360;
5. Relatief lage piek periode in uitvoerlocaties 6390 – 6397 en 6399 – 6404;
6. Uitzonderlijk hoge piek periode in locaties 5990 en 6015;
7. Sprong in T_{ps} tussen uitvoerlocaties 6006 en 6007;
8. Uitzonderlijk hoge piek periode in locatie 5205;
9. Afname van T_{ps} vanaf locatie 5261.

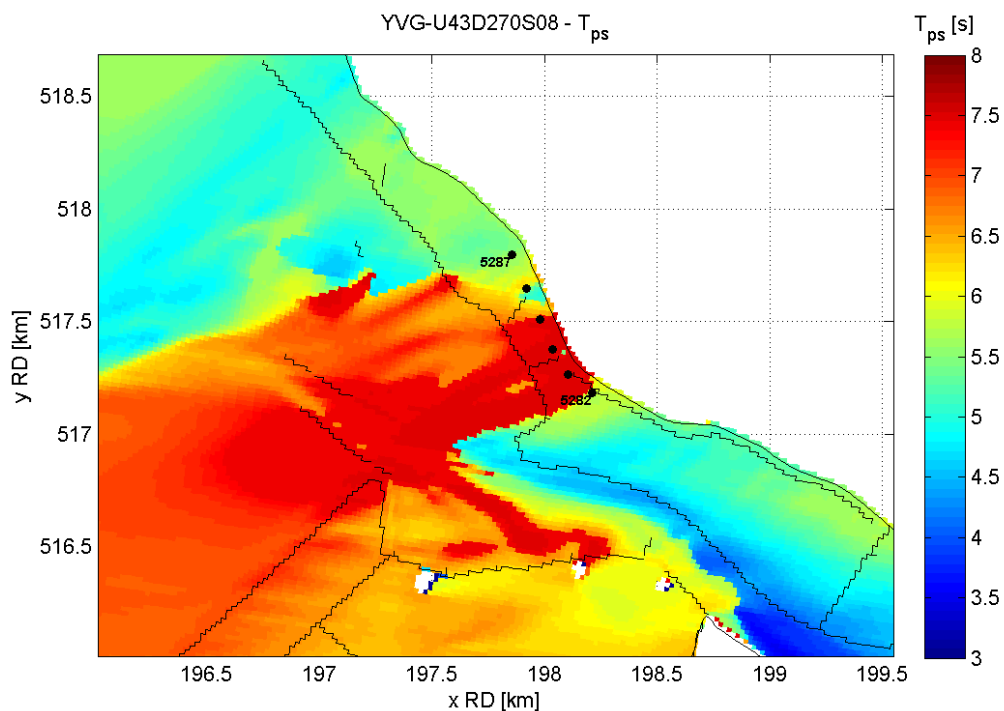
Ad 1.

De bodemligging rond uitvoerlocaties 5282 – 5287 is weergegeven in Figuur 4.21. Uit deze figuur kan worden afgeleid dat de locaties ten noorden van deze locaties in de luwte (ten opzichte van golven uit het westen) van het Vogeleiland liggen en dat de locaties meer naar

het zuiden in de luwte van het Kampereiland liggen. Locaties 5282 – 5287 zijn dus minder beschermt tegen golven uit het westen dan de locaties ten noorden en ten zuiden ervan. Dit komt duidelijk naar voren in de ruimtelijke verdeling van T_{ps} voor combinatie U43D270S08: de piek periode in locaties 5282 – 5287 zijn beduidend hoger dan in de omliggende locaties, precies zo als Figuur 4.20 ook laat zien.



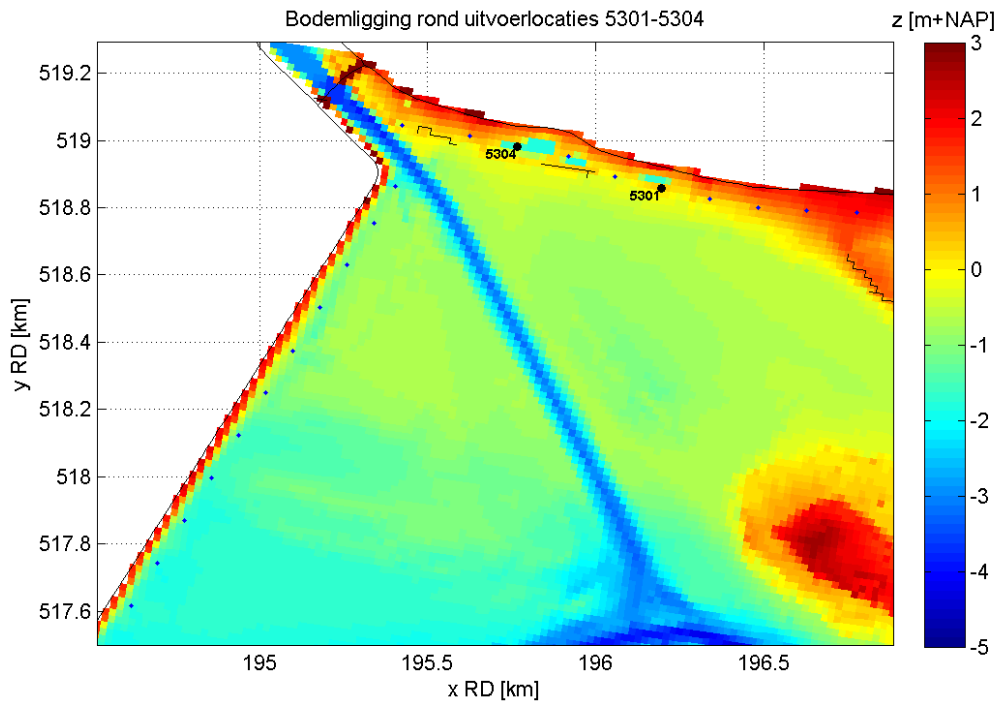
Figuur 4.21 Bodemligging rond uitvoerlocaties 5282 - 5287



Figuur 4.22 Significante golfperiode voor combinatie U43D270S08 in de omgeving van locaties 5282 - 5287

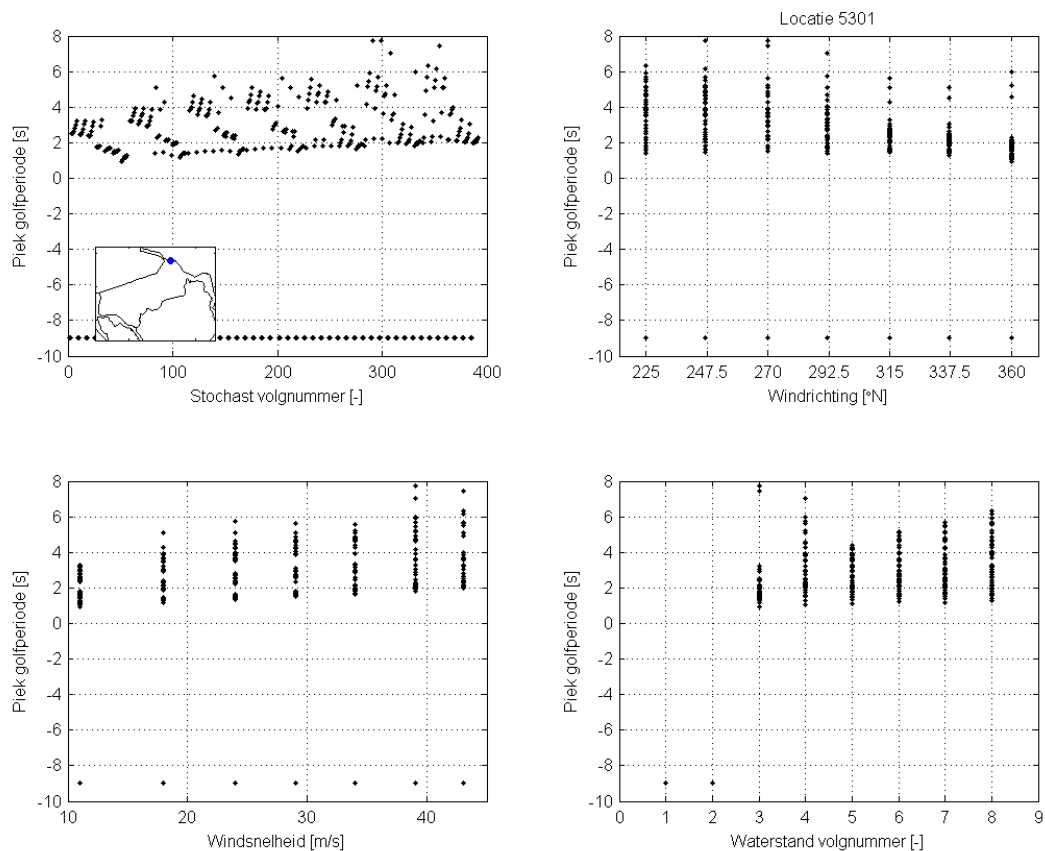
Ad 2.

De bodemligging rond uitvoerlocaties 5301 en 5304 is weergegeven in Figuur 4.23. Deze locaties liggen in of op de rand van een klein gebied met een grotere diepteligging. Vanuit satellietfoto's of de bodemligging zelf is het niet duidelijk wat deze diepere gedeelten zijn.



Figuur 4.23 Bodemligging rond uitvoerlocaties 5301 en 5304

In Figuur 4.24 is voor alle berekeningen de piek periode in locatie 5301 weergegeven. De figuur toont aan dat de uitzonderlijk hoge piek periode van ongeveer 8 s optreedt in vier combinaties. Die combinaties betreffen de hoogste twee windsnelheden, aanlandige richtingen en waterstanden S03 en S04. Vanwege het feit dat deze piek perioden optreden bij relatief lage waterstanden, zullen de golfcondities behorende bij deze vier combinaties niet dominant zijn in de hydraulische randvoorwaarden voor deze locaties. De golfhoogte in deze locaties bij S03 is kleiner dan 1 m terwijl die bij S08 meer dan 2 m bedraagt. Er is derhalve geen aanleiding deze twee locaties te verwerpen.



Figuur 4.24 Piek periode in locatie 5301 voor alle berekeningen

Ad 3.

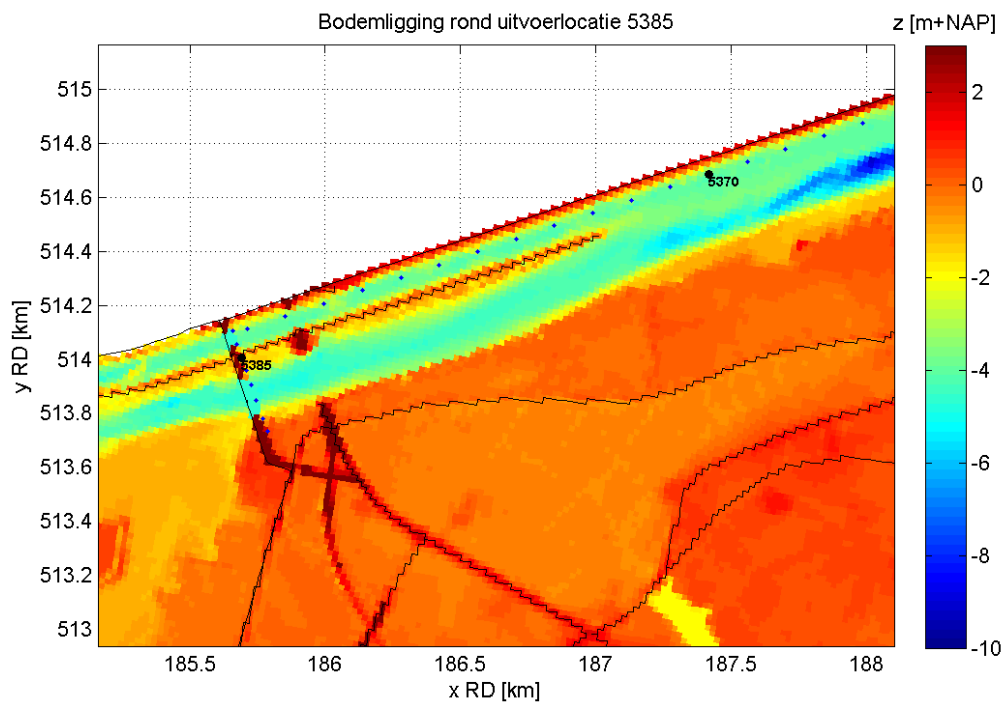
De bodemligging rond uitvoerlocatie 5385 is weergegeven in Figuur 4.25. De locatie ligt op het hoger gelegen landhoofd tussen de Ramsgeul en het Ramsdiep. De uitzonderlijk hoge piek periode in locatie 5385 treedt op in één stochastcombinatie, te weten U43D360S03. Omdat dit niet de hoogste waterstand betreft zal de golfhoogte in combinatie U43D360S03 niet maatgevend zijn voor de hydraulische randvoorwaarde in deze locatie. Er is daarom geen aanleiding deze locatie te verwerpen.

Het afnemen van de T_{ps} vanaf locatie 5370 naar de Ramspolkering in de YVG serie heeft vanzelfsprekend te maken met het gesloten zijn van deze kering, op dezelfde manier als waarop de maximale significante golfhoogte in deze locaties afneemt. Dit is in Figuur 4.26 geschetst voor combinatie U43D247S08. In Figuur 4.27 is de ruimtelijke verdeling van de piek periode voor dezelfde combinatie weergegeven maar dan voor de YVO serie.

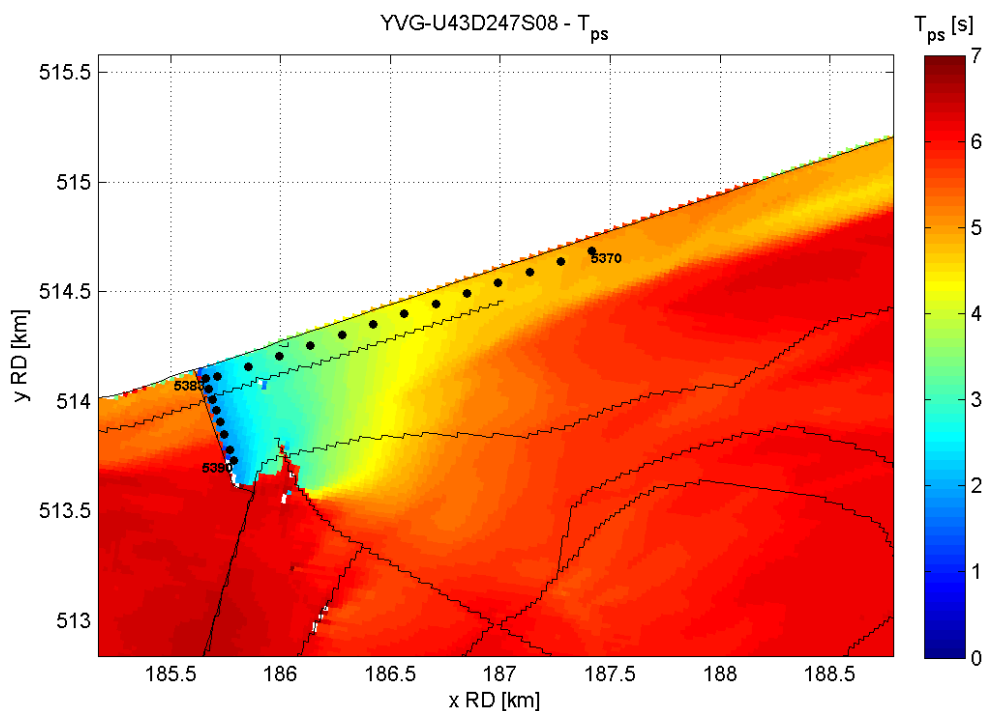
Het al dan niet gesloten zijn van de Ramspolkering is ook de verklaring voor het verschil tussen YVG en YVO in de maximale piek periode in de locaties vanaf 5370 tot aan de Ramspolkering, zie Figuur 4.28. Ook in de YVO serie neemt de maximale piek periode af tot aan locatie 5380, maar die afname is kleiner dan in de YVG serie.

Voor YVO is verder de toename van de maximale piek periode vanaf locatie 5381 nog opvallend. Dit wordt veroorzaakt door het indringen van relatief lange golven vanaf het

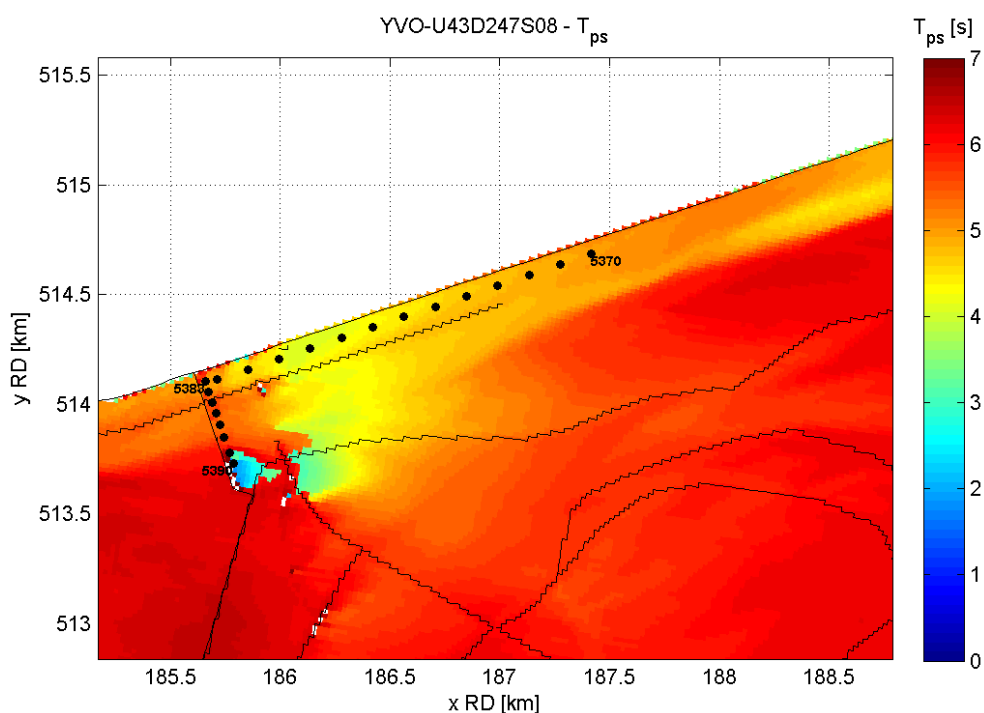
Ketelmeer bij een richting van 225°. Deze binnendringende golven bereiken nog wel locatie 5381 maar niet meer locatie 5380, zie Figuur 4.29.



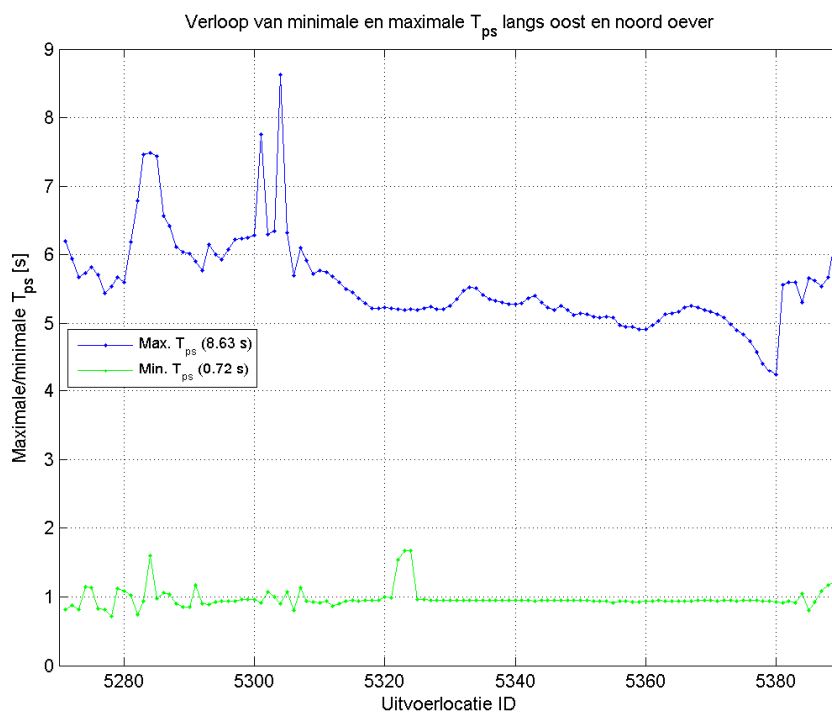
Figuur 4.25 Bodemligging rond uitvoerlocatie 5370



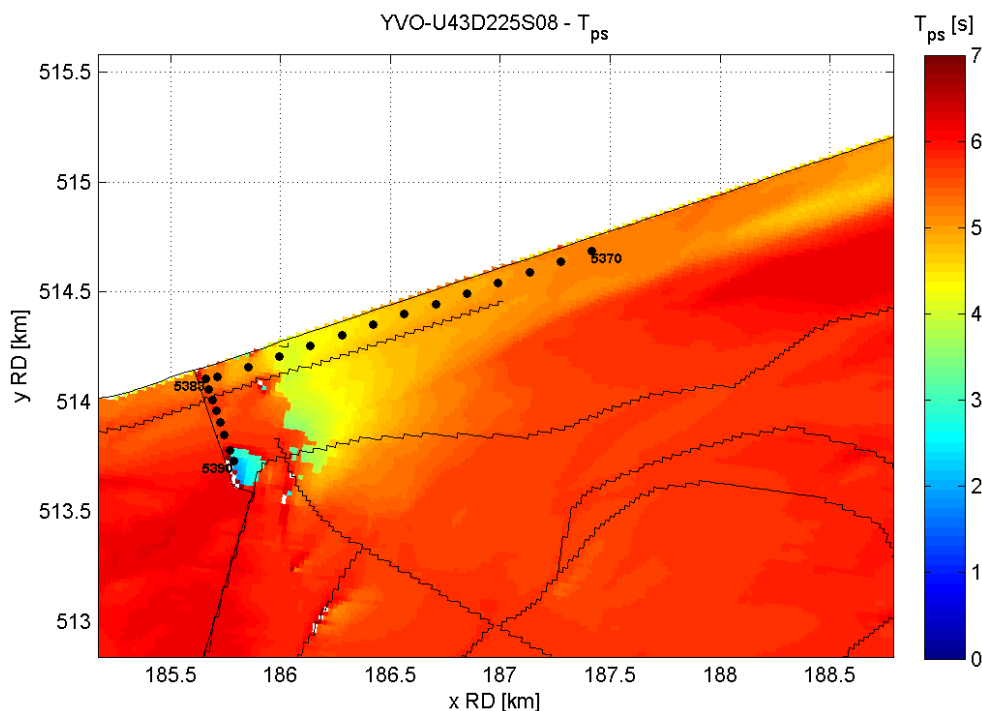
Figuur 4.26 Piek periode voor combinatie YVG-U43D247S08 in de omgeving van de Ramspolkering



Figuur 4.27 Piek periode voor combinatie YVO-U43D247S08 in de omgeving van de Ramspolkering



Figuur 4.28 Minimale en maximale piek periode in de uitvoerlocaties o.a. nabij de Ramspolkering bepaald over alle 392 berekeningen uit de YVO serie



Figuur 4.29 Piek periode voor combinatie YVO-U43D225S08 in de omgeving van de Ramspolkering

Ad 4.

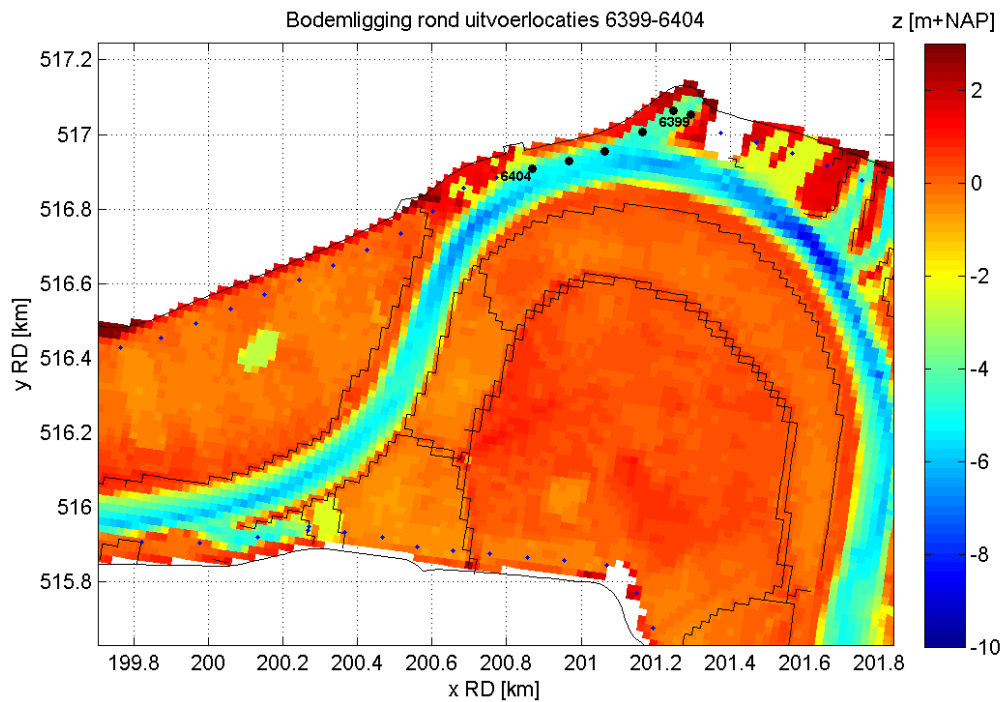
De waargenomen trend in de maximale piek periode in de locaties vanaf 6352 is dezelfde als in de maximale significante golfhoogte in deze locaties. Voor een verklaring van deze trend in T_{ps} wordt daarom verwezen naar item 4 van de vorige paragraaf.

Ad 5.

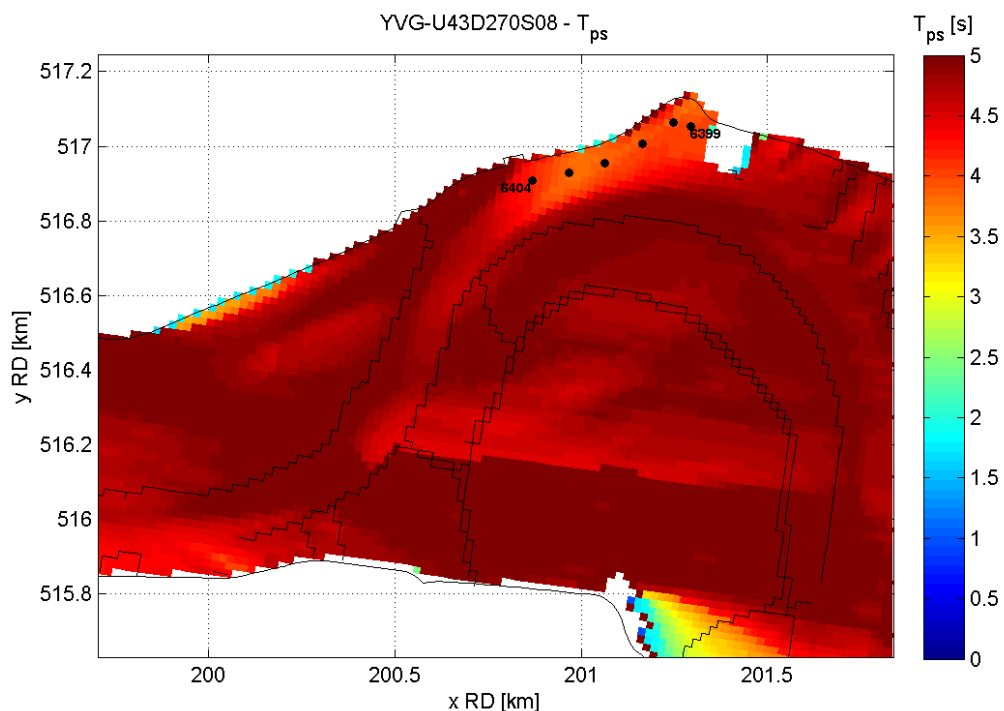
De relatief lage piek periode in uitvoerlocaties 6390 – 6397 hebben dezelfde oorzaak als de relatief lage maximale significante golfhoogte in deze locaties, namelijk een hoog gelegen ligging van deze uitvoerpunten, zie Figuur 4.14 en item 5 van paragraaf 4.4.2.1.

De oorzaak van het lager zijn van de maximale piek periode in locaties 6399 – 6404 valt niet direct af te lezen uit de bodemligging rond deze locaties, zie Figuur 4.30. Nader onderzoek van de ruimtelijke velden van de piek periode rond deze locaties toont aan dat deze locaties in een gebied met lagere piek periode liggen. Dit is geschetst in Figuur 4.31 voor combinatie U43D270S08. Het getoonde patroon is representatief voor alle richtingen en is typisch een refractiepatroon.

Golven refracteren op de dwarshellingen van het Zwarte Water en doordat het Zwarte Water ter plaatse van locaties 6399 – 6404 een bocht maakt buigen de golven met de oostelijke oever mee. Omdat de mate van refractie sterk afhangt van de periode, refracteren de langere golven uit het spectrum meer dan de kortere golven, met als gevolg een afname van de piek periode in de genoemde locaties. De afname van de piek periode in deze locaties is dus logisch en verklaarbaar. Er hoeven geen locaties te worden afgekeurd op basis van deze waarneming.



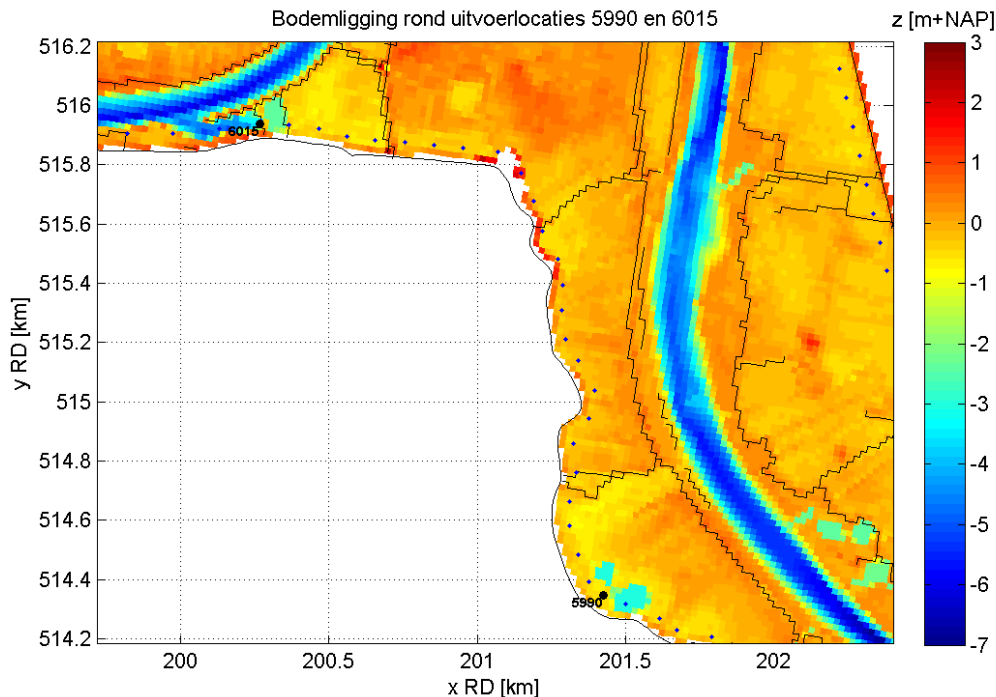
Figuur 4.30 Bodemligging rond uitvoerlocaties 6399 en 6404



Figuur 4.31 Piek periode voor combinatie YVG-U43D270S08 in de omgeving van locaties 6399 - 6404

Ad 6.

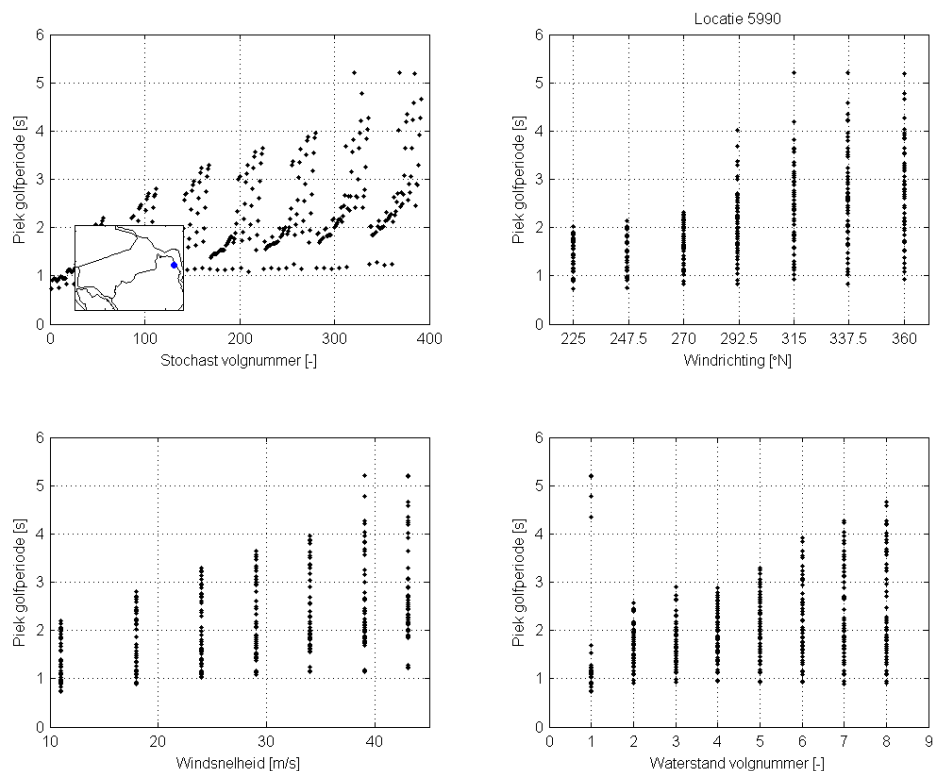
De bodemligging rond locaties 5990 en 6015 met uitzonderlijk hoge piek perioden is weergegeven in Figuur 4.32. Merk op dat de maximale piek periode in locatie 5990 minder afwijkend is dan die in locatie 6015. De figuur toont aan dat locatie 5990 tussen de kering en twee lager gelegen gebieden ligt en locatie 6015 ligt in een complex gebied met obstakels en grote verschillen in bodemligging.



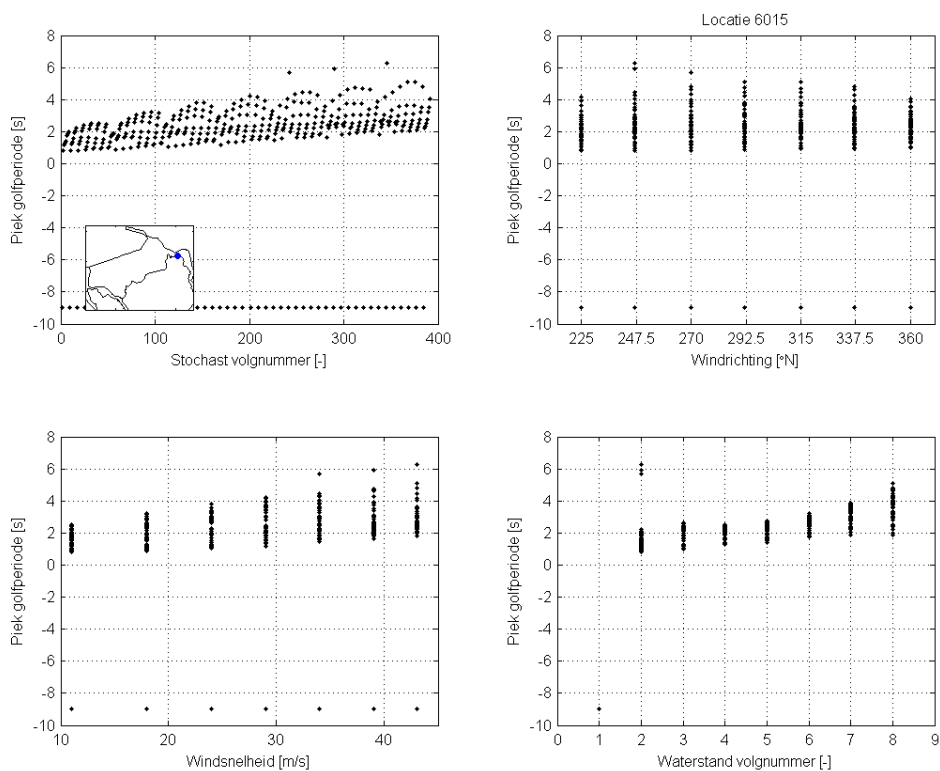
Figuur 4.32 Bodemligging rond uitvoerlocaties 5990 en 6015

De piek perioden in locatie 5990 voor alle berekeningen is weergegeven in Figuur 4.33. De figuur illustreert dat de afwijkende piek perioden optreden in vier combinaties die allen de laagste waterstand betreffen. Vanwege dit feit zullen de golfcondities van deze vier combinaties niet bepalend zijn voor de hydraulische randvoorwaarden in deze locatie. Er is daarom geen reden deze locatie te verwerpen.

Even zo is voor locatie 6015 de piek periode voor alle berekeningen weergegeven in Figuur 4.34. Deze figuur toont aan dat de uitzonderlijk grote piek perioden optreden in drie combinaties bij de drie hoogste windsnelheden en bij de één na laagste waterstand. Vanwege deze lage waterstand en het feit dat de windrichting een enigszins aflandige windrichting is, dragen de golfcondities behorende bij deze drie combinaties niet significant bij aan de maatgevende belasting in deze locatie. Er is derhalve geen reden deze locatie te verwerpen.



Figuur 4.33 Piek periode in locatie 5990 voor alle berekeningen



Figuur 4.34 Piek periode in locatie 6015 voor alle berekeningen

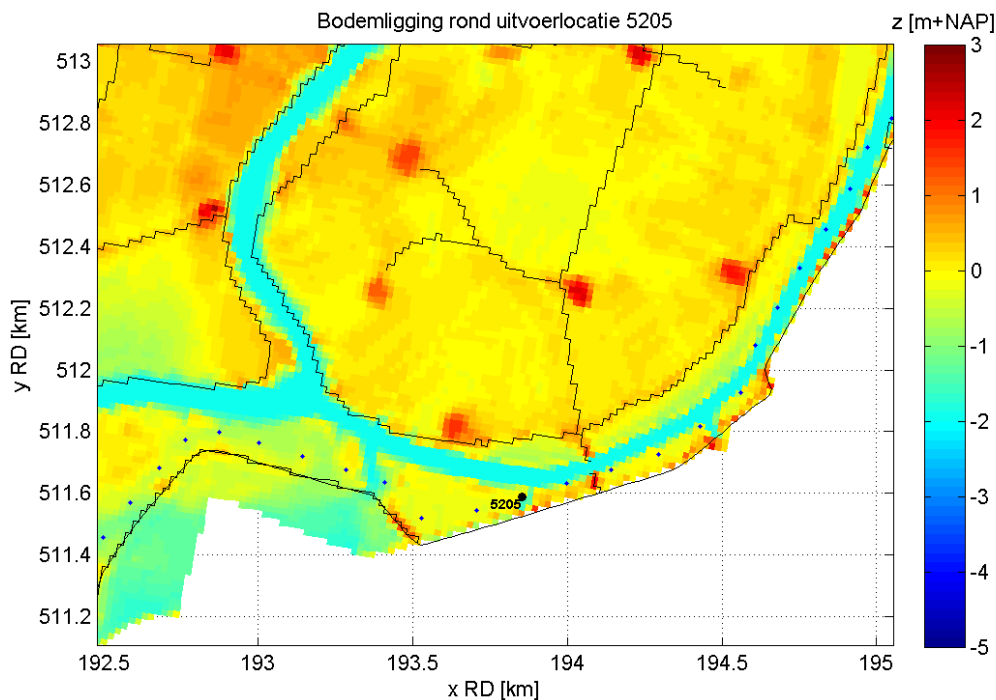
Ad 7.

De sprong in T_{ps} tussen uitvoerlocaties 6006 en 6007 kan goed worden verklaard uit de ligging van de locaties ten opzichte van de kering en de oriëntatie van de kering ten opzichte van de beschouwde windrichtingen, zie Figuur 4.16.

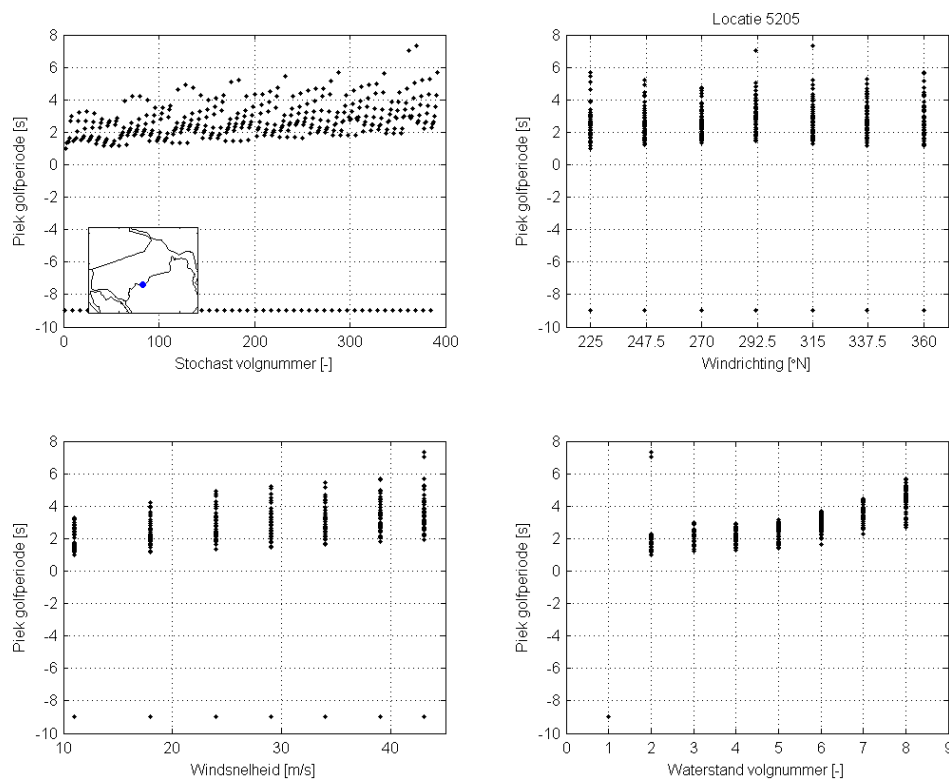
Locaties 6006 en lager zijn door de noord-zuid georiënteerde kering beschut tegen wind uit alle beschouwde windrichtingen terwijl locaties 6007 en hoger niet beschut zijn tegen wind uit de noordelijke richtingen. Dit is een logische verklaring voor het waargenomen verschil in maximale T_{ps} .

Ad 8.

Uit de bodemligging rond locatie 5205 is niet direct een verklaring te vinden voor de uitzonderlijk grote maximale piek periode in deze locatie, zie Figuur 4.35. De piek perioden in locatie 5205 voor alle berekeningen is weergegeven in Figuur 4.36. De hoge piek perioden komen voor in twee combinaties, beide voor de grootste windsnelheid en waterstand S02. De windrichtingen 292,5 en 315° waarbij de grote piek perioden optreden zijn aanlandige windrichtingen. Echter gezien het feit dat de grote piek perioden optreden bij de één na laagste waterstand zullen deze twee combinaties nauwelijks bijdragen aan de maatgevende golfcondities in deze locatie. Er is dus geen reden deze locatie te verwerpen.



Figuur 4.35 Bodemligging rond uitvoerlocatie 5205



Figuur 4.36 Piek periode in locatie 5205 voor alle berekeningen

Ad 9.

De afname van T_{ps} vanaf locatie 5261 heeft dezelfde oorzaak als de afname van de maximale significante golfhoogte in deze locaties, zie item 7 in paragraaf 4.4.2.1, namelijk de noord-zuid oriëntatie van de oever waar langs deze punten liggen. Door deze oriëntatie zijn deze locaties beschermt tegen alle beschouwde windrichtingen, net zoals dit het geval was voor locatie 6006 in item 7 van deze paragraaf.

4.4.2.3 Gemiddelde golfperioden $T_{m-1,0}$, 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 aan het licht gebracht met ten opzichte van de omliggende locaties afwijkende waarden. Dit geldt voor zowel YVG als YVO.

4.4.3 Conclusie van de controle

De controle op de maximale waarden van een aantal golfparameters per uitvoerlocatie heeft er niet toe geleid dat er uitvoerlocaties verworpen dienen te worden. Alle opmerkelijke parameter waarden zijn fysisch realistisch en verklaarbaar en/of hebben geen invloed op de maatgevende golfcondities in de betreffende locatie.

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

4.5.1 Beschrijving van de controle

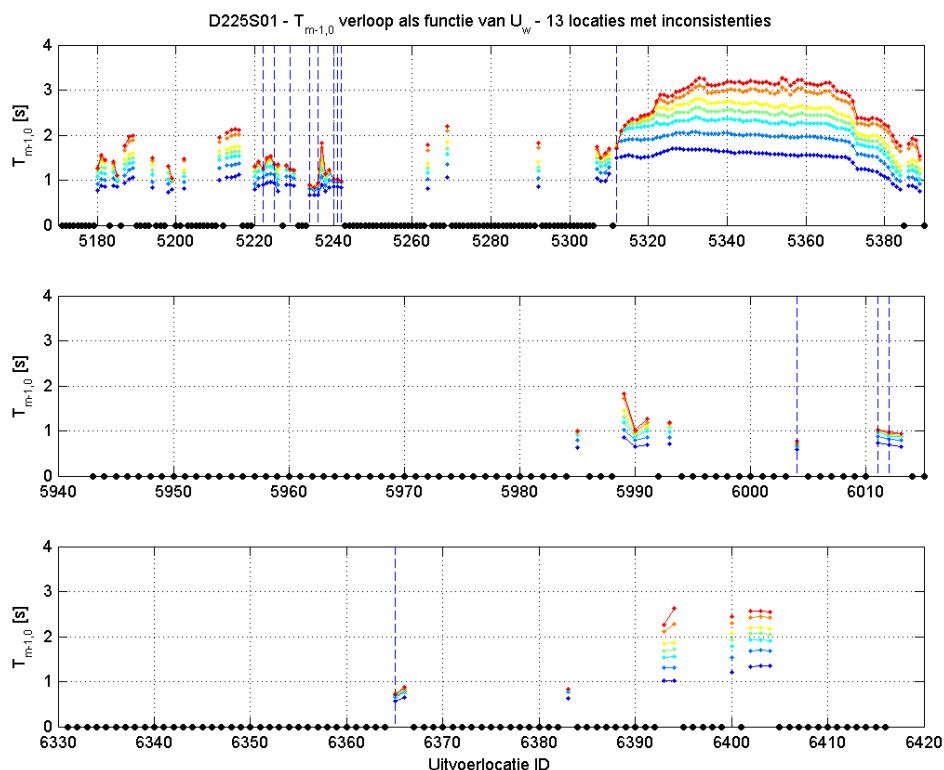
Bij gelijke waterstand, windrichting en debiet kan verwacht worden dat de golfhoogte en golfperiode toenemen met toenemende windsnelheid. Wanneer de waterdiepte beperkend is voor de golfgroei, en de golfhoogte en –periode bepaald worden door een subtiële balans tussen groei en dissipatie, kan het echter zijn dat een bepaalde golfparameter niet toeneemt

met toenemende windsnelheid. De controle die in deze paragraaf is uitgewerkt controleert voor iedere uitvoerlocatie en voor iedere combinatie van waterstand en windrichting of dit inderdaad het geval is. Dat zijn in totaal 56 combinaties van 7 windrichtingen en 8 waterstanden.

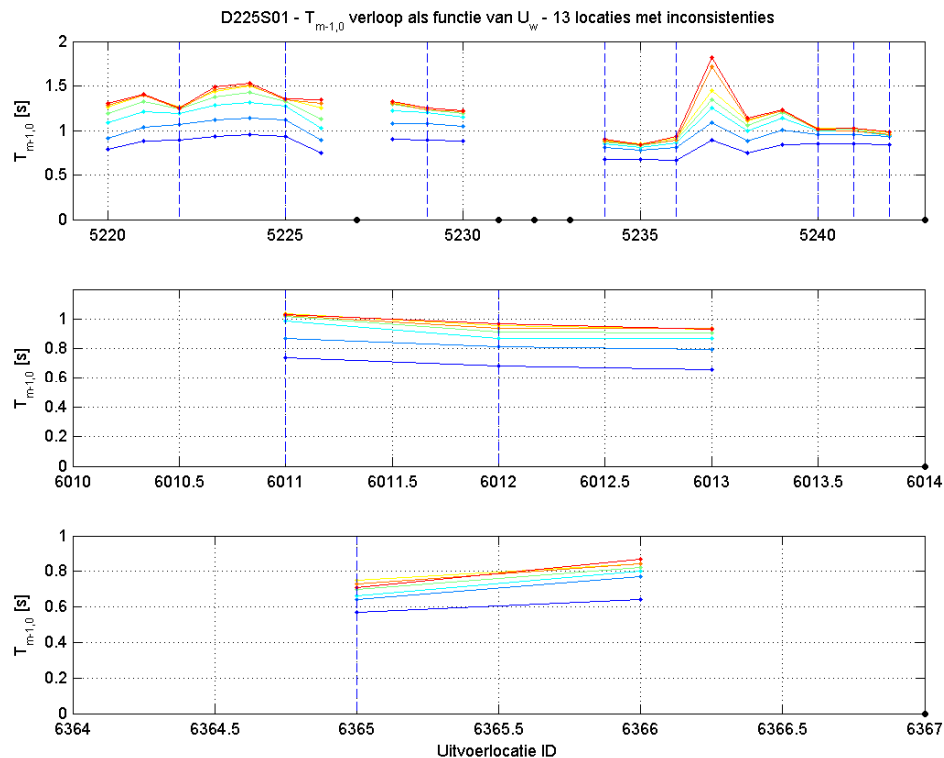
De gecontroleerde parameters zijn de significante golfhoogte H_{m0} en de gemiddelde periode $T_{m-1,0}$. De uitwerking van de controle is op twee manieren gepresenteerd. De eerste manier is door per uitvoerlocatie aan te geven in hoeveel combinaties van waterstand en windrichting inconsistenties optreden.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

Ter illustratie van wat als een inconsistentie wordt beschouwd, is in Figuur 4.37 een voorbeeld gegeven van het verloop van $T_{m-1,0}$ langs de oevers voor de 7 windsnelheden in combinatie D225S01. Elke windsnelheid is met een separate kleur aangegeven: de blauwe lijn is de kleinste windsnelheid en de rode lijn de grootste. Voor deze combinatie treedt in 13 locaties een inconsistentie op; die locaties zijn aangegeven met de blauwe stippellijn. In Figuur 4.38 is ingezoomd op een aantal inconsistenties.



Figuur 4.37 Verloop van de gemiddelde periode langs de oevers voor de 7 windsnelheden in combinatie D225S01. De inconsistenties in de periode zijn aangegeven met de blauwe stippellijn. In Figuur 4.38 is een ingezoomde variant van deze figuur weergegeven.



Figuur 4.38 Verloop van de gemiddelde periode langs de oevers voor de 7 windsnelheden in combinatie D2225S01; close-up van Figuur 4.37.

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, is als eis gesteld dat het verschil groter moet zijn dan 1%. Uit Figuur 4.38 valt af te leiden dat zelfs met dit criterium de aangemerkte inconsistenties in dit geval nog altijd zeer klein zijn.

Ook in deze paragraaf is de discussie met name op gehangen aan de resultaten voor YVG. Daar waar de resultaten voor de YVO serie significant afwijken van die van YVG, worden de resultaten van YVO separaat besproken.

4.5.2 Uitwerking van de controle

4.5.2.1 Combinaties met inconsistenties in H_{m0} per uitvoerlocatie

In zowel de YVG als de YVO serie heeft er zich slechts één golfhoogte inconsistentie voorgedaan. Dit betreft locatie 5304 in combinatie D292S03. Dit is af te lezen uit het logbestand 'AantalInconsis_Hm_Per_BasisLocs.log' dat voor een gedeelte 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 379, uit de basisset van uitvoerlocaties.

Samenvatting:

325 locaties met 0 inconsistenties

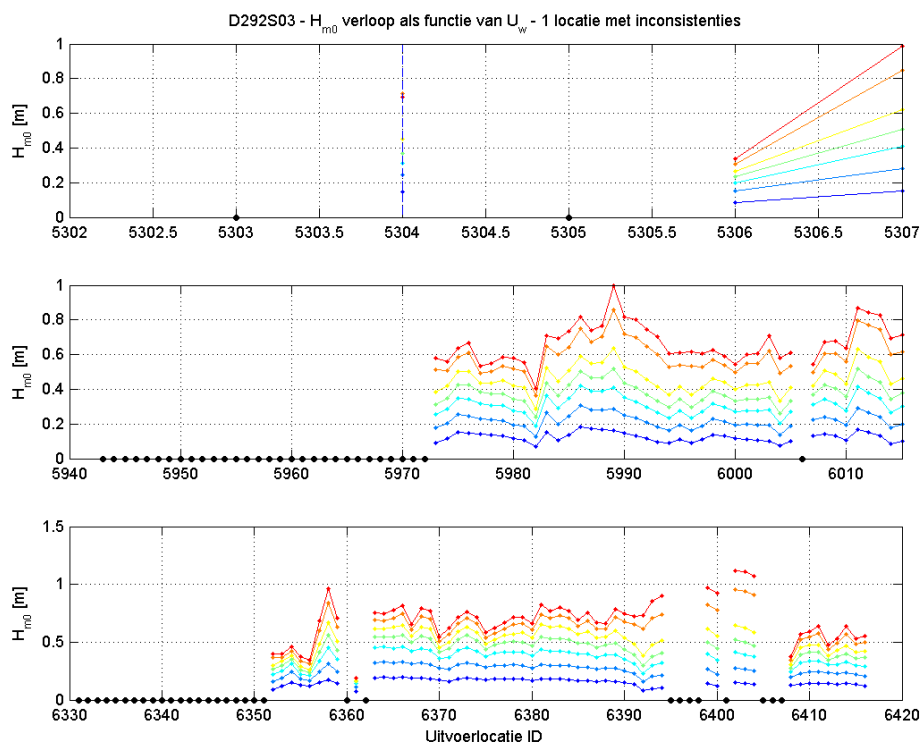
1 locaties met 1 inconsistenties

53 locaties zijn droog

Locatie # incons kwaliteit

5304	1	goed
5171	0	goed
5172	0	goed
5173	0	goed
5174	0	goed
5175	0	goed
5176	0	goed
5177	0	goed
5178	0	goed
5179	0	goed
5180	0	goed

De inconsistentie is een kleine golfhoogte inconsistentie voor de hoogste windsnelheid, zie Figuur 4.39. Merk op dat deze locatie ook al was opgevallen door een uitzonderlijk grote maximale piek periode, zie item 2 van paragraaf 4.4.2.2. Echter, de uitzonderlijke hoge piek periode en ook de inconsistentie treden op in combinaties die niet dominant voor de hydraulische randvoorwaarden zullen zijn. Er is daarom geen aanleiding deze locatie te verwerpen.



Figuur 4.39 Enige golfhoogte inconsistentie in de YVG en YVO serie: locatie 5304 (boven) in combinatie D292S03

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

Voor de volledigheid is in Tabel 4.6 een deel van het logbestand 'AantalInconsis_Hm_Per_StochastCombi.log' weergegeven met daarin per combinatie het aantal locaties met inconsistenties. Het eerste gedeelte van dit logbestand is weergegeven in Tabel 4.6. Zoals in de vorige paragraaf is besproken, is er slechts één combinatie met een inconsistentie in de significante golfhoogte.

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

Stochast	# incons
D292S03	1
D225S01	0
D225S02	0
D225S03	0
D225S04	0
D225S05	0
D225S06	0
D225S07	0
D225S08	0

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

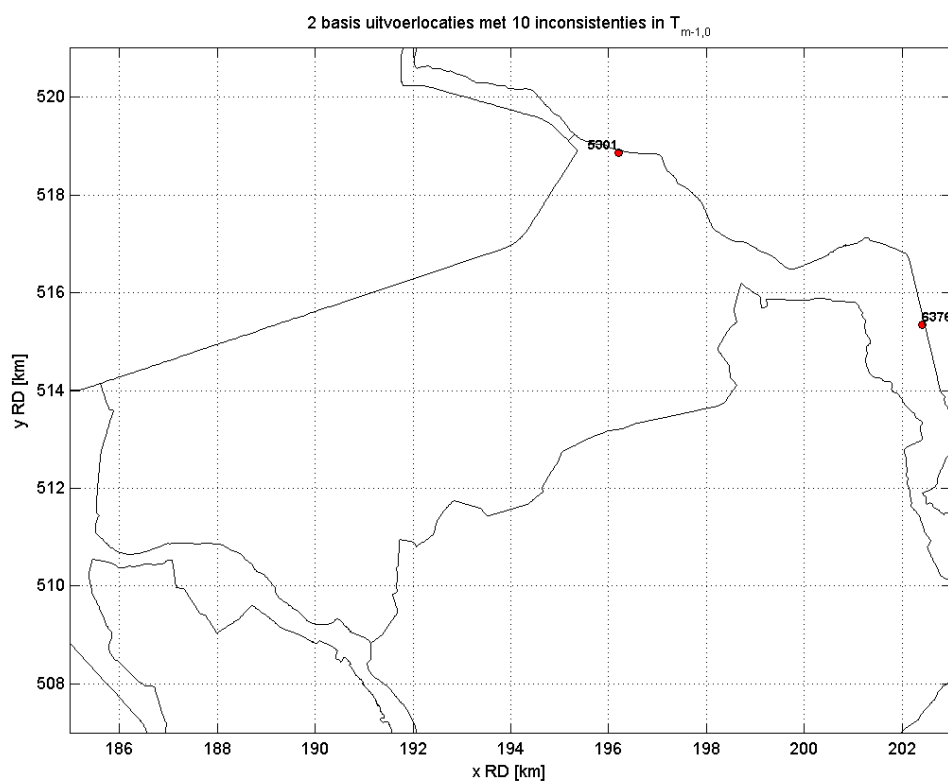
Het aantal combinaties met golfperiode inconsistenties per uitvoerlocaties varieert van 0 tot 10 combinaties. In het logbestand 'AantalInconsis_Tm_Per_BasisLocs.log' is voor iedere locatie aangegeven hoeveel inconsistenties erin voorkomen. Het samenvattende gedeelte van dit logbestand evenals alle locaties met meer dan 5 combinaties met inconsistenties is weergegeven in Tabel 4.7.

In 181 uitvoerlocaties komt geen enkele inconsistentie voor en 56 locaties hebben slechts één inconsistente combinatie. Respectievelijk 9, 16, 2, 2 en 2 locaties hebben 6, 7, 8, 9 en 10 combinaties met inconsistenties. De ligging van deze locaties is weergegeven in Figuur 4.40 tot en met Figuur 4.44. Merk op dat locatie 6004 met zeven inconsistenties aangemerkt is als een matige locatie en om die reden al verworpen is, zie paragraaf 4.3.

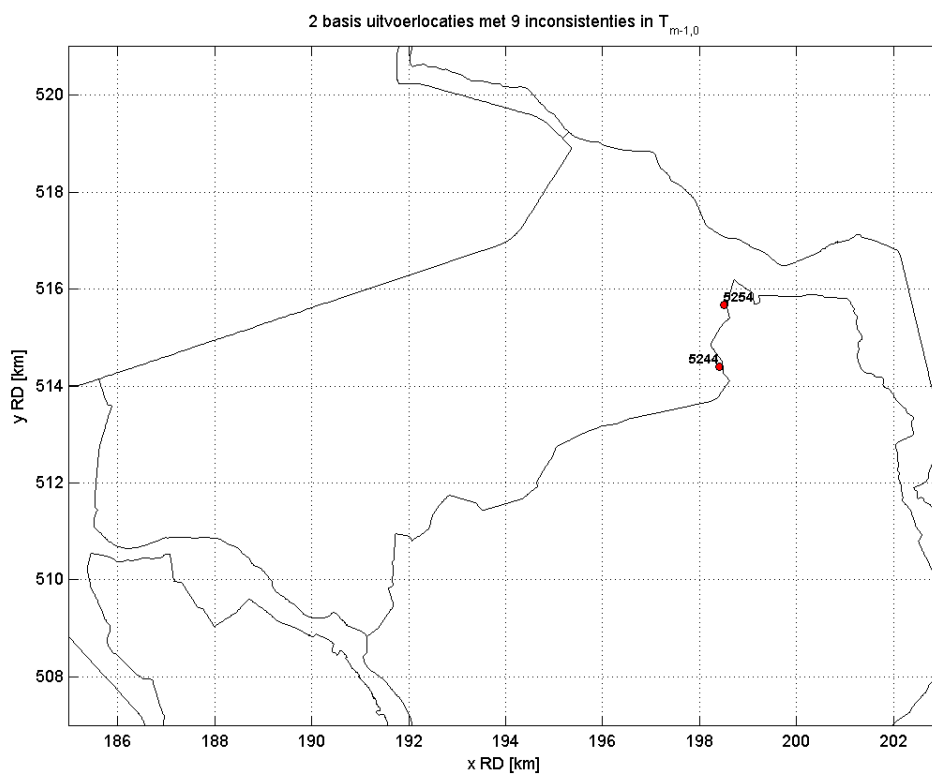
Tabel 4.7 Gedeelte van het logbestand 'AantalInconsis_Tm_Per_BasisLocs.log' met aantal inconsistenties in $T_{m-1,0}$ per locatie. Het totale aantal locaties is 379, uit de basisset van uitvoerlocaties.

Samenvatting:		
181 locaties met	0 inconsistenties	
56 locaties met	1 inconsistenties	
14 locaties met	2 inconsistenties	
16 locaties met	3 inconsistenties	
14 locaties met	4 inconsistenties	
14 locaties met	5 inconsistenties	
9 locaties met	6 inconsistenties	
16 locaties met	7 inconsistenties	
2 locaties met	8 inconsistenties	
2 locaties met	9 inconsistenties	
2 locaties met	10 inconsistenties	
53 locaties zijn	droog	
Locatie	# incons	kwaliteit

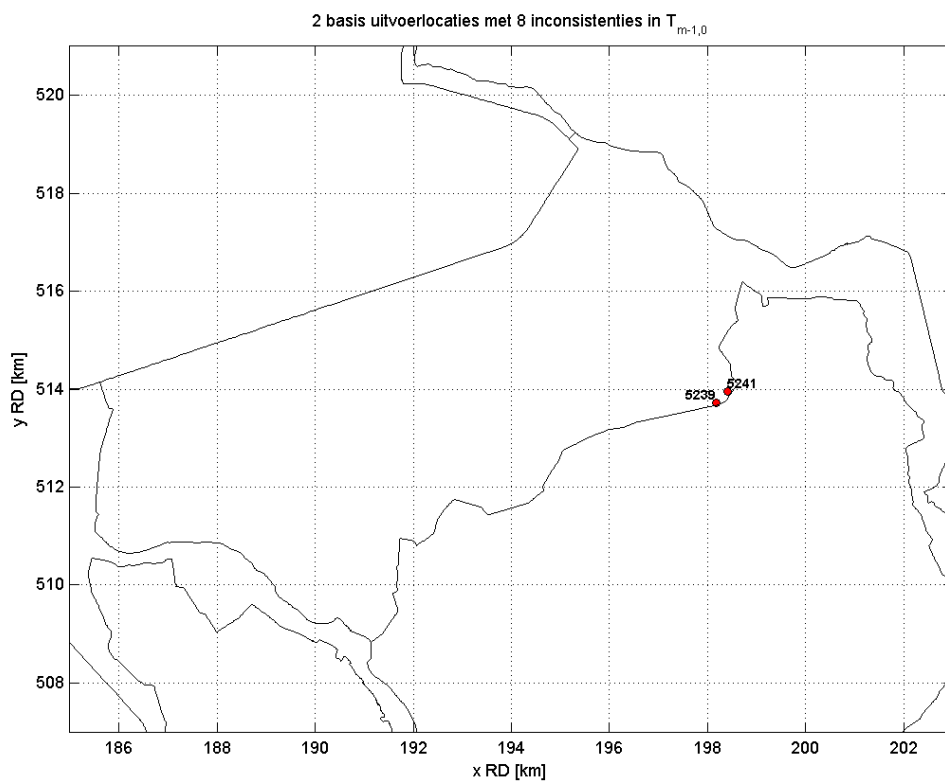
5301	10	goed
6376	10	goed
5244	9	goed
5254	9	goed
5239	8	goed
5241	8	goed
5176	7	goed
5201	7	goed
5229	7	goed
5236	7	goed
5242	7	goed
5247	7	goed
5249	7	goed
5252	7	goed
5256	7	goed
5278	7	goed
5284	7	goed
5977	7	goed
6004	7	matig
6365	7	goed
6367	7	goed
6370	7	goed
5199	6	goed
5222	6	goed
5240	6	goed
5243	6	goed
5258	6	goed
5260	6	goed
5287	6	goed
5312	6	goed
6361	6	goed



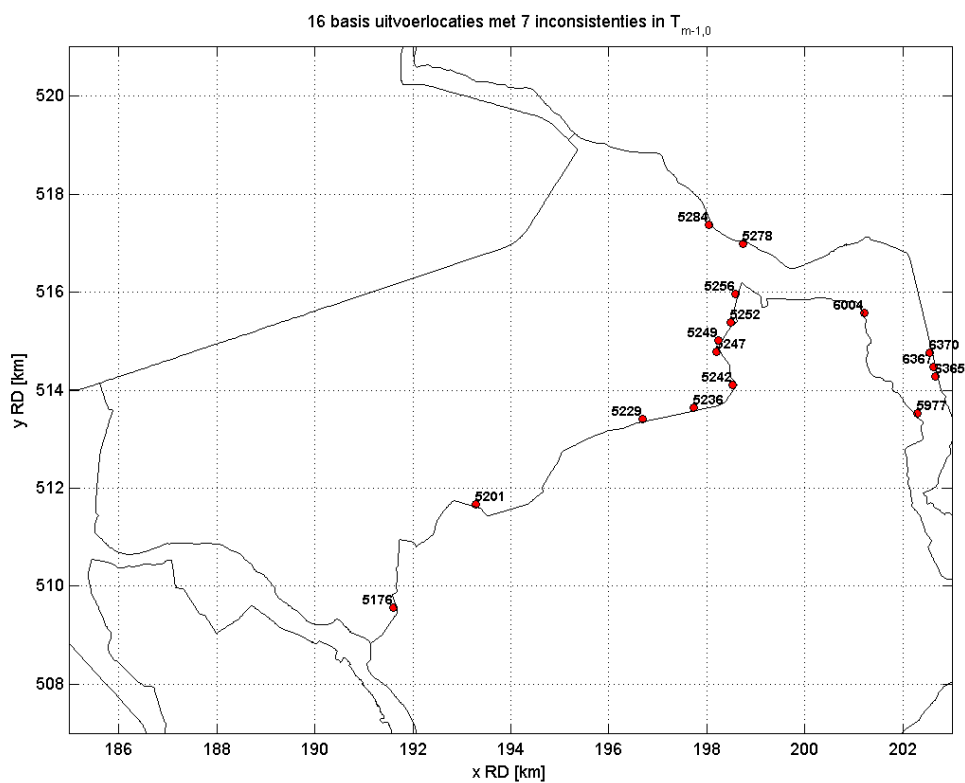
Figuur 4.40 Ruimtelijke ligging van de locaties met 10 inconsistenties



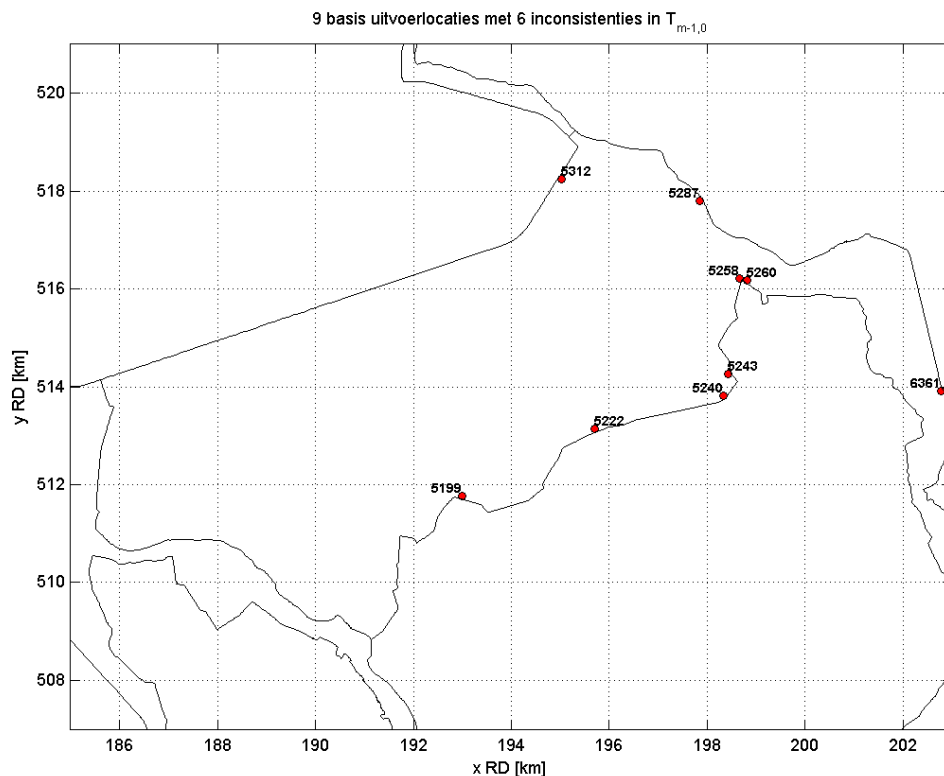
Figuur 4.41 Ruimtelijke ligging van de locaties met 9 inconsistenties



Figuur 4.42 Ruimtelijke ligging van de locaties met 8 inconsistenties



Figuur 4.43 Ruimtelijke ligging van de locaties met 7 inconsistenties

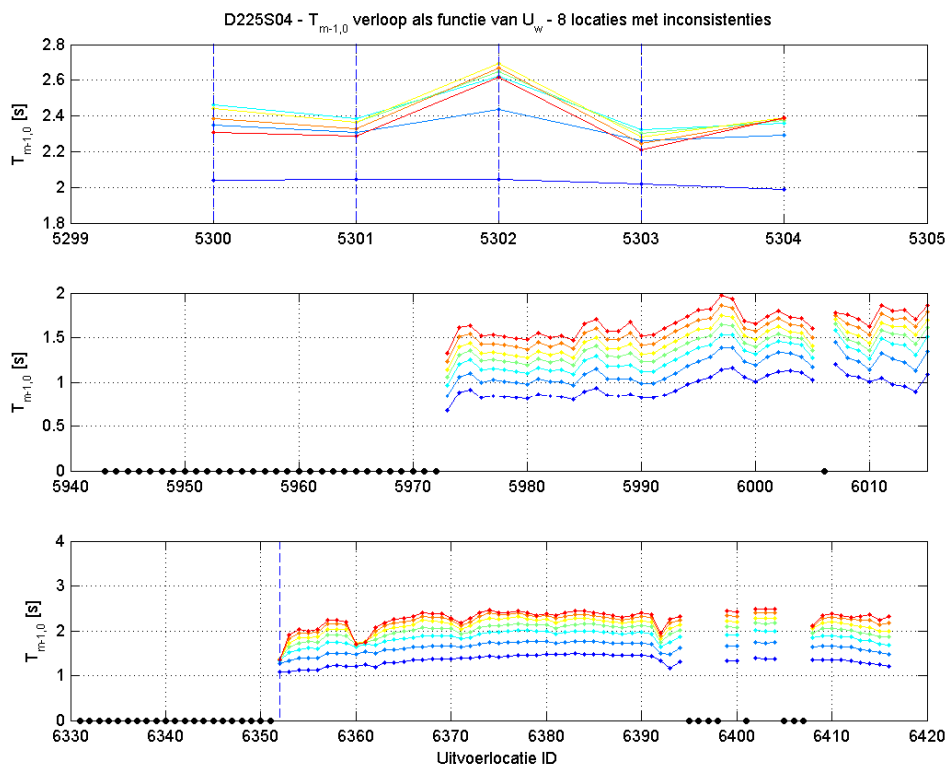


Figuur 4.44 Ruimtelijke ligging van de locaties met 6 inconsistenties

Figuur 4.40 tot en met Figuur 4.44 tonen verder aan dat de locaties met meer dan vijf inconsistenties in $T_{m-1,0}$ redelijk verspreid langs de oevers liggen en dan met name langs de Kamperzeedijk en de oevers van het Zwarte Water. Er is nergens een grote concentratie van locaties met relatief veel inconsistenties. Enige mate van concentratie van locaties met inconsistenties treedt op voor locaties in de range 5240 – 5260 en 6360 – 6370. In het restant van deze paragraaf wordt ingegaan op de locaties met meer dan vijf inconsistenties in de gemiddelde periode.

In locatie 5301, één van de locaties met 10 inconsistenties, komen de inconsistenties voor bij waterstanden S03, S04 en S05 en dus niet bij de hoogste waterstanden. Dit kan worden afgeleid uit het logbestand 'Stochasten_Met_Inconsis_Tm_Per_BasisLocs.log' waarin per uitvoerlocatie is aangegeven in welke stochastcombinaties de inconsistenties voorkomen. In locatie 6376, de andere locaties met 10 inconsistenties, treden de inconsistenties op bij waterstanden S02 en S03. Voor beide locaties geldt dus dat de inconsistenties optreden in stochast combinaties die niet dominant zullen zijn voor de maatgevende golfcondities. Wel is het zo dat de inconsistenties voornamelijk in de hoogste windsnelheid voorkomen.

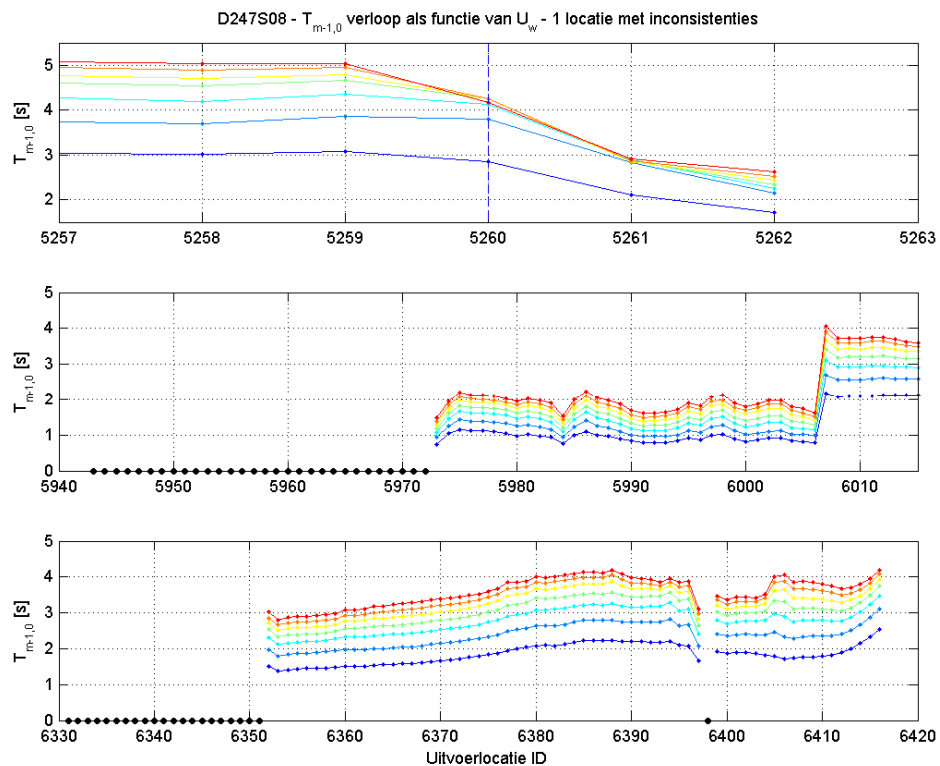
Een voorbeeld van een inconsistentie in locatie 5301 is weergegeven in Figuur 4.45. De figuur toont dat in locatie 5301 (en ook in 5300) de hoogste windsnelheid (rode lijn) de één na laagste gemiddelde periode oplevert.



Figuur 4.45 Voorbeeld van golfperiode inconsistentie in locatie 5301 (boven)

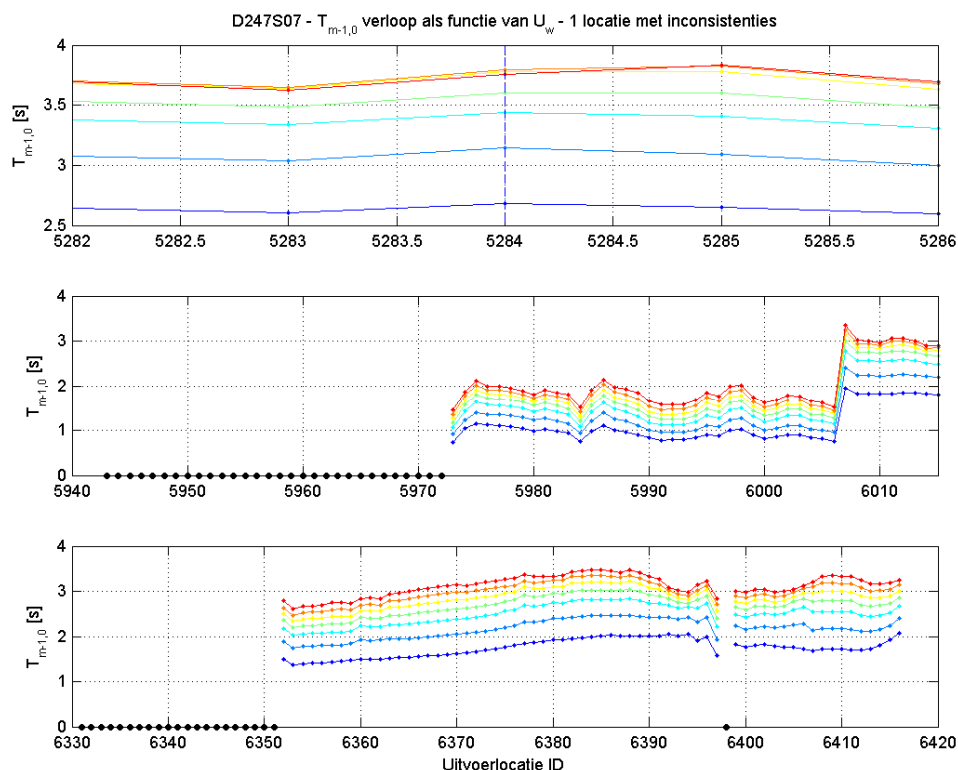
Van alle, behalve twee, locaties met meer dan vijf inconsistenties kan gezegd worden dat de inconsistenties optreden voor de laagste drie waterstanden. Aangezien de inconsistenties bij relatief lage waterstanden optreden kan gesteld worden dat de maatgevende golfcondities niet door de inconsistenties beïnvloed worden.

De uitzonderingen zijn locatie 5260 met inconsistenties in waterstanden S04 en S08 en locatie 5284 met inconsistenties in waterstanden S05, S06 en S07. Een voorbeeld van een inconsistentie in locatie 5260 is gegeven in Figuur 4.46. Dit betreft één van de twee combinaties met waterstand S08 waarvoor in deze locatie een inconsistentie optreedt. De figuur illustreert dat de inconsistentie slechts een kleine inconsistentie is die overigens wel in de grootste windsnelheid voorkomt. De gemiddelde periode bij de hoogste windsnelheid is minder dan 0,1 s kleiner dan de gemiddelde periode bij de op één, twee en drie na hoogste windsnelheden. Dit beeld van een kleine absolute inconsistentie is representatief voor alle inconsistenties in deze locatie. De beperkte grootte van de inconsistentie en het beperkte aantal ervan, maakt dat deze locaties niet verworpen hoeft te worden.



Figuur 4.46 Voorbeeld van golfperiode inconsistentie in locatie 5260 (boven) bij waterstand S08

Een voorbeeld van een inconsistentie bij een hoge waterstand in locatie 5284 is gegeven in Figuur 4.47. De inconsistentie is een kleine inconsistentie in de grootste windsnelheid. Merk op dat ook in de naastgelegen locaties 5282, 5283 en 5285 inconsistenties voorkomen. Deze zijn echter niet aangemerkt als inconsistenties omdat de inconsistentie kleiner is dan 1%. Dit illustreert tevens dat de inconsistentie in locatie 5284 maar een weinig groter is dan deze ondergrens. Een zelfde redenering gaat op voor de andere combinaties met inconsistenties in deze locatie. Ook voor deze locatie is er geen aanleiding tot verwerping van de locatie.



Figuur 4.47 Voorbeeld van golfperiode inconsistentie in locatie 5284 (boven) bij waterstand S07

De resultaten van deze controle voor de YVO serie zijn niet wezenlijk anders dan voor de YVG serie. Tussen de twee series zijn er soms kleine verschillen in het aantal inconsistenties per uitvoerlocatie, maar deze verschillen geven geen aanleiding tot een nadere analyse van de inconsistenties in de YVO serie.

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

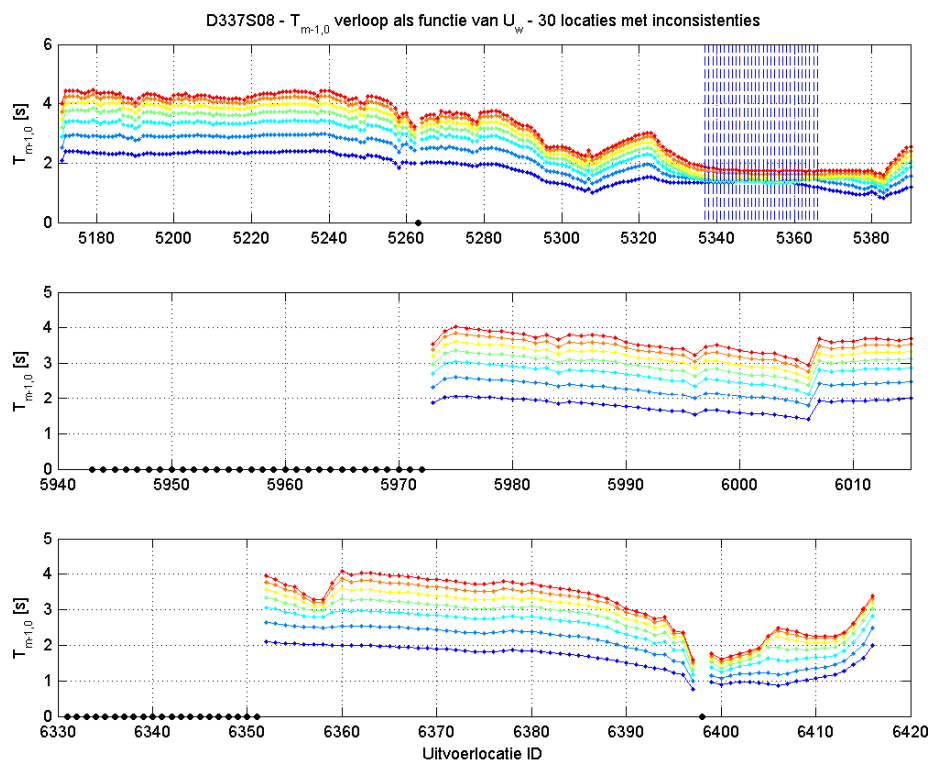
In deze paragraaf is gekeken naar het aantal locaties met inconsistenties in $T_{m-1,0}$ per stochastcombinatie. Deze informatie is opgenomen in het logbestand 'AantalInconsis_Tm_Per_StochastCombi.log'. Het eerste gedeelte van dit logbestand is weergegeven in Tabel 4.8.

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

Stochast	# incons
D337S08	30
D270S03	27
D337S02	24
D270S01	22
D315S02	22
D247S01	21
D292S01	21
D247S03	20
D315S03	20
D270S02	19

D292S02 18
 D225S03 17
 D292S03 17
 D315S01 16
 D337S01 16
 D337S03 16
 D247S02 15
 D225S01 13
 D225S02 13
 D360S03 13
 D360S02 12
 D360S01 11

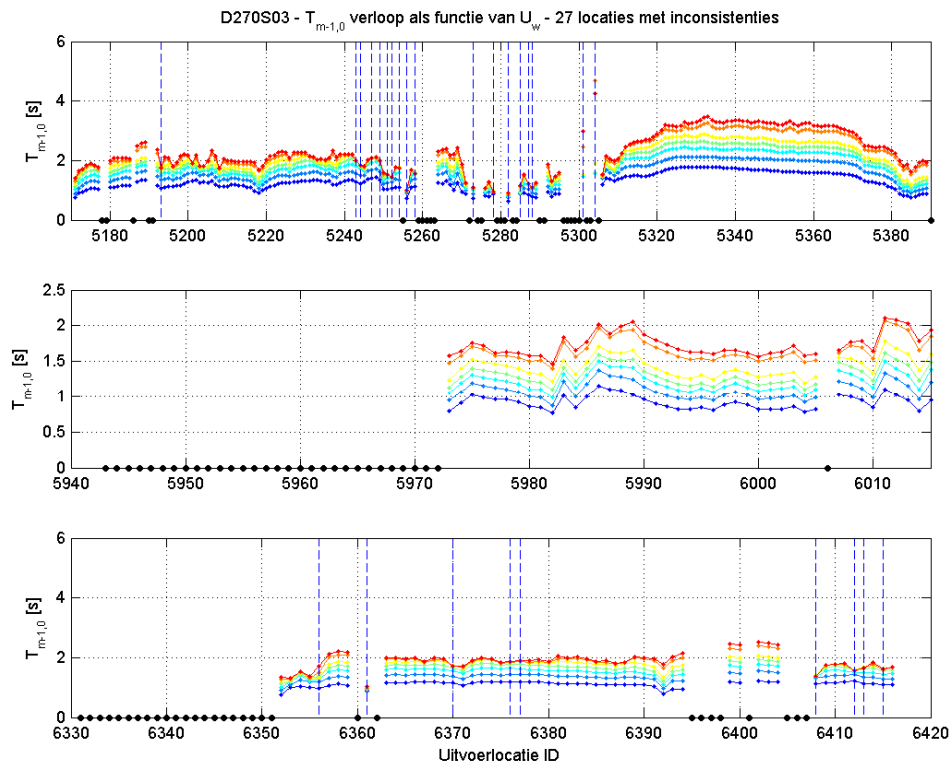
De combinatie met de meeste locaties met inconsistenties is D337S08 waarin 30 locaties met inconsistenties voorkomen. Deze locaties zijn weergegeven in Figuur 4.48 en betreffen grofweg locaties 5330 – 5370 die langs de noordelijke oever van het Zwarte Meer liggen, zie Figuur 2.3. De windrichting $337,5^\circ$ is voor deze locaties een aflandige windrichting waardoor de inconsistenties optreden in golfcondities die niet maatgevend zullen zijn.



Figuur 4.48 Verloop van de gemiddelde periode langs de oevers als functie van de windsnelheid voor combinatie D337S08

Het op één na hoogste aantal van 27 uitvoerlocaties met inconsistenties treedt op in combinatie D270S03, zie Figuur 4.49. Een deel van de locaties, grofweg de locaties tussen 5240 – 5260, liggen op het Kampereiland waar de waterdiepte bij waterstand S03 (NAP+0,6 m) in de betreffende locaties beperkt is tot maximaal 1,2 m. Dat geldt ook voor

locaties 5275 – 5300 langs de oostelijke oever van het Zwarte Meer. Dit betekent dat deze inconsistenties niet bepalend zijn voor de maatgevende golfcondities in deze locaties.



Figuur 4.49 Verloop van de gemiddelde periode langs de oevers als functie van de windsnelheid voor combinatie D270S03

Alle overige in Tabel 4.8 genoemde combinaties betreffen de laagste drie waterstanden. Voor al die combinaties geldt dat de golfcondities niet bepalend zijn voor de maatgevende golfcondities vanwege de beperkte waterdiepte. De conclusie van de controle op het aantal locaties met inconsistentie per stochastcombinatie is dat er geen aanleiding is bepaalde stochastcombinaties af te keuren. Dit geldt voor zowel de YVG als de YVO serie.

4.5.3 Conclusie van de controle

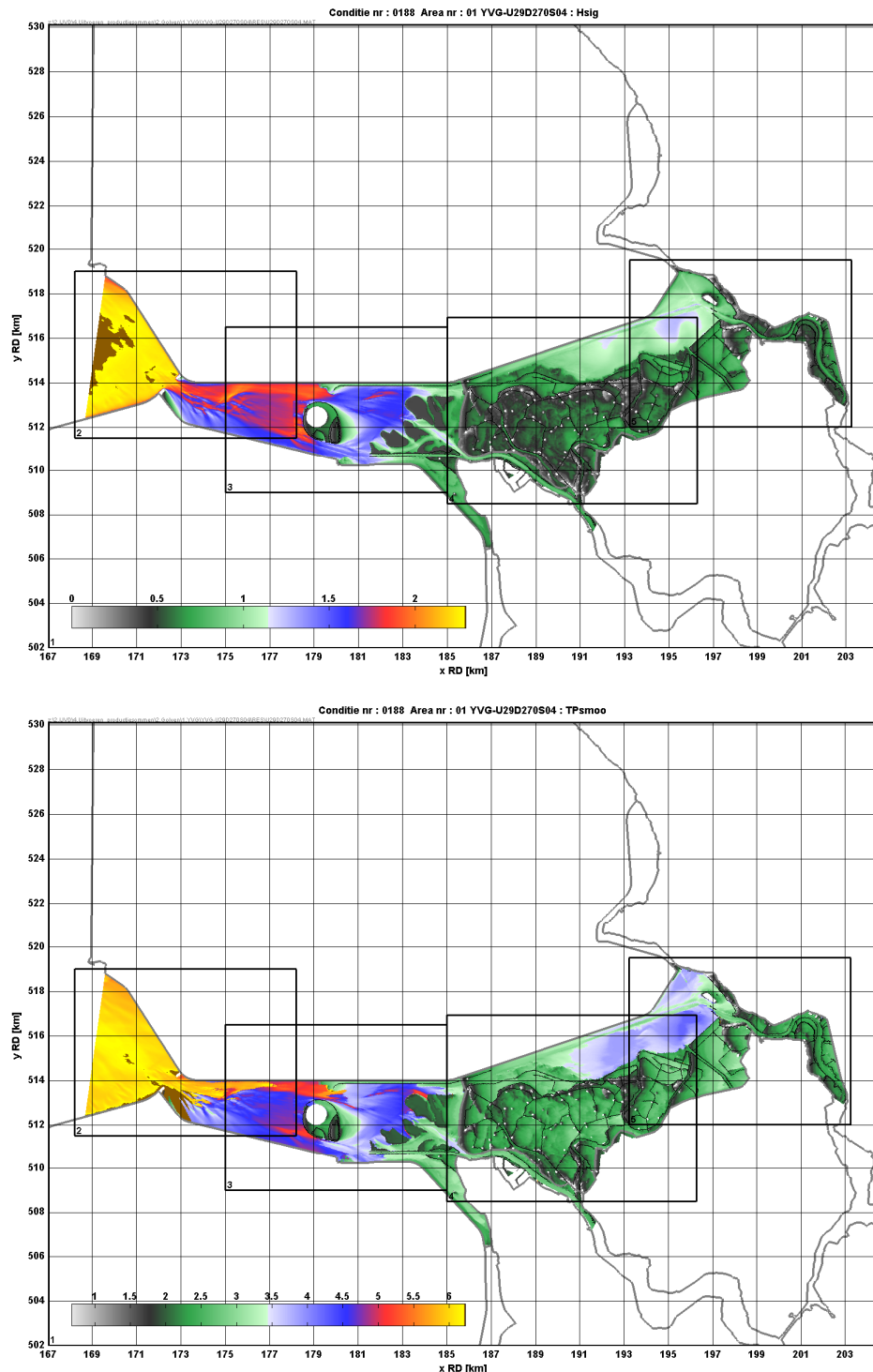
De controle op de consistentie van H_{m0} en $T_{m-1,0}$ heeft geen aanleiding gegeven tot het verwerpen van bepaalde locaties of het afkeuren van bepaalde berekeningen.

4.6 Controle van de ruimtelijke velden

4.6.1 Beschrijving van de controle

In deze paragraaf worden de resultaten beschreven van de visuele controle op de ruimtelijke velden van H_{m0} en T_{ps} . Deze figuren zijn gemaakt voor het gehele gebied en een aantal detailgebieden. Er zijn in totaal 5 gebieden gedefinieerd, weergegeven in Figuur 4.50 waarbij gebied 1 het gehele modelgebied beslaat. Voor het gehele gebied en alle vier deelgebieden zijn 392 figuren voor elke golfparameter gemaakt en geanalyseerd. Voor YVG is de analyse gedaan voor alle deelgebieden, voor YVO zijn alleen deelgebied 4 en 5 bekeken omdat de invloed van de Ramspolkering beperkt is tot die deelgebieden.

Per deelgebied wordt een selectie van de bevindingen besproken in de volgende paragraaf. Merk op dat het hier om een kwalitatieve controle gaat, waarbij de focus met name op ruimtelijke patronen ligt en niet zozeer op numerieke waarden. Merk verder op dat niet elke afwijking in dit rapport wordt beschreven en dat er alleen melding van is gemaakt als iets abnormaals of opvallends vaker voorkomt in de berekeningen.



Figuur 4.50 Ligging deelgebieden en ruimtelijke verdeling H_{m0} (boven) en T_{ps} (onder) gehele modelgebied voor conditie YVG-U29D270S0

4.6.2 Uitwerking van de controle

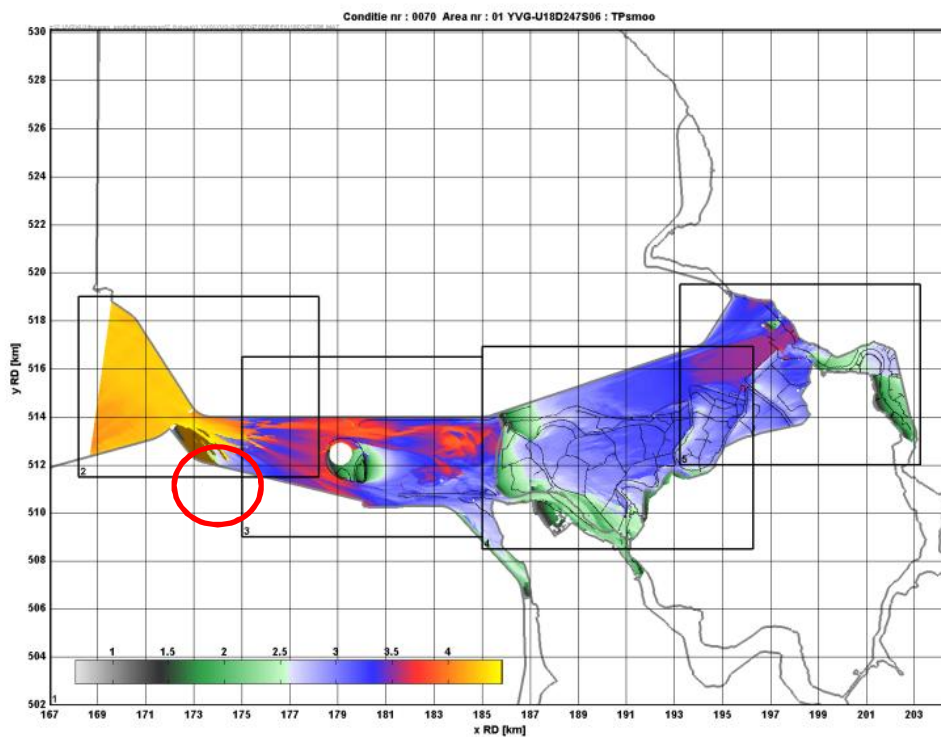
In deze paragraaf worden opvallende zaken in alle vijf gebieden besproken. Merk wel op dat de productieberekeningen besproken in dit rapport bedoeld zijn om golfcondities af te leiden voor het Zwarte Meer, het Zwarte Water en langs de Kamperzeedijk. Deze locaties liggen in deelgebieden 4 en 5. Desalniettemin worden ook deelgebieden 1, 2 en 3 in detail besproken.

Deelgebied 1

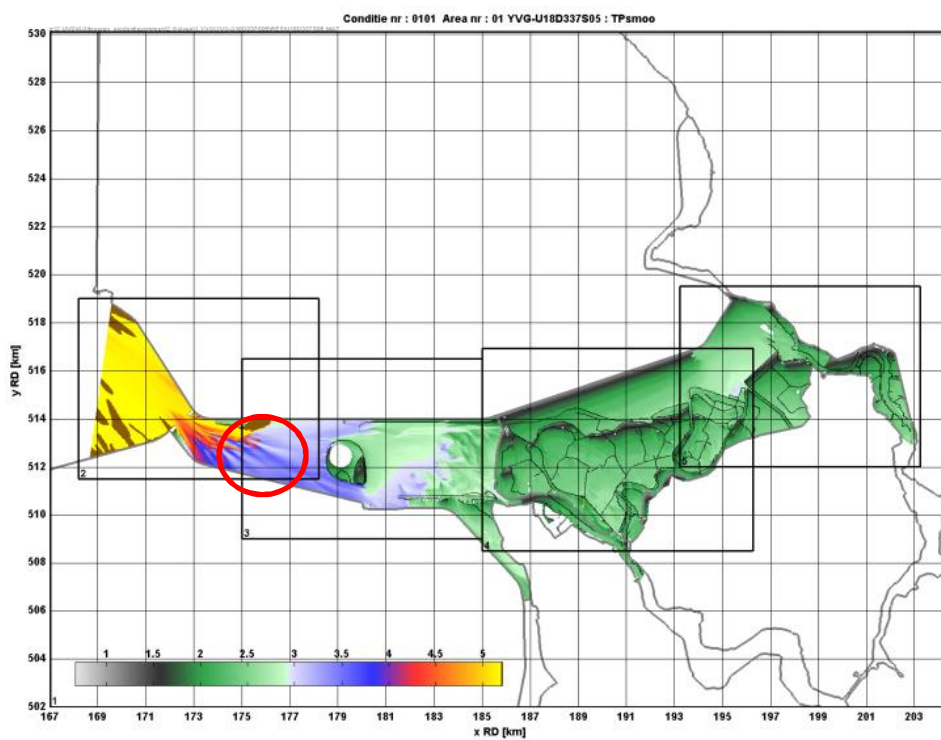
Deelgebied 1 bestrijkt het gehele modelgebied. Bij controle op deze schaal is vooral gekeken naar relatief grote aaneengrenzende gebieden waar de golfhoogte of –periode uitzonderlijk hoog is t.o.v. de waarden in de directe omgeving of waar deze niet direct verklaarbaar is.

De volgende opmerkingen worden gemaakt:

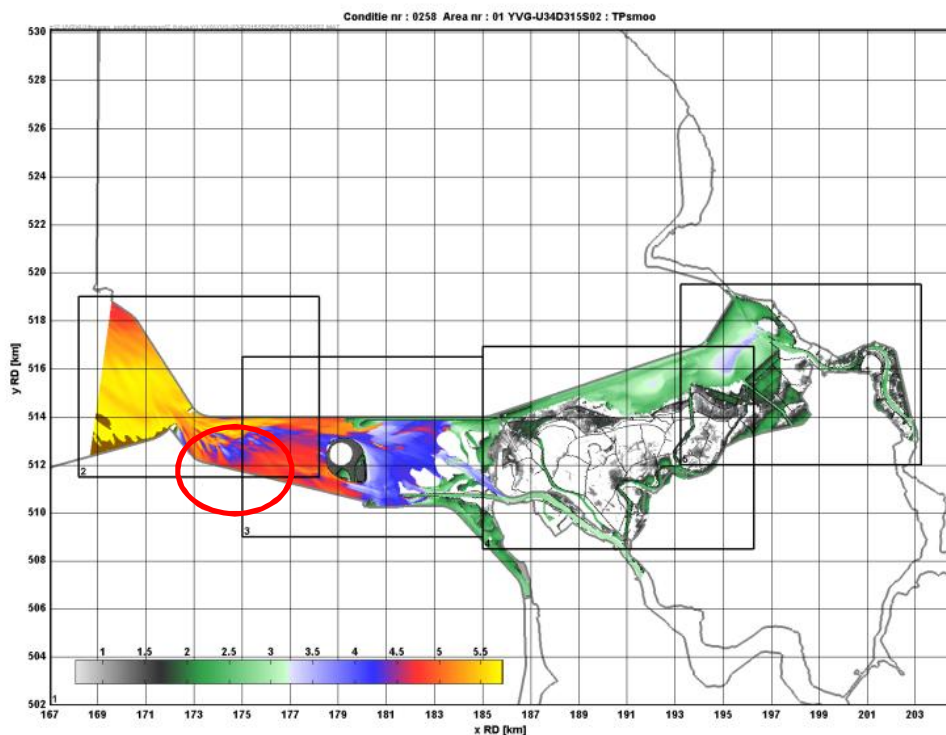
- a) In veel gevallen treedt een hoge T_{ps} waarde op in afgeschermd, bovenwinds gelegen gebieden nabij de overgang IJsselmeer-Ketelmeer, zoals geïllustreerd in Figuur 4.51 en Figuur 4.52. Figuur 4.51 toont het T_{ps} verloop voor conditie U18D247S06 en Figuur 4.52 dat voor conditie U18D337S05.
- b) In situaties met hoge windsnelheden treedt soms een onregelmatig T_{ps} beeld op met afwisselend relatief hoge en lage piekperioden. Dat is in Figuur 4.53 geïllustreerd aan de hand van conditie U34D315S02.
- c) Voor een aantal noordelijke windrichtingen treedt een afwijkend T_{ps} patroon in deelgebied 2 op, zoals in Figuur 4.54 is weergegeven voor conditie U39D360S06. Het vermoeden bestaat dat dit patroon wordt veroorzaakt door refractie van een deel van het laagfrequente deel (opgewekt op het IJsselmeer) van het spectrum dat, meer dan de hogere frequenties (lokaal opgewekte golven), gevoelig is voor gradiënten in bodemligging. Specifieke componenten binnen dit laagfrequente kunnen een relatief hoge energiedichtheid hebben, waardoor die de piek periode T_{ps} kunnen domineren.
- d) Stralenpatroon in deelgebied 2 bij hoge windsnelheden kan tot een springerig verloop leiden in T_{ps} langs de uitvoerpunten of tot inconsistenties over een stochastdimensie, zie Figuur 4.55.



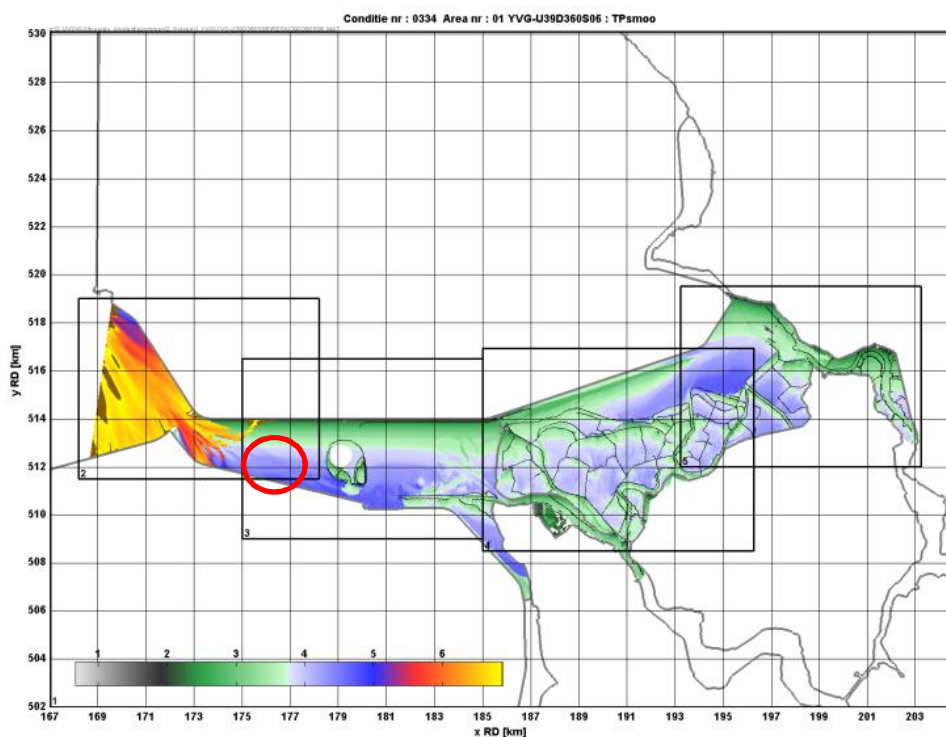
Figuur 4.51 Ruimtelijke verdeling van T_{ps} voor conditie YVG-U18D247S06



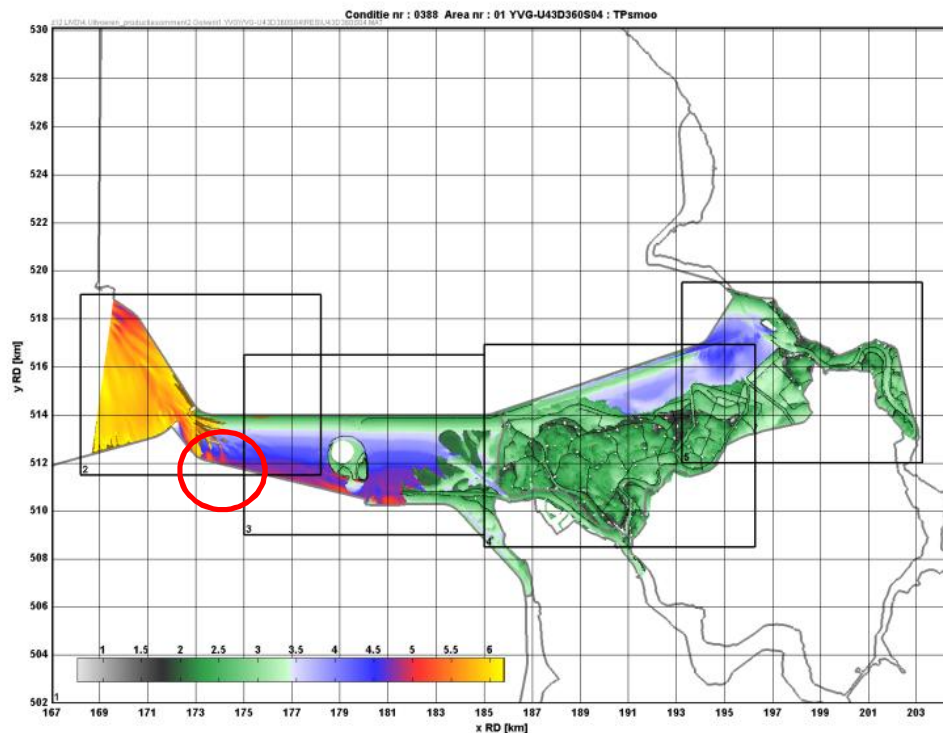
Figuur 4.52 Ruimtelijke verdeling van T_{ps} voor conditie YVG-U18D337S05



Figuur 4.53 Ruimtelijke verdeling van T_{ps} voor conditie YVG-U34D315S02



Figuur 4.54 Ruimtelijke verdeling van T_{ps} voor conditie YVG-U39D360S06



Figuur 4.55 Ruimtelijke verdeling van T_{ps} voor conditie YVG-U43D360S04

Deelgebied 2

Deelgebied 2 vormt het overgangsgebied tussen het IJsselmeer en het Ketelmeer. De scheiding ligt ter plaatse van de Ketelbrug (snelweg A6) die Flevoland met de Noordoostpolder verbindt. De pijlers van de Ketelbrug zijn niet meegenomen in de bodemschematisatie terwijl ze in werkelijkheid een reducerende werking op de golfcondities hebben. De beide aanlandingen, ter plaatse van Kamperhoek in het zuiden en Zwolse hoek in het noorden zijn wel in de modelbodem opgenomen en steken ieder ongeveer 200 m het water in en reduceren de doordringing van golven vanuit het IJsselmeer. Rond de kop van beide aanlandingen treedt diffractie op. Met name voor de langere golven zal dit effect hebben op locaties die zich op een beperkt aantal golflengten van het diffractiepunt bevinden.

Ter plaatse van de zuidelijke aanlanding, Kamperhoek, ligt de Ketelmeerdijk die de primaire waterkering vormt en in oostelijke richting ca. 9 km doorloopt tot aan Ketelhaven. Aan de noordoever ligt de Zuidermeerdijk, die vanaf Zwolse hoek in oostelijke richting ca. 6.5 km doorloopt tot aan de jachthaven bij Ramsdiep.

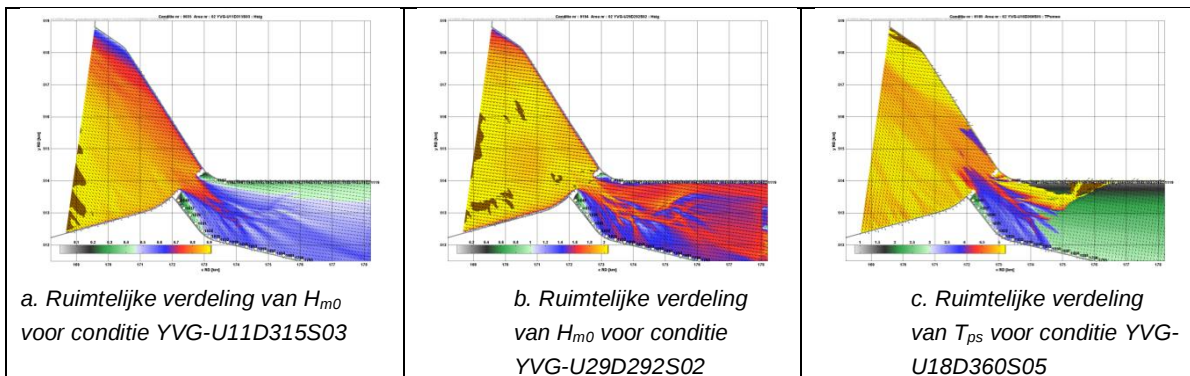
Bij alle beschouwde condities komen golven, opgewekt op het IJsselmeer, het Ketelmeer binnen. De binnenkomende golven hebben een langere historie dan de lokaal, binnen het Ketelmeer opgewekte golven. Dit uit zich in dit overgangsgebied in afwisselend hoge en lage piek perioden. De scheidslijn tussen hoge en lage perioden geeft de discontinuïteit in T_{ps} verloop aan. Merk op dat de doordringing van de IJsselmeergolven verder gaat dan de scheidslijn en dat er onder bepaalde omstandigheden een meertoppig spectrum optreedt in dit gebied.

De volgende opmerkingen worden verder gemaakt:

- Golfcondities in uitvoerpunten dicht bij de Ketelbrug, zowel langs de Ketelmeerdijk als de Zuidermeerdijk worden beïnvloed door diffractie, wat niet in de berekeningen is

meegenomen, zie Figuur 4.56a. Aangezien in deze series berekeningen (YVG en YVO) alleen uitvoerpunten ten oosten van Ramspolkering worden beschouwd, is dit hier niet relevant. Merk op dat dit wel relevant is voor de KEM productieberekeningen die golfcondities voor uitvoerlocaties in onder meer het Ketelmeer afleiden.

- b) Opvallend is het onregelmatige golfbeeld in het Ketelmeer dat bij veel condities optreedt, zie Figuur 4.56b. Het patroon heeft een lokaal karakter en beïnvloedt de golfcondities in de uitvoerpunten niet.
- c) Onregelmatig T_{ps} patroon voor conditie U18D360S05, zie Figuur 4.56c. Dit patroon treedt op bij meerdere condities maar beïnvloedt de golfcondities in de uitvoerpunten niet.



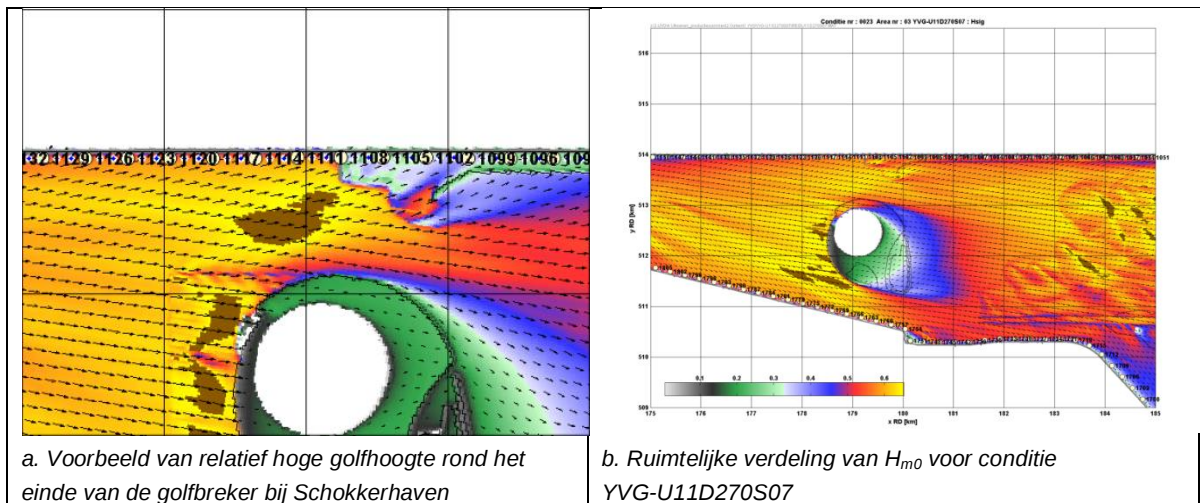
Figuur 4.56 Detail plots van deelgebied 2

Deelgebied 3

Deelgebied 3 dekt het gebied rond het IJsseloog, een opslagdepot voor slib, gelegen midden in het Ketelmeer. Ten zuidoosten van het IJsseloog ligt Ketelhaven en ten noorden daarvan Schokkerhaven. Ten oosten van Schokkerhaven ligt het Ramsdiep, een vaargeul die parallel aan de primaire waterkering (Ramsweg) loopt en gescheiden is van het Ketelmeer door een lange dam die ca. 100 m ten zuiden van de oever loopt. De geul loopt door tot aan de Ramspolkering. Ten zuiden van het Ramsdiep ligt een gebied met ondiepe delen en deels begroeide laaggelegen stukken land welke onderdeel uitmaken van het Ketelmeer. Vanaf waterstand S06 (NAP+2.5 m) verliest de dam die het Ramsdiep van het Ketelmeer scheidt zijn reducerende werking op golfcondities in het Ramsdiep.

De volgende opmerkingen worden gemaakt:

- a) Golfhoogtes aan het eind van de golfbreker bij Schokkerhaven zijn relatief hoog, zie Figuur 4.57a. Het vermoeden bestaat dat dit te maken heeft met een numerieke instabiliteit. Het effect is lokaal en beïnvloedt de golfcondities in de uitvoerpunten niet. Dit patroon treedt bij meerdere condities op.
- b) De reducerende werking van de ondiepe en begroeide delen in het oostelijk deel van het Ketelmeer bij hogere waterstanden wordt maar beperkt meegenomen omdat er met een uniforme bodemruwheid wordt gerekend. Dit is een conservatieve benadering en wordt geïllustreerd in Figuur 4.57b.



Figuur 4.57 Detail plots van deelgebied 3

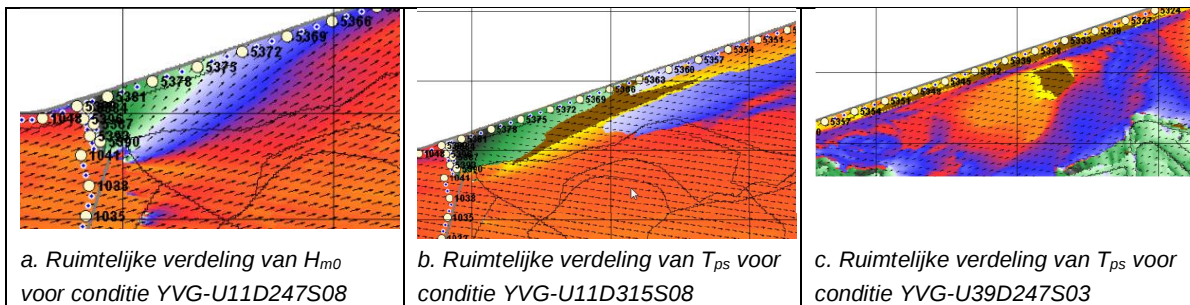
Deelgebied 4

Deelgebied 4 bestrijkt het westelijk deel van het Zwarte Meer en van het poldergebied dat gelegen is ten zuiden van het Zwarte Meer, ten noorden van Kampen (Kampereiland) en ten westen van Genemuiden. Ongeveer 5 km ten oosten van het Vossemeer stroomt de IJssel vanaf het zuiden het modelgebied in, welke ten noorden van Kampen via het Keteldiep en Kattendiep uitstroomt in het Ketelmeer.

Ter hoogte van de Nieuwe Buitenhaven in Kampen, splitst een nevengeul, het Ganzendiep, zich af richting het noorden. De Ganzensluis vormt hier een scheiding tussen de IJssel en het Ganzendiep en ligt op de overgang naar het laaggelegen gebied ten noordoosten van Kampen, Kampereiland genaamd. De YVO en YVG berekeningen hebben betrekking op het gebied dat gevormd wordt door Kampereiland, Zwarte Meer en het Zwarte Water, waarvan Deelgebied 4 het westelijke gedeelte bestrijkt.

Er zijn geen afwijkende golfpatronen gevonden voor deelgebied 4 die leiden tot afkeuren van berekeningen of uitvoerpunten. Wel wordt het volgende opgemerkt:

- In Figuur 4.58a is de H_{m0} isoplot voor conditie YVG-U11D247S08 weergegeven, met daarin duidelijk zichtbaar de afschermende werking van de Ramspolkering voor de punten 5362 - 5390. Hier is bij de bespreking van de maximale parameter waarden in paragraaf 4.4 ook al aandacht aan geschonken. Wat opvalt hierbij is dat alleen de kerende werking van de Ramspolkering is meegenomen en dat de waterkering in het verlengde daarvan die naar het zuiden loopt bij deze waterstand geen invloed heeft hebben op de golfcondities. Dit komt omdat ervoor is gekozen met een uniforme waterstand te rekenen. In werkelijkheid zal de waterstand bij deze condities in het beschermde deel (Kampereiland) waarschijnlijk lager zijn, wat maakt dat de berekende golfcondities conservatief zijn.
- Bij een aantal condities treedt een springerig verloop in T_{ps} op, in Figuur 4.58b geïllustreerd voor U11D315S08. Dit springerig verloop is echter niet tot uiting gekomen in het verloop van de maximale parameter waarden in deze locaties, zie paragraaf 4.4.
- Bij een aantal condities treedt aan de noordoever van het Ramsdiep een relatief hoge T_{ps} op, zoals in Figuur 4.58c geïllustreerd is voor conditie U39D247S03. Het betreffende gebied ligt ten zuiden van de dam die het Ramsdiep van het Zwarte Meer scheidt en beïnvloedt de golfcondities in de uitvoerlocaties derhalve niet.

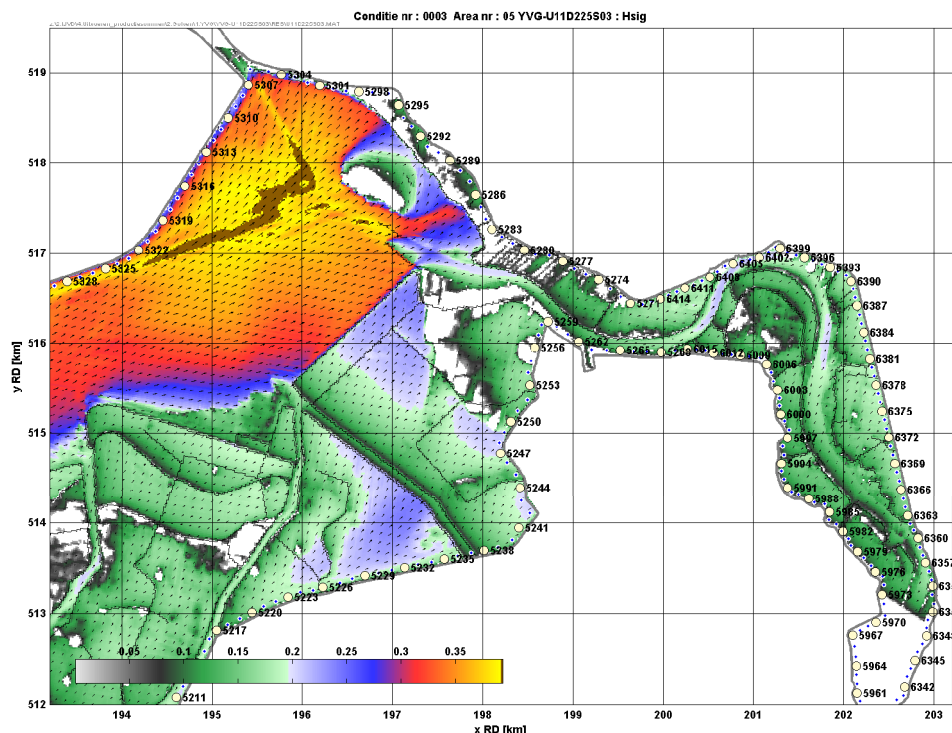


Figuur 4.58 Detail plots van deelgebied 4

Deelgebied 5

Deelgebied 5 bestrijkt het noordoostelijke deel van het Zwarte Meer en de polders tussen Genemuiden en Kampen. Vanuit het zuidoosten stroomt het Zwarte Water het modelgebied binnen, welke via het Zwolsche Diep uitstroomt in het Zwarte Meer. Ook in dit deelgebied ligt een groot deel van de uitvoerpunten op relatief hoog terrein.

Bij controle zijn geen afwijkende golfpatronen gevonden. Wel wordt opgemerkt dat locaties 5973 – 6349, zie Figuur 4.59 en ook paragraaf 4.3, voor geen enkele conditie uitvoer opleveren omdat het bodembestand hier geen dieptewaarden heeft. Golfgroei voor zuidelijke windrichtingen is hier echter wel van belang. Golfcondities nabij de modelrand in dit gebied zouden met een Bretschneider methode moeten worden afgeleid. Deze aanbeveling is niet overgenomen. De golfhoogtes voor windrichtingen uit zuidelijke richting worden daarmee onderschat.



Figuur 4.59 Ruimtelijke verdeling van de significante golfhoogte in deelgebied 5 voor combinatie YVG-U34D225S08

4.6.3 Conclusie van de controle

De controle van de ruimtelijke velden heeft geen aanleiding gegeven bepaalde berekeningen te verwerpen. Voor een aantal locaties nabij de rand binnen deelgebied 5 wordt aangeraden de golfcondities met een Bretschneider benadering te berekenen. Deze aanbeveling is echter niet overgenomen. De afvoerdominantie in dit gebied maakt dat het effect van golven beperkt is en dat daarmee de onderschatting niet merkbaar zal zijn.

4.7 Conclusies

De fysische controles die betrekking hadden op de uitvoerlocaties hebben geresulteerd in het verwerpen van een drietal uitvoerlocaties, te weten 5973, 6352 en 6004. De controle op de ruimtelijke velden van de significante golfhoogte en piekperioden hebben geen aanleiding gegeven bepaalde berekeningen te verwerpen. Deze conclusies gelden voor zowel de YVG als de YVO serie.

5 Conclusies

5.1 Conclusies van de procedurele controles

Gedetailleerde procedurele en fysische controles hebben plaatsgevonden op alle 392 combinaties van windsnelheid en waterstand bij westelijke windrichtingen. Voor de overige 504 combinaties bij oostelijke windrichtingen zijn in een later stadium dezelfde controles uitgevoerd als voor de westelijke richtingen.

De enige onregelmatigheid die in de procedurele controles aan het licht is gekomen is het niet convergeren in globale zin van 45 berekeningen met het SWAN IJVD model. Dit geldt voor zowel de YVG als de YVO serie.

Het globale en het lokale convergentiegedrag van deze 45 berekeningen per YVG/YVO serie zijn nader onderzocht. De conclusie van dit onderzoek is dat deze berekeningen in lokale zin 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 tot het afkeuren van bepaalde berekeningen. Wel hebben de fysische controles 3 uitvoerlocaties geïdentificeerd die verworpen dienen te worden, zie Tabel 5.1. Deze drie locaties dienen zowel in de YVG als de YVO serie verworpen te worden.

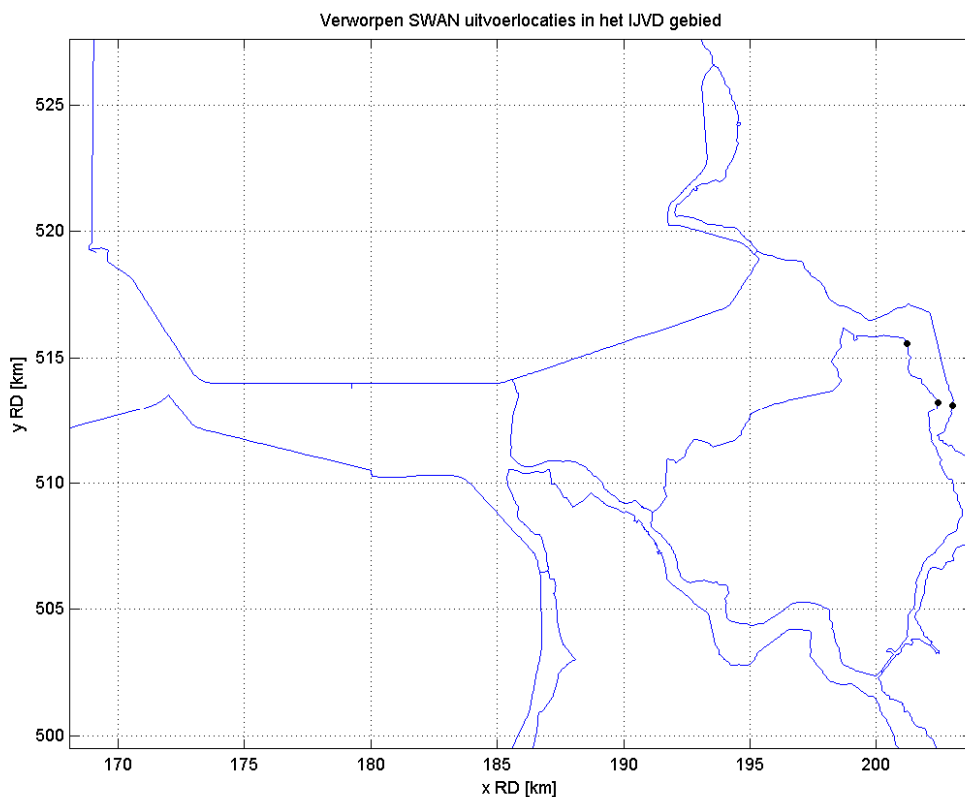
5.3 Eindconclusie

De eindconclusie is dat de 392 productieberekeningen met het SWAN IJVD model, zowel de YVG als de YVO serie, goed zijn verlopen. Geen enkele van de berekeningen hoeft te worden verworpen.

Op basis van de resultaten van de fysische controles zijn 3 van de 379 uitvoerlocaties verworpen, zie Tabel 5.1. Merk op dat één locatie om twee redenen is verworpen. De tabel bevat dan ook in totaal 4 locaties waarvan 3 unieke locaties. De ruimtelijke ligging van deze drie locaties is weergegeven in Figuur 5.1.

Tabel 5.1 Samenvatting van de verworpen uitvoerlocaties voor zowel YVG als YVO

Uitvoerlocaties	Reden van verwerping
5973 6352	Onterecht natte uitvoerlocaties (paragraaf 4.2)
6004 6352	Matige uitvoerlocaties (paragraaf 4.3)



Figuur 5.1 Overzicht van de verworpen locaties in het IJVD gebied, zowel YVG als YVO

De golfcondities in de overige 376 uitvoerlocaties, voor zover deze niet permanent droog zijn, zijn geschikt bevonden om te worden gebruikt in het afleiden van de Hydraulische Randvoorwaarden. Dit geldt voor zowel de YVG als de YVO serie.

Voor de oostelijke richtingen (504 combinaties) zijn dezelfde controles uitgevoerd als voor de westelijke richtingen, maar hebben deze niet tot andere inzichten geleid.

6 Referenties

- Deltares (2010). SWAN Calibration and Validation for HBC2011. Deltares rapport 1200103-020-HYE-0002. 27 mei 2010 (C. Gautier).
- Deltares (2013). Uitgangspunten productieberekeningen WTI2017, Aansturing, schematisaties en uitvoerlocaties. Deltares rapport 1207807-009-HYE-0006, Versie 2, 29 oktober 2013 (A. Smale).
- Deltares (2014a). Elementen in Baseline schematisatie. Deltares memo 1209433-001-HYE-0002, 7 mei 2014 (A. Smale).
- Deltares (2014b). Uitgangspunten productieberekeningen WTI2017, Aanvulling op uitgangspunten vastgesteld in 2013. Deltares rapport 1209433-001-HYE-0005, Versie 3, 16 juli 2014 (A. Smale).
- Deltares (2015a). Tests SWAN model for river delta Vecht-IJssel. Preparation for SWAN production runs WTI2017. Report 1209433-001-HYE-0036, version 1, 10 January 2015 (J.C.C. van Nieuwkoop).
- Deltares (2015b). Converting a Baseline schematisation to a SWAN (obstacle) schematisation. Deltares report 1209433-001-HYE-0038. January 2015 (J.C. Morris).
- Deltares (2015c). Controle bereik productieberekeningen WTI2017. Deltares memo 1220082-001-HYE-0002. J. den Bieman. 16 maart 2015.
- Deltares (2016). SWAN productieberekeningen Ketelmeer en Vossemeer. Deltares rapport 1220082-001-HYE-0010. April 2016 (M.D. Klein en M. Westra).
- 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.
- Miche, 1951. Le Pouvoir Reflechissant des Ouvrages Maritimes Exposes a l' Action de la Houle, Annals des Ponts et Chaussées, 121e Année, 285-319 (translated by Lincoln and Chevron, University of California, Berkeley, Wave Research Laboratory, Series 3, Issue 363, June 1954).

A Controles vooraf van SWAN IJVD model

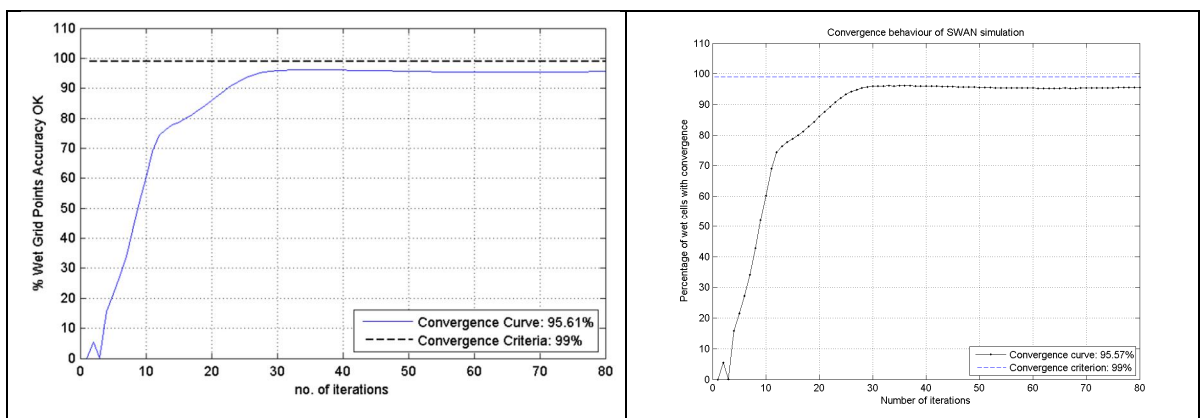
Voorafgaand aan het uitvoeren van de productieberekeningen voor de IJssel-Vechtdelta is een uitgebreide controle van dit model uitgevoerd. Dit is gedaan door een aantal berekeningen uit de hele WBI2017 set uit te voeren. In deze appendix wordt naar deze set testberekeningen verwezen als WBI2017 testberekeningen. Er dient dus onderscheid te worden gemaakt tussen de WBI2017 testberekeningen als besproken in deze appendix en de daadwerkelijke WBI2017 productieberekeningen die in de hoofdtekst van dit rapport besproken zijn.

De resultaten van deze WBI2017 testberekeningen zijn vergeleken met de resultaten van dezelfde berekeningen die zijn gerapporteerd in Deltares (2015a). De productieberekeningen, maar ook de testberekeningen zijn uitgevoerd met zowel een gesloten Ramspolkering (YVG serie) als met een geopende Ramspolkering (YVO serie), zie paragraaf 2.2. Per besproken testberekening is aangegeven uit welke serie de testberekening afkomstig is.

In deze appendix is de windstochast nog aangeduid met de potentiële windsnelheid. In het hoofdrapport zijn de windstochasten echter aangeduid met de open water windsnelheid; dat is gedaan vanwege consistentie met de naamgeving van de WAQUA productieberekeningen. Met behulp van Tabel 2.1 en Tabel 2.3 kan de potentiële windsnelheid stochast zoals gehanteerd in deze appendix worden omgezet naar de open water wind stochast gebruikt in het hoofdrapport.

Globale convergentie U42D337S01

Op p.18 van Deltares (2015a) is het globale convergentiegedrag van berekening U42D337S01 uit de WTI2011 berekeningen weergegeven. In Figuur A.1 hieronder is een vergelijking gemaakt tussen het globale convergentiegedrag van de 2011 berekeningen en de corresponderende WBI2017 testberekening met gesloten Ramspolkering (YVG).

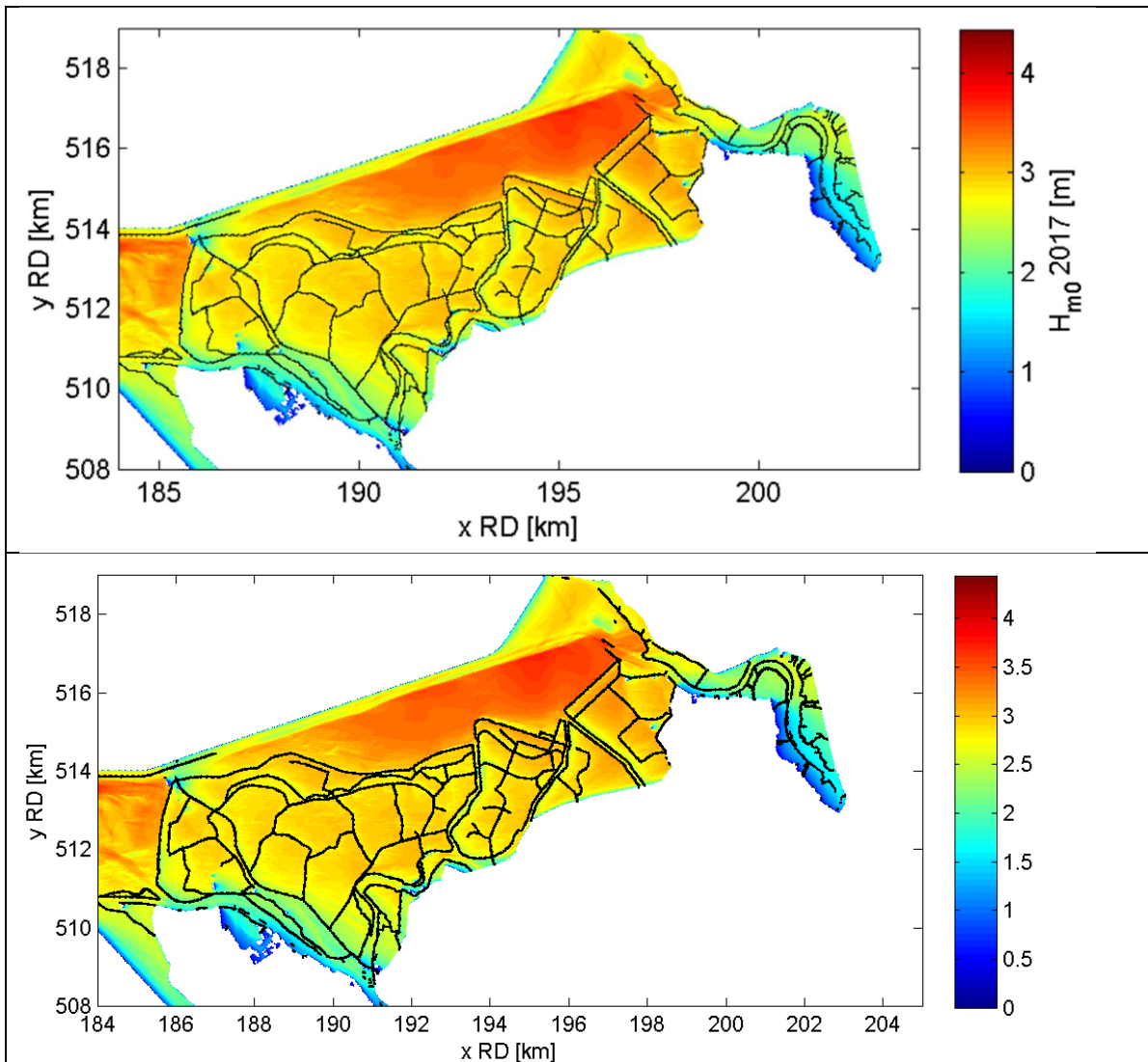


Figuur A.1 Vergelijking globaal convergentiegedrag van U42D337S01 in WTI2011 (links) en WBI2017 testberekening met gesloten kring (rechts).

De vergelijking laat zien dat de globale convergentiegedragingen, zowel qua trend als qua aantal natte cellen met convergentie na 80 iteraties, nagenoeg identiek aan elkaar zijn.

Significante golfhoogte U42D247S08 geopende kering

Op p.31 van Deltares (2015a) is de ruimtelijke verdeling van H_{m0} van berekening U42D247S08 met geopende kering weergegeven (WBI2017 model). In Figuur A.2 hieronder is een vergelijking gemaakt tussen bovengenoemde berekening en de corresponderende WBI2017 testberekening.



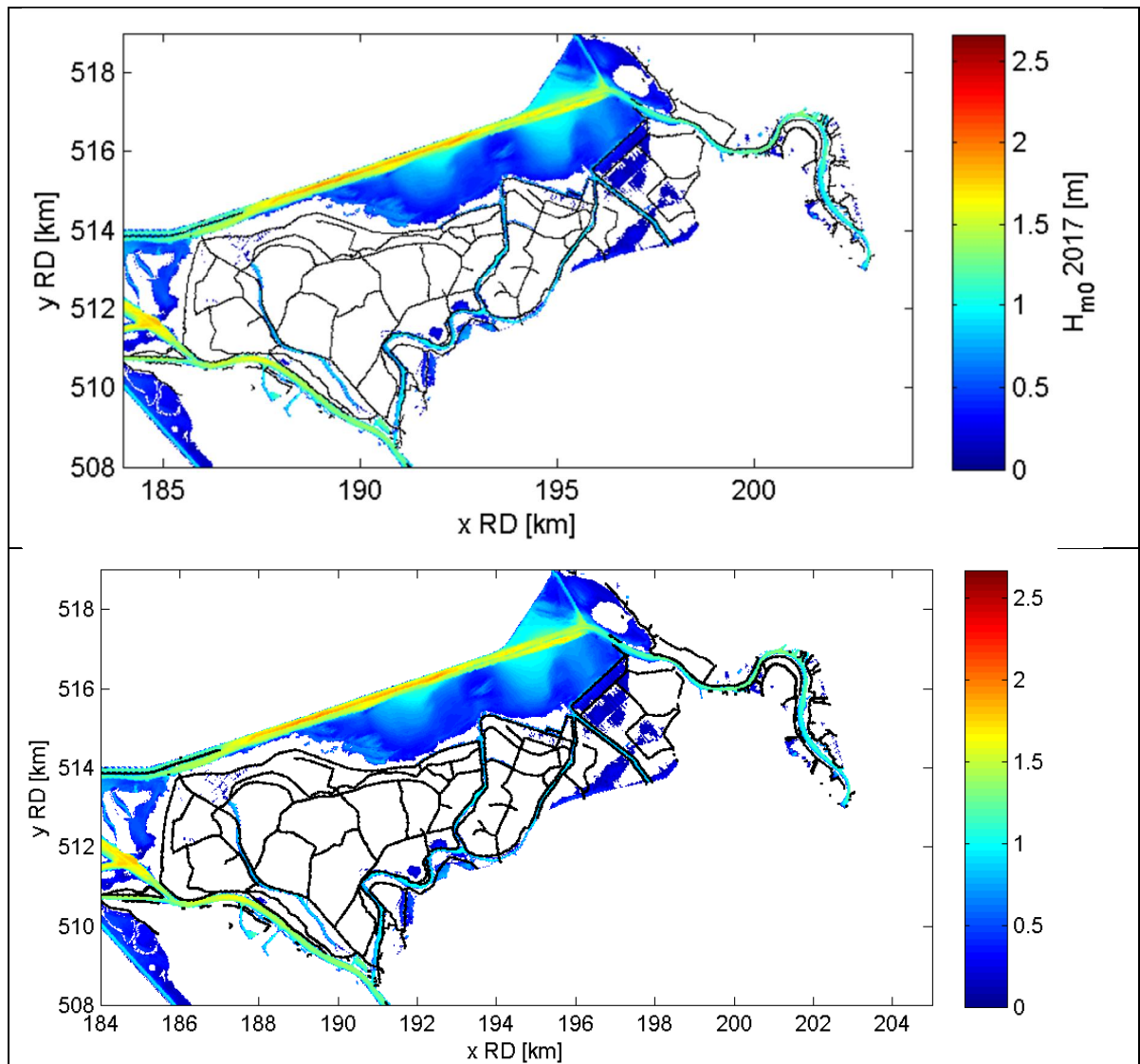
Figuur A.2 H_{m0} uit berekening U42D247S08 met geopende Ramspolkering gerapporteerd in Deltares (2015a) (boven) en uit de WBI2017 testberekeningen (onder).

Bovenstaande vergelijking laat zien dat, op het oog, de golfvelden identiek aan elkaar zijn. Ook de obstakels (zwarte lijnen) zijn in beide figuren identiek. Bovendien passen beide golfhoogtepatronen bij een WZW wind.

Significante golfhoogte U42D247S01 geopende kering

In aanvulling op U42D247S08 is in Figuur A.3 de vergelijking gemaakt tussen Deltares (2015a) en de WBI2017 testberekening voor stochast U42D247S01. Op basis van een visuele vergelijking van beide resultaten kan worden gesteld dat de twee golfhoogtevelden

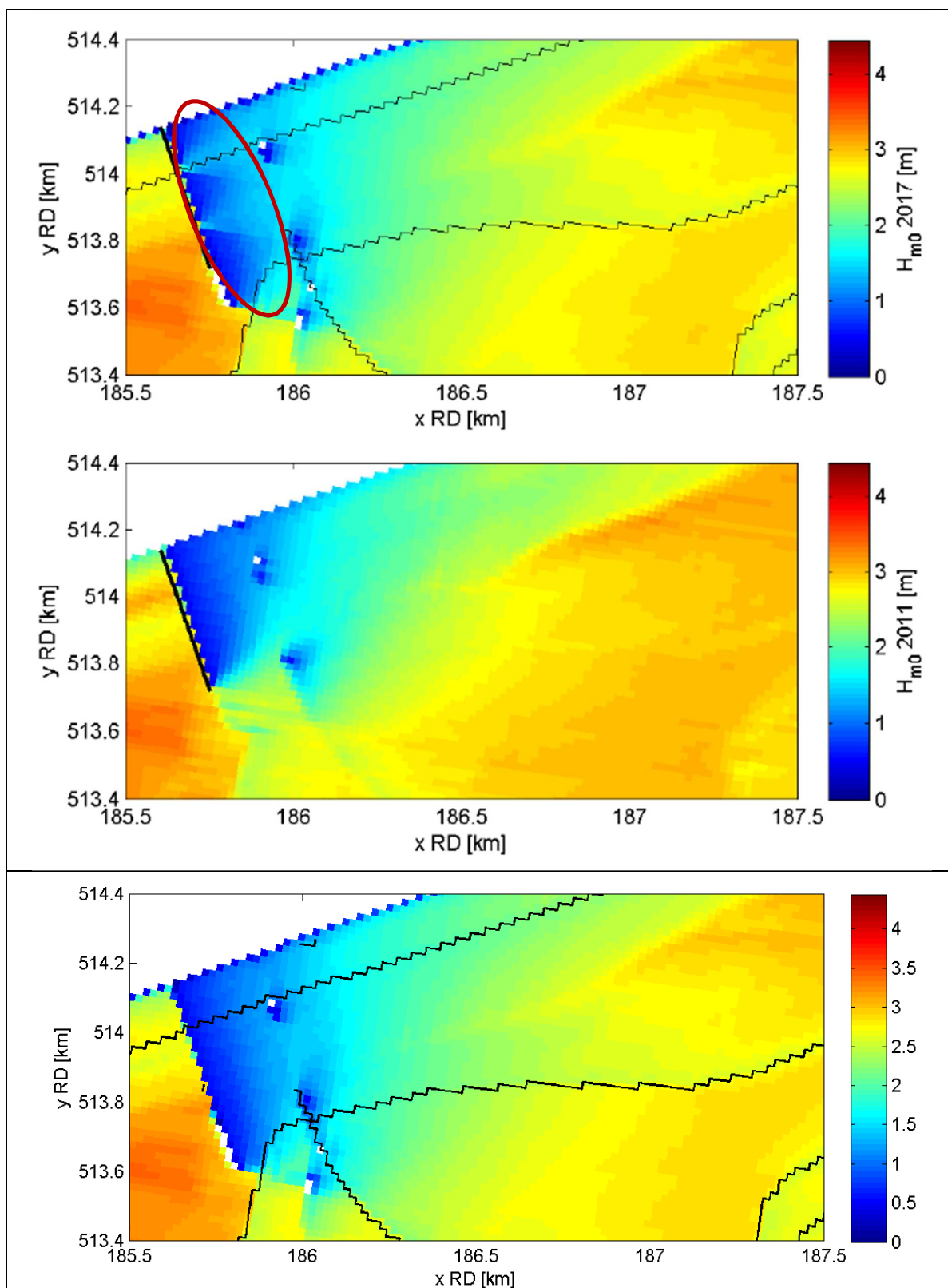
nagenoeg identiek zijn. Ook de patronen van droge en natte cellen uit beide berekeningen zijn aan elkaar gelijk.



Figuur A.3 H_{m0} uit berekening U42D247S01 met geopende Ramspolkering gerapporteerd in Deltares (2015a) (boven) en uit de WBI2017 testberekeningen (onder).

Significante golfhoogte U42D247S08 gesloten kering

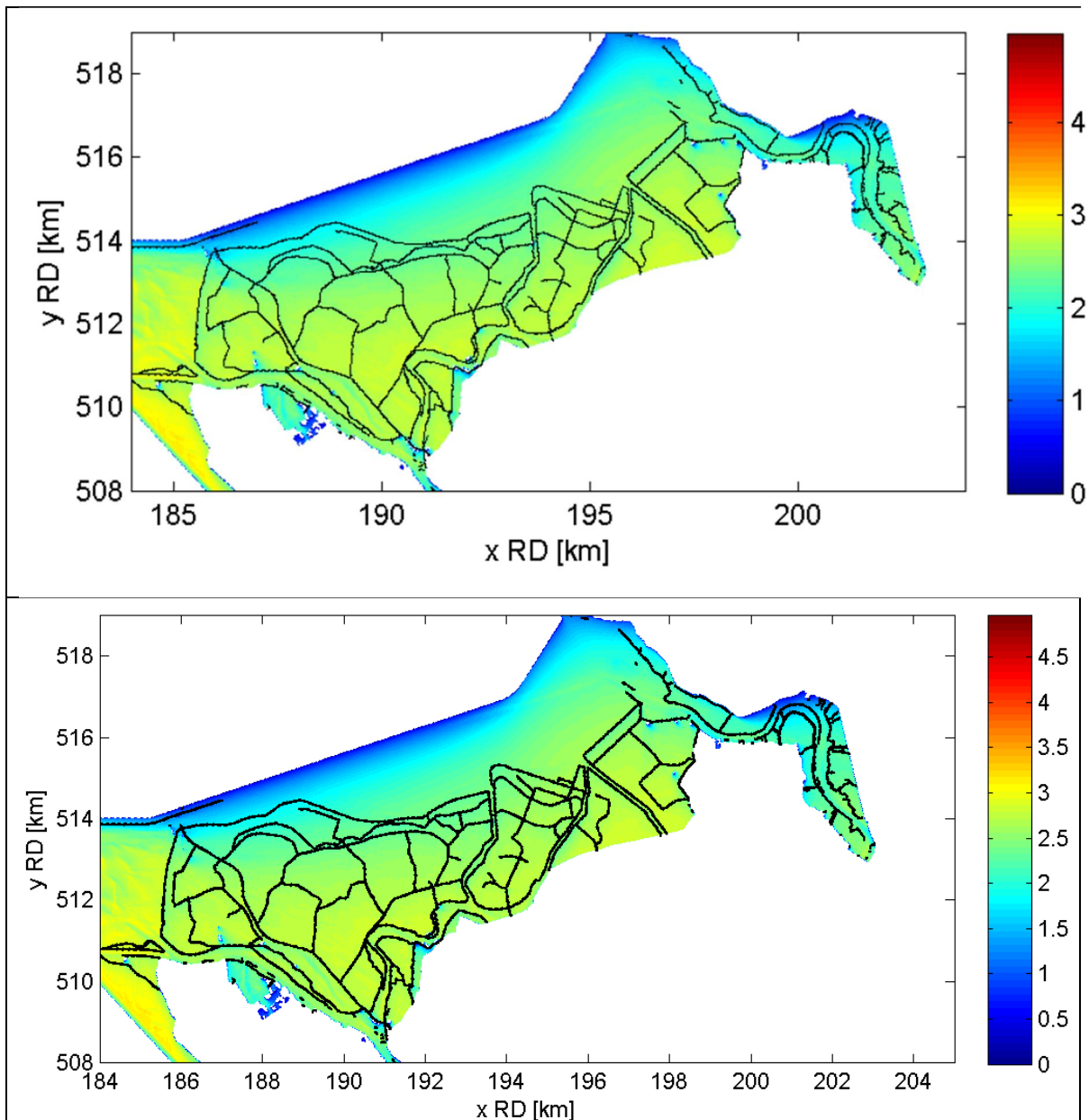
In paragraaf 4.2.3 van Deltares (2015a) is het significante golfhoogte patroon rond de gesloten Ramspolkering voor combinatie U42D247S08 bekeken. Er is toen geconstateerd dat er enige onregelmatigheden in de golfhoogte rond deze kering voorkwamen, die niet in WTI2011 voorkwamen. Vervolgens is de aanbeveling gedaan maatregelen te treffen die die onregelmatigheden voorkomen. In deze paragraaf wordt gecontroleerd of dit ook daadwerkelijk gedaan is.



Figuur A.4 H_{m0} uit berekening U42D247S08 met gesloten Ramspolkering gerapporteerd in Deltares (2015a) (boven), WT12011 (midden) en uit de WBI2017 testberekeningen (onder).

In Figuur A.4 zijn de golfhoogtepatronen uit Deltares (2015a), WTI2011 en uit de WBI2017 testberekeningen weergegeven. De onregelmatigheden in de Deltares (2015a) resultaten zijn rood omcirkeld. De figuur laat duidelijk zien dat in de WBI2017 testberekening de onregelmatigheden niet meer voorkomen waaruit de conclusie getrokken kan worden dat de benodigde aanpassing inderdaad verricht is.

Significante golfhoogte U42D337S08 geopende kering



Figuur A.5 H_{m0} uit berekening U42D337S01 met geopende Ramspolkering gerapporteerd in Deltares (2015a) (boven) en uit de WBI2017 productieberekeningen (onder).

In Figuur A.5 is ten slotte de vergelijking gemaakt tussen Deltares (2015a) en de corresponderende WBI2017 testberekening van stochast U42D337S08. Ook deze vergelijking laat geen verschillen tussen Deltares (2015a) en de WBI2017 testberekening zien.

Conclusies

De steekproefsgewijze vergelijking van de WBI2017 testberekeningen voor de Vecht-IJsseldelta en de controle berekeningen vastgelegd in Deltares (2015a) hebben geen verschillen tussen beide sets berekeningen aan het licht gebracht.

De enige (bedoelde) uitzondering is het golfhoogteveld nabij de Ramspolkering voor combinatie U42D247S08. In Deltares (2015a) werd aanbevolen aanpassingen aan deze kering te verrichten om zodoende onregelmatigheden in het golfhoogteveld te voorkomen. Uit de vergelijking met de U42D247S08 berekening uit de WBI2017 testset is gebleken dat deze aanpassing inderdaad is verricht omdat de onregelmatigheden niet meer in het golfveld werden aangetroffen.

De conclusie van de vergelijking van de WBI2017 IJVD SWAN berekeningen met de berekeningen in Deltares (2015a) is dan ook dat het SWAN model goed en naar verwachting presteert en dat er geen onregelmatigheden aan het licht zijn gekomen. Het model is geschikt om de productieberekeningen uit te voeren.

B Score van de basis uitvoerlocaties YVG en YVO

Tabel B.1 Score van de individuele basis uitvoerlocaties van de YVG serie

Loc_ID	Score	Loc_ID	Score	Loc_ID	Score	Loc_ID	Score	Loc_ID	Score
5171	100.00%	5247	100.00%	5323	100.00%	5951		6342	
5172	100.00%	5248	100.00%	5324	100.00%	5952		6343	
5173	100.00%	5249	100.00%	5325	100.00%	5953		6344	
5174	100.00%	5250	100.00%	5326	100.00%	5954		6345	
5175	100.00%	5251	100.00%	5327	100.00%	5955		6346	
5176	100.00%	5252	100.00%	5328	100.00%	5956		6347	
5177	100.00%	5253	100.00%	5329	100.00%	5957		6348	
5178	100.00%	5254	99.71%	5330	100.00%	5958		6349	
5179	100.00%	5255	100.00%	5331	100.00%	5959		6350	
5180	100.00%	5256	100.00%	5332	100.00%	5960		6351	
5181	100.00%	5257	100.00%	5333	100.00%	5961		6352	92.86%
5182	100.00%	5258	100.00%	5334	100.00%	5962		6353	100.00%
5183	100.00%	5259	100.00%	5335	100.00%	5963		6354	100.00%
5184	100.00%	5260	99.59%	5336	100.00%	5964		6355	100.00%
5185	100.00%	5261	100.00%	5337	100.00%	5965		6356	97.96%
5186	100.00%	5262	100.00%	5338	100.00%	5966		6357	100.00%
5187	100.00%	5263		5339	100.00%	5967		6358	100.00%
5188	100.00%	5264	100.00%	5340	100.00%	5968		6359	100.00%
5189	100.00%	5265	100.00%	5341	100.00%	5969		6360	100.00%
5190	100.00%	5266	100.00%	5342	100.00%	5970		6361	100.00%
5191	100.00%	5267	100.00%	5343	100.00%	5971		6362	100.00%
5192	100.00%	5268	100.00%	5344	100.00%	5972		6363	100.00%
5193	100.00%	5269	100.00%	5345	100.00%	5973	99.42%	6364	100.00%
5194	100.00%	5270	100.00%	5346	100.00%	5974	100.00%	6365	95.66%
5195	100.00%	5271	100.00%	5347	100.00%	5975	100.00%	6366	98.21%
5196	100.00%	5272	100.00%	5348	100.00%	5976	100.00%	6367	100.00%
5197	100.00%	5273	100.00%	5349	100.00%	5977	99.42%	6368	100.00%
5198	100.00%	5274	100.00%	5350	100.00%	5978	100.00%	6369	100.00%
5199	100.00%	5275	100.00%	5351	100.00%	5979	99.42%	6370	100.00%
5200	100.00%	5276	100.00%	5352	100.00%	5980	99.42%	6371	100.00%
5201	100.00%	5277	100.00%	5353	100.00%	5981	100.00%	6372	100.00%
5202	100.00%	5278	98.64%	5354	100.00%	5982	100.00%	6373	100.00%
5203	100.00%	5279	100.00%	5355	100.00%	5983	99.71%	6374	100.00%
5204	100.00%	5280	100.00%	5356	100.00%	5984	97.96%	6375	100.00%
5205	99.42%	5281	100.00%	5357	100.00%	5985	98.21%	6376	100.00%
5206	100.00%	5282	97.96%	5358	100.00%	5986	100.00%	6377	100.00%
5207	100.00%	5283	99.59%	5359	100.00%	5987	100.00%	6378	100.00%

5208	99.42%	5284	98.98%	5360	100.00%	5988	100.00%	6379	100.00%
5209	100.00%	5285	99.66%	5361	100.00%	5989	100.00%	6380	100.00%
5210	100.00%	5286	100.00%	5362	100.00%	5990	97.96%	6381	100.00%
5211	100.00%	5287	100.00%	5363	100.00%	5991	98.72%	6382	100.00%
5212	100.00%	5288	100.00%	5364	100.00%	5992	99.42%	6383	97.70%
5213	100.00%	5289	100.00%	5365	100.00%	5993	99.23%	6384	100.00%
5214	100.00%	5290	100.00%	5366	100.00%	5994	99.42%	6385	100.00%
5215	100.00%	5291	100.00%	5367	100.00%	5995	100.00%	6386	100.00%
5216	100.00%	5292	100.00%	5368	100.00%	5996	99.13%	6387	100.00%
5217	100.00%	5293	100.00%	5369	100.00%	5997	100.00%	6388	100.00%
5218	100.00%	5294	100.00%	5370	100.00%	5998	100.00%	6389	100.00%
5219	100.00%	5295	100.00%	5371	100.00%	5999	100.00%	6390	100.00%
5220	100.00%	5296	100.00%	5372	100.00%	6000	99.42%	6391	100.00%
5221	100.00%	5297	100.00%	5373	100.00%	6001	100.00%	6392	100.00%
5222	100.00%	5298	100.00%	5374	100.00%	6002	100.00%	6393	99.49%
5223	100.00%	5299	100.00%	5375	100.00%	6003	100.00%	6394	100.00%
5224	100.00%	5300	100.00%	5376	100.00%	6004	93.88%	6395	97.96%
5225	100.00%	5301	98.64%	5377	100.00%	6005	99.42%	6396	99.49%
5226	100.00%	5302	100.00%	5378	100.00%	6006	100.00%	6397	97.96%
5227	100.00%	5303	100.00%	5379	100.00%	6007	100.00%	6398	
5228	100.00%	5304	98.30%	5380	100.00%	6008	100.00%	6399	100.00%
5229	100.00%	5305	100.00%	5381	100.00%	6009	100.00%	6400	99.49%
5230	100.00%	5306	100.00%	5382	100.00%	6010	100.00%	6401	100.00%
5231	100.00%	5307	100.00%	5383	99.74%	6011	100.00%	6402	100.00%
5232	100.00%	5308	100.00%	5384	100.00%	6012	100.00%	6403	100.00%
5233	100.00%	5309	100.00%	5385	100.00%	6013	100.00%	6404	99.74%
5234	98.98%	5310	100.00%	5386	100.00%	6014	100.00%	6405	100.00%
5235	98.98%	5311	100.00%	5387	100.00%	6015	100.00%	6406	100.00%
5236	99.49%	5312	100.00%	5388	100.00%	6331		6407	100.00%
5237	100.00%	5313	100.00%	5389	100.00%	6332		6408	100.00%
5238	100.00%	5314	100.00%	5390	100.00%	6333		6409	100.00%
5239	100.00%	5315	100.00%	5943		6334		6410	100.00%
5240	100.00%	5316	100.00%	5944		6335		6411	100.00%
5241	100.00%	5317	100.00%	5945		6336		6412	100.00%
5242	100.00%	5318	100.00%	5946		6337		6413	100.00%
5243	100.00%	5319	100.00%	5947		6338		6414	100.00%
5244	100.00%	5320	100.00%	5948		6339		6415	99.42%
5245	100.00%	5321	100.00%	5949		6340		6416	99.42%
5246	100.00%	5322	100.00%	5950		6341			

Tabel B.2 Score van de individuele basis uitvoerlocaties van de YVO serie

Loc_ID	Score		Loc_ID	Score		Loc_ID	Score		Loc_ID	Score
5171	100.00%		5247	100.00%		5323	100.00%		5951	
5172	100.00%		5248	100.00%		5324	100.00%		5952	
5173	100.00%		5249	100.00%		5325	100.00%		5953	
5174	100.00%		5250	100.00%		5326	100.00%		5954	
5175	100.00%		5251	100.00%		5327	100.00%		5955	
5176	100.00%		5252	100.00%		5328	100.00%		5956	
5177	100.00%		5253	100.00%		5329	100.00%		5957	
5178	100.00%		5254	99.71%		5330	100.00%		5958	
5179	100.00%		5255	100.00%		5331	100.00%		5959	
5180	100.00%		5256	100.00%		5332	100.00%		5960	
5181	100.00%		5257	100.00%		5333	100.00%		5961	
5182	100.00%		5258	100.00%		5334	100.00%		5962	
5183	100.00%		5259	100.00%		5335	100.00%		5963	
5184	100.00%		5260	99.59%		5336	100.00%		5964	
5185	100.00%		5261	100.00%		5337	100.00%		5965	
5186	100.00%		5262	100.00%		5338	100.00%		5966	
5187	100.00%		5263			5339	100.00%		5967	
5188	100.00%		5264	100.00%		5340	100.00%		5968	
5189	100.00%		5265	100.00%		5341	100.00%		5969	
5190	100.00%		5266	100.00%		5342	100.00%		5970	
5191	100.00%		5267	100.00%		5343	100.00%		5971	
5192	100.00%		5268	100.00%		5344	100.00%		5972	
5193	100.00%		5269	100.00%		5345	100.00%		5973	99.13%
5194	100.00%		5270	100.00%		5346	100.00%		5974	100.00%
5195	100.00%		5271	100.00%		5347	100.00%		5975	100.00%
5196	100.00%		5272	100.00%		5348	100.00%		5976	100.00%
5197	100.00%		5273	100.00%		5349	100.00%		5977	99.42%
5198	100.00%		5274	100.00%		5350	100.00%		5978	100.00%
5199	100.00%		5275	100.00%		5351	100.00%		5979	99.42%
5200	100.00%		5276	100.00%		5352	100.00%		5980	99.42%
5201	100.00%		5277	100.00%		5353	100.00%		5981	100.00%
5202	100.00%		5278	98.64%		5354	100.00%		5982	100.00%
5203	100.00%		5279	100.00%		5355	100.00%		5983	99.71%
5204	100.00%		5280	100.00%		5356	100.00%		5984	97.96%
5205	99.42%		5281	100.00%		5357	100.00%		5985	98.21%
5206	100.00%		5282	97.96%		5358	100.00%		5986	100.00%
5207	100.00%		5283	99.59%		5359	100.00%		5987	100.00%
5208	99.42%		5284	98.98%		5360	100.00%		5988	100.00%
5209	100.00%		5285	99.66%		5361	100.00%		5989	100.00%
5210	100.00%		5286	100.00%		5362	100.00%		5990	97.96%
									6342	
									6343	
									6344	
									6345	
									6346	
									6347	
									6348	
									6349	
									6350	
									6351	
									6352	92.86%
									6353	100.00%
									6354	100.00%
									6355	100.00%
									6356	97.96%
									6357	100.00%
									6358	100.00%
									6359	100.00%
									6360	100.00%
									6361	100.00%
									6362	100.00%
									6363	100.00%
									6364	100.00%
									6365	95.66%
									6366	98.21%
									6367	100.00%
									6368	100.00%
									6369	100.00%
									6370	100.00%
									6371	100.00%
									6372	100.00%
									6373	100.00%
									6374	100.00%
									6375	100.00%
									6376	100.00%
									6377	100.00%
									6378	100.00%
									6379	100.00%
									6380	100.00%
									6381	100.00%

Loc_ID	Score		Loc_ID	Score		Loc_ID	Score		Loc_ID	Score		Loc_ID	Score
5211	100.00%		5287	100.00%		5363	100.00%		5991	98.72%		6382	100.00%
5212	100.00%		5288	100.00%		5364	100.00%		5992	99.42%		6383	97.70%
5213	100.00%		5289	100.00%		5365	100.00%		5993	99.23%		6384	100.00%
5214	100.00%		5290	100.00%		5366	100.00%		5994	99.42%		6385	100.00%
5215	100.00%		5291	100.00%		5367	100.00%		5995	100.00%		6386	100.00%
5216	100.00%		5292	100.00%		5368	100.00%		5996	99.13%		6387	100.00%
5217	100.00%		5293	100.00%		5369	100.00%		5997	100.00%		6388	100.00%
5218	100.00%		5294	100.00%		5370	100.00%		5998	100.00%		6389	100.00%
5219	100.00%		5295	100.00%		5371	100.00%		5999	100.00%		6390	100.00%
5220	100.00%		5296	100.00%		5372	100.00%		6000	99.42%		6391	100.00%
5221	100.00%		5297	100.00%		5373	100.00%		6001	100.00%		6392	100.00%
5222	100.00%		5298	100.00%		5374	100.00%		6002	100.00%		6393	99.49%
5223	100.00%		5299	100.00%		5375	100.00%		6003	100.00%		6394	100.00%
5224	100.00%		5300	100.00%		5376	100.00%		6004	93.88%		6395	97.96%
5225	100.00%		5301	98.98%		5377	100.00%		6005	99.42%		6396	99.49%
5226	100.00%		5302	100.00%		5378	100.00%		6006	100.00%		6397	97.96%
5227	100.00%		5303	100.00%		5379	100.00%		6007	100.00%		6398	
5228	100.00%		5304	98.30%		5380	100.00%		6008	100.00%		6399	100.00%
5229	100.00%		5305	100.00%		5381	100.00%		6009	100.00%		6400	99.49%
5230	100.00%		5306	100.00%		5382	100.00%		6010	100.00%		6401	100.00%
5231	100.00%		5307	100.00%		5383	100.00%		6011	100.00%		6402	100.00%
5232	100.00%		5308	100.00%		5384	100.00%		6012	100.00%		6403	100.00%
5233	100.00%		5309	100.00%		5385	100.00%		6013	100.00%		6404	99.74%
5234	98.98%		5310	100.00%		5386	100.00%		6014	100.00%		6405	100.00%
5235	98.98%		5311	100.00%		5387	100.00%		6015	100.00%		6406	100.00%
5236	99.49%		5312	100.00%		5388	100.00%		6331			6407	100.00%
5237	100.00%		5313	100.00%		5389	100.00%		6332			6408	100.00%
5238	100.00%		5314	100.00%		5390	100.00%		6333			6409	100.00%
5239	100.00%		5315	100.00%		5943			6334			6410	100.00%
5240	100.00%		5316	100.00%		5944			6335			6411	100.00%
5241	100.00%		5317	100.00%		5945			6336			6412	100.00%
5242	100.00%		5318	100.00%		5946			6337			6413	100.00%
5243	100.00%		5319	100.00%		5947			6338			6414	100.00%
5244	100.00%		5320	100.00%		5948			6339			6415	99.42%
5245	100.00%		5321	100.00%		5949			6340			6416	99.42%
5246	100.00%		5322	100.00%		5950			6341				