

**Hydraulische Belastingen  
Grevelingenmeer en  
Veluwerandmeren**

Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium 2017



# **Hydraulische Belastingen Grevelingenmeer en Veluwerandmeren**

**Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium 2017**

Joost den Bieman

11200574-006

**Titel**

Hydraulische Belastingen Grevelingenmeer en Veluwerandmeren

**Opdrachtgever**  
RWS - WVl**Project**  
11200574-006**Kenmerk**  
11200574-006-GEO-0004**Pagina's**  
33**Trefwoorden**

HB, Hydra-Ring, rekeninstellingen, Grevelingenmeer, Veluwerandmeren

**Samenvatting**

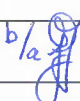


In het voorliggende rapport worden de rekeninstellingen afgeleid voor het bepalen van Hydraulische Belastingen met Hydra-Ring voor de watersystemen Grevelingenmeer en Veluwerandmeren. De resultaten worden vergeleken met de Hydraulische Belastingen berekend met Hydra-NL en de ontwerppunten worden geanalyseerd, teneinde verkregen waarden van de Hydraulische Belastingen te kunnen duiden.

**Summary**

In this report, the settings to calculate Hydraulic Loads with Hydra-Ring for Lake Grevelingen and the Veluwerandmeren are deduced. The results are compared to Hydraulic Loads calculated with Hydra-NL and are analysed by their design points, to evaluate the values of the calculated Hydraulic Loads.

**Referenties**

Plan van Aanpak 2017 WK01 – WBI 2017, versie 2, juli 2017

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	okt. 2017	Joost den Bieman		Joost Beckers		Bas van Vossen	
2	okt. 2017	Joost den Bieman		Joost Beckers		Marcel van Gent	

**Status**

definitief

## Inhoud

<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 Achtergrond	1
1.2 Doelstelling	2
1.3 Uitgangspunten	2
1.4 Leeswijzer	3
1.5 Totstandkoming	3
<b>2 Afleiding rekeninstellingen</b>	<b>4</b>
2.1 Grevelingenmeer	4
2.1.1 Waterstand, golfhoogte en HBN	4
2.1.2 Golfbelasting bekledingen	8
2.1.3 Advies te hanteren rekeninstelling	10
2.2 Veluwerandmeren	10
2.2.1 Waterstand, golfhoogte en HBN	10
2.2.2 Golfbelasting bekledingen	15
2.2.3 Advies te hanteren rekeninstellingen	17
<b>3 Duiding resultaten</b>	<b>19</b>
3.1 Bijdrage onzekerheden	19
3.1.1 Grevelingenmeer	19
3.1.2 Veluwerandmeren	20
3.2 Invloed stochasten in het ontwerppunt	22
3.2.1 Voorbeeld ontwerppunt	22
3.3 Dominantie Meerpeil of Wind	23
3.3.1 Waterstand	23
3.3.2 Golfhoogte	24
3.3.3 HBN	25
3.4 Invloed statistische en modelonzekerheden	26
3.4.1 Waterstand	27
3.4.2 Golfhoogte	28
3.4.3 HBN	30
<b>4 Conclusies</b>	<b>32</b>
<b>5 Referenties</b>	<b>33</b>
<b>Bijlage(n)</b>	
<b>A Niet beschouwde locaties Grevelingen</b>	<b>A-1</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

De eerste beoordelingsronde is in 2017 van start gegaan. De primaire keringen worden beoordeeld, gebruik makend van het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium (WBI-2017). In het instrumentarium wordt een groot aantal toetssporen beschouwd. De ambitie is om alle toetssporen volledig probabilistisch te behandelen, zodat uiteindelijk een faalkans van een traject bepaald zou kunnen worden. Momenteel zijn we nog niet zover en moeten we voor een aantal toetssporen terugvallen op een semi-probabilistische toets op dijkvakniveau, waarbij karakteristieke waarden van enerzijds belasting en anderzijds sterkte bepalen of het toetsspoor al dan niet voldoet. Niet alleen bij deze gedetailleerde toets op dijkvakniveau, maar ook bij een eenvoudige toets moeten karakteristieke waarden voor de belasting worden bepaald.

Welke karakteristieke waarden voor de belasting, hier Hydraulische Belastingen (kortweg HB) genoemd, benodigd zijn, is afhankelijk van het toetsspoor. Dit staat uitgebreid beschreven in Bijlage II van de Ministeriele Regeling (Min I&M, 2017). We kunnen de volgende belastingparameters onderscheiden:

- Waterstand
- Golfhoogte
- Golfcondities bij gegeven waterstand
- Hydraulische Belastingniveau (HBN)

De eenvoudige toets is om te bepalen of een toetsspoor relevant is om nader te beschouwen. Daartoe worden alleen waterstanden en golfhoogtes bij de trajectnorm beschouwd. Voor de semi-probabilistische toets op vakniveau zijn de lokale waterstand (t.b.v. geotechnische toetssporen) en golfcondities per waterstandsniveau (t.b.v. bekledingen) benodigd. Het HBN is geen formele belastingparameter, maar slechts een afgeleide parameter voor overslaggerelateerde toetssporen. Veelal worden de belastingparameters bij de trajectnorm bepaald. Voor toetssporen Graserosie buitentalud (GEBU) en Duinafslag (DA) is een uitzondering gemaakt. Daar bleek het noodzakelijk om bij de keuze van de karakteristieke waarde van de belasting rekening te houden met de faalkansbegroting (de bijdragen aan de kans op falen) voor het betreffende toetsspoor en met het lengte-effect (door ruimtelijke variatie van de sterkte heeft een langer dijktraject een grotere kans op falen).

In het verleden werden de Hydraulische Randvoorwaarden vastgelegd in een boekwerk (HR2006). Met de overstap van overschrijdingskansbenadering naar overstromingskansbenadering is dat niet meer mogelijk. In WBI-2017 wordt het instrumentarium toegeleverd en is een gebruiker in staat om met Riskeer (voorheen Rintgoets) de HB te bepalen. Het is echter wel noodzakelijk om na te gaan of voor alle uitvoerlocaties HB bepaald kunnen worden en of deze betrouwbaar zijn. Dit laatste wordt grotendeels bepaald door de keuze van instellingen voor Ringtoets.

Voor de Rijntakken en Maas, de meren, kustwatersystemen en de overgangsgebieden in het Benedenrivierengebied en IJssel-Vechtdelta zijn de optimale rekeninstellingen bepaald, is de betrouwbaarheid van de HB gecontroleerd en is duiding gegeven van het behaalde resultaat. Dit is nog niet gebeurd voor de regio's waarvoor in een laat stadium duidelijk is geworden dat ze de primaire status zouden houden of krijgen. Het betreft hier het Grevelingenmeer, de Veluwerandmeren, Volkerak-Zoommeer en Hollandse IJssel. Deze rapportage behandelt de HB voor het Grevelingenmeer en Veluwerandmeren.

## 1.2 Doelstelling

De doelstelling van dit rapport is vierledig:

1. Afleiding van rekeninstellingen voor Ringtoets
2. Controleren van de betrouwbaarheid
3. Controleren van de consistentie met Hydra-NL
4. Duiding van de verkregen HB

Dit geldt voor zowel het Grevelingenmeer als de Veluwerandmeren.

## 1.3 Uitgangspunten

We hanteren een aantal uitgangspunten in deze studie:

- De onderzochte regio's zijn nog niet opgenomen in Ringtoets. Daarom moet gebruik gemaakt worden van Hydra-Ring, het rekenhart van Ringtoets, om HB te bepalen. In deze studie is gebruik gemaakt van de Hydra-Ring versie van 10-07-2017.
- Hydra-NL berekeningen zijn uitgevoerd met versie 2.3.5.
- De rekeninstellingen worden bepaald aan de hand van drie belastingparameters: waterstand, golfhoogte en golfoverslag (aan de hand van het HBN). Hierbij zijn – behalve de onbetrouwbare locaties – alle locaties binnen het watersysteem in overweging genomen. Daarnaast zijn er voor een beperkt aantal locaties berekeningen uitgevoerd voor golfbelastingen op bekledingen.
- Voor Grevelingenmeer geldt dat de database fysica, gevuld met rekenwaarden van waterstand en golfcondities voor een groot aantal combinaties van meerpeil en windsnelheid, gelijk is aan de HR2006 Grevelingen database. Daar zijn modelonzekerheden aan toegevoegd. Hierbij dient te worden opgemerkt dat deze database vermoedelijk onbetrouwbare resultaten bevat over een behoorlijke strekking bij Goeree. Het gaat om de locaties van 'GM\_1\_25-4\_dk\_00007' tot en met 'GM\_1\_25-4\_dk\_00022'. Deze locaties zijn verder buiten beschouwing gelaten, zie bijlage A voor een volledige lijst. Voor dit deel van het Grevelingenmeer wordt geen data uitgeleverd. Dit zal in 2018 worden opgelost.
- Voor de Veluwerandmeren is de database gelijk aan de CR2011 Veluwerandmeren database, met toevoeging van onzekerheden.
- Er is zowel in Hydra-Ring als Hydra-NL uitgegaan van 1:3 profielen en de oriëntatie van de dijk is geschat aan de hand van satellietbeelden.
- Voor de golfbelasting op bekledingen is uitgegaan van belasting coëfficiënten gelijk aan 1, zodat golfhoogte, -periode en hoek van inval allen gelijk gewogen meetellen.

- Voor de golfhoogteberekeningen met Hydra-NL is gebruik gemaakt van een fijnere discretisatie van de modelonzekerheid op de golfhoogte t.o.v. de standaardinstellingen. Dit zorgt voor een kleiner verschil met Hydra-Ring resultaten dan wanneer gebruik wordt gemaakt van de standaard instellingen. Deze schematisatie is niet toegepast voor de HBN berekeningen en de berekening van golfcondities voor bekledingen. De keuze van een voldoende nauwkeurige schematisatie van de modelonzekerheden in Hydra-NL valt buiten de scope van het project.

#### 1.4 Leeswijzer

In de hoofdstukken van dit rapport is het volgende te lezen:

In hoofdstuk 2 wordt de geschiktheid van verschillende rekeninstellingen bepaald, hetgeen resulteert in een set aan te hanteren instellingen voor zowel het Grevelingenmeer als de Veluwerandmeren. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de berekeningen (met de aanbevolen instellingen) gedeuid door de Hydra-Ring ontwerppunten te onderzoeken om inzicht te krijgen in de invloed van onzekerheden en wind- of meerpeil dominantie in de watersystemen. Dit geheel mondt uit in een conclusie in hoofdstuk 4.

#### 1.5 Totstandkoming

Bijdragen aan dit document en onderliggende rekenresultaten zijn geleverd door:

- Joost den Bieman
- Jamie Morris
- Jacco Groeneweg
- Wouter Jan Klerk

De projectleiding bij Deltares is in handen van Jacco Groeneweg. Het document is gereviewd door Joost Beckers.

Van de zijde van RWS is inbreng geleverd door Marcel Bottema en Deon Slagter. Laatstgenoemde is tevens projectleider bij RWS-WVL.

## 2 Afleiding rekeninstellingen

Hydra-Ring berekent de 'faalkans' in eerste instantie voor *een enkel element (dijkvak en toetspoor) op jaarbasis*. Hierbij hanteert Hydra-Ring een aparte rekentechniek voor het aspect 'betrouwbaarheid van een element' en een aparte rekentechniek voor het aspect 'op jaarbasis'. In het vervolg van dit hoofdstuk wordt de eerste rekentechniek simpelweg aangeduid als 'rekentechniek' en wordt de tweede rekentechniek aangeduid als 'tijdsintegratiemethode'.

Zowel het Grevelingenmeer als de Veluwerandmeren zijn watersystemen die qua belastingmodel grote overeenkomsten vertonen met het IJsselmeer en het Markermeer. Ook de variatie van invloeden van enerzijds het meerpeil en anderzijds de windsnelheid is terug te vinden in het watersysteem, zoals ook beschreven in Deltares (2017). De beschouwde rekeninstellingen (zie Tabel 2.1) komen daarom veelal overeen met die voor de andere meren, waarbij de keuze voor de tijdintegratiemethoden NTI of FBC en startmethodes 4 of 8 verschillen voor meerpeil dan wel winddominante locaties. In alle gevallen wordt de rekentechniek FDIR gehanteerd omdat dit ook voor het IJssel- en Markermeer de voorkeursinstelling is.

Tabel 2.1 Overzicht van beschouwde rekentechnieken Grevelingen.

	Waterstand	Golfhoogte	HBN
Rekentechniek	FDIR4-FBC	FDIR4-FBC	FDIR4-FBC
	FDIR8-NTI	FDIR8-FBC	FDIR4-NTI
			FDIR8-FBC

In onderstaande paragrafen beschouwen we Grevelingenmeer en Veluwerandmeren apart. Voor waterstand, golfhoogte en HBN worden de Hydra-Ring resultaten met verschillende rekeninstellingen vergeleken met de Hydra-NL resultaten. Daarbij geven we invulling aan de doelstellingen 1 en 3 uit paragraaf 1.2. Voor een duiding wordt verwezen naar hoofdstuk 3. Met het kunnen duiden van de resultaten en aantonen dat ze consistent zijn met Hydra-NL resultaten, achten we voldoende aangetoond dat de Hydra-Ring resultaten betrouwbaar zijn (doelstelling 2).

### 2.1 Grevelingenmeer

#### 2.1.1 Waterstand, golfhoogte en HBN

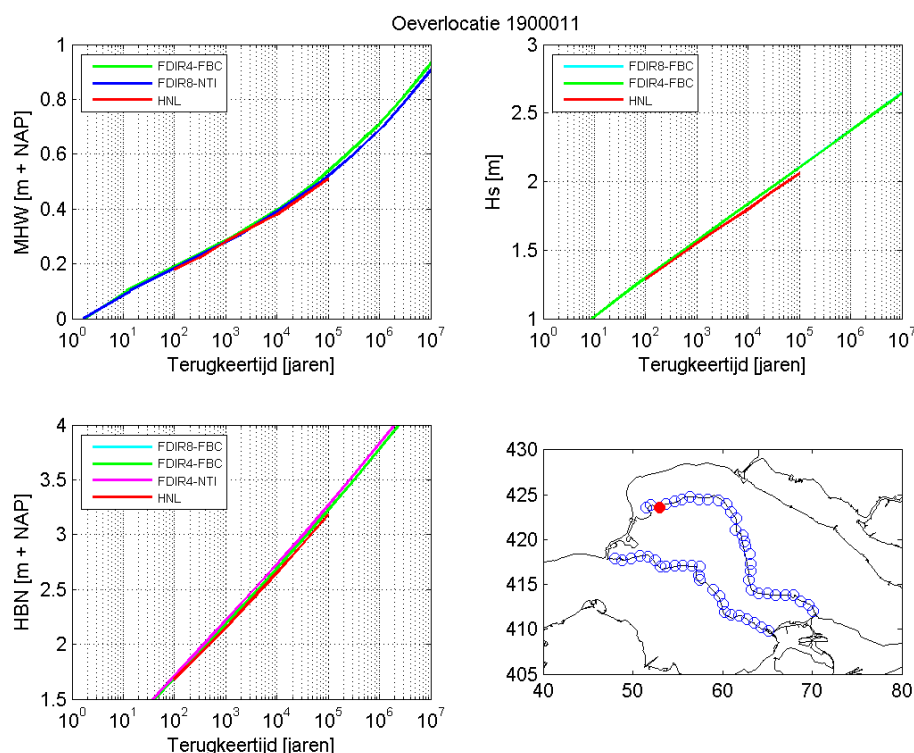
Het Grevelingenmeer wordt omgeven door twee dijktrajecten: 25-4 aan de noordzijde en 26-4 aan de zuidzijde. Daarnaast wordt het meer afgeschermd van de Noordzee door de Brouwersdam (verbindende kering 214) en zorgt de Grevelingendam in het oosten voor een scheiding met de Krammer (verbindende kering 216).

Voor dijktraject 25-4 geldt dat zowel de signaleringswaarde als de ondergrens gelijk zijn aan 1/300 per jaar. Voor traject 26-4 is dat 1/1000 per jaar. Met een lengte-effect factor van 2 geldt dat de doorsnede-eis gelijk is aan 1/2500 per jaar en 1/8333 per jaar voor de trajecten 25-4 en 26-4 respectievelijk.

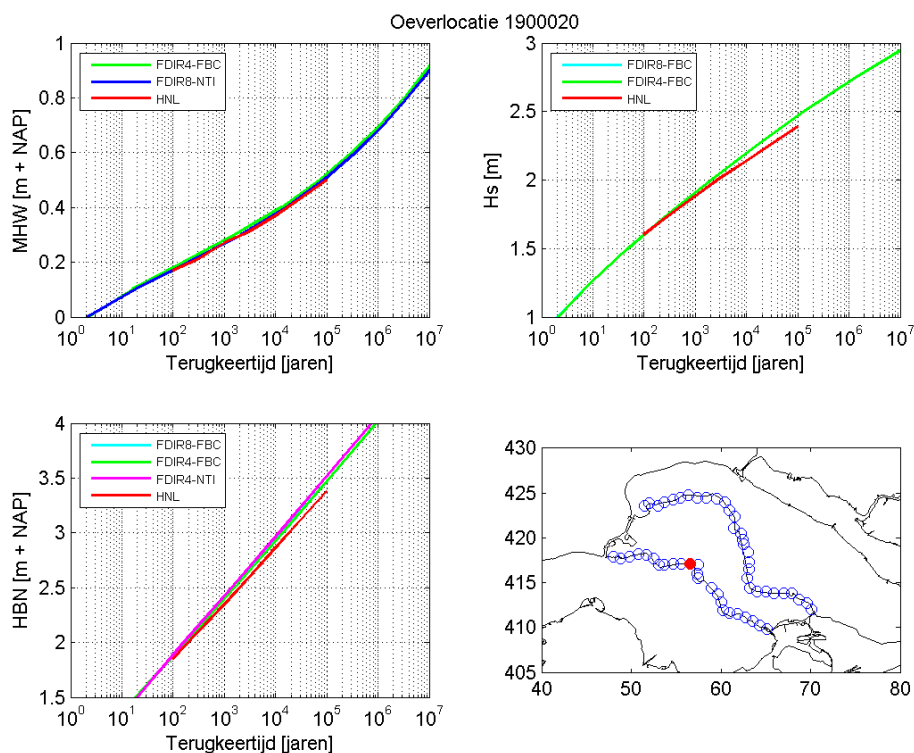


In Figuur 2.1 t/m Figuur 2.3 zijn de resultaten voor waterstand, golfhoogte en HBN voor drie kenmerkende locaties in het Grevelingenmeer weergegeven, verkregen met verschillende rekentechnieken.

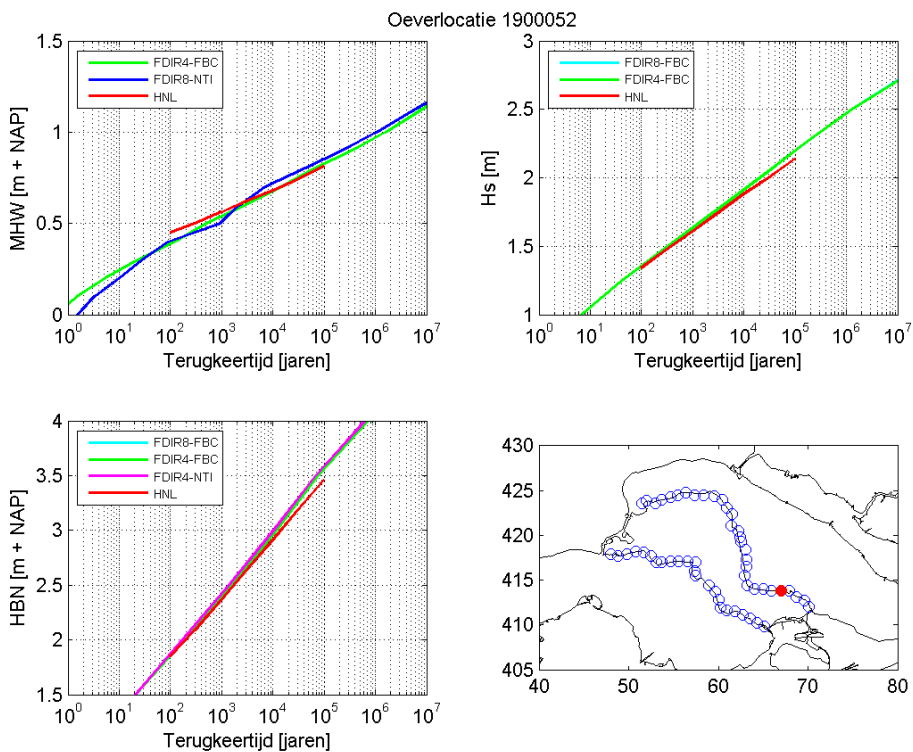
De verschillen tussen Hydra-Ring en Hydra-NL zijn klein, onafhankelijk van de keuze voor rekentechniek binnen Hydra-Ring. Dit biedt de vrijheid om te kiezen voor de minst rekenintensieve tijdsintegratiemethode (FBC) en voor de FORM-startmethode die het beste aansluit bij alle andere watersystemen (startmethode 4). Voor deze combinatie zijn in Figuur 2.4 de waterstanden bij een terugkeertijd van 1.000 jaar weergegeven. Zoals in de uitgangspunten vermeld (paragraaf 1.3), zijn de resultaten van de locaties van 'GM\_1\_25-4\_dk\_00007' t/m 'GM\_1\_25-4\_dk\_00022' niet beschouwd en daarom niet weergegeven in Figuur 2.4 tot en met Figuur 2.6. Het algemene beeld is dat de waterstanden licht oplopen naar de westelijke punt van het watersysteem. Het ruimtelijk beeld van de golfhoogte (Figuur 2.5) en het HBN (Figuur 2.6) is minder eenduidig. Toch is er een trend te zien van hogere waarden voor locaties met een oriëntatie op het noorden of locaties in de westelijke punt van het watersysteem.



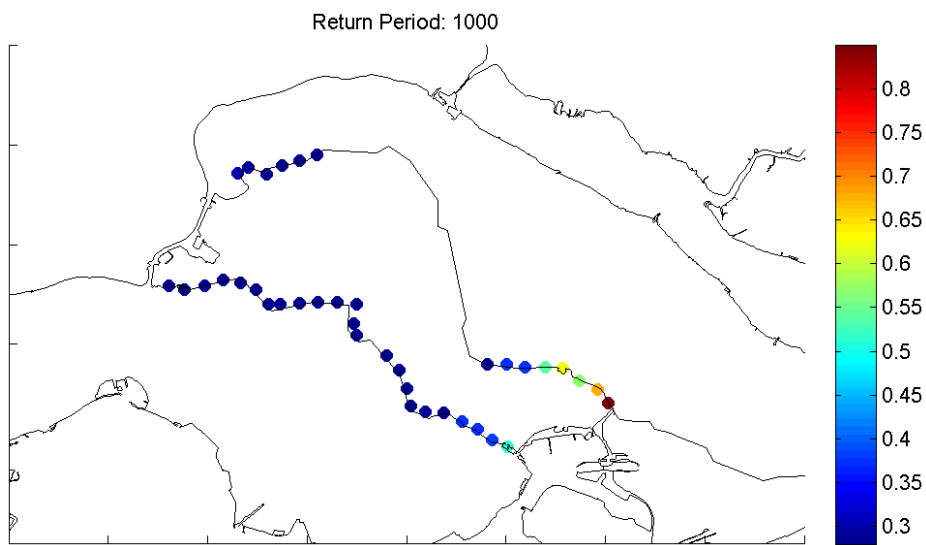
Figuur 2.1 Resultaten voor locatie 'GM\_1\_25-4\_dk\_00003' (ID 1900011).



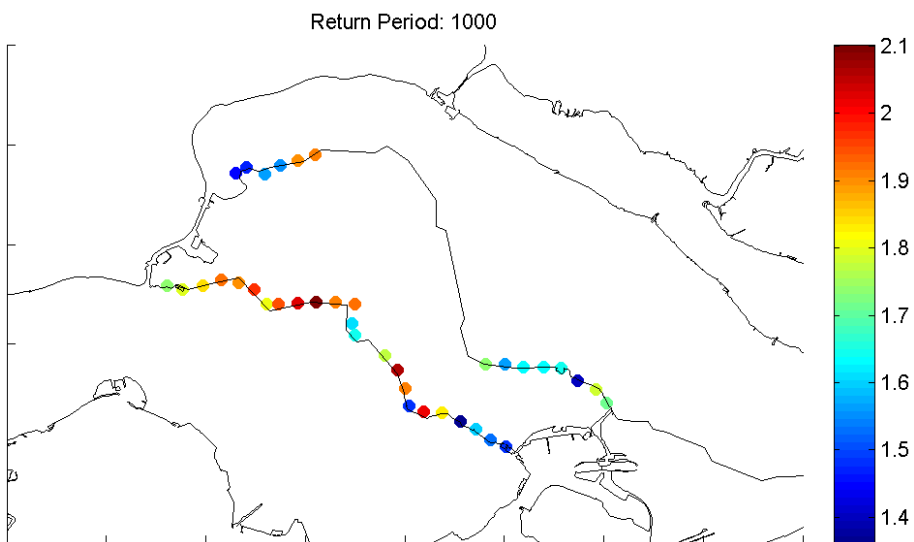
Figuur 2.2 Resultaten voor locatie 'GM\_1\_26-4\_dk\_00014' (ID 1900020).



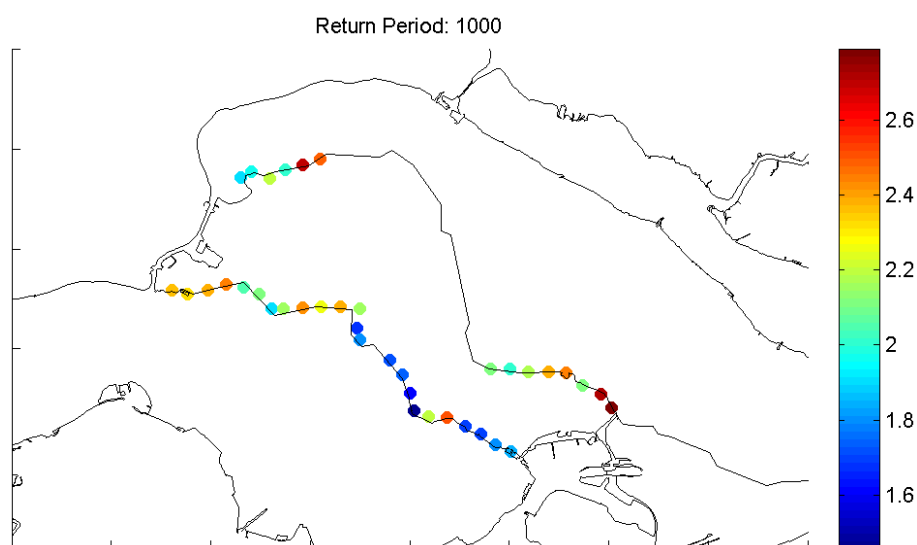
Figuur 2.3 Resultaten voor locatie 'GM\_1\_25-4\_dk\_00026' (ID 1900052).



Figuur 2.4 Ruimtelijk beeld van waterstanden met een terugkeertijd van 1.000 jaar.



Figuur 2.5 Ruimtelijk beeld van golfhoogtes met een terugkeertijd van 1.000 jaar.



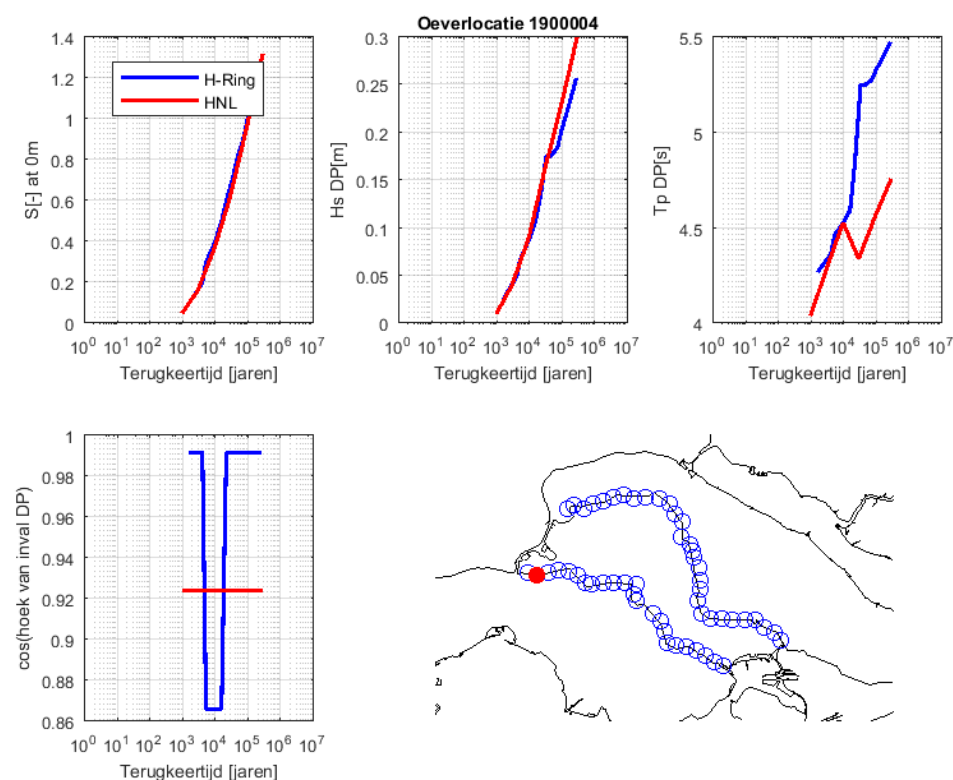
Figuur 2.6 Ruimtelijk beeld van HBNs met een terugkeertijd van 1.000 jaar.

### 2.1.2 Golfbelasting bekledingen

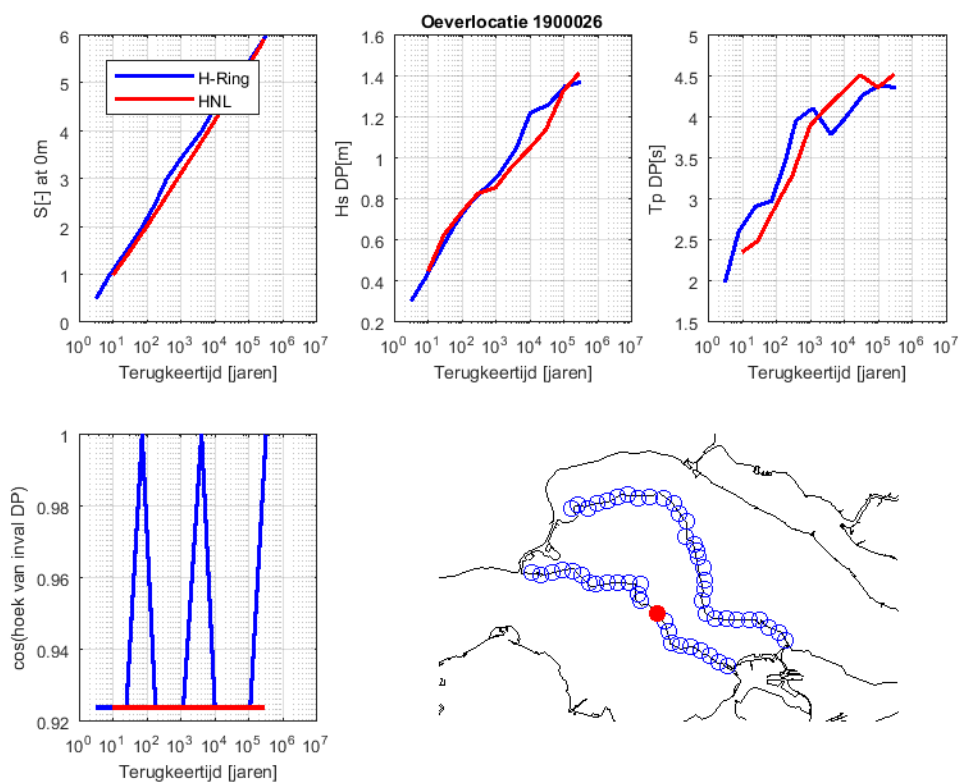
Voor een aantal locaties is bij één vaste waterstand de belasting op bekledingen berekend. In figuren Figuur 2.7 t/m Figuur 2.9 zijn hiervan de resultaten in termen van belastingparameter ( $S = H_s^a \cdot T_p^b \cdot \cos(\beta)^c$ ), golfhoogte  $H_s$ , golf(piek)periode  $T_p$  en de cosinus van de hoek van inval  $\beta$  weergegeven. De Hydra-Ring berekeningen zijn uitgevoerd met Directional Sampling en FBC. De zware rekentechniek Directional Sampling is noodzakelijk omdat, in tegenstelling tot de bepaling van andere belastingparameters, hier twee grenstoestandsfuncties worden beschouwd: ten eerste de grenstoestandsfunctie voor de waterstand, ten tweede voor de golfbelasting  $S$ . Een goedkope rekentechniek als FORM kan niet omgaan met de loodrecht op elkaar staande functies.

Merk hierbij op dat zowel Hydra-Ring als Hydra-NL de waarde van  $S$  maximaliseren. Hierbij heeft Hydra-Ring meer vrijheidsgraden dan Hydra-NL, aangezien de statistische onzekerheid niet is uitgeïntegreerd maar als extra stochast wordt meegenomen. Daarmee kan het dus voorkomen dat beide modellen met een andere combinatie van  $H_s$ ,  $T_p$  en  $\beta$  op grofweg dezelfde  $S$ -waarde uitkomen.

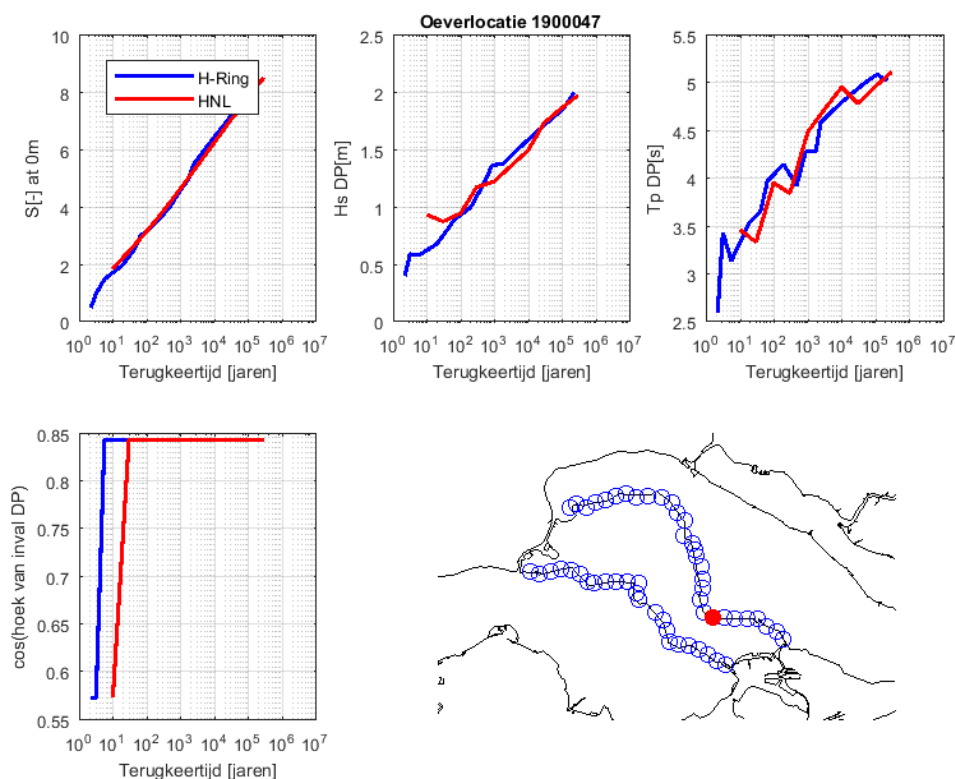
Dit is bij alle drie de locaties te zien; er zijn verschillen in  $H_s$ ,  $T_p$  en  $\beta$  te zien, maar desalniettemin komen de  $S$ -waarden tussen beide modellen goed overeen. De tijdsintegratiemethode FBC voldoet en er is geen noodzaak om naar het meer rekenintensieve NTI over te stappen.



Figuur 2.7 Belasting op bekleding bij een waterstand van 0 m +NAP voor locatie 'GM\_1\_26-4\_dk\_00023' (ID 1900004).



Figuur 2.8 Belasting op bekleding bij een waterstand van 0 m +NAP voor locatie 'GM\_1\_26-4\_dk\_00010' (ID 1900026).



Figuur 2.9 Belasting op bekleding bij een waterstand van 0 m +NAP voor locatie 'GM\_1\_25-4\_dk\_00023' (ID 1900047).

### 2.1.3 Advies te hanteren rekeninstelling

Uiteindelijk blijkt, tegen de eerdere verwachtingen in, dat zowel de keuze voor de methode van tijdsintegratie (FBC of NTI) als de startmethode voor FORM (4 of 8) weinig effect op het eindresultaat hebben. Ook de verschillen met Hydra-NL zijn gering.

Omdat zowel FBC als NTI goed presteren, valt de keuze op FBC als methode met de kortste rekentijd. Voor waterstand, golfhoogte en HBN wordt de combinatie FDIR4-FBC aanbevolen, zie Tabel 2.2. Voor golfbelastingen op bekledingen wordt Directional Sampling met FBC aanbevolen.

Tabel 2.2 Overzicht rekeninstellingen voor de Grevelingen.

Gebied	Waterstand	Golfhoogte	HBN
Grevelingen	FDIR4-FBC	FDIR4-FBC	FDIR4-FBC

## 2.2 Veluwerandmeren

### 2.2.1 Waterstand, golfhoogte en HBN

De Veluwerandmeren zijn een aaneenschakeling van vier verschillende wateren (van zuidwest naar noordoost): het Nuldernauw, het Wolderwijd, het Veluwemeer en het Drontermeer.

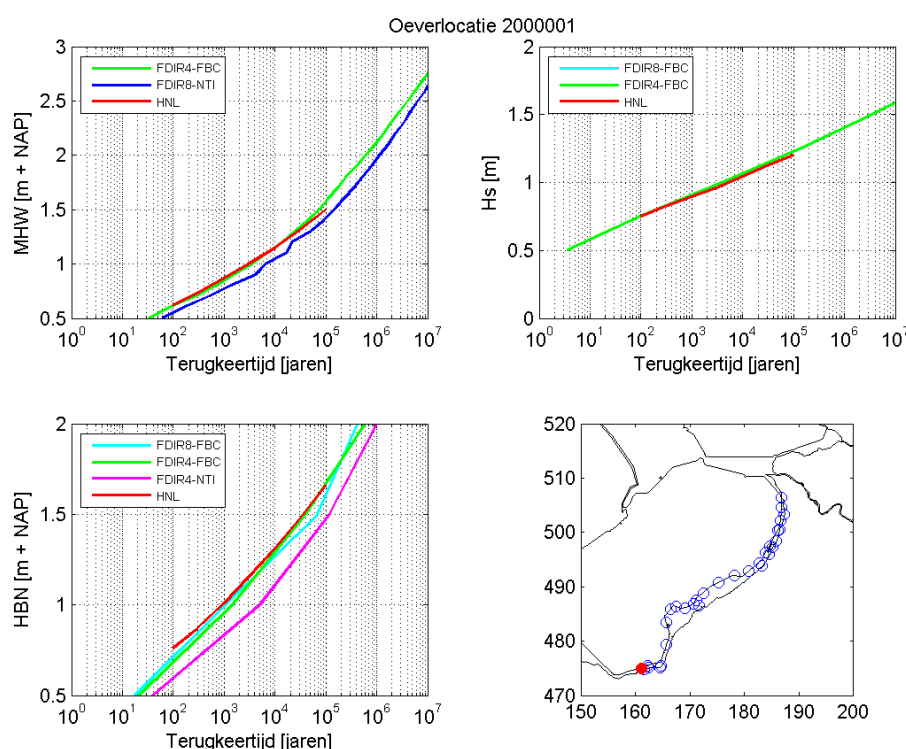
Deze wateren worden omgeven door de volgende dijktrajecten: 8-5, 8-6 en 8-7 aan de westzijde als onderdeel van Flevoland en 45-3 en 11-3 aan de oostzijde. Een groot gedeelte van de oostzijde betreft hoge gronden. In Tabel 2.3 zijn voor deze trajecten de ondergrens en signaleringswaarde van de trajectnorm opgenomen, als wel de lengte-effect factor  $N_{HT}$  en doorsnede-eis.

Tabel 2.3 Signaleringswaarde en ondergrens behorend bij de dijktrajecten rondom de Veluwerandmeren. Tevens zijn de lengte-effect factor en de resulterende normen bij doorsnede-eis toegevoegd.

Dijktraject	Signaleringswaarde (1/jaar)	Ondergrens (1/jaar)	$N_{HT}$	Doorsnede-eis signaleringswaarde (1/jaar)	Doorsnede-eis ondergrens (1/jaar)
8-5	1/3.000	1/1.000	2	1/25.000	1/8.333
8-6	1/3.000	1/1.000	2	1/25.000	1/8.333
8-7	1/3.000	1/1.000	2	1/25.000	1/8.333
11-3	1/300	1/100	2	1/2500	1/833
45-3	1/300	1/100	2	1/2500	1/833

In Figuur 2.10 t/m Figuur 2.13 zijn de resultaten voor vier karakteristieke locaties in de Veluwerandmeren weergegeven. In het gedrag van de HB waargenomen voor de verschillende instellingen zijn grofweg twee gebieden te herkennen; enerzijds het Nuldernauw en het Wolderwijd (van de Nijkerkersluis tot de vernauwing bij Harderwijk), anderzijds het Veluwemeer en het Drontermeer (van Harderwijk tot aan de Roggebotsluis).

In Figuur 2.10 is een typische locatie voor het zuidwestelijke deel (Nuldernauw en Wolderwijd) weergegeven. Het valt op dat de varianten met NTI minder goed presteren voor de waterstand (instabiel) en het HBN (onderschatting). De gekozen startmethode heeft maar weinig invloed, gezien de lijnen met FDIR4-FBC en FDIR8-FBC erg dicht op elkaar liggen.

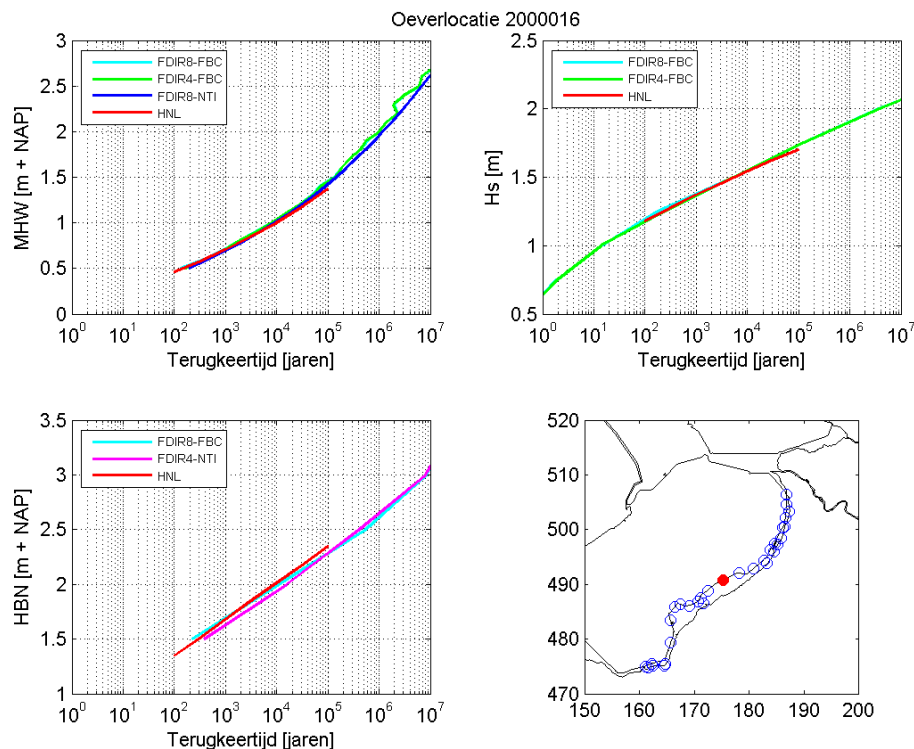


Figuur 2.10 Resultaten voor locatie 'VR\_1\_8-7\_dk\_00005' (ID 2000001).

Figuur 2.11 en Figuur 2.12 laten kenmerkende locaties zien voor het noordoostelijke deel van het watersysteem (Veluwe- en Drontermeer). In dit deel van het watersysteem is de invloed van de wind een stuk groter, met name in het Drontermeer. Hierdoor is FBC niet altijd stabiel bij het berekenen van waterstand en zal uitgeweken moeten worden naar NTI. Voor HBN is dit niet het geval, FBC en NTI presteren niet wezenlijk verschillend. Qua FORM-startmethode wordt hier methode 8 gehanteerd, die in merengebieden iets beter presteert voor wind gedomineerde locaties. Dit is conform bevindingen in IJsselmeer en Markermeer, zie Deltares (2017).

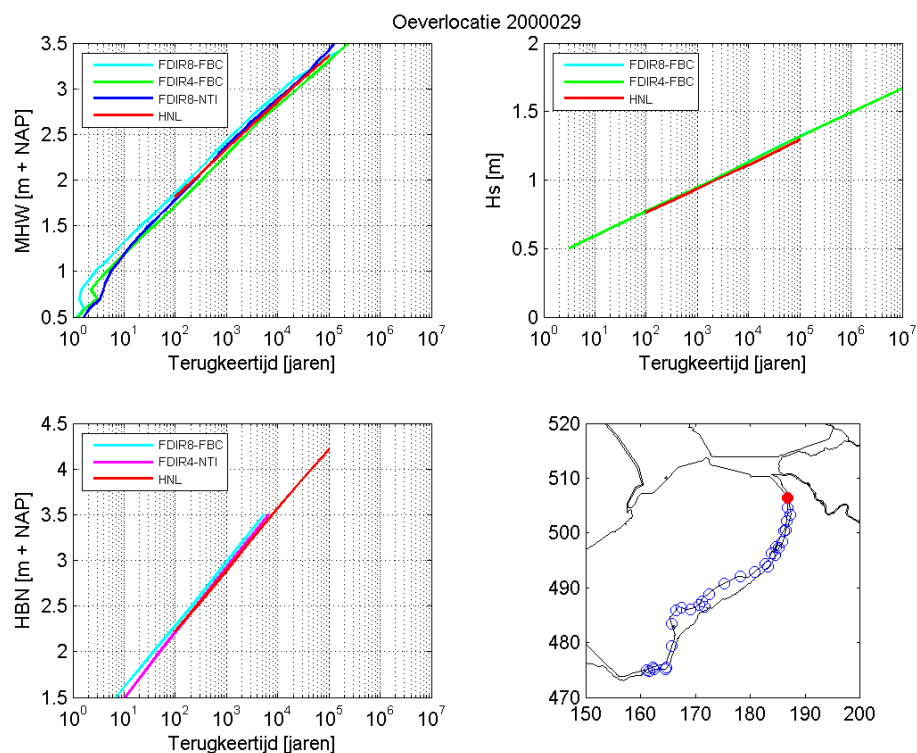
In Figuur 2.13 is een locatie getoond die opvalt omdat geen van de technieken een werkelijk stabiel resultaat oplevert. Wellicht is de inhoud van de database voor deze locatie onbetrouwbaar, maar dit is niet uitvoerig bekeken. Wij adviseren deze locatie niet uit te leveren.

Figuur 2.14 geeft het ruimtelijke beeld van de waterstanden weer, hierin is duidelijk te zien dat de wind zorgt voor opstuwing in noordoostelijke richting. In Figuur 2.15 is hetzelfde gedaan voor de golfhoogte. Hierbij zijn met name grotere golfhoogtes te zien bij de locaties met grotere strijklengtes. De ruimtelijke verdeling van de HBN's in Figuur 2.16 laat wederom hogere waarden in het noordoosten van het watersysteem zien.

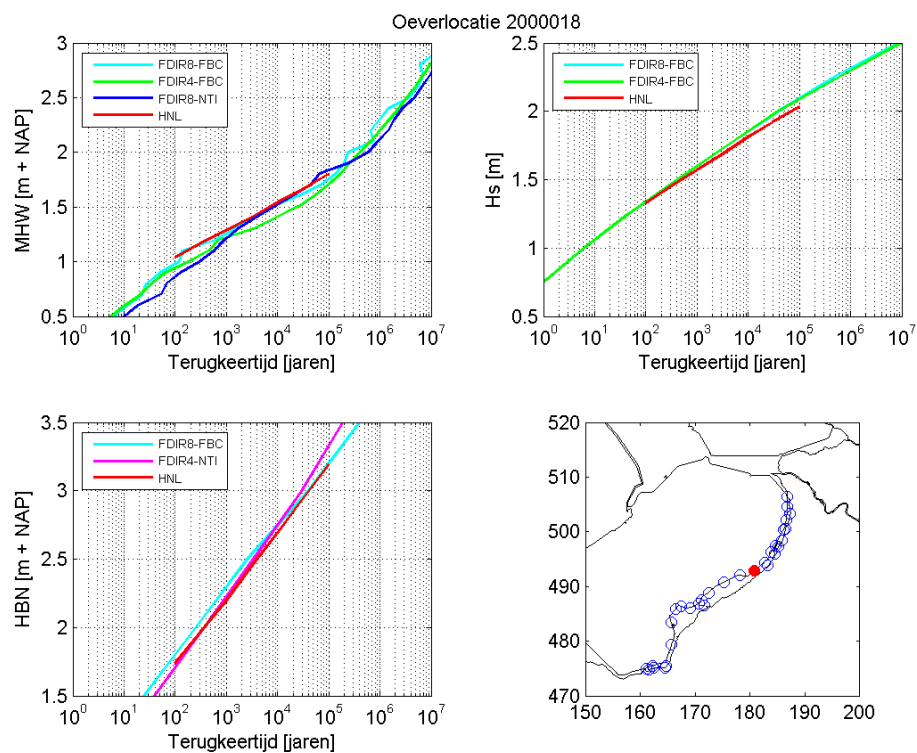


Figuur 2.11 Resultaten voor locatie 'VR\_1\_8-6\_dk\_00001' (ID 2000016).

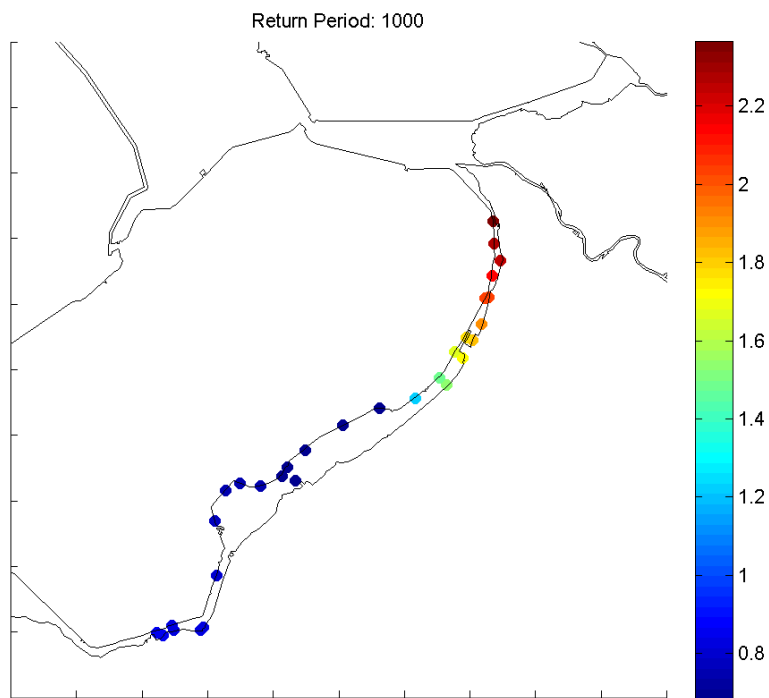




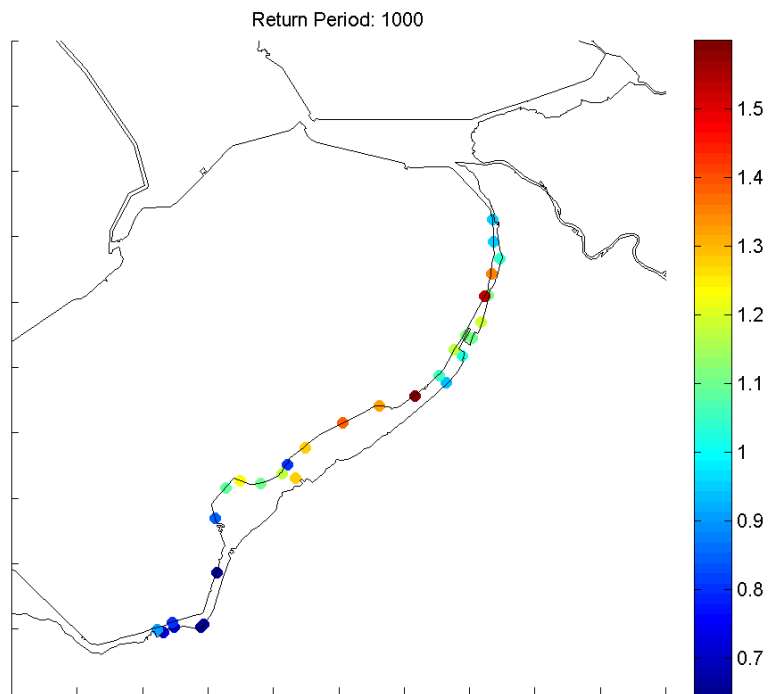
Figuur 2.12 Resultaten voor locatie 'VR\_1\_8-4\_dk\_00001' (ID 2000029).



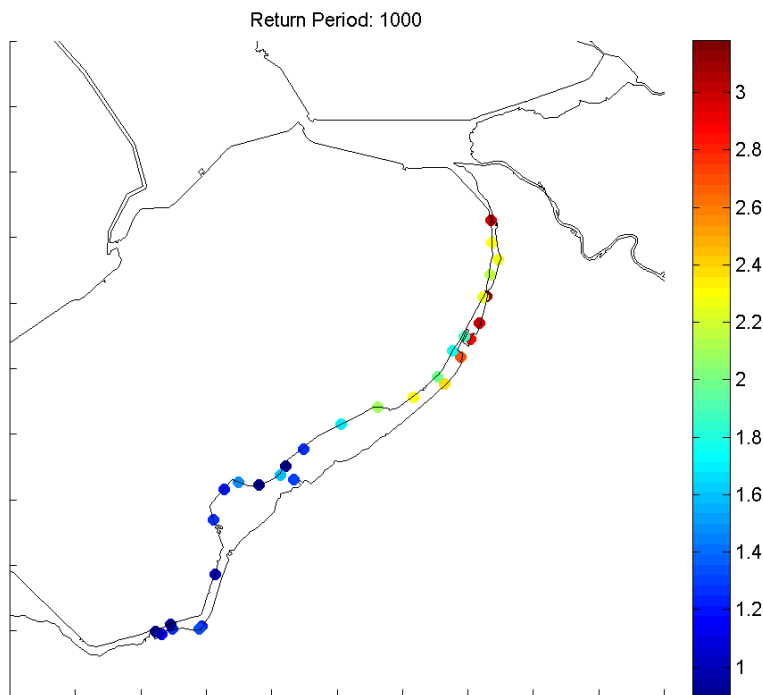
Figuur 2.13 Resultaten voor locatie 'VR\_1\_8-5\_dk\_00006' (ID 2000018).



Figuur 2.14 Waterstanden in de Veluwevloedmeren bij een terugkeertijd van 1.000 jaar.



Figuur 2.15 Golfhoogtes in de Veluwevloedmeren bij een terugkeertijd van 1.000 jaar.

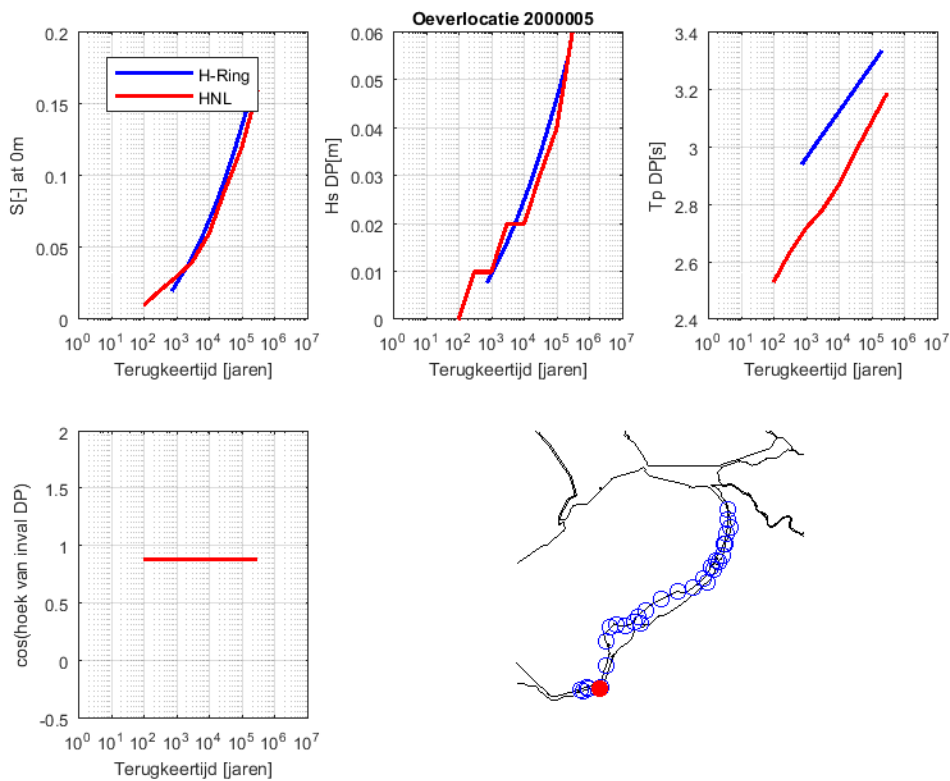


Figuur 2.16 HBN in de Veluwerandmeren bij een terugkeertijd van 1.000 jaar.

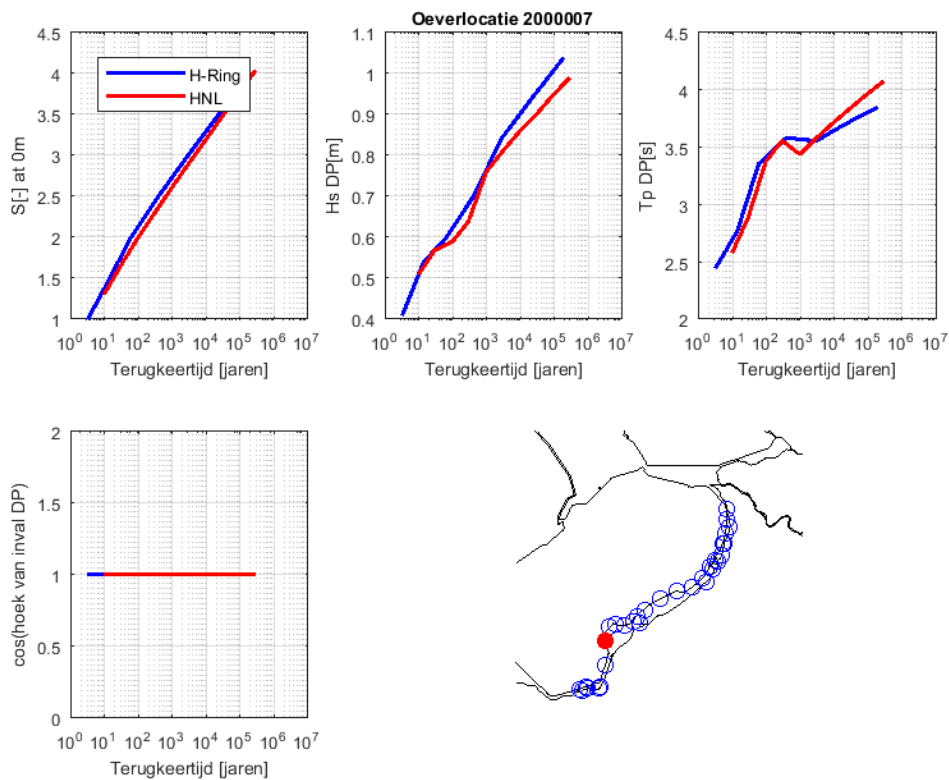
### 2.2.2 Golfbelasting bekledingen

Voor een aantal locaties is bij één vaste waterstand de belasting op bekledingen berekend. In figuren Figuur 2.17 t/m Figuur 2.19 zijn hiervan de resultaten in termen van belastingparameter ( $S = H_s^a \cdot T_p^b \cdot \cos(\beta)^c$ ), golfhoogte, golfperiode en de cosinus van de hoek van inval weergegeven. De Hydra-Ring berekeningen zijn uitgevoerd met Directional Sampling en FBC.

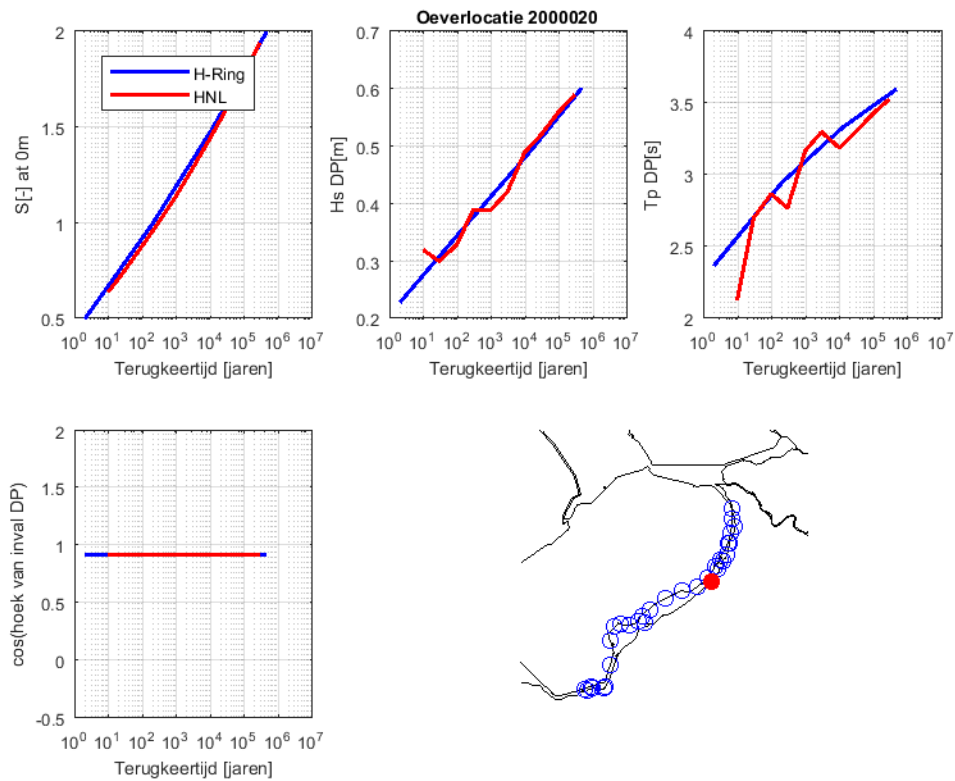
Zoals al eerder opgemerkt maximaliseren Hydra-Ring en Hydra-NL de waarde van S. Omdat Hydra-Ring meer vrijheidsgraden heeft dan Hydra-NL, kan het voorkomen dat beide modellen met een andere combinatie van  $H_s$ ,  $T_p$  en  $\beta$  op grofweg dezelfde S-waarde uitkomen. Dit is eigenlijk bij alle drie de locaties te zien; er zijn verschillen in  $H_s$  en  $T_p$  te zien, maar desalniettemin komen de S-waarden tussen beide modellen goed overeen. De tijdsintegratiemethode FBC voldoet en er is geen noodzaak om naar het meer rekenintensieve NTI over te stappen.



Figuur 2.17 Belasting op bekleding bij een waterstand van 0 m +NAP voor locatie 'VR\_1\_45-3\_dk\_00002' (ID 2000005).



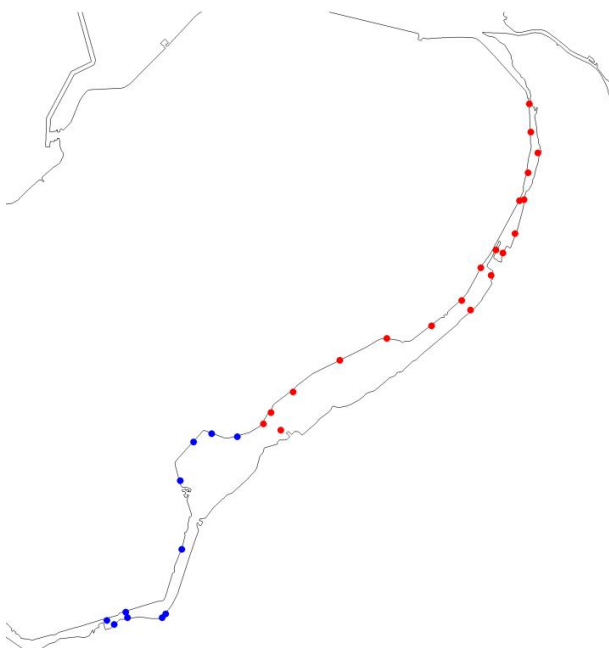
Figuur 2.18 Belasting op bekleding bij een waterstand van 0 m +NAP voor locatie 'VR\_1\_8-7\_dk\_00002' (ID 2000007).



Figuur 2.19 Belasting op bekleding bij een waterstand van 0 m +NAP voor locatie 'VR\_1\_11-3\_dk\_00007' (ID 2000020).

### 2.2.3 Advies te hanteren rekeninstellingen

Wat betreft rekeninstellingen vallen de Veluwerandmeren in twee delen uiteen; het zuidwestelijke deel (Nuldernauw en Wolderwijd) en het noordoostelijke deel (Veluwe- en Drontermeer), zie Figuur 2.20. De grens tussen beide delen ligt bij Harderwijk.



Figuur 2.20 Zuidwestelijke (blauw) en noordoostelijke (rood) deelgebieden.

Uit de berekeningen beschreven in de voorgaande paragrafen blijkt dat NTI in het zuidwestelijke deel niet naar behoren presteert, en geeft de combinatie FDIR4-FBC de beste resultaten. Voor het noordoostelijke deel is NTI juist nodig bij waterstandsberekeningen, omdat FBC tot instabiele resultaten kan leiden. Voor golfhoogte en HBN is dat niet het geval, daar voldoet FBC. Als startmethode wordt methode 8 gehanteerd, speciaal geïntroduceerd voor wind gedomineerde locaties. De keuze valt op FDIR8-NTI voor waterstand en FDIR8-FBC voor golfhoogte en HBN. In Tabel 2.4 wordt een overzicht gegeven van deze rekentechnieken. Voor golfbelasting op bekledingen voldoet de combinatie Directional Sampling en FBC goed.

Tabel 2.4 Overzicht rekeninstellingen voor de Veluwerandmeren.

<b>Gebied</b>	<b>Waterstand</b>	<b>Golfhoogte</b>	<b>HBN</b>
Zuidwestelijk deel	FDIR4-FBC	FDIR4-FBC	FDIR4-FBC
Noordoostelijk deel	FDIR8-NTI	FDIR8-FBC	FDIR8-FBC

Met de genoemde instellingen wordt een over het algemeen goede overeenkomst gevonden met de Hydra-NL resultaten.

### 3 Duiding resultaten

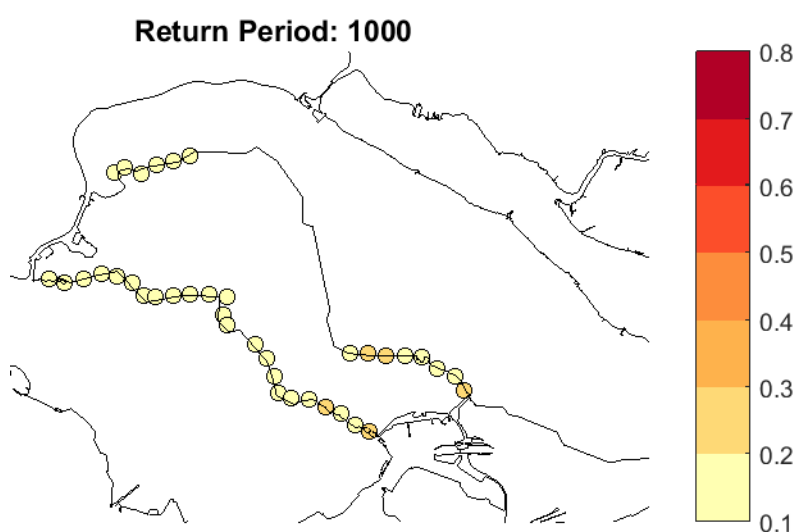
In Hoofdstuk 2 is beschreven hoe de rekeninstellingen zijn afgeleid. Hierbij worden binnen een watersysteem deelsystemen onderscheiden met verschillende optimale rekeninstellingen. In dit hoofdstuk wordt getracht een stap verder te gaan en de resultaten te duiden. Om dat te kunnen doen moet verder gekeken worden dan slechts de berekende Hydraulische Belasting en moeten ook de ontwerpfuncties worden geanalyseerd. Hiermee kan men het gedrag van een watersysteem en de ruimtelijke variatie van de HB daarin inzichtelijk maken. Hierbij ligt de focus op het onderzoeken hoe groot de invloed van onzekerheden is in beide watersystemen en hoe de ruimtelijke verdeling van wind- en meerpeildominantie in de ontwerpfuncties terugkomt.

#### 3.1 Bijdrage onzekerheden

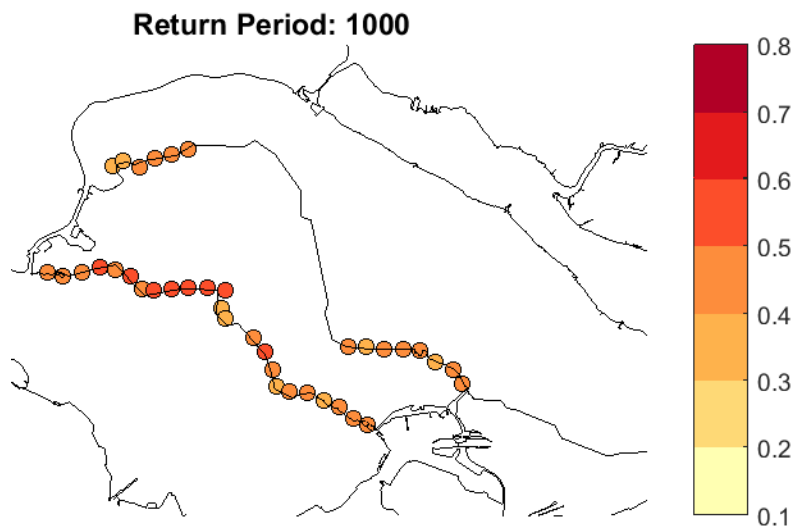
Onderstaand wordt het effect van het meenemen van statistische en modelonzekerheden inzichtelijk gemaakt door het verschil te tonen tussen het resultaat met onzekerheden en het resultaat zonder onzekerheden. Dit voor een vaste terugkeertijd (1.000 jaar) en voor de waterstand, de golfhoogte en het HBN. In deze paragraaf wordt enkel de absolute bijdrage van de kennisonzekerheden behandeld. De invloed van de onzekerheden in het ontwerpfunctie komt in paragraaf 3.4 aan bod. Daar wordt ook onderscheid tussen statistische en modelonzekerheden gemaakt.

##### 3.1.1 Grevelingenmeer

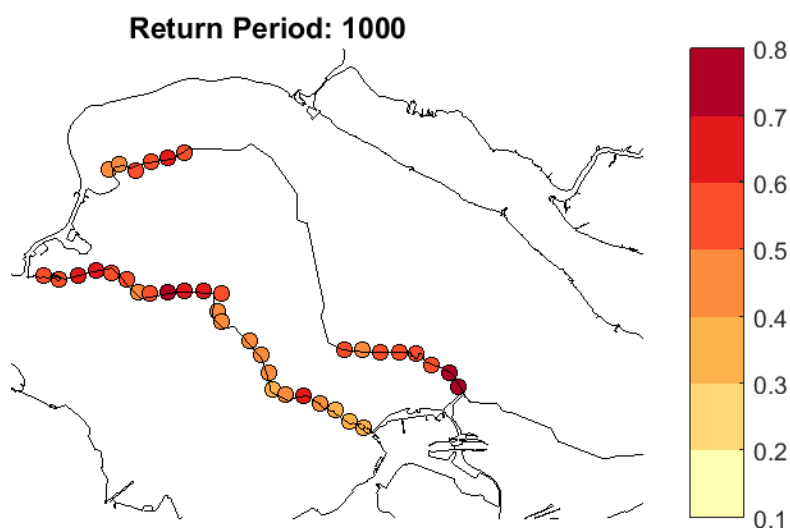
In Figuur 3.1 t/m Figuur 3.3 wordt het effect van onzekerheden op de waterstand, golfhoogte en HBN in het Grevelingenmeer weergegeven. Het effect op de waterstand is vrij beperkt, tussen ca. 10 - 20 cm. Een groter effect is te vinden op de golfhoogte, waar het zo'n 50 cm bedraagt. Vergelijkbaar hiermee is het effect op het HBN rond de 50 - 60 cm op de dijkhoogte.



Figuur 3.1 Effect van onzekerheden op de waterstand in de Grevelingen voor een terugkeertijd van 1.000 jaar.



Figuur 3.2 Effect van onzekerheden op de golfhoogte in de Grevelingen voor een terugkeertijd van 1.000 jaar.



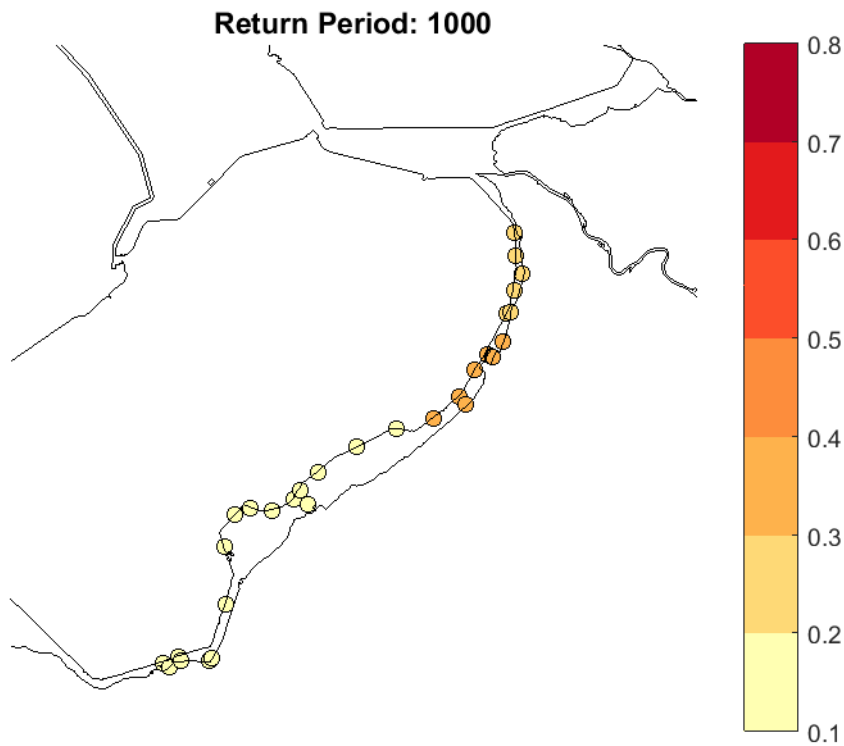
Figuur 3.3 Effect van onzekerheden op het HBN in de Grevelingen voor een terugkeertijd van 1.000 jaar.

### 3.1.2 Veluwerandmeren

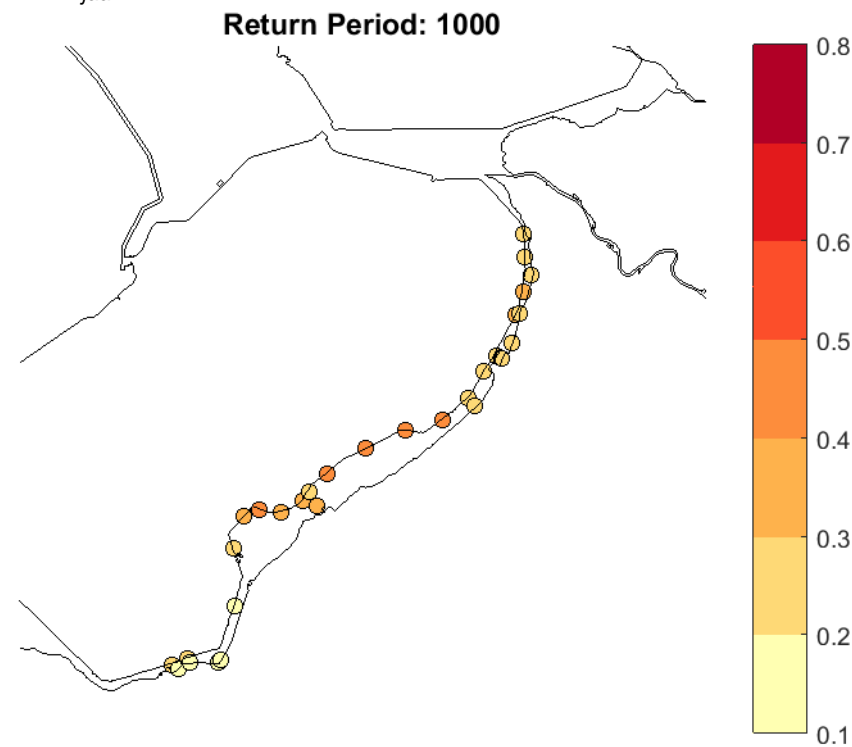
In Figuur 3.4 t/m Figuur 3.6 worden de effecten van het meenemen van onzekerheden op waterstand, golfhoogte en HBN in de Veluwerandmeren getoond. Voor de waterstand varieert het effect van 10 cm tot ca. 25 cm in het Drontermeer.

Voor de golfhoogte is het effect ca. 40 cm in het watersysteem, met uitzondering van het Nuldernauw waar het effect afneemt tot zo'n 10 cm. Het patroon voor het HBN is vergelijkbaar, met een klein effect in het Nuldernauw (ca. 20 cm) en ca. 50 cm in de rest van het watersysteem.

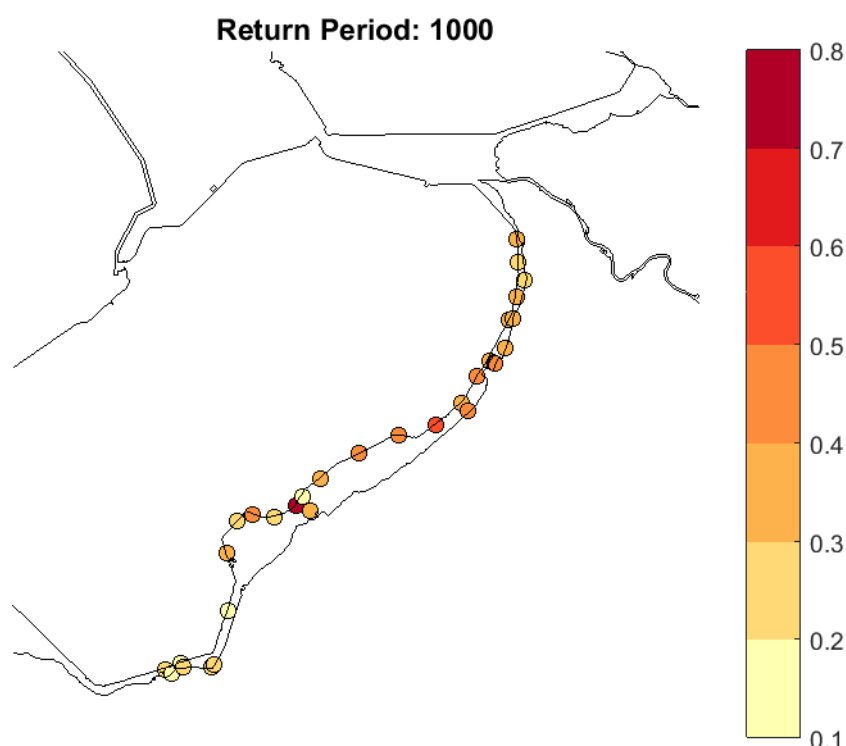




Figuur 3.4 Effect van onzekerheden op de waterstand in de Veluwevloedmeren voor een terugkeertijd van 1.000 jaar.



Figuur 3.5 Effect van onzekerheden op de golfhoogte in de Veluwevloedmeren voor een terugkeertijd van 1.000 jaar.



Figuur 3.6 Effect van onzekerheden op het HBN in de Veluwerandmeren voor een terugkeertijd van 1.000 jaar.

### 3.2 Invloed stochasten in het ontwerp punt

In dit rapport wordt de invloed van een stochast bepaald aan de hand van de  $\alpha^2$  waarde van de stochast. De  $\alpha$ -waarde van een stochast is een maat voor de gevoeligheid voor deze stochast in het ontwerp punt. Wanneer men de  $\alpha$ -waarde kwadrateert en optelt over alle stochasten is de som gelijk aan 1. In Tabel 3.1 is een interpretatie van de  $\alpha^2$  waarden gegeven.

Tabel 3.1 Categoriëring invloed stochasten op  $\alpha^2$

$\alpha^2$	Invloed stochast
0.0 – 0.2	Nauwelijks tot geen invloed
0.2 – 0.5	Kleine invloed
0.5 – 0.8	Middelgrote invloed
0.8 – 1.0	Grote invloed

#### 3.2.1 Voorbeeld ontwerp punt

In Tabel 3.2 is een voorbeeld gegeven van de  $\alpha^2$  waarden voor een ontwerp punt bij een waterstandsberekening in het Grevelingenmeer. Merk hierbij op dat het gaat om het ontwerp punt voor de belangrijkste windrichting (er zijn 16 windrichtingen in het belastingmodel van het Grevelingenmeer en Hydra-Ring presenteert de ontwerp punten per windrichting).

Uit de tabel is op te maken dat het meerpeil een middelgrote invloed heeft en de statistische onzekerheid van het meerpeil een kleine invloed op het ontwerp punt heeft. Deze twee stochasten samen hebben een grote invloed en laten nauwelijks ruimte over voor de invloed van andere stochasten.

Tabel 3.2 Ontwerppunt voor locatie 'GM\_1\_26-4\_dk\_00014' (ID 1900020) voor windrichting NO en een waterstand van 0,80 m +NAP.

Stochast	X-waarde	$\alpha$ -waarde	$\alpha^2$ -waarde
Meerpeil Grevelingen	0,21 [m +NAP]	-0,864	0,746
Windsnelheid	6,49 [m/s]	-0.007	0,000
Statistische onz. meerpeil Grevelingen	0.55 [-]	-0.496	0,246
Statistische onz. windsnelheid	1.00 [-]	-0.001	0,000
Model onz. lokale waterstand	0.03 [m]	-0.086	0,007

### 3.3 Dominantie Meerpeil of Wind

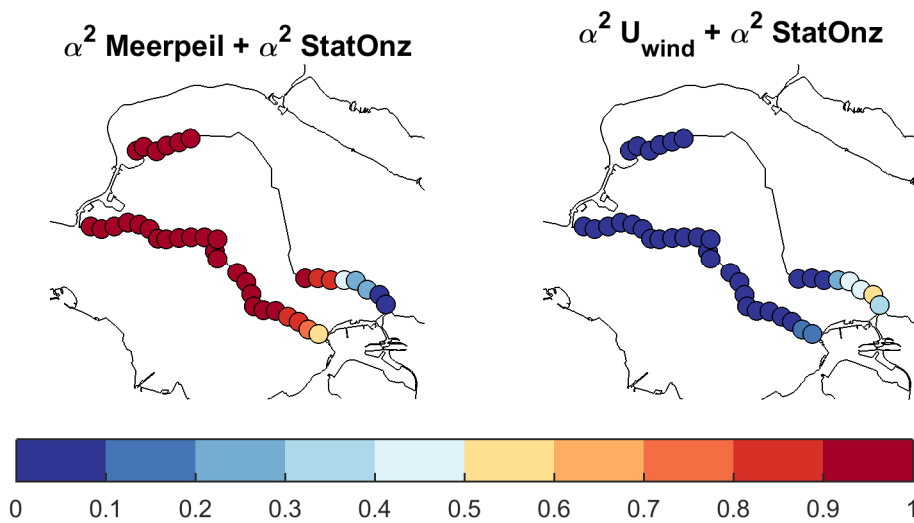
In meren komt een typisch gedrag voor, waarbij de waterstand sterk afhankelijk is van ofwel het meerpeil, ofwel de wind. Met name het gebrek aan andere belangrijke stochasten zoals rivierafvoer, zeewaterstand of de aanwezigheid van een kering maakt dat er zo'n duidelijke tweedeling waar te nemen is. De dominantie van meerpeil dan wel wind hangt met name samen met de kant van het meer ten opzichte van belangrijke windrichtingen en de afstand tot het zwaartepunt van het meer.

Als maat voor de dominantie van het meerpeil zijn de  $\alpha^2$  van de stochasten meerpeil en statistische onzekerheid meerpeil van de dominante windrichting bij elkaar opgeteld. Analoog daaraan is voor de wind een optelling gemaakt van de  $\alpha^2$  van de stochasten windsnelheid en statistische onzekerheid windsnelheid. Dit is gedaan voor alle beschouwde terugkeertijden en per locatie wordt het gemiddelde van  $\alpha^2$  representatief voor de locatie verondersteld<sup>1</sup>. De resultaten hiervan voor het Grevelingenmeer en de Veluwerandmeren zijn in de onderstaande paragrafen in ruimtelijke figuren voor waterstand, golfhoogte en HBN weergegeven.

#### 3.3.1 Waterstand

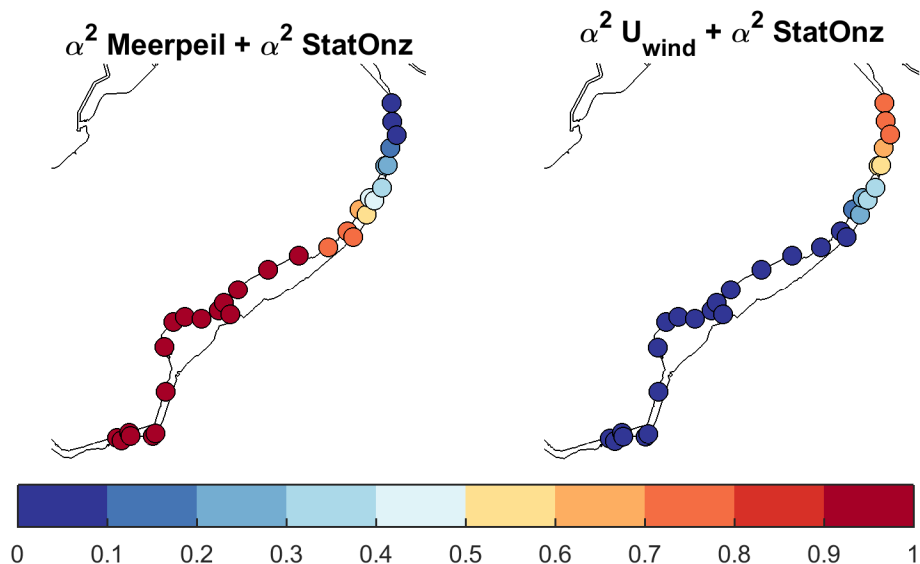
In Figuur 3.7 is te zien dat het Grevelingenmeer voornamelijk meerpeil gedomineerd is (merk hierbij op dat de onbetrouwbare locaties zoals genoemd in paragraaf 1.3 niet zijn beschouwd). Enkel in de uiterste oostelijke punt van het watersysteem neemt de dominantie van het meerpeil af en is er meer invloed van de wind. Leidend hierin is de grote invloed op de waterstand van dominante westenwind in de oostelijke punt van het meer.

<sup>1</sup> Het gemiddelde is genomen over alle herhalingstijden, voor de dominante windrichting bij die herhalingstijd. Dit wordt als een goede proxy gezien, ook al zullen er locaties zijn waarbij de dominantie verschuift van meerpeil voor korte herhalingstijden naar wind voor lange herhalingstijden.



Figuur 3.7 Invloed van meerpeil (links) en wind (rechts) op de waterstand in het Grevelingenmeer.

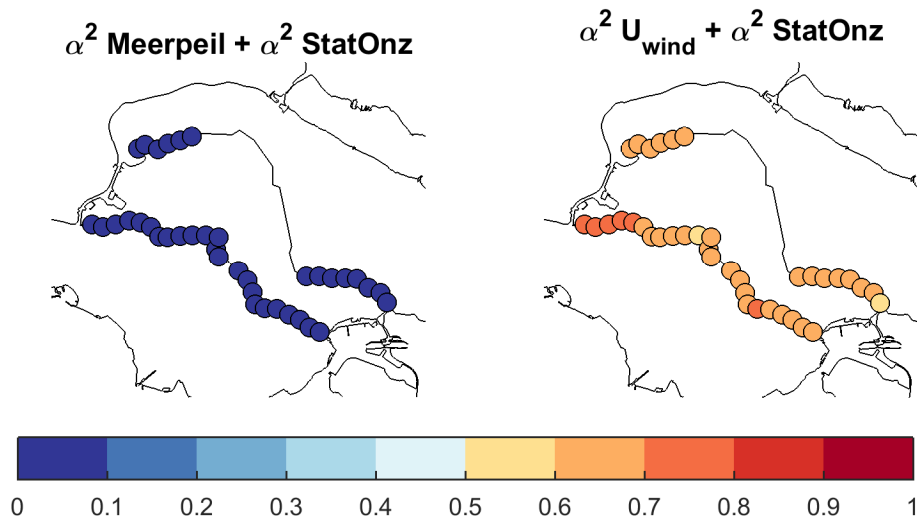
In vergelijking hiermee is er in de Veluwerandmeren (Figuur 3.8) een duidelijker onderscheid tussen enerzijds het meerpeil gedomineerde Nuldernauw, Wolderweid en Veluwemeer, anderzijds het wind gedomineerde Drontermeer. Ook hierbij speelt de vorm van het watersysteem een belangrijke rol, gezien de grote opwaaiing in de noordoostelijke punt (het Drontermeer) bij zuidwestelijke wind.



Figuur 3.8 Invloed van meerpeil (links) en wind (rechts) op de waterstand in de Veluwerandmeren.

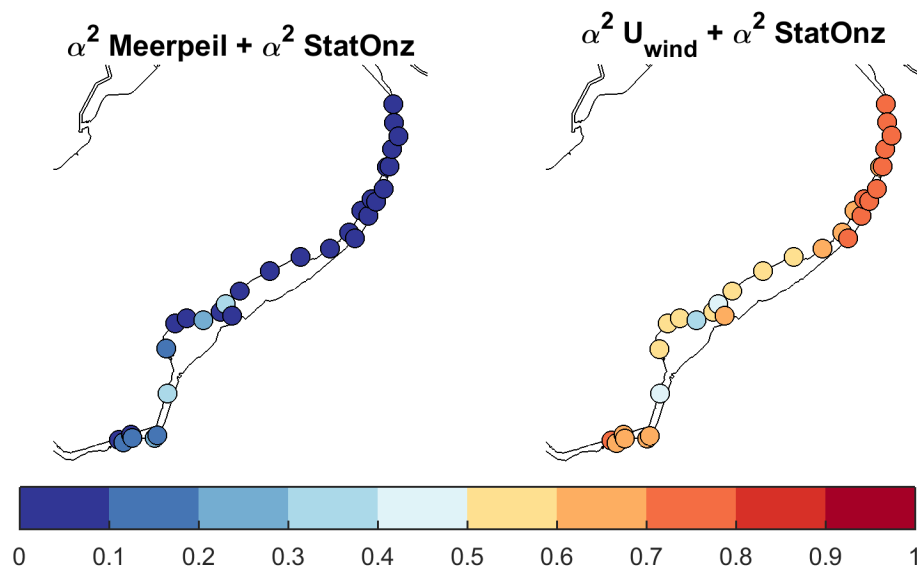
### 3.3.2 Golfhoogte

Anders dan bij de waterstand is in Figuur 3.9 te zien dat het – zoals verwacht – voornamelijk de wind is die de golfhoogte in het Grevelingenmeer beïnvloed. Naast de windsnelheid speelt ook de modelonzekerheid op de golfhoogte een rol (hier niet weergegeven). De rol van het meerpeil is in dit geval te verwaarlozen. Wanneer we te maken zouden hebben met diepte-gelimiteerde golven kan het meerpeil wel een rol spelen.



Figuur 3.9 Invloed van meerpeil (links) en wind (rechts) op de golfhoogte in het Grevelingenmeer.

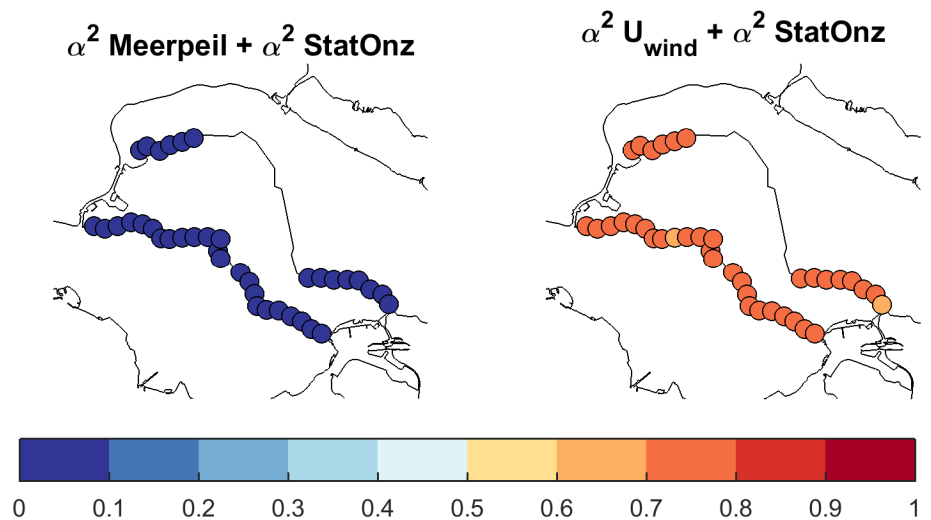
Vergelijkbaar met het Grevelingenmeer is ook in de Veluwerandmeren de golfhoogte gedomineerd door wind, zie Figuur 3.10.



Figuur 3.10 Invloed van meerpeil (links) en wind (rechts) op de golfhoogte in de Veluwerandmeren.

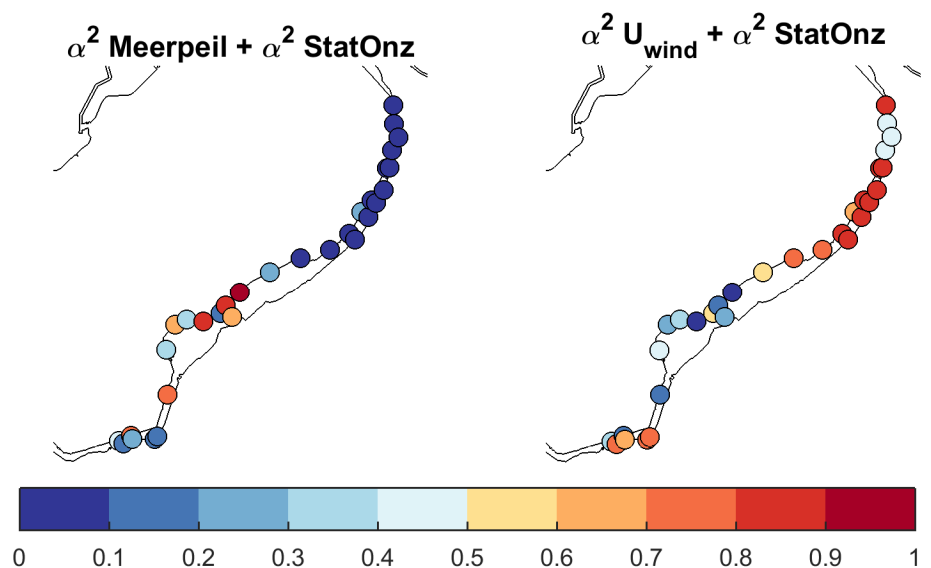
### 3.3.3 HBN

Het HBN in het Grevelingenmeer (zie Figuur 3.11) wordt gedomineerd door de wind. Dit past bij de verwachting voor een watersysteem met grote strijklengtes en bijbehorende hoge golven. Daarbij is het HBN vaak ruim 2 m hoger dan het MHW bij 10.000 jaar (zie paragraaf 2.1.1), dit relatief grote verschil is een indicatie van het belang van golven boven lokale waterstand in het HBN.



Figuur 3.11 Invloed van meerpeil (links) en wind (rechts) op het HBN in het Grevelingenmeer.

In de Veluwerandmeren is het beeld meer diffuus, zie Figuur 3.12. Door de vorm van het watersysteem zijn de strijk lengtes er typisch veel korter, hetgeen tot relatief lage golven leidt. Dat maakt dat voor het HBN de lokale waterstand belangrijker is en golven minder belangrijk zijn. Omdat de lokale waterstand in het noordoostelijke deel van het watersysteem in grote mate door de wind wordt bepaald is daar wel een grote invloed van de wind te zien.



Figuur 3.12 Invloed van meerpeil (links) en wind (rechts) op het HBN in de Veluwerandmeren.

### 3.4 Invloed statistische en modelonzekerheden

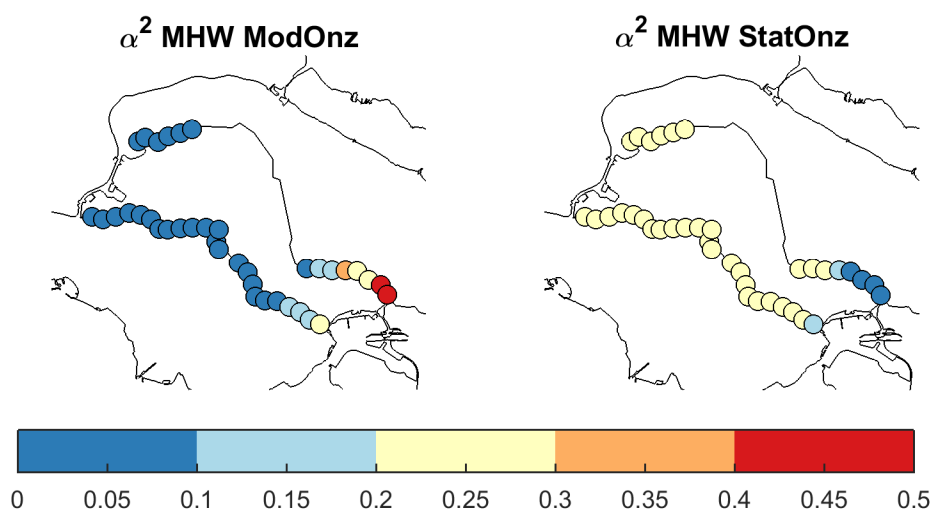
Naast de dominantie van wind of meerpeil kan met behulp van de  $\alpha^2$  waarden ook de invloed van de onzekerheden inzichtelijk worden gemaakt. In deze paragraaf is hierbij onderscheid gemaakt tussen statistische en modelonzekerheden. Merk op dat het hier gaat om de invloed van onzekerheden in het ontwerppunt, het absolute effect van onzekerheden op de afgeleide HR wordt gepresenteerd in paragraaf 3.1.

Voor de statistische onzekerheden zijn in alle gevallen de  $\alpha^2$  waarden van de statistische onzekerheid van het meerpeil en de  $\alpha^2$  van de statistische onzekerheid van de windsnelheid bij elkaar opgeteld.

De set van relevante modelonzekerheden verschilt per toetspoot dat beschouwd wordt. Voor waterstand is er slechts de modelonzekerheid in de lokale waterstand, voor de golfhoogte komt daar de modelonzekerheid in de golfhoogte bij en voor het HBN speelt ook de modelonzekerheid in de golfperiode een rol.

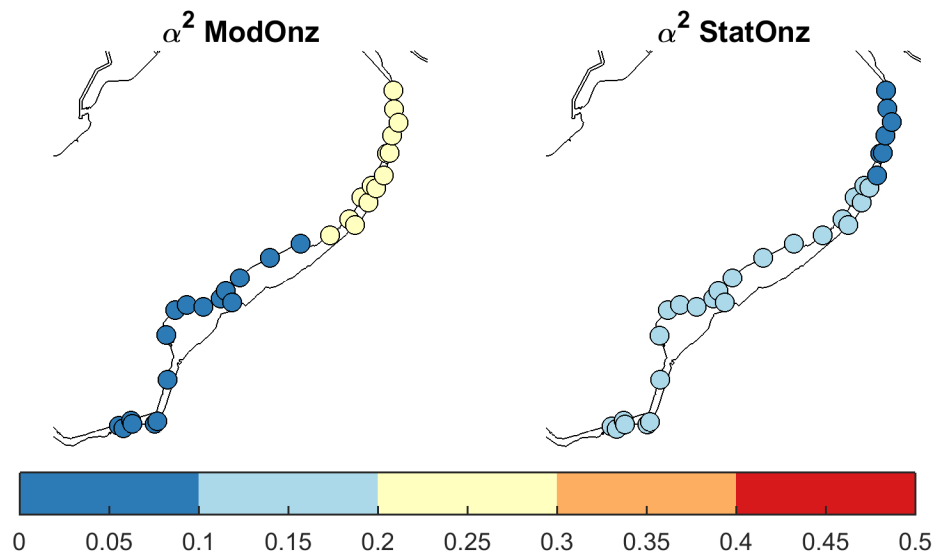
### 3.4.1 Waterstand

Voor de waterstand in het Grevelingenmeer speelt met name de statistische onzekerheid van het meerpeil een significante rol, zoals te zien in Figuur 3.13 (merk op dat de kleurschaal nu maar tot 0.5 loopt i.p.v. 1.0). Deze observatie is congruent met de dominantie van het meerpeil die blijkt uit Figuur 3.7. Ook hier wijkt de uiterste oostelijke punt van het watersysteem enigszins af, in de zin dat het belang van de modelonzekerheid in de waterstand toeneemt en vice versa het belang van de statistische onzekerheid afneemt. Gegeven het feit dat de standaarddeviatie van de statistische onzekerheid van het meerpeil ongeveer 10 cm is (bij 1/1000 per jaar norm), ligt een resulterende onzekerheidsbijdrage van 10-20 cm (zie paragraaf 3.1.1) in de lijn der verwachtingen.



Figuur 3.13 Invloed van model- (links) en statistische onzekerheden (rechts) op de waterstand in het Grevelingenmeer.

In de Veluwerandmeren is een tweedeling te zien in de invloed van onzekerheden op de waterstand, zie Figuur 3.14. Enerzijds is er de combinatie van Nuldernauw, Wolderwijd en Veluwemeer waar de statistische en modelonzekerheden nauwelijks invloed hebben (zoals ook geconstateerd in Figuur 3.4 in paragraaf 3.1.2), anderzijds is er het Drontermeer waar de modelonzekerheid op de waterstand nog een kleine bijdrage heeft. In dit deel van het meer geldt voor deze modelonzekerheid dat  $\sigma = 0.3$  m (bij 1/1000 jaar norm), leidend tot een bijdrage van de onzekerheden variërend van 0.2 m tot 0.4 m (zie Figuur 3.4). Dit komt overeen met de wind dominantie in het Drontermeer, zoals gezien in Figuur 3.8.



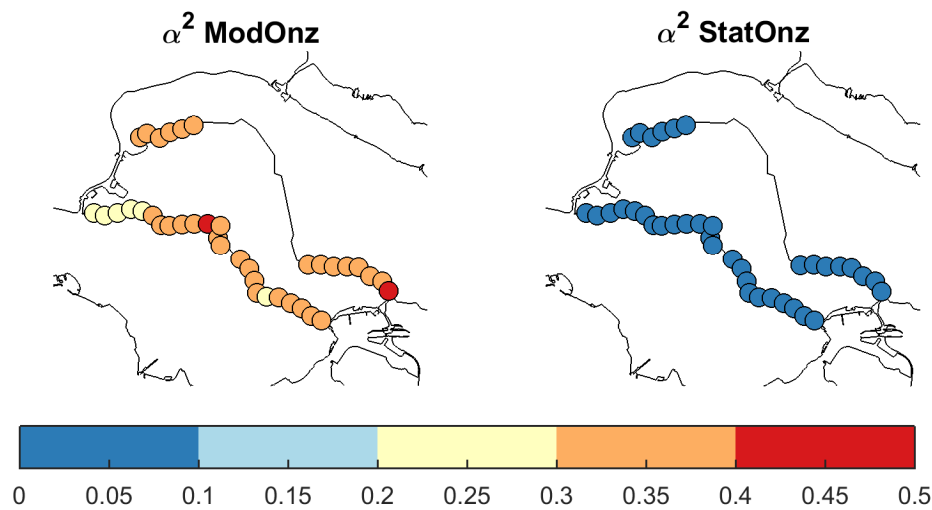
Figuur 3.14 Invloed van model- (links) en statistische onzekerheden (rechts) op de waterstand in de Veluwerandmeren.

### 3.4.2 Golfhoogte

Voor de golfhoogte in het Grevelingenmeer is eigenlijk alleen de modelonzekerheid op de golfhoogte van belang, zie Figuur 3.15. De invloed van de statistische onzekerheden is verwaarloosbaar. Dit betekent dat ook de statistische onzekerheid van de windsnelheid geen rol van betekenis speelt, terwijl uit Figuur 3.9 blijkt dat de wind dominant is voor de golfhoogte.

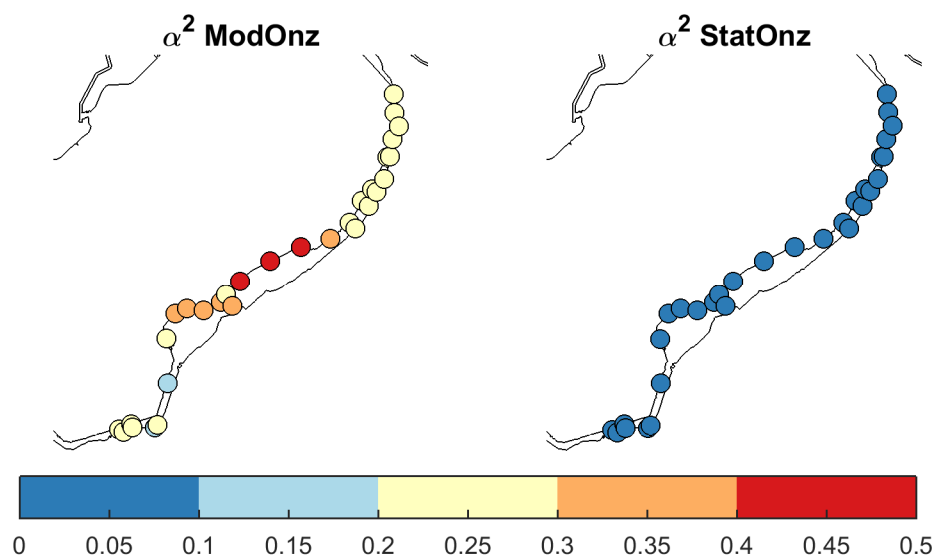
De verklaring hiervoor is dat de modelonzekerheid op golven gedefinieerd is als een multiplicatieve onzekerheid (met constante standaarddeviatie). Dit wil zeggen dat de onzekerheid ervoor zorgt dat de golfhoogte vermenigvuldigd wordt met een factor met gemiddelde  $\mu = 0.96$  en standaardafwijking  $\sigma = 1.27$  voor Grevelingenmeer en Veluwerandmeren. Hoe groter de golfhoogte, hoe groter de impact van de vermenigvuldiging op het eindantwoord. Deze wisselwerking maakt dat – met name voor grotere terugkeertijden – de invloed van de modelonzekerheid op de golfhoogte veel groter is dan de invloed van de statistische onzekerheid van de windsnelheid. De grootte van de modelonzekerheid is ongeveer  $2\sigma$ , wat zich vertaalt in grofweg 0.5 m voor de beschouwde 1/1000 per jaar norm, zie Figuur 3.2.





Figuur 3.15 Invloed van model- (links) en statistische onzekerheden (rechts) op de golfhoogte in het Grevelingenmeer.

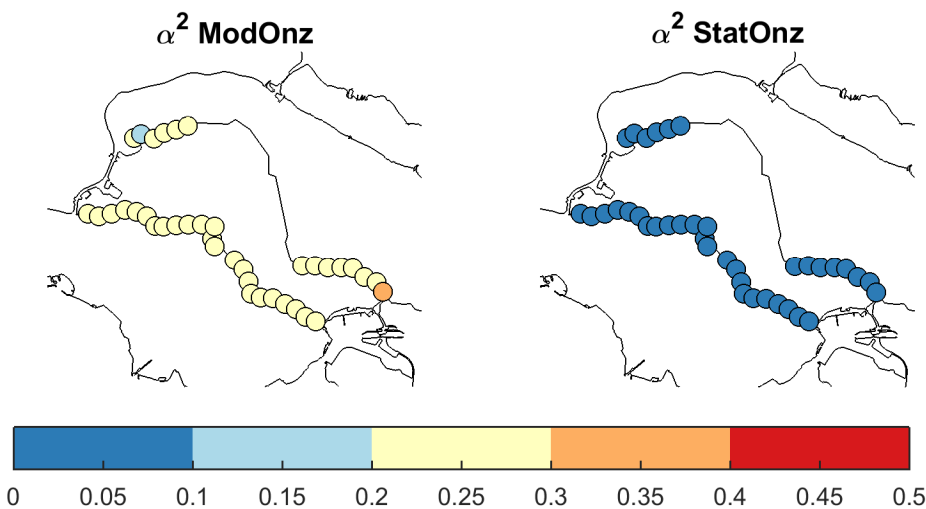
Voor de Veluwerandmeren is een vergelijkbare conclusie te trekken waarbij alleen de modelonzekerheden een rol spelen en de statistische onzekerheden geen significante invloed hebben. Daarnaast valt op dat op de iets bredere stukken van het watersysteem de invloed van de modelonzekerheid op de golfhoogte iets groter is dan op de smallere strekkingen. Vermoedelijk komt dit door de aanwezigheid van grotere strijklengtes. Dit geldt ook voor de bijdrage van modelonzekerheden in absolute zin. In Figuur 3.5 is te zien dat door de hogere golfhoogtes op de brede stukken het effect van modelonzekerheden daar het grootst is met waarden tot 0.5 m voor de bewuste 1/1000 per jaar norm. In de smalle delen komt het logischerwijze niet verder dan 0.3 m.



Figuur 3.16 Invloed van model- (links) en statistische onzekerheden (rechts) op de golfhoogte in de Veluwerandmeren.

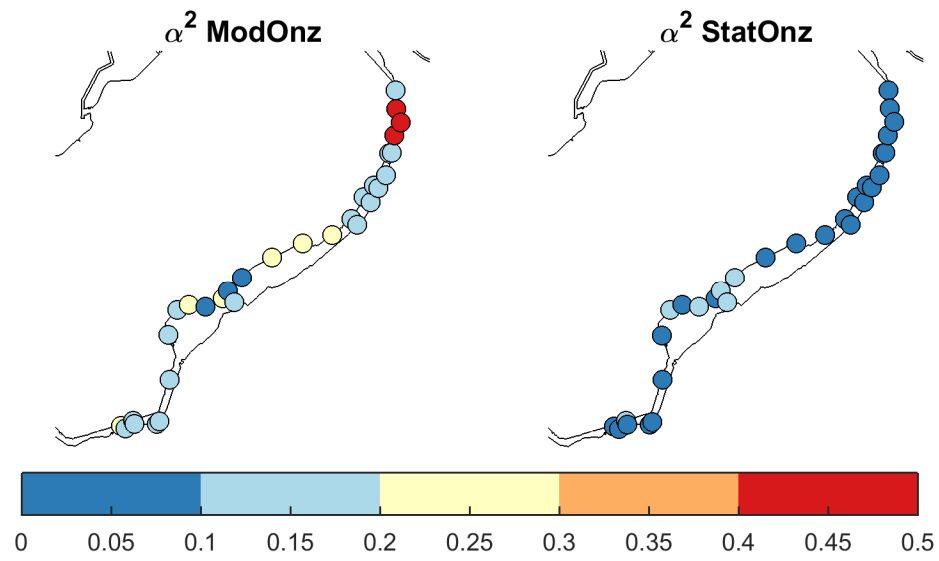
### 3.4.3 HBN

In het Grevelingenmeer is voor het HBN een vergelijkbare conclusie te trekken als voor de golfhoogte; de statistische onzekerheid is niet van belang en de modelonzekerheid speelt wel een rol. In dit geval gaat dat voornamelijk over de modelonzekerheden van de golfhoogte en –periode en niet zozeer over die van de waterstand. Hierbij is wederom het multiplicatieve karakter van de modelonzekerheden op de golven doorslaggevend. Logischerwijze is het effect van (model)onzekerheden op HBN dan ongeveer 10 cm (i.e. orde grootte van het effect van onzekerheden op de waterstand) groter dan het effect van onzekerheden op de golfhoogte.



Figuur 3.17 Invloed van model- (links) en statistische onzekerheden (rechts) op het HBN in het Grevelingenmeer.

In de Veluwerandmeren is de invloed van onzekerheden op het HBN in het algemeen zeer beperkt, zie Figuur 3.18. De uitzondering hierop zijn drie punten in de noordelijke punt van het watersysteem. Dit zijn punten waarbij het HBN nagenoeg gelijk is aan de waterstand. Golven zijn dus van ondergeschikt belang (vermoedelijk door de beperkte strijklengte) en het HBN wordt voor die punten bepaald door overloop en niet door golfoverslag, waarmee de modelonzekerheid in de waterstand belangrijk wordt. Op deze locaties is voor de 1/1000 jaar condities (Figuur 3.6) het effect van onzekerheden beperkt tot 0.30 m. Op de bredere stukken loopt het op 0.5 m, als gevolg van hogere golven en dus grotere onzekerheid rondom de golfhoogte en HBN.



Figuur 3.18 Invloed van model- (links) en statistische onzekerheden (rechts) op het HBN in de Veluwe randmeren.

## 4 Conclusies

In het onderhavige rapport zijn de Hydra-Ring rekeninstellingen afgeleid voor de watersystemen Grevelingenmeer en Veluwerandmeren. De analyse beschouwt ook ruimtelijke verschillen van HB en dominantie van stochasten. Zo blijkt het Grevelingenmeer voornamelijk meerpeil gedomineerd, maar is er in de Veluwerandmeren een scheiding tussen meerpeil dominantie in het zuidwesten en winddominantie in het noordoosten. Dit verschil in dominanties klinkt ook door in de te hanteren rekeninstellingen, zie Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Samenvatting van de te hanteren rekeninstellingen in het Grevelingenmeer en de Veluwerandmeren.

Gebied	Waterstand	Golfhoogte	HBN
Grevelingenmeer	FDIR4-FBC	FDIR4-FBC	FDIR4-FBC
Veluwerandmeren zuidwestelijk deel	FDIR4-FBC	FDIR4-FBC	FDIR4-FBC
Veluwerandmeren noordoostelijk deel	FDIR8-NTI	FDIR8-FBC	FDIR8-FBC

Bij de afleiding van de rekeninstellingen hebben we aangetoond dat de verschillen met Hydra-NL klein zijn, met andere woorden de resultaten van Hydra-NL en Hydra-Ring zijn consistent.

In de analyse van de invloed van stochasten in de Hydra-Ring ontwerpapunten is het onderscheid tussen wind- en meerpeildominantie duidelijk terug te zien. Het gedrag is geheel conform verwachting. De meeste locaties zijn meerpeil gedomineerd, met uitzondering van de uiteinden van de meren (Drontermeer en oostelijk gedeelte van Grevelingenmeer). De golfhoogte is uiteraard windgedomineerd. Het HBN is dat ook, met uitzondering van de locaties waar de strijklengtes te kort zijn om significante golven te genereren.

Het effect van het meenemen van onzekerheden is in absolute zin matig: bij een terugkeertijd van 1.000 jaar is dat ongeveer 10-20 cm op de waterstand en orde een halve meter op golfhoogte en HBN. Dit laatste wordt voornamelijk veroorzaakt door de forse spreiding in de modelonzekerheid van de golfhoogte. De ruimtelijke variatie van het effect is terug te voeren op de dominantie van meerpeil en wind en daarmee verklaarbaar. Hiermee hebben we de met Hydra-Ring verkregen resultaten voor de verschillende belastingparameters kunnen duiden. Wij achten de resultaten als voldoende betrouwbaar. Uitzondering hierop vormt locatie VR\_1\_8-5\_dk\_00006' (ID 2000018) in het Veluwemeer en de locaties 'GM\_1\_25-4\_dk\_00007' tot en met 'GM\_1\_25-4\_dk\_00022' in het Grevelingenmeer. Zoals in de uitgangspunten (paragraaf 1.3) vermeld, zijn de locaties in het Grevelingenmeer buiten beschouwing gelaten.

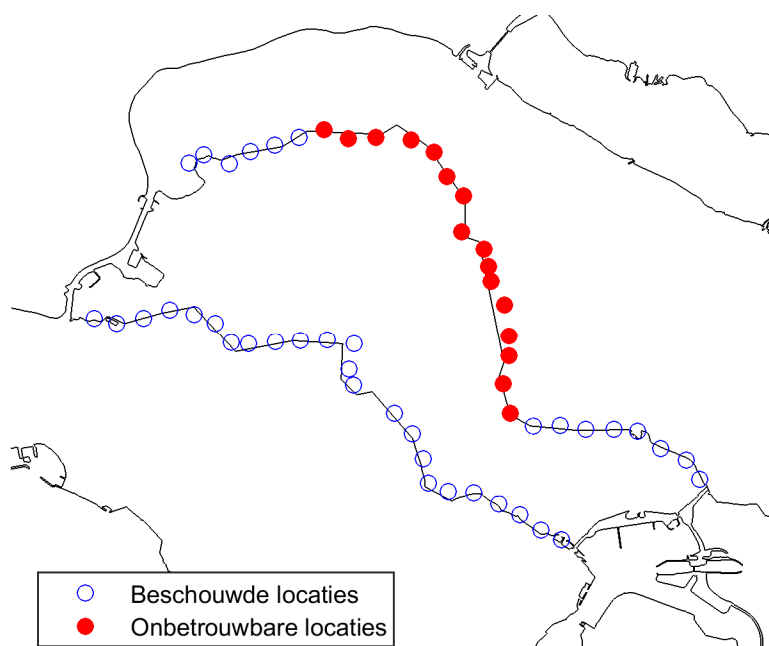
## 5 Referenties

Deltares (2017). Vaststelling van rekeninstellingen voor Hydra-Ring berekeningen van Hydraulische Belastingen. Deltares rapport 1230087-011-HYE-0001. Augustus 2017 (J. Groeneweg en J. den Bieman).

Min. I&M (2017). Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017. Bijlage II Voorschriften bepaling hydraulische belasting primaire waterkeringen. Uitgegeven door Ministerie van Infrastructuur en Milieu.

## A Niet beschouwde locaties Grevelingen

Zoals genoemd in de uitgangspunten is een deel van de beschikbare locaties in het Grevelingenmeer niet beschouwd in dit rapport, omdat deze onbetrouwbaar worden geacht. In Figuur A.1 worden de locaties op de kaart weergegeven en in Tabel A.1 is een overzicht van de betreffende locaties opgenomen.



Figuur A.1 Ruimtelijk overzicht van onbetrouwbare locaties in het Grevelingenmeer.

Tabel A.1 Onbetrouwbare locaties in het Grevelingenmeer.

Oude naam	Nieuwe naam	Locatie ID	RD x [m]	RD y [m]
DR25-07	GM_1_25-4_dk_00007	1900019	56414	424785
DR25-08	GM_1_25-4_dk_00008	1900021	57317	424448
DR25-09	GM_1_25-4_dk_00009	1900025	58310	424511
DR25-10	GM_1_25-4_dk_00010	1900027	59597	424413
DR25-11	GM_1_25-4_dk_00011	1900031	60430	423959
DR25-12	GM_1_25-4_dk_00012	1900032	60903	423088
DR25-13	GM_1_25-4_dk_00013	1900035	61508	422387
DR25-14	GM_1_25-4_dk_00014	1900034	61433	421082
DR25-15	GM_1_25-4_dk_00015	1900037	62247	420438
DR25-16	GM_1_25-4_dk_00016	1900038	62418	419813
DR25-17	GM_1_25-4_dk_00017	1900039	62512	419264
DR25-18	GM_1_25-4_dk_00018	1900042	62998	418405
DR25-19	GM_1_25-4_dk_00019	1900044	63175	417258
DR25-20	GM_1_25-4_dk_00020	1900043	63175	416539
DR25-21	GM_1_25-4_dk_00021	1900041	62948	415516
DR25-22	GM_1_25-4_dk_00022	1900045	63211	414450