Deltares

Enabling Delta Life

Hydraulische Belastingen 2017 voor Duinwaterkeringen

Deltares

Hydraulische Belastingen 2017 voor Duinwaterkeringen

Joost den Bieman

1220082-004

© Deltares, 2016, B

Deltares

Titel
Hydraulische Belastingen 2017 voor Duinwaterkeringen

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
RWS WVL	1220082-004	1220082-004-HYE-0003	49

Trefwoorden
WTI2017, HB, duinen

Samenvatting
In het voorliggende rapport worden getallen voor de Hydraulische Belastingen 2017 voor duinwaterkeringen gepresenteerd, zoals afgeleid met het softwareprogramma Hydra-Ring. Daarnaast wordt er een vergelijking gemaakt met de Hydraulische Randvoorwaarden 2006, zowel wat betreft uitgangspunten voor de berekeningen als resulterende getallen.

Summary
In this report the Hydraulic Boundary Conditions 2017 for dunes, determined by using the Hydra-Ring software, are presented. Additionally, a comparison is made with the existing Hydraulic Boundary Conditions 2006, both in terms of assumptions as well as the resulting boundary conditions.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	okt. 2015	Joost den Bieman		Marien Boers		Marcel van Gent	
2	mrt. 2016	Joost den Bieman		Marien Boers		Marcel van Gent	

Status
definitief

Inhoud

1 Inleiding 1
1.1 Doel 1
1.2 Afbakening 1
1.3 Leeswijzer 1

2 Verschillen in uitgangspunten HB2017 en HR2006 3
2.1 Wettelijke norm 3
2.1.1 Verhouding signaalwaarde en maximaal toelaatbare faalkans 3
2.1.2 Faalkansruimte (ω) 3
2.1.3 Lengte-effect 3
2.2 Doelkansen Hydra-Ring 4
2.3 Statistische onzekerheden 5
2.4 Rekenregel voor HB toetslaag 2a 5
2.4.1 Waterstand 6
2.4.2 Significante golfhoogte en piekperiode 6
2.4.3 Rekenwaarde korreldiameter 7

3 HB2017 en verschillen met HR2006 9
3.1 Waterstand 9
3.2 Significante golfhoogte 11
3.3 Piekperiode 13
3.4 Rekenwaarde korreldiameter 14

4 Referenties 17

Bijlage(n)

A Voorstel nieuwe normhoogtes A-1

B Vigerende normen B-1

C Verschillen per kustvak C-1
C.1 Schiermonnikoog C-1
C.2 Ameland C-3
C.3 Terschelling C-4
C.4 Vlieland C-6
C.5 Texel C-7
C.6 Noord-Holland C-9
C.7 Rijnland C-10
C.8 Delfland C-12
C.9 Voorne C-13
C.10 Goeree C-15
C.11 Schouwen C-16
C.12 Noord-Beveland C-18
C.13 Walcheren C-19
C.14 Zeeuws-Vlaanderen C-21

D Afleiding correctiefactoren golven t.b.v. belastingmodel duinen WTI2017 in het Deltagebied D-1

1 Inleiding

1.1 Doel

In dit rapport worden, met behulp van het softwareprogramma Hydra-Ring, concept Hydraulische Belastingen 2017 (HB2017) gepresenteerd voor duinwaterkeringen. Daarnaast wordt de vergelijking gemaakt met de Hydraulische Randvoorwaarden uit 2006 (HR2006, Min. V&W, 2007), zowel wat betreft de uitgangspunten als de waarden zelf.

1.2 Afbakening

In dit rapport wordt alleen gekeken naar het eindresultaat van de berekening (de waarden voor HB2017) en niet naar het effect van elke losse verandering in uitgangspunten op zichzelf.. Daarnaast wordt alleen ingegaan op de HB voor duinwaterkeringen langs de Noordzee.

Er wordt bij het afleiden van de HB2017 gebruik gemaakt van het WTI2017 softwareprogramma voor toetsing, Hydra-Ring (Deltares, 2012), met bijbehorende belasting (HRD) en locatie (HLCD) databases. Tezamen met de algemene uitgangspunten voor WTI2017 (Deltares, 2014a) vormen dit de uitgangspunten voor de HB bepaling, die niet ter discussie staan in dit rapport.

De HB2017 worden bepaald met behulp van de semi-probabilistische rekenregel (Deltares, 2015a). Deze rekenregel wijkt enigszins af van de methode van VTV2006. Volgens de systematiek van het VTV2006 is in het semi-probabilistische model voor duinen de waterstand (het rekenpeil) gelijk gekozen aan de waterstand die correspondeert met de faalkanseis voor een duinraai minus 1/3*decimeringshoogte. Dat betekent dat in de voorgaande toetsronden in het semi-probabilistische model voor duinen de waterstand (het rekenpeil) gelijk gekozen is aan de waterstand die een overschrijdingsfrequentie heeft van 2,15 keer de faalkanseis voor de duinraai. De waterstanden in voorliggend rapport zijn bepaald door uit te gaan van een factor 2 in plaats van 2,15. Een factor 2,15/2=1,075 in overschrijdingsfrequentie correspondeert met een toe/afname van de waterstand met 0,03*decimeringshoogte. Langs de kust is de decimeringshoogte maximaal in de orde van 1 meter, dus het effect van de factor 1,075 s maximaal 3 centimeter. Voor de rekenwaarde van de waterstand is een dergelijk verschil verwaarloosbaar.

1.3 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de verschillen in uitgangspunten tussen de HB2017 en HR2006. Hoofdstuk 2 beschrijft in het kort de methode van het afleiden van de HB met Hydra-Ring. In Hoofdstuk 3 wordt de vergelijking gemaakt met de HR2006 en worden de verschillen verklaard. Daarnaast wordt er een aantal Excel bestanden met dit rapport meegeleverd, waarin de HB2017 per kustlocatie zijn opgenomen.

2 Verschillen in uitgangspunten HB2017 en HR2006

2.1 Wettelijke norm

Ten aanzien van de wettelijke normen voor waterkeringen vinden er met het nieuwe Wettelijk Toetsinstrumentarium 2017 (WTI2017) drie belangrijke veranderingen plaats:

1. Er wordt overgestapt van een overschrijdingskansnorm naar een overstromingskansnorm,
2. De getalswaarde van de norm wordt op veel trajecten gewijzigd, zie Bijlage A (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2014) en Bijlage B,
3. Er wordt onderscheid gemaakt tussen een signaleringskans en een maximaal toelaatbare kans.

Het eerste betreft met name een verandering van de interpretatie van de norm. De nieuwe norm wordt nu letterlijk geïnterpreteerd als de kans dat er een overstroming plaatsvindt ergens in een dijktraject (RWS, 2015).

De verandering van de getalswaarde van de norm verschilt per traject. Zie Figuur A.1 voor het nieuwe normvoorstel[1] en Figuur B.1 voor de normen tot 2017. De meest in het oog springende veranderingen in de kustregio's zijn de soepelere normen voor de Noord-Hollandse kust en de strengere normen voor Walcheren en Voorne.

2.1.1 Verhouding signaalwaarde en maximaal toelaatbare faalkans

De nieuwe overstromingskansnorm wordt gedefinieerd als een signaleringskans. Wanneer de waterkering niet meer aan deze kans voldoet, hoeft deze nog niet direct als onvoldoende te worden beschouwd. Wel is het een sterk signaal dat er voorbereidingen getroffen moeten worden voor een versterking.

Wanneer de faalkans van de waterkering echter groter is dan de maximaal toelaatbare faalkans voldoet de waterkering niet meer. De maximaal toelaatbare faalkans is voor duinen een normklasse lichter dan de signaalwaarde. De Hydraulische Belastingen worden afgeleid gebruik makend van de maximaal toelaatbare faalkans.

2.1.2 Faalkansruimte (ω)

De faalkansruimte is het deel van de totale faalkans dat voor een gegeven faalmechanisme gereserveerd is in toetslaag 2a. Bij een semi-probabilistische berekening (toetslaag 2a) is niet op voorhand bekend hoe groot de relatieve bijdrage van de verschillende faalmechanismen aan de totale faalkans is. Daarom moet er vooraf een inschatting gemaakt worden van deze verdeling over de maximaal toelaatbare faalkans. Dit resulteert in de faalkansruimtefactor ω. Deze is gespecificeerd per faalmechanisme en sommeert tot 1 over alle relevante faalmechanismen per traject. Voor het faalmechanisme duinafslag wordt gerekend met een ω van 0,70. De resterende 30% is, in zowel toetslaag 2a als 2b, voor 'Overige faalmechanismen' gereserveerd (RWS, 2015).

2.1.3 Lengte-effect

Het lengte-effect is een factor die het opschalen in de ruimte van dwarsdoorsnede naar dijktraject verdisconteerd. De toetsing binnen toetslaag 2a vindt plaats op het niveau van

[1] *Let op, het normvoorstel is op het moment van schrijven nog onderwerp van discussie.*

individuele dwarsdoorsnedes. Uit het toetsen van deze 'platte' dwarsdoorsnedes wordt informatie over het falen van een dijktraject met een bepaalde lengte ontleend. Het ruimtelijk opschalen van een dwarsdoorsnede naar een dijktraject verloopt middels een lengte-effect factor. De getalswaarde van deze factor is afhankelijk van de correlatielengtes van de relevante stochasten in relatie tot de lengte van het dijktraject. Voor duinwaterkeringen is na afweging de rekenwaarde van de lengte-effect factor als 2[2] bepaald. De lengte-effect factor is gebruikt bij de afleiding van de semi-probabilistische rekenregel (Deltares, 2015a). De lengte-effect factor komt niet terug in de rekenregel zelf, maar de rekenregel is alleen geldig voor een lengte-effect factor van 2.

2.2 Doelkansen Hydra-Ring

Voor de berekening van Hydraulische Belastingen wordt in Hydra-Ring geïtereerd naar de waterstand bij een gegeven overschrijdingskans, hier doelkans genoemd. Hier worden via toepassing van de rekenregel (Tabel 2.3) ook de bijbehorende verwachtingswaarde voor significante golfhoogte (H_s) en piekperiode (T_p) bij gegeven.

Om ook een coherent ruimtelijk beeld te kunnen vormen is voor alle locaties een set van 7 overschrijdingskansen doorgerekend (dus niet slechts de norm die op die locatie van toepassing is), zie Tabel 2.1. De wettelijke norm (signaalwaarde) wordt eerst omgerekend tot een maximaal toelaatbare faalkans (een normklasse lichter). Vervolgens wordt de faalkansruimtefactor voor duinen toegepast om tot de doelkans op raainiveau voor de HB berekening te komen. Deze doelkans wordt t.b.v. de invoer in Hydra-Ring omgerekend naar een β waarde volgens $\beta = \Phi^{-1}(P_{doel})$, waar Φ^{-1} de inverse standaard normaalverdeling is. Merk op dat de lengte-effect factor geen deel uitmaakt van de omrekening. Deze wordt wel gebruikt bij het afleiden van de semi-probabilistische rekenregel, maar is geen onderdeel van de rekenregel zelf (zie ook Deltares, 2015a). In andere woorden, het lengte-effect wordt niet meegenomen in de doelkans die in de semi-probabilistische rekenregel wordt gebruikt.

Tabel 2.1 Overzicht van doelkansen voor de waterstand in de semi-probabilistische rekenregel .

Norm (signaalwaarde)	Maximaal toelaatbare faalkans	Faalkans-ruimtefactor duinen (ω)	Doelkans HB waterstand rekenregel	β doelkans waterstand rekenregel
1/300	1/100	0,70	1/143	2,46
1/1.000	1/300	0,70	1/429	2,83
1/3.000	1/1.000	0,70	1/1.429	3,19
1/10.000	1/3.000	0,70	1/4.286	3,50
1/30.000	1/10.000	0,70	1/14.286	3,81
1/100.000	1/30.000	0,70	1/42.857	4,07
1/300.000	1/100.000	0,70	1/142.857	4,34

Merk op dat het vigerende model voor duinafslag, DUROS+ (Van Gent et al., 2008), bedoeld is voor kansen kleiner van 1/1.000 per jaar.

[2] *Deze waarde vormt een bovengrens. De maximumwaarde geconstateerd in HKV (2015a) bedraagt 1,3.*

2.3 Statistische onzekerheden

Er is besloten om in WTI2017 voor een groot aantal basisstochasten de statistische onzekerheid als stochast mee te nemen. In het geval van duinwaterkeringen is de enige statistische onzekerheid die mee wordt genomen de statistische onzekerheid op de zeewaterstand en is de verwachting dat dit een waterstandsverhoging van ca. 15 cm tot gevolg heeft (HKV, 2015b; Deltares, 2015c). Omdat de verwachtingswaardes van zowel de golfhoogte als de golfperiode direct gekoppeld zijn aan de zeewaterstand, zullen deze ook toenemen.

In Tabel 2.2 worden , voor een aantal locaties langs de Nederlandse kust, de waterstanden van de HB2017 voor één faalkans vergeleken met de Hydra-Ring resultaten waarbij geen onzekerheden mee zijn genomen. Er blijkt een relatief beperkte variatie langs de kust te bestaan in het effect van het meenemen van onzekerheden. Let wel dat het effect ook afhangt van de gehanteerde faalkans.

Tabel 2.2 HB2017 waarden vergeleken met Hydra-Ring resultaten zonder het meenemen van onzekerheden, voor een maximaal toelaatbare faalkans van 1/3.000 per jaar.

JARKUS raai	Waterstand HB2017 [m +NAP]	Zonder onzekerheden [m +NAP]	Effect meenemen onzekerheden [m]
2000440	4.61	4.53	0.08
3001420	4.54	4.46	0.08
4001260	4.39	4.33	0.07
5005095	4.31	4.25	0.06
6002300	4.27	4.21	0.06
7003900	4.84	4.77	0.08
8007775	5.01	4.93	0.08
9011125	4.97	4.90	0.08
11001160	5.09	5.02	0.08
12001575	5.15	5.07	0.08
13000899	5.21	5.13	0.08
15000300	5.32	5.24	0.09
16002300	5.38	5.29	0.09
17000705	5.48	5.39	0.09

2.4 Rekenregel voor HB toetslaag 2a

Er is in het kader van WTI2017 opnieuw een rekenregel afgeleid om tot semi-probabilistische randvoorwaarden te komen (HB2017), zie Tabel 2.3 en onderstaande beschrijving. Voor details omtrent de totstandkoming van de nieuwe rekenregel, zie Deltares (2015a).

Tabel 2.3 HB2017 rekenregel voor het afleiden van HB voor duinen.

Variabele	Rekenregel HB2017	Rekenregel HR2006
Waterstand (h)	$P(h > H) = P_{f,\max.\text{toel.}} \bullet \omega$ Incl. statistische onzekerheid	$h = h(P_{norm}) + \frac{2}{3} h_{decimering}$
Golfhoogte (H_s)	$H_S = a + bh - c(\mathrm{d} - \mathrm{h})^e$	$H_S = a + bh - c(\mathrm{d} - \mathrm{h})^e$
Golfperiode (T_p)	$T_P = \alpha + \beta H_S$	$T_P = \alpha + \beta H_S$
Rekendiameter (D_{reken})	$D_{reken} = \mu_{D50} - 5\frac{(\sigma_{D50})^2}{\mu_{D50}}$ Lineaire interpolatie	$D_{reken} = \mu_{D50} - 5\frac{(\sigma_{D50})^2}{\mu_{D50}}$ Nearest-neighbour

2.4.1 Waterstand

In de HB2017 wordt er gerekend met de waterstand incl. statistische onzekerheden als stochast. Deze wordt afgeleid voor een doelkans waarin rekening is gehouden met de faalkansruimtefactor voor duinen en de maximaal toelaatbare faalkans (zie ook Tabel 2.1).

Voor de HR2006 wordt de waterstand bij de norm genomen (zonder statistische onzekerheden als stochast). Deze waterstand wordt vervolgens verhoogd met 2/3 maal de decimeringshoogte, het verschil tussen de waterstand bij de norm en de waterstand bij een 10 maal zo kleine kans.

2.4.2 Significante golfhoogte en piekperiode

De significante golfhoogte en de piekperiode zijn volledig afhankelijk van de waterstand. Dit geldt voor zowel de HB2017 als de HR2006. De constanten in de vergelijkingen in Tabel 2.3 zijn gedefinieerd op de steunpunten en zijn te vinden in WL|Delft Hydraulics, Alkyon en TU Delft (2007). Echter, de waterstand waarop de H_s en T_p worden gebaseerd is significant anders tussen beide, hetgeen voor verschillen zorgt. Daarnaast wordt op een aantal locaties correctiefactoren toegepast, zie Bijlage D.

Ten aanzien van de bepaling van de golfhoogte zit er in de HR2006 een fout in het steunpunt Den Helder. Deze fout is hersteld in Hydra-Ring.

2.4.3 Rekenwaarde korreldiameter

Gegevens over de korreldiameter zijn op een beperkt aantal meetlocaties beschikbaar. In het Technisch Rapport Duinafslag (ENW, 2007) worden deze getallen gepresenteerd, maar er wordt geen ruimtelijke interpolatiemethode voorgeschreven om tot korreldiameters voor alle locaties te komen. In de praktijk werd vaak de ‘nearest-neighbour’ methode gehanteerd om tot een rekenwaarde van de korreldiameter op alle locaties te komen, terwijl voor WTI2017 wel expliciet een interpolatiemethode wordt voorgeschreven, , namelijk lineaire interpolatie (Deltares, 2015b). Uitzondering vormen strekkingen die verder liggen dan de laatste meetlocatie. Daarvoor wordt de waarde van de laatste meetlocatie overgenomen). Waar een ‘nearest-neighbour’ interpolatie resulteert in een steeds abrupt verspringende waarde (de waarde van de dichtstbijzijnde meting wordt immers exact overgenomen), geeft lineaire interpolatie een geleidelijker verloop van de rekenwaarde voor de korreldiameter. Hierdoor wordt een ruimtelijke variatie in het verschil met de ‘nearest-neighbour’ methode verwacht. Merk op dat de gegevens over de korreldiameter uit ENW (2007) uit 1984 stammen en dus inmiddels mogelijk verouderd zijn.

Het berekenen van de rekenwaarde voor de korreldiameter is niet mogelijk met Hydra-Ring, en is met behulp van Matlab scripts gedaan.

3 HB2017 en verschillen met HR2006

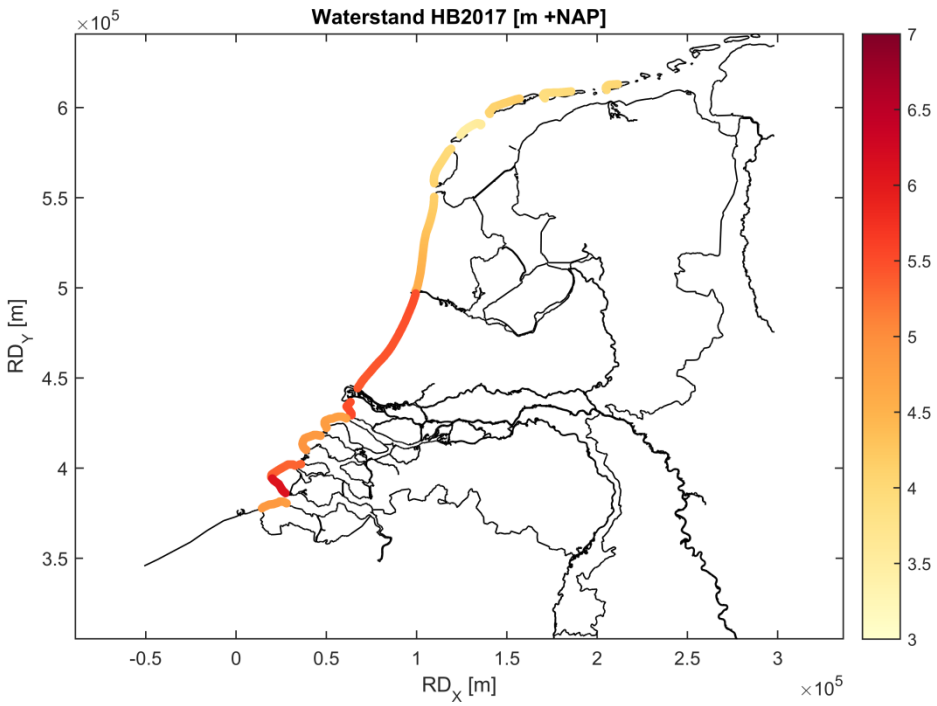
Onderstaand worden in Figuur 3.1 t/m Figuur 3.9 de waarden voor de HB2017 gepresenteerd. Ter vergelijking zijn ook de waarden van de HR2006 weergegeven (zie ook Deltares, 2014b). Daarnaast zijn er figuren met de verschillen per kustvak in Bijlage C opgenomen.

3.1 Waterstand

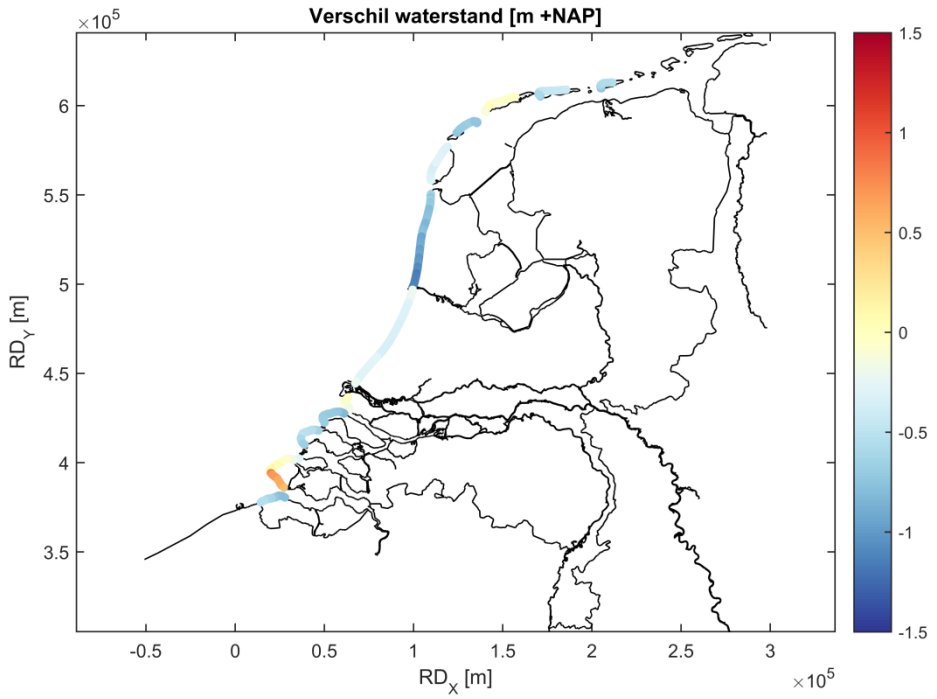
In Figuur 3.1 wordt de waterstand voor de HB2017 bij de doelkans, gebaseerd op de nieuwe norm (signaleringskans), weergegeven. Merk op dat de normen per traject verschillen en dat de figuren in dit hoofdstuk dus geen consistent ruimtelijk beeld bieden van de belastingvariabelen. De verschillen in de norm zijn ook duidelijk terug te zien tussen de verschillende trajecten langs de kust: de waterstand verspringt tussen de trajecten, terwijl er binnen een traject een geleidelijk verloop is.

De waardes uit Figuur 3.1 worden in Figuur 3.2 vergeleken met de HR2006. Bedenk hierbij dat de verschillen tussen beide worden veroorzaakt door een combinatie van de zaken besproken in Hoofdstuk 2. Het algemene beeld is dat de waterstand nagenoeg overal gelijk blijft of lager wordt, met als uitzondering van Zuid-Walcheren met een toename van ca. 0,5 m. De verklaring hiervoor is dat er voor dat traject in het nieuwe normvoorstel een hogere norm wordt gehanteerd. Voor veel andere trajecten valt het nieuwe normvoorstel juist lager uit. Opvallend hierin is de kust van Noord-Holland. Hier wordt de norm verlaagd van 1/10.000 per jaar naar 1/3.000 per jaar (signaalwaarde, 1/1.000 per jaar maximaal toelaatbare faalkans), hetgeen leidt tot een lagere waterstand van ca. 1 m.

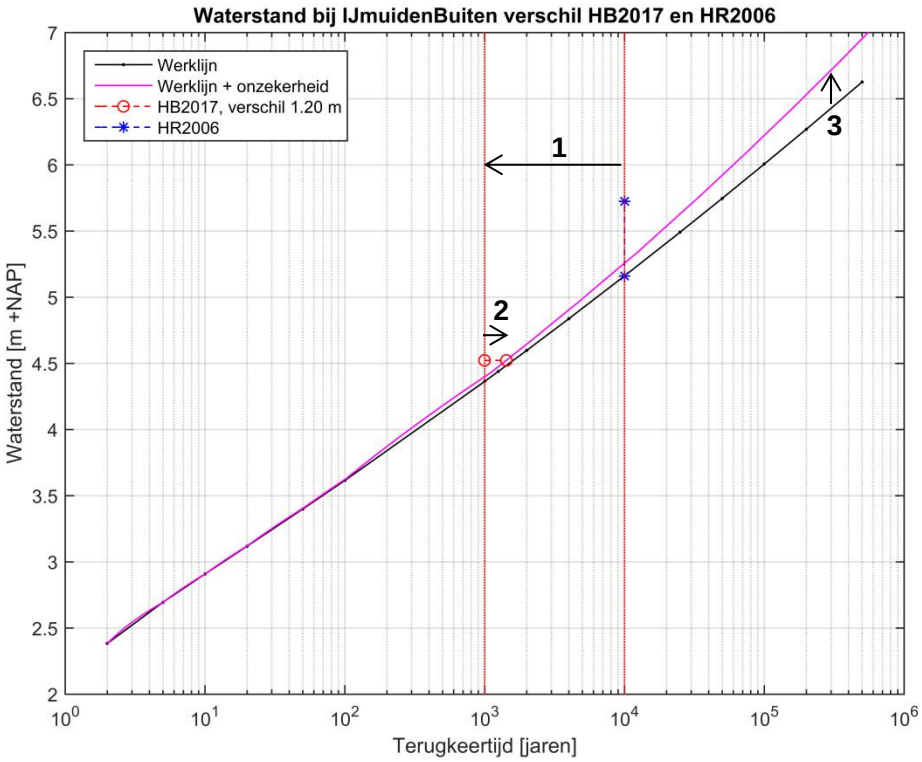
Als illustratie, is het effect van deze normwijziging in Figuur 3.3 op de waterstandsbepaling voor HB2017 en HR2006 weergegeven voor het steunpunt IJmuiden. Hierbij worden ook de verschillen in uitgangspunten tussen HB2017 en HR2006 duidelijk middels de genummerde pijlen in de figuur. Pijl 1 geeft de verandering in norm aan, van 1/10.000 jaar naar een maximaal toelaatbare faalkans van 1/1.000 jaar. Pijl 2 geeft het effect van de faalkansruimtefactor (0,7). Pijl 3 geeft het effect van het meenemen van onzekerheden aan. Daarnaast maakt de HR2006 ook nog gebruikt van de oude rekenregel waarin er 2/3 maal de decimeringshoogte wordt opgeteld bij de waterstand. Het uiteindelijke verschil bedraagt 1,20 m.



Figuur 3.1 HB2017 waterstanden behorende bij de doelkans, gebaseerd op het voorstel voor de nieuwe normhoogtes.



Figuur 3.2 HB2017 – HR2006, verschillen in waterstand.



Figuur 3.3 Voorbeeld effect normverandering Noord-Holland. De oude norm 1/10.000 per jaar, nieuwe norm 1/3.000 per jaar (maximaal toelaatbare faalkans 1/1.000 per jaar).

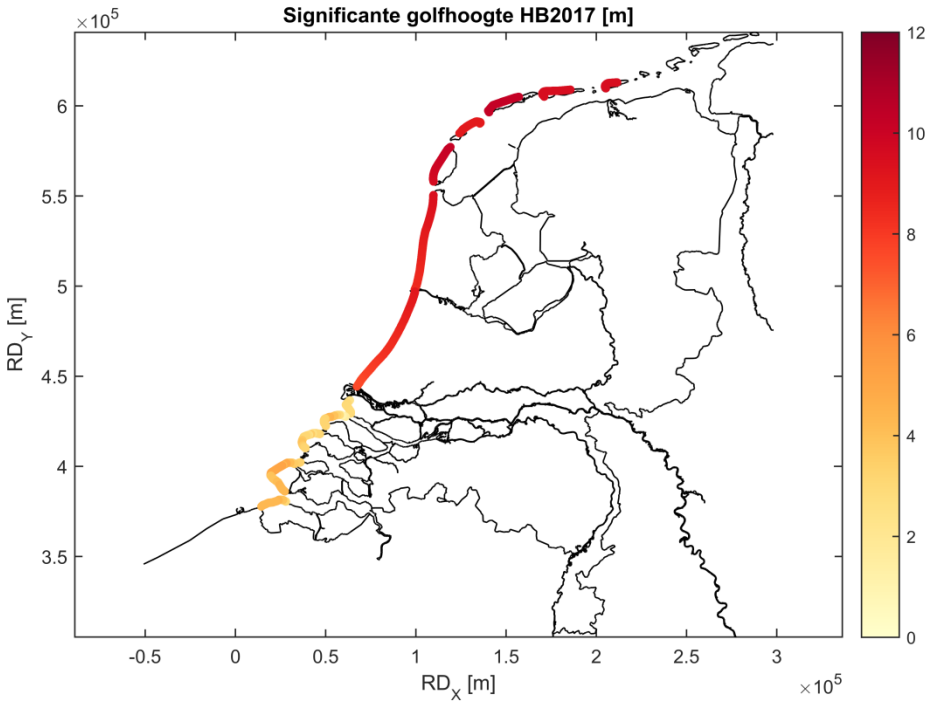
3.2 Significante golfhoogte

In Figuur 3.4 wordt de significante golfhoogte voor de HB2017 bij de doelkans, gebaseerd op de nieuwe norm (signaleringskans), weergegeven. De verschillen met HR2006 zijn te zien in Figuur 3.5. Merk hierbij op dat de significante golfhoogte direct volgt uit de waterstand, zonder dat hier andere factoren of onzekerheden tussen zitten.

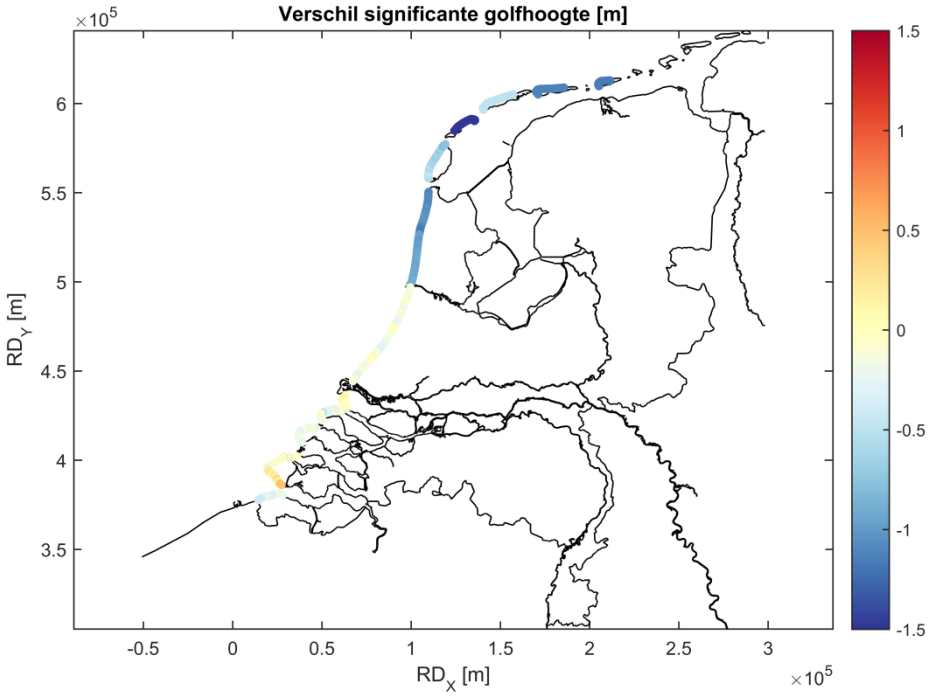
De algehele trend in de verschillen is dan ook vergelijkbaar met de verschillen in de waterstand, ongeveer gelijke of kleinere golfhoogtes. De uitzondering hierop is de Zuidwestelijke Delta, waar een duidelijke sprong naar lagere golfhoogtes te zien is, vergeleken met de HB2017 voor de Hollandse kust. Langs de Zeeuwse kust worden namelijk correctiefactoren toegepast waardoor zowel de golfhoogte als de golfperiode afnemen, om het effect van de aanwezige bankenstelsels en ondiepe voorlanden te verrekenen. De HB worden op de ca. -20 m NAP contour gedefinieerd, en het duinafslagmodel DUROS+ gaat uit van een gestandaardiseerde golftransformatie, waardoor het effect van platen en ondieptes standaard niet wordt meegenomen.

Daarnaast werd voor de HR2006 voor alle raaien binnen een kusttraject dezelfde representatieve waarde voor de significante golfhoogte en piekperiode gehanteerd. De HB2017 zijn per raai afgeleid, hetgeen een veel vloeiender verloop geeft (zie Bijlage C). Dit is nodig omdat er in de nieuwe methodiek wordt uitgegaan van kleinere vakken, zodat er ook met een relatief klein lengte-effect gerekend kan worden.

De grootste verschillen met de HR2006 zijn bij Noord-Holland (ca. -1 m), Vlieland (ongeveer van -1,5), Ameland en Schiermonnikoog (beiden ca. 1 m). Langs de rest van de kust zijn de verschillen relatief klein.



Figuur 3.4 HB2017 significante golfhoogtes behorende bij de doelkans, gebaseerd op het voorstel voor de nieuwe normhoogtes.

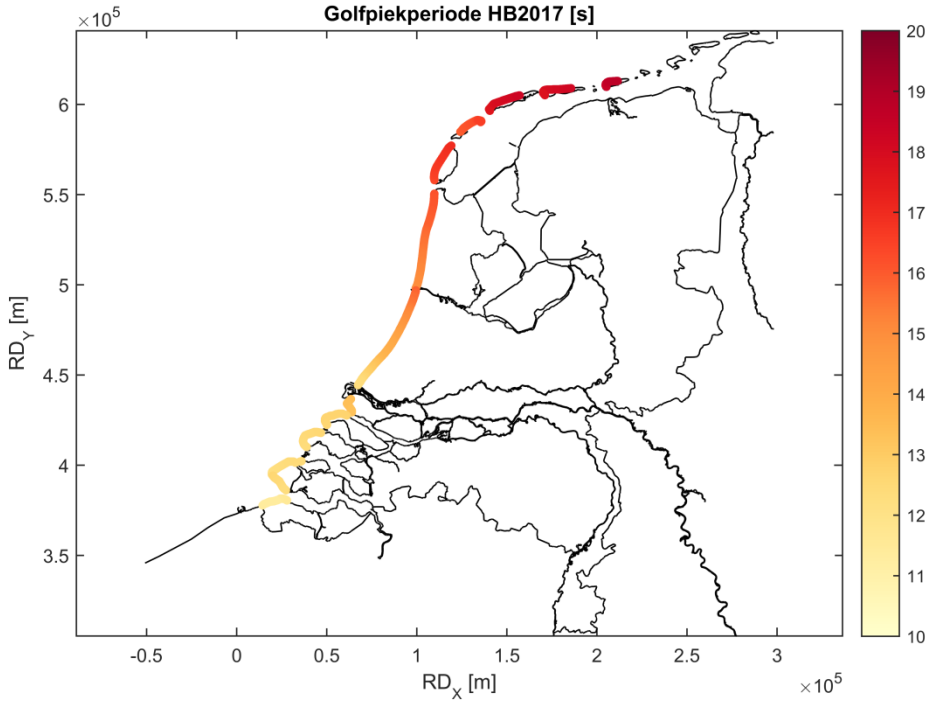


Figuur 3.5 HB2017 – HR2006, verschillen in significante golfhoogte.

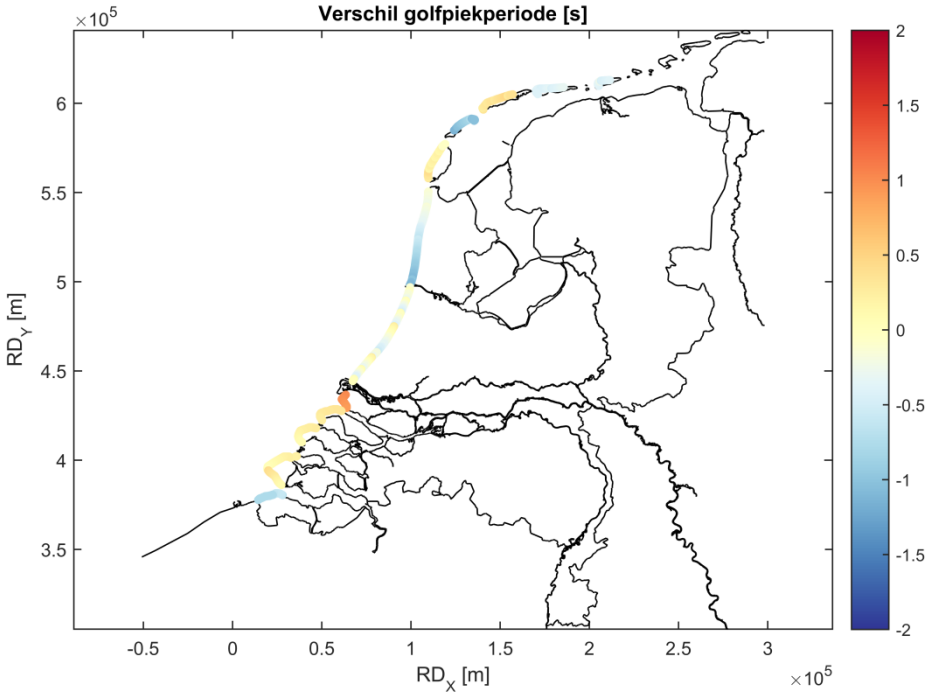
3.3 Piekperiode

In Figuur 3.6 wordt de piekperiode voor de HB2017 bij de doelkans, gebaseerd op de nieuwe norm (signaleringskans), weergegeven. De verschillen met HR2006 zijn te zien in Figuur 3.7. Net als bij de golfhoogte is de verwachtingswaarde van de piekperiode direct gekoppeld aan de waterstand en is er voor de Zuidwestelijke Delta sprake van correctiefactoren als gevolg van de aanwezigheid van bankenstelsels en ondiepe voorlanden die zorgen voor een afname van de piekperiode.

De grootste verschillen met HR2006 zijn te vinden bij Noord-Holland (ca. -1 s), Terschelling (ca. +1 s) en Voorne (ca. +1,5 s). In de andere gebieden blijven de verschillen met HR2006 relatief beperkt. Ten aanzien van de bepaling van de golfhoogte zit er in de HR2006 een fout in het steunpunt Den Helder. Deze fout is hersteld in Hydra-Ring, wat een deel van de verschillen tussen IJmuiden en Vlieland (het bereik waar steunpunt Den Helder invloed heeft) verklaart.



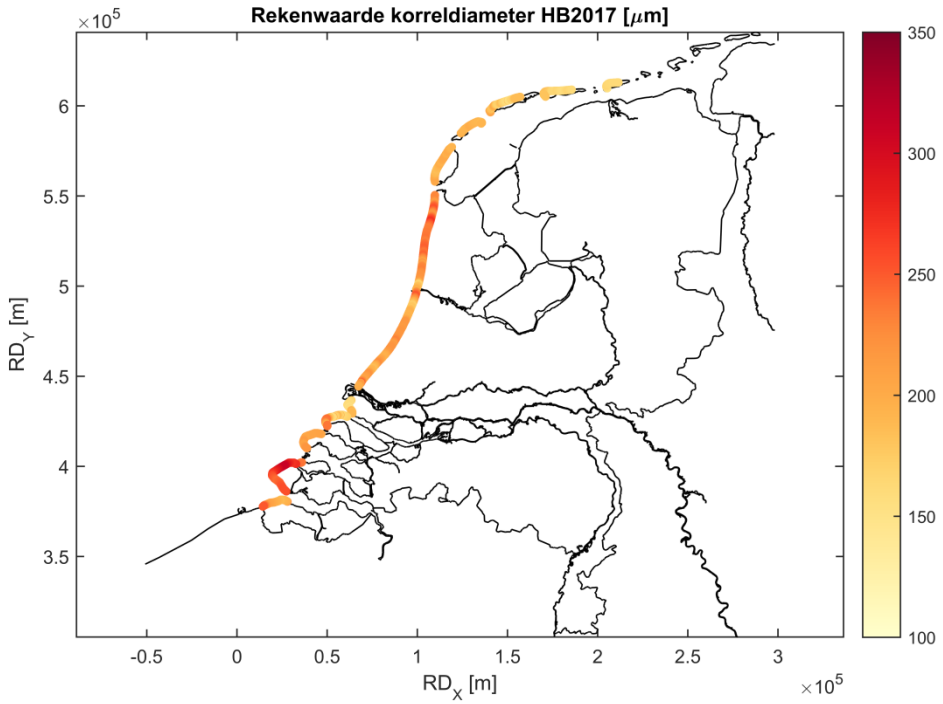
Figuur 3.6 HB2017 waterstanden behorende bij de doelkans, gebaseerd op het voorstel voor de nieuwe normhoogtes.



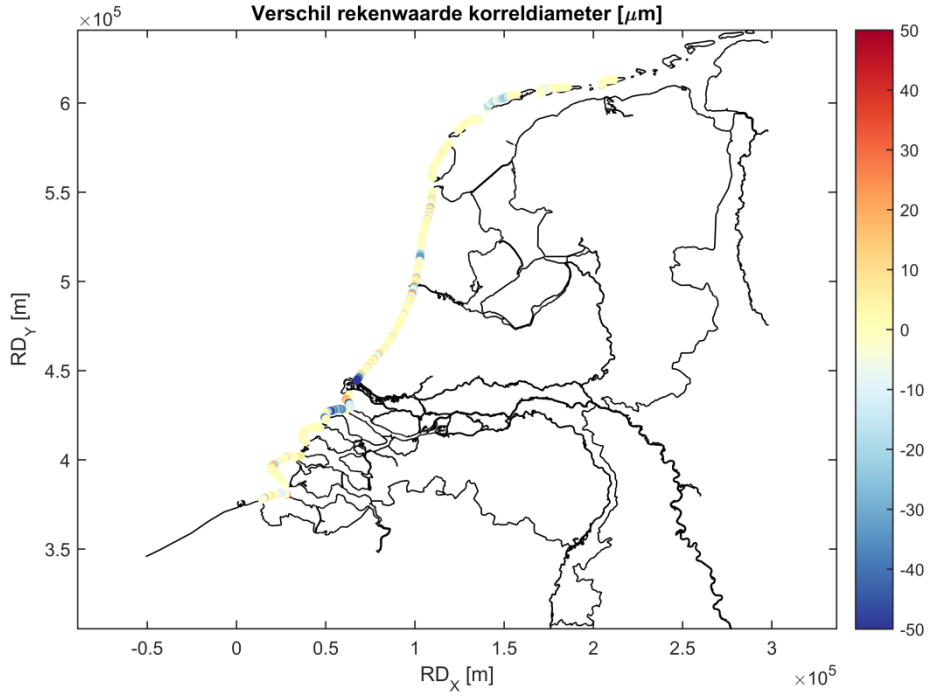
Figuur 3.7 HB2017 – HR2006, verschillen in piekperiode.

3.4 Rekenwaarde korreldiameter

In Figuur 3.8 wordt de rekenwaarde van de korreldiameter voor de HB2017 weergegeven, welke in Figuur 3.9 wordt vergeleken met de HR2006. Deze rekenwaarde is onafhankelijk van de trajectnorm. Het enige verschil met de HR2006 is de ruimtelijke interpolatie methode (zie Paragraaf 2.4.3), wat een verklaring is voor de sterke ruimtelijke variatie in de verschillen met HR2006. De verschillen zelf zijn echter over het algemeen klein.



Figuur 3.8 HB2017 rekenwaarde voor de korreldiameter behorende bij de doelkans, gebaseerd op het voorstel voor de nieuwe normhoogtes.



Figuur 3.9 HB2017 – HR2006, verschillen in rekendiameter.

4 Referenties

Deltares, 2015a. Kalibratie van semi-probabilistisch toetsvoorschrift voor duinen ten behoeve van WTI2017. Rapport, 1220080-008-ZWS-0002

Deltares, 2015b. Schematiseringshandleiding Duinafslag WTI 2017. Rapport, 1220085-003-HYE-0001.

Deltares, 2015c. Basisstochasten WTI-2017 – Statistiek en statistische onzekerheid. Rapport, 1209433-012-HYE-0006 (concept).

Deltares, 2014a. Uitgangspunten WTI2017. Rapport, 1209429-001-GEO-0011.

Deltares, 2014b. Methode voor het bepalen van HR Duinen voor WTI2017. Rapport, 1209433-004-HYE-0001.

Deltares, 2012. Hydra-Ring Scientific Documentation. Rapport, 1206006-004-ZWS-0001.

Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW), 2007. Technisch Rapport Duinafslag (TRDA 2006).

Van Gent, M.R.A., Van Thiel de Vries, J.S.M., Coeveld, E.M., De Vroeg, J.H. and Van de Graaff, J., 2008, Large-scale dune erosion tests to study the influence of wave periods, Coastal Engineering, 55:1041-1051.

HKV, 2015a. Afleiden lengtefactoren (N-waarden) golfoverslag en duinafslag. Memo, PR3085.10.

HKV, 2015b. Onzekerheden kuststations – Aanpassing betrouwbaarheidsintervallen op basis van nieuwe inzichten. Memo, PR2829.30.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2014. Nationaal Waterplan 2016 – 2021 (NWP 2016 – 2021).

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007. Hydraulische Randvoorwaarden primaire waterkeringen – voor de derde toetsronde 2006-2011 (HR2006).

Rijkswaterstaat, 2015. Handreiking ontwerpen met overstromingskansen, Veiligheidsfactoren en belastingen bij nieuwe overstromingskansnormen.

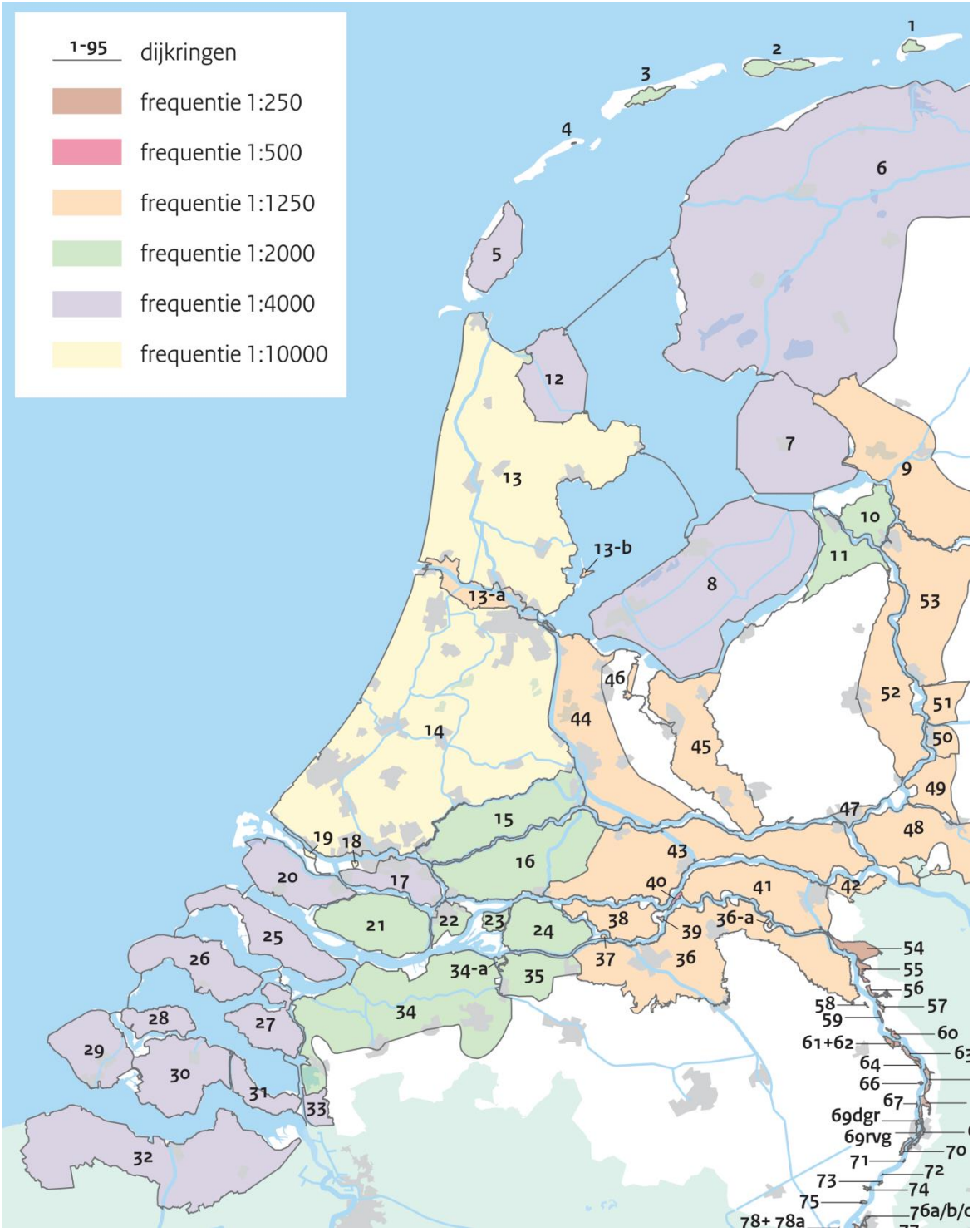
Rijkswaterstaat, 1984. Randvoorwaarden langs de Zeeuwse kust ten behoeve van de T.A.W.-leidraad “Duinafslag”. Notitie, WWKZ-84.V319. Auteur: P. Roelse.

WL|Delft Hydraulics, Alkyon en TU Delft, 2007. Dune Erosion Product 3: Probabilistic dune erosion prediction method. Rapport, H4357.

A Voorstel nieuwe normhoogtes

Figuur A.1 Normspecificaties per dijktraject (overstromingskans), uit Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken (2014).

B Vigerende normen

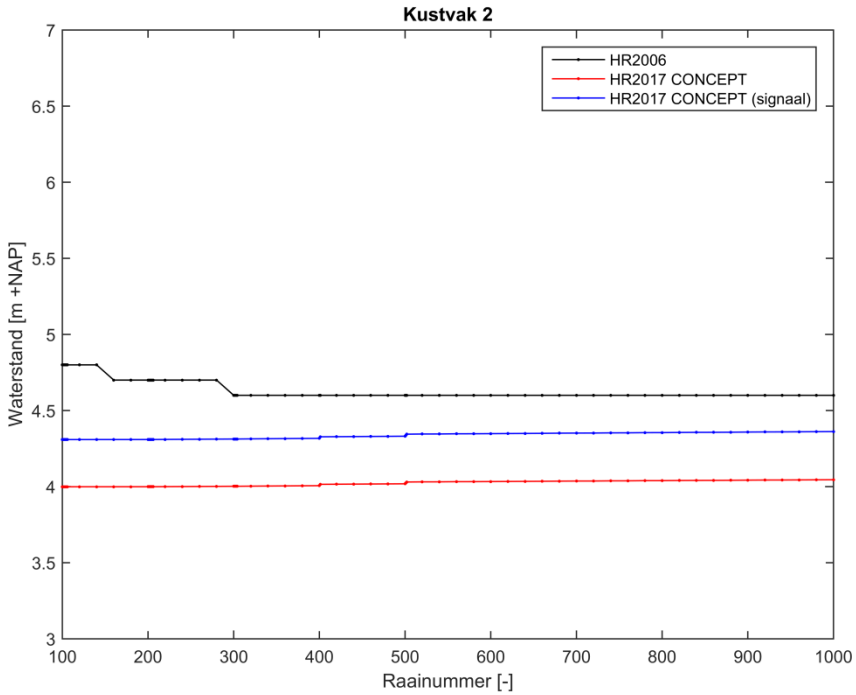


Figuur B.1 Normen per dijkring, op basis waarvan de HR2006 (Min. V&W, 2007) zijn afgeleid.

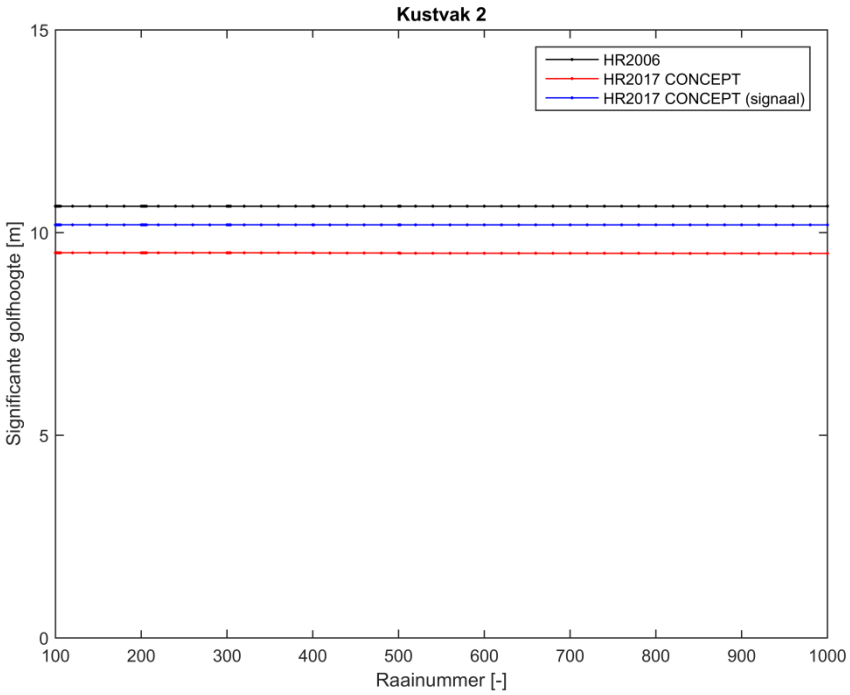
C Verschillen per kustvak

In de onderstaande figuren worden per JARKUS kustvak de vigerende HR2006 vergeleken met de HB2017 (bij de maximaal toelaatbare faalkans, zoals ook in de rest van het rapport gepresenteerd) en de HB2017 bij de signaalwaarde. Zowel waterstand, significante golfhoogte als piekperiode worden vergeleken.

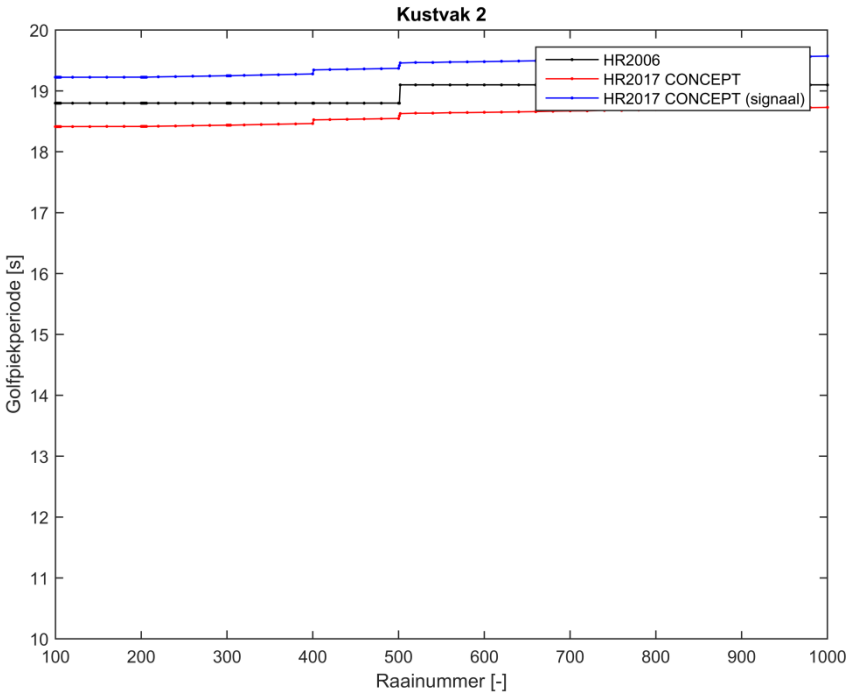
C.1 Schiermonnikoog



Figuur C.1 Kustvak 2, vergelijking op waterstand.

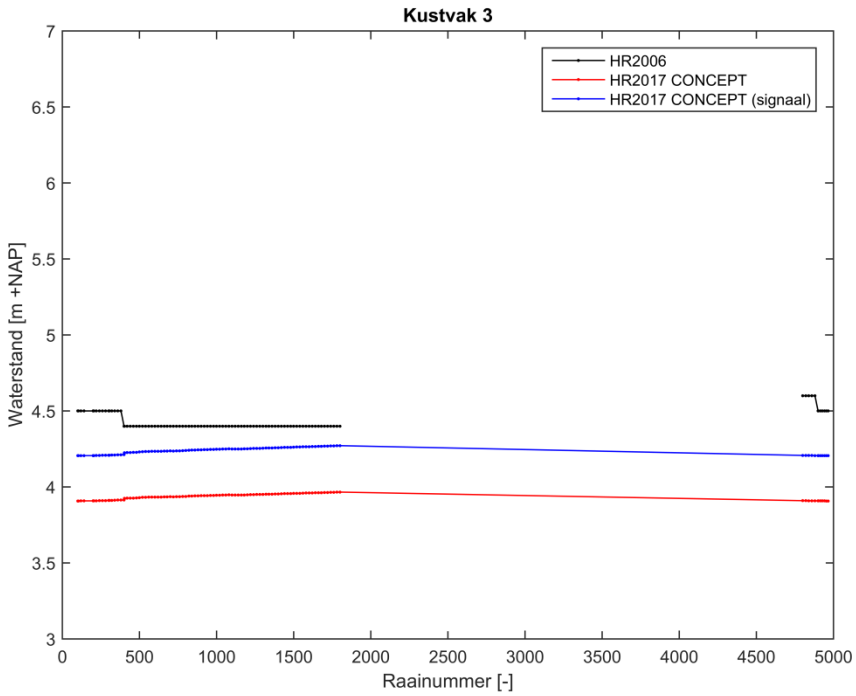


Figuur C.2 Kustvak 2, vergelijking op golfhoogte.

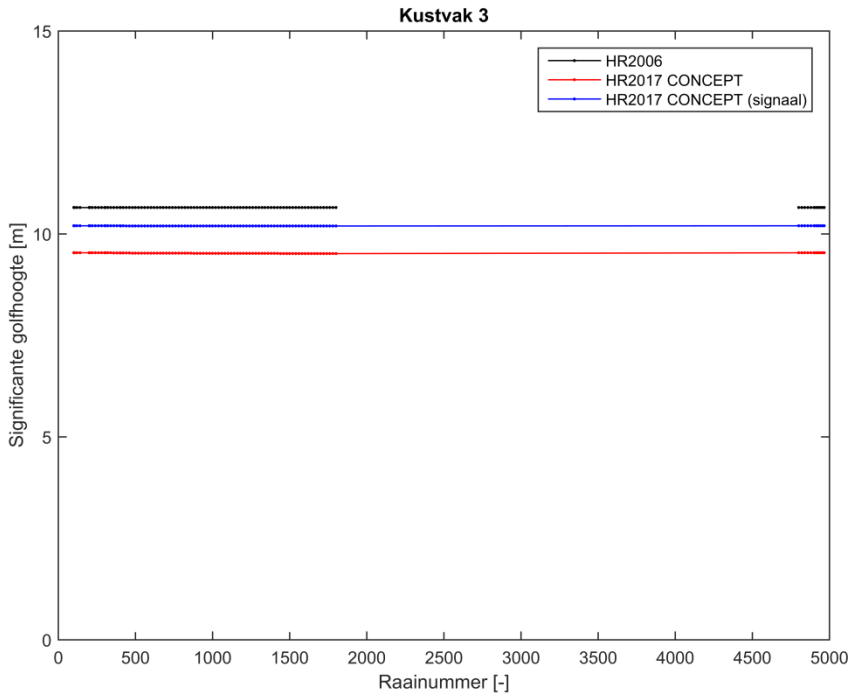


Figuur C.3 Kustvak 2, vergelijking op golfperiode.

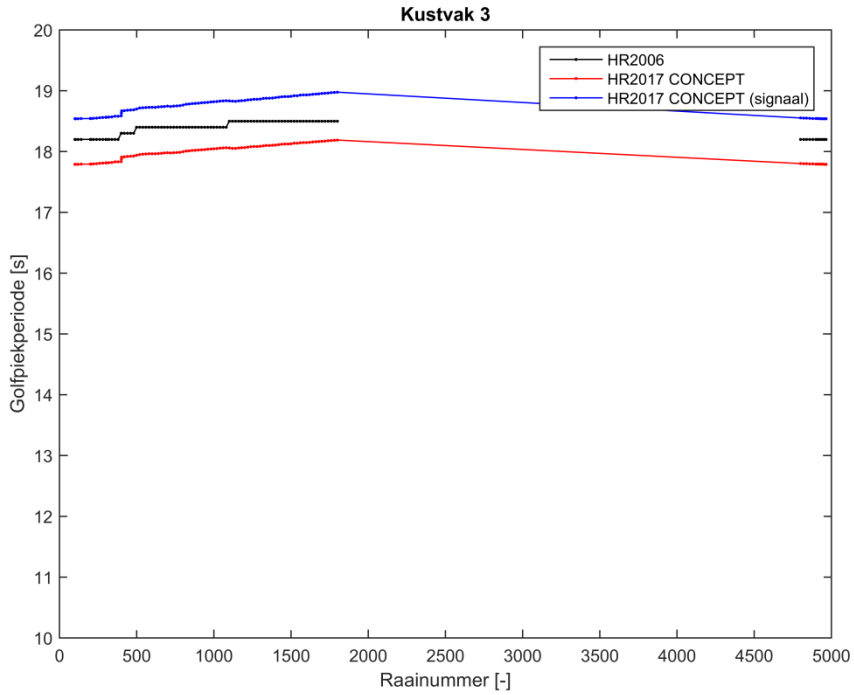
C.2 Ameland



Figuur C.4 Kustvak 3, vergelijking op waterstand.

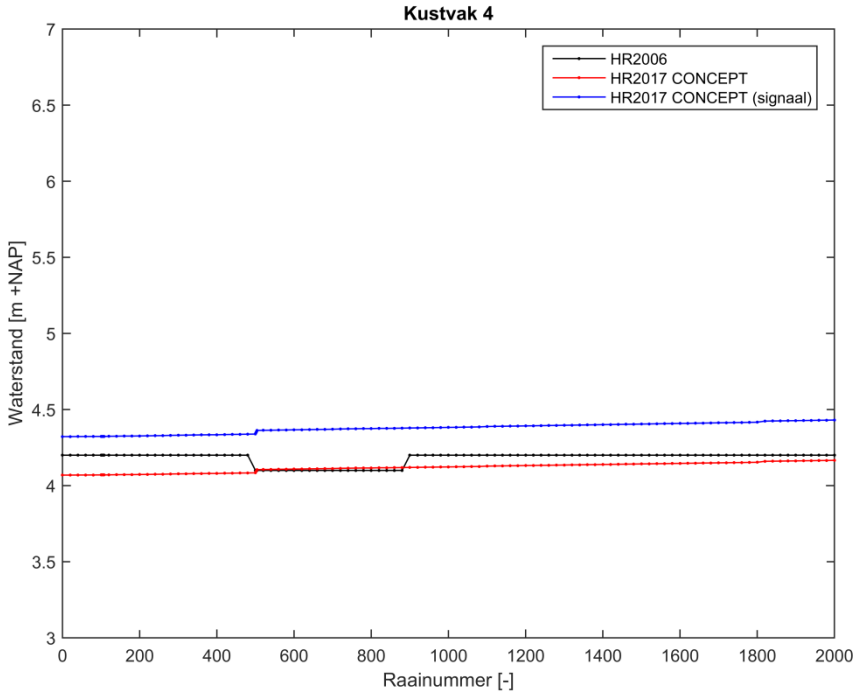


Figuur C.5 Kustvak 3, vergelijking op golfhoogte.

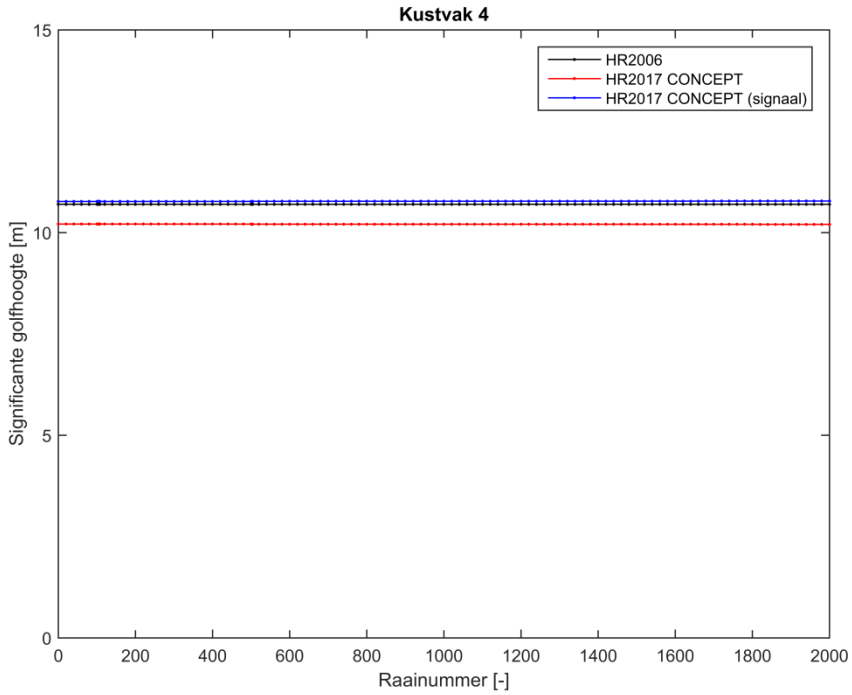


Figuur C.6 Kustvak 3, vergelijking op golfperiode.

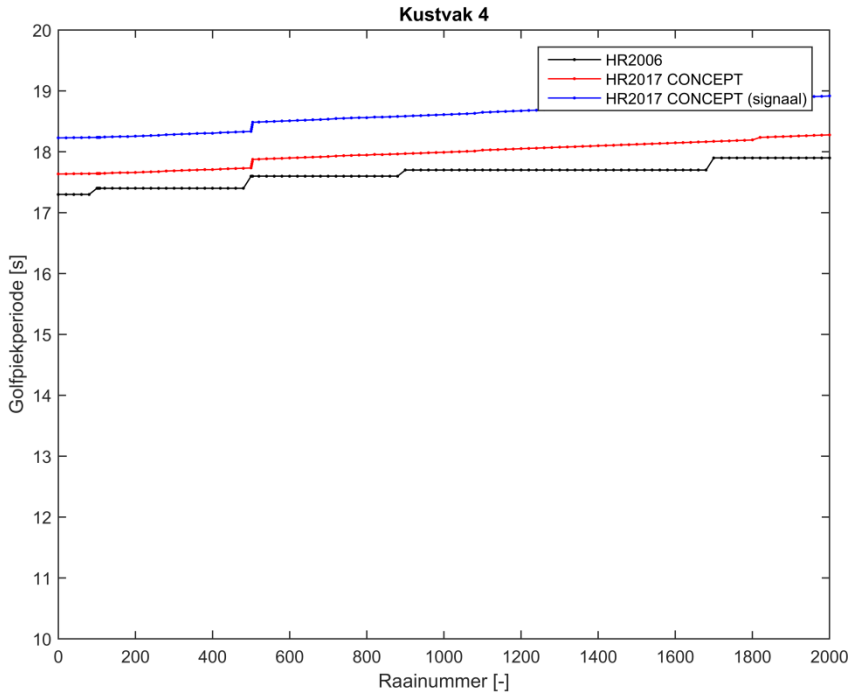
C.3 Terschelling



Figuur C.7 Kustvak 4, vergelijking op waterstand.

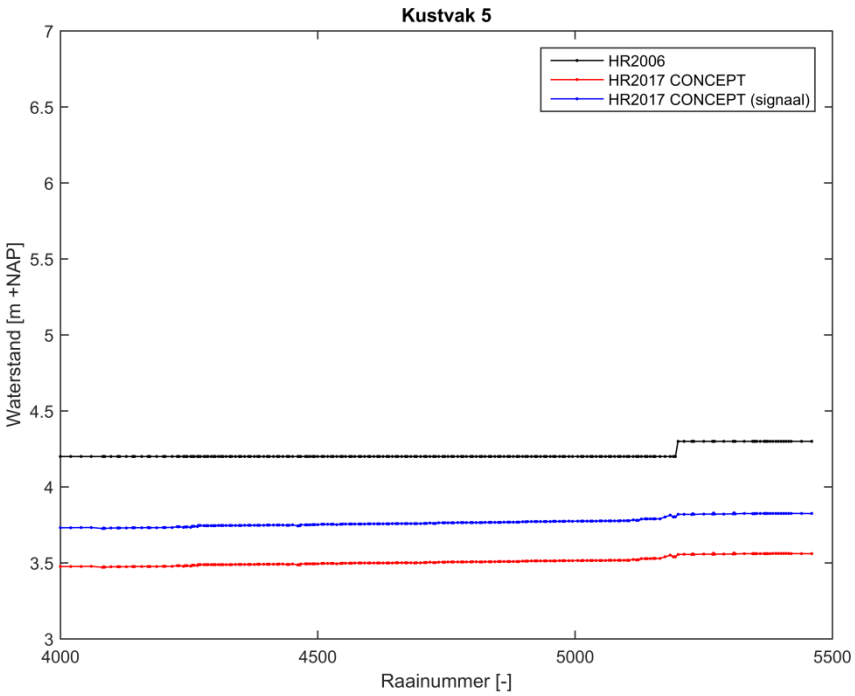


Figuur C.8 Kustvak 4, vergelijking op golfhoogte.

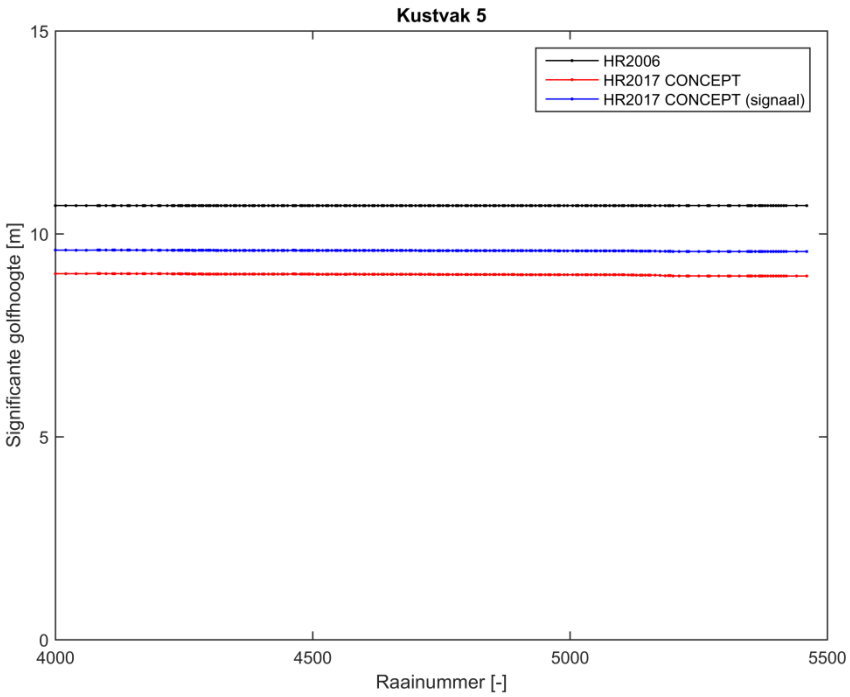


Figuur C.9 Kustvak 4, vergelijking op golfperiode.

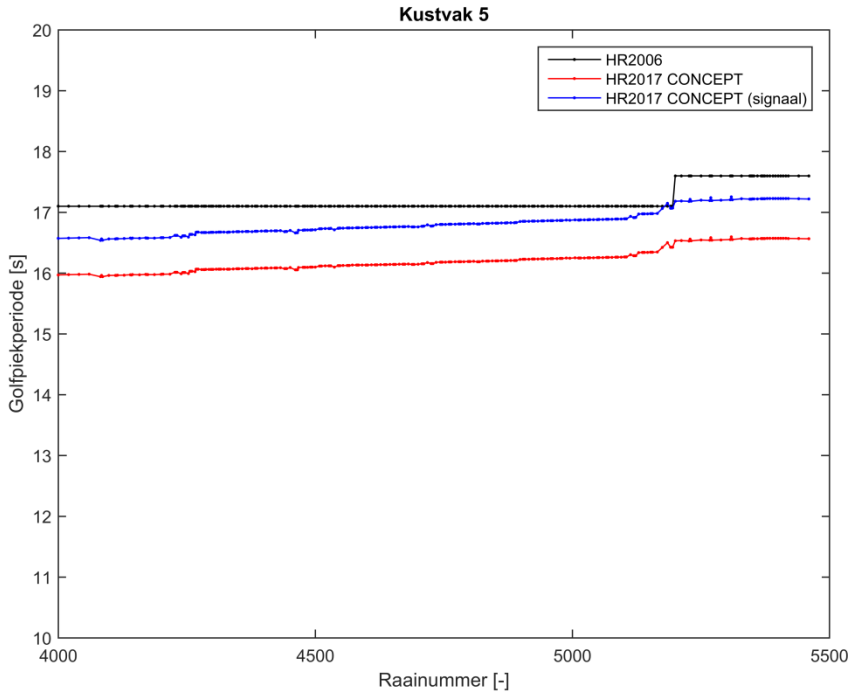
C.4 Vlieland



Figuur C.10 Kustvak 5, vergelijking op waterstand.

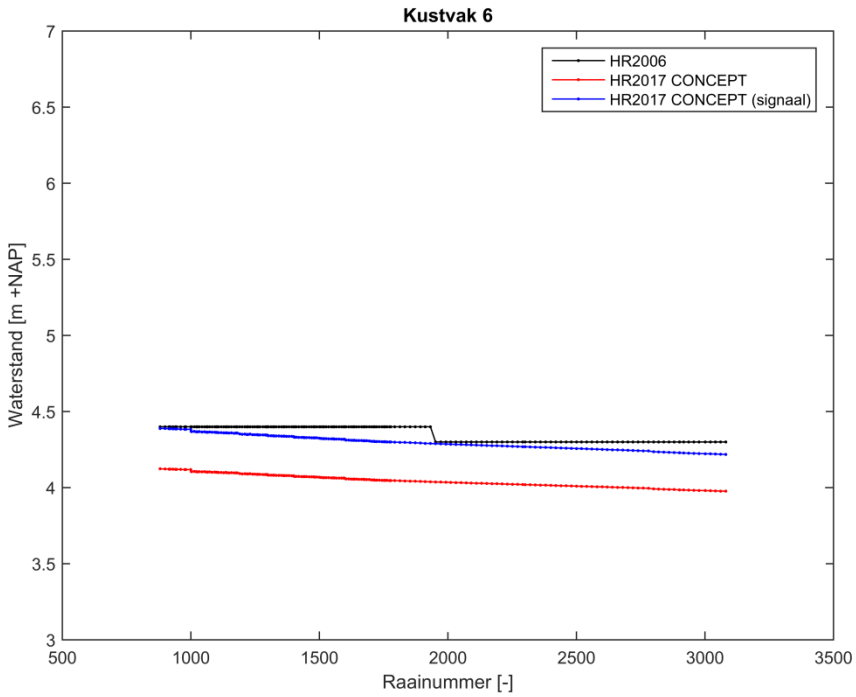


Figuur C.11 Kustvak 5, vergelijking op golfhoogte.

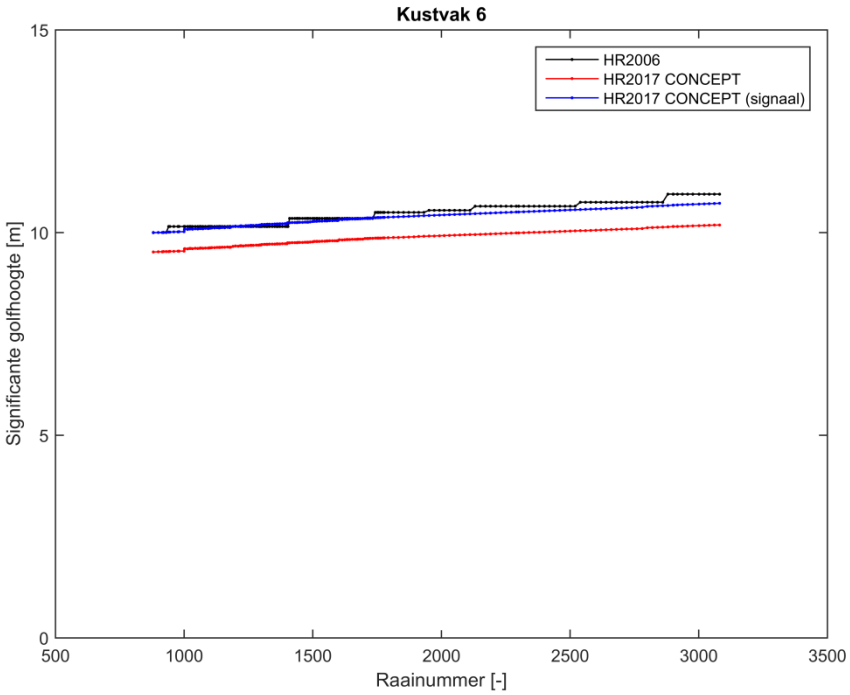


Figuur C.12 Kustvak 5, vergelijking op golfperiode.

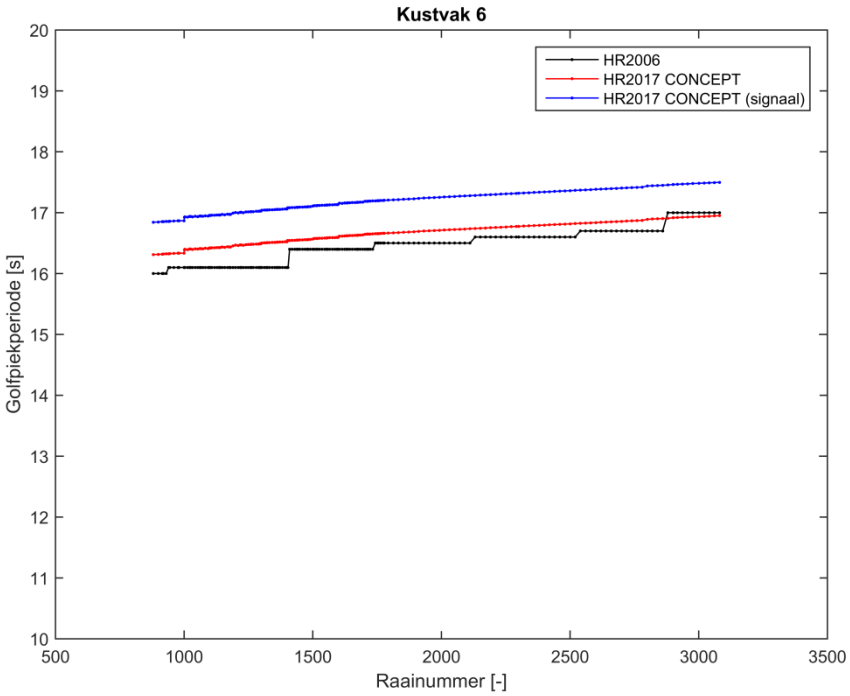
C.5 Texel



Figuur C.13 Kustvak 6, vergelijking op waterstand.

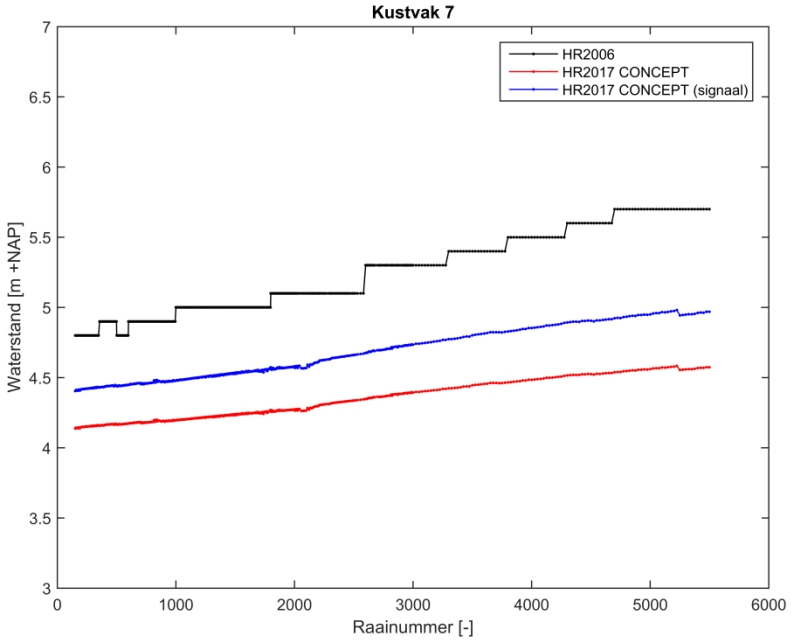


Figuur C.14 Kustvak 6, vergelijking op golfhoogte.

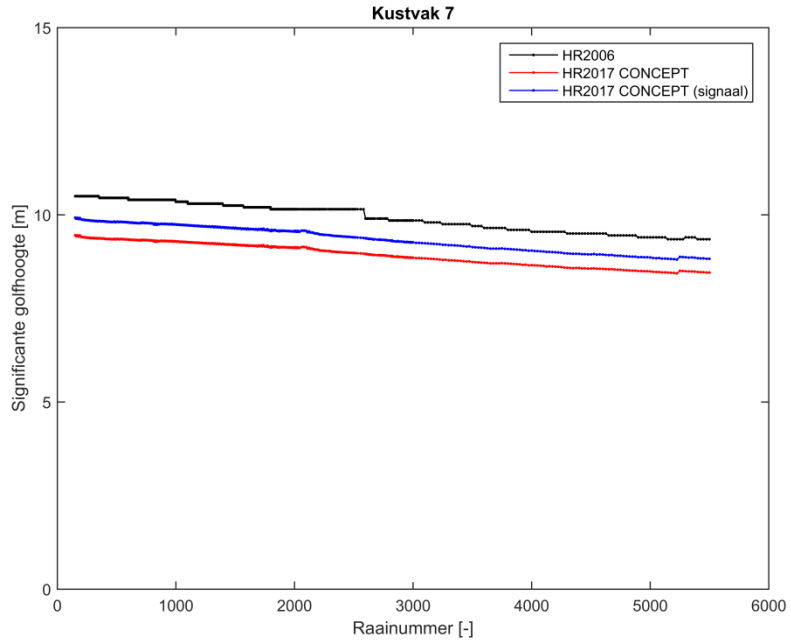


Figuur C.15 Kustvak 6, vergelijking op golfperiode.

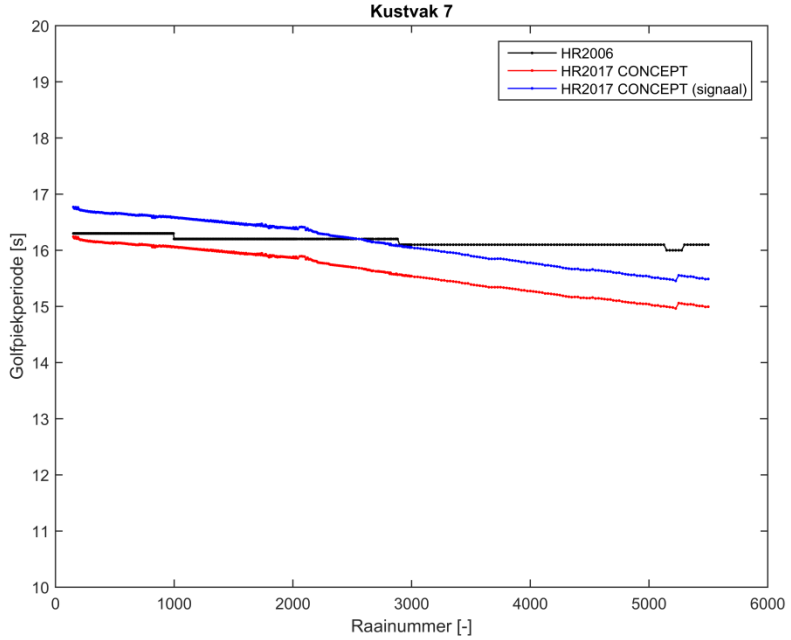
C.6 Noord-Holland



Figuur C.16 Kustvak 7, vergelijking op waterstand.

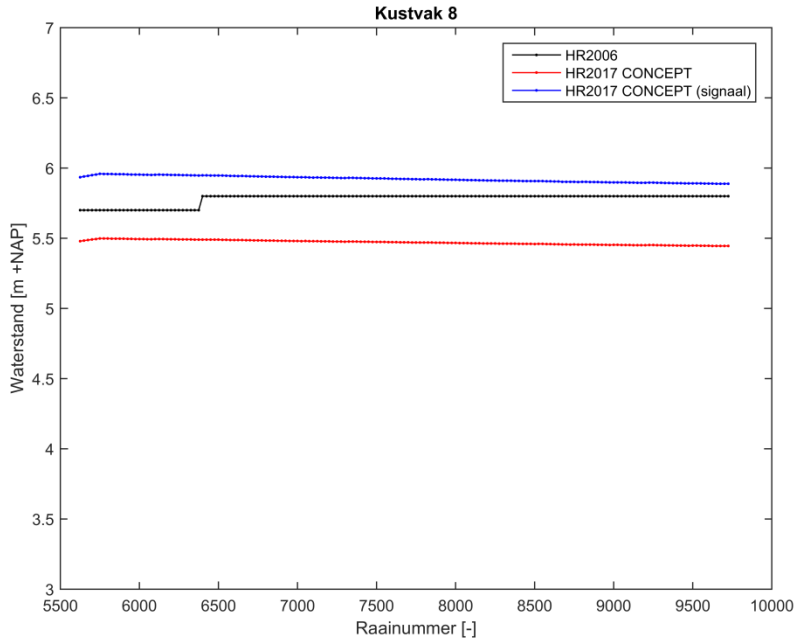


Figuur C.17 Kustvak 7, vergelijking op golfhoogte.

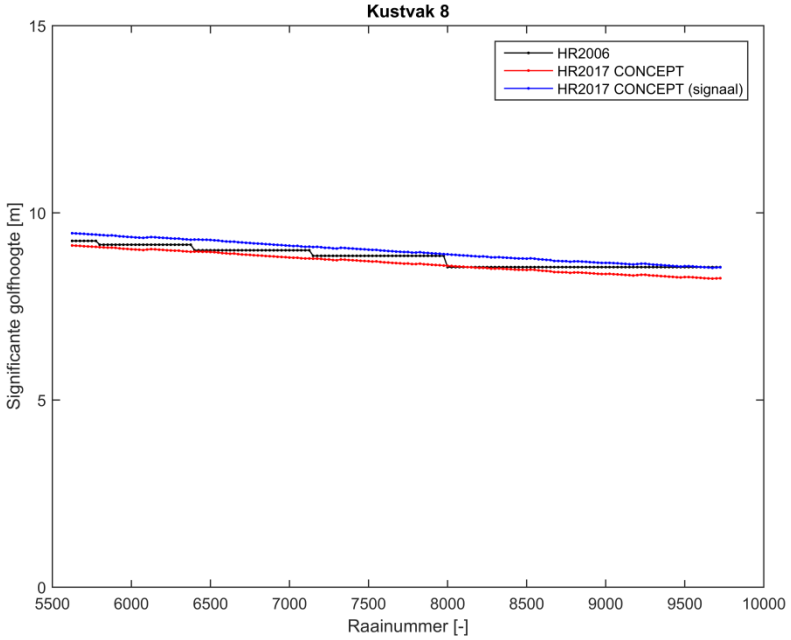


Figuur C.18 Kustvak 7, vergelijking op golfperiode.

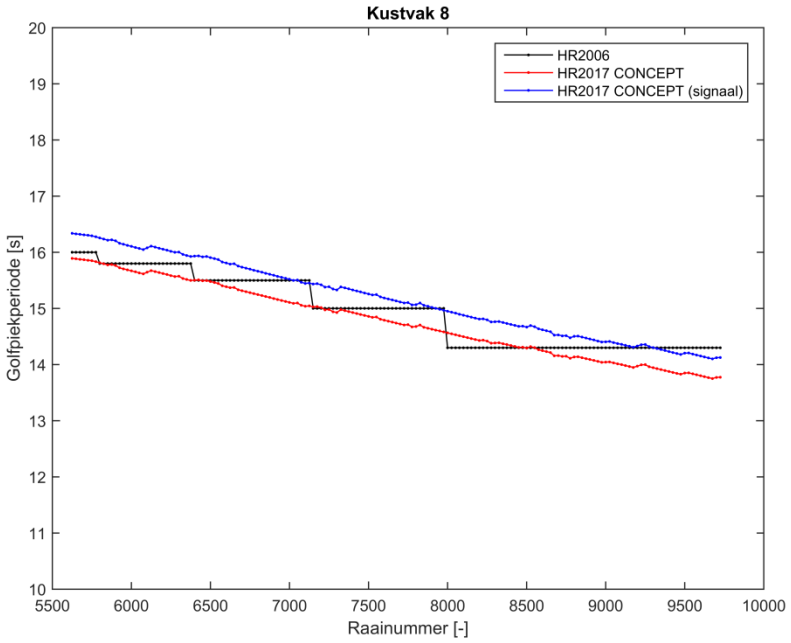
C.7 Rijnland



Figuur C.19 Kustvak 8, vergelijking op waterstand.

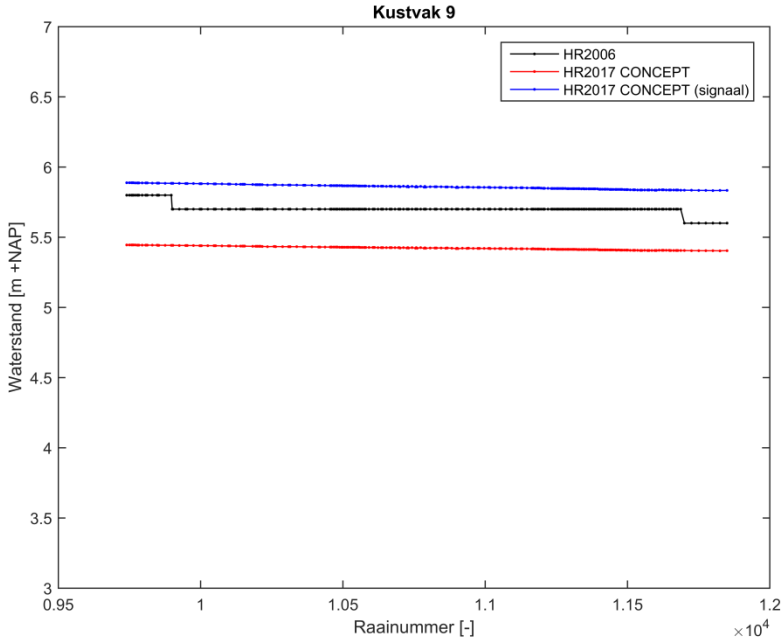


Figuur C.20 Kustvak 8, vergelijking op golfhoogte.

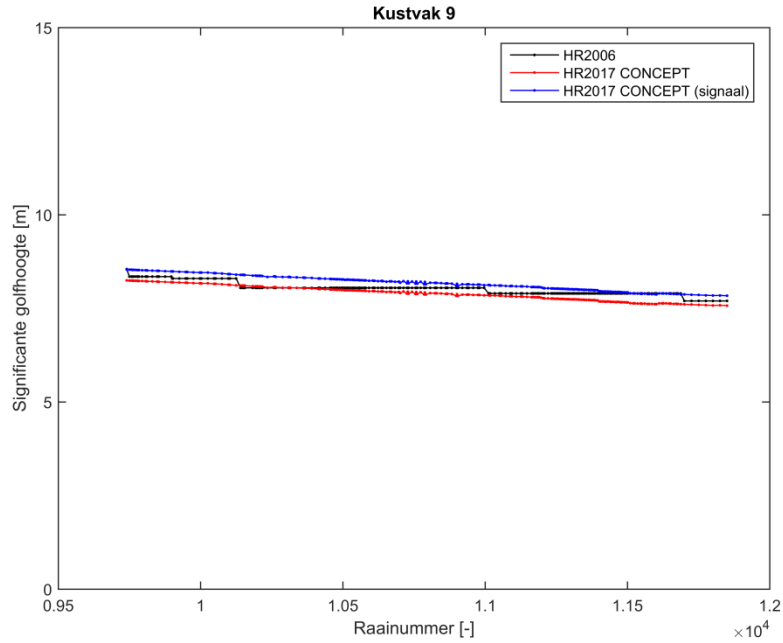


Figuur C.21 Kustvak 8, vergelijking op golfperiode.

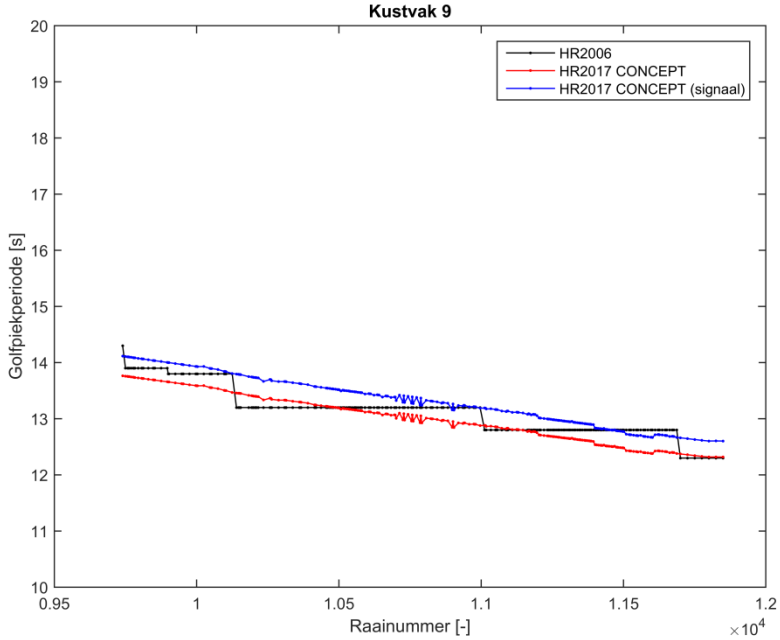
C.8 Delfland



Figuur C.22 Kustvak 9, vergelijking op waterstand.

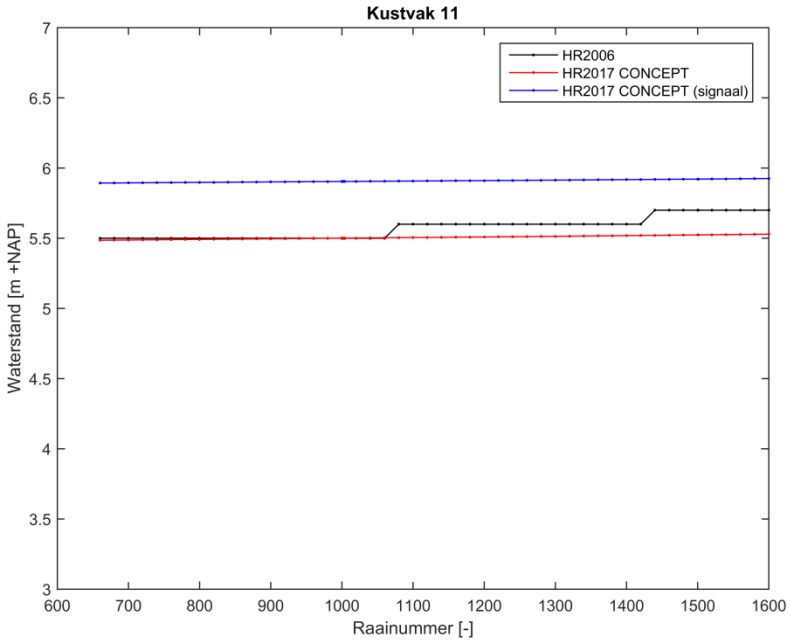


Figuur C.23 Kustvak 9, vergelijking op golfhoogte.

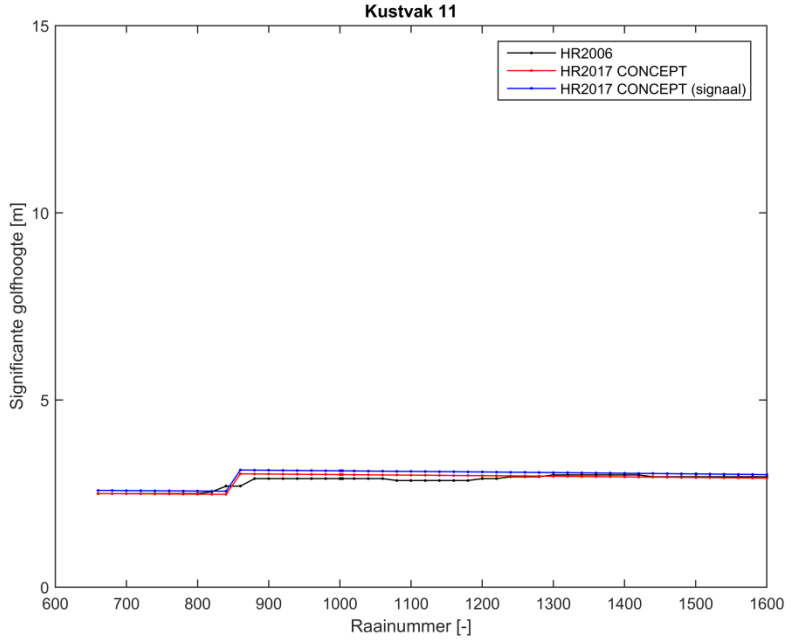


Figuur C.24 Kustvak 9, vergelijking op golfperiode.

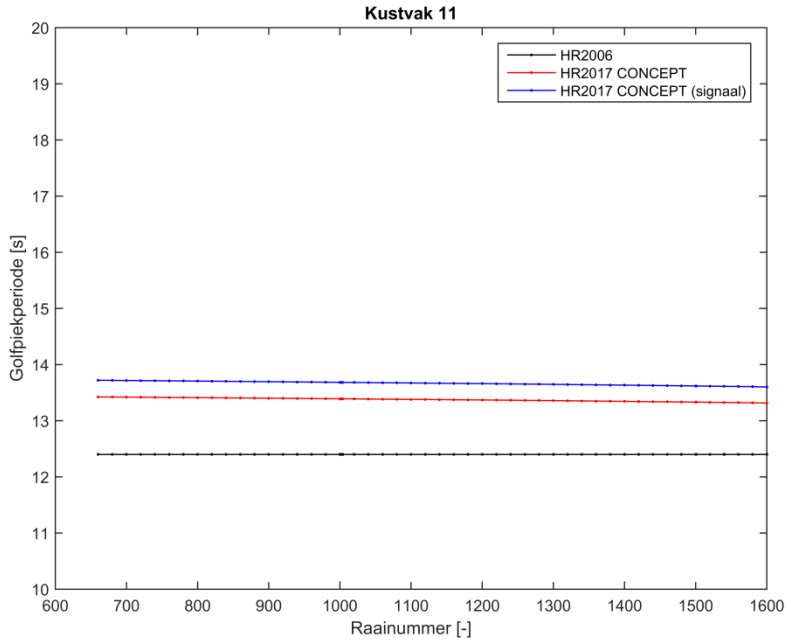
C.9 Voorne



Figuur C.25 Kustvak 11, vergelijking op waterstand.

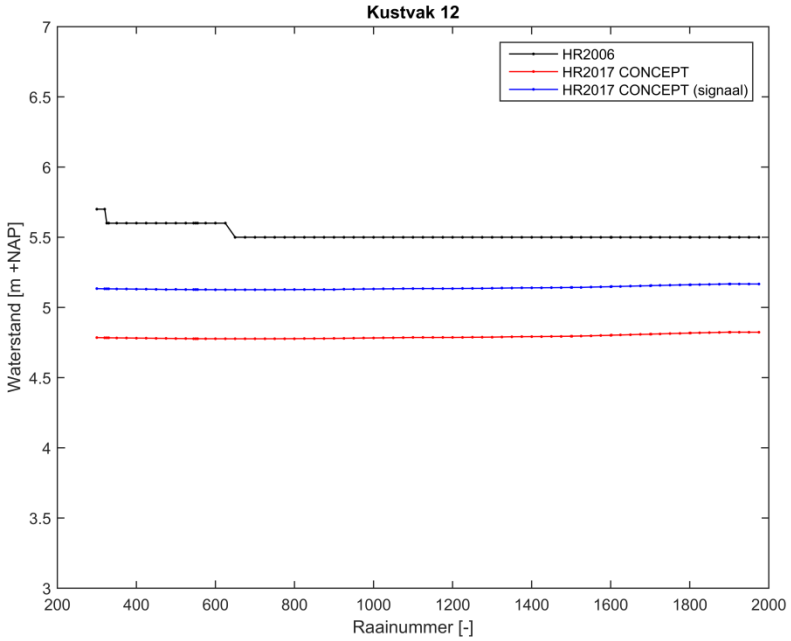


Figuur C.26 Kustvak 11, vergelijking op golfhoogte.

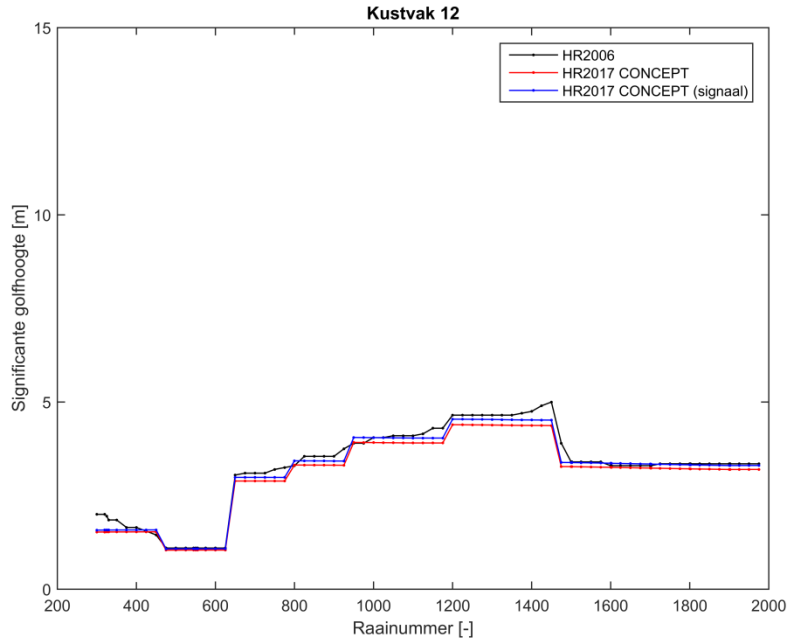


Figuur C.27 Kustvak 11, vergelijking op golfperiode.

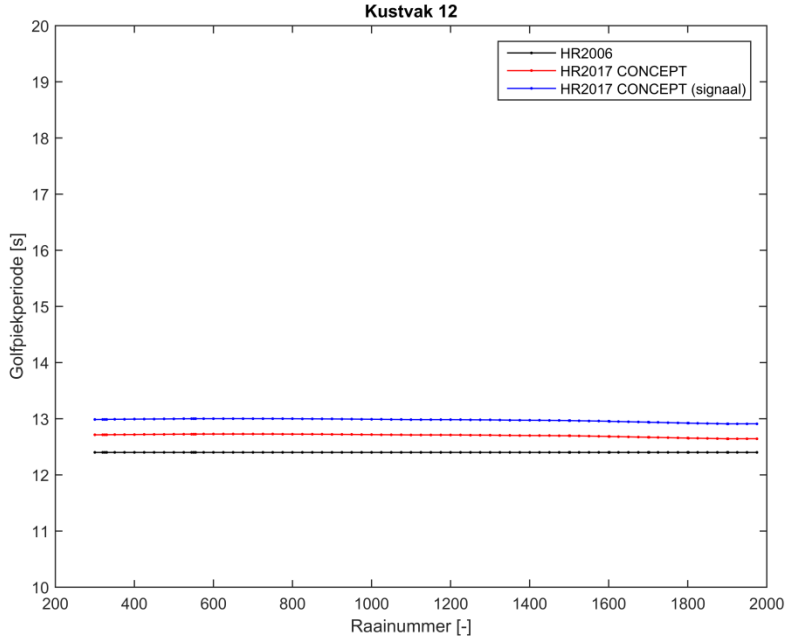
C.10 Goeree



Figuur C.28 Kustvak 12, vergelijking op waterstand.

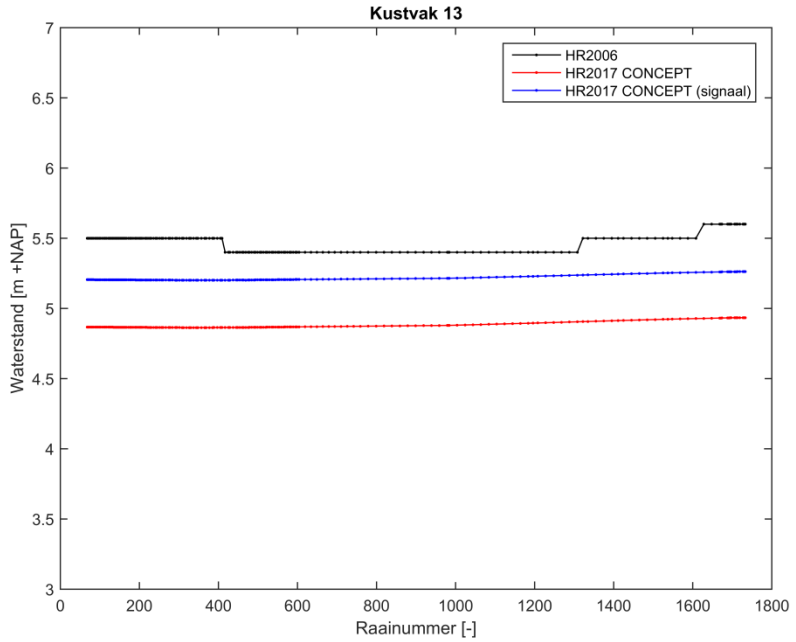


Figuur C.29 Kustvak 12, vergelijking op golfhoogte.

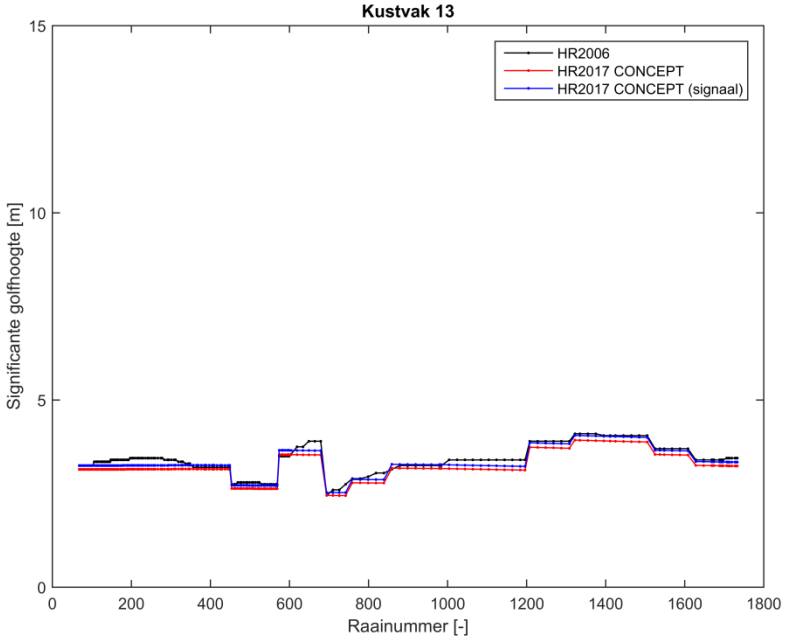


Figuur C.30 Kustvak 12, vergelijking op golfperiode.

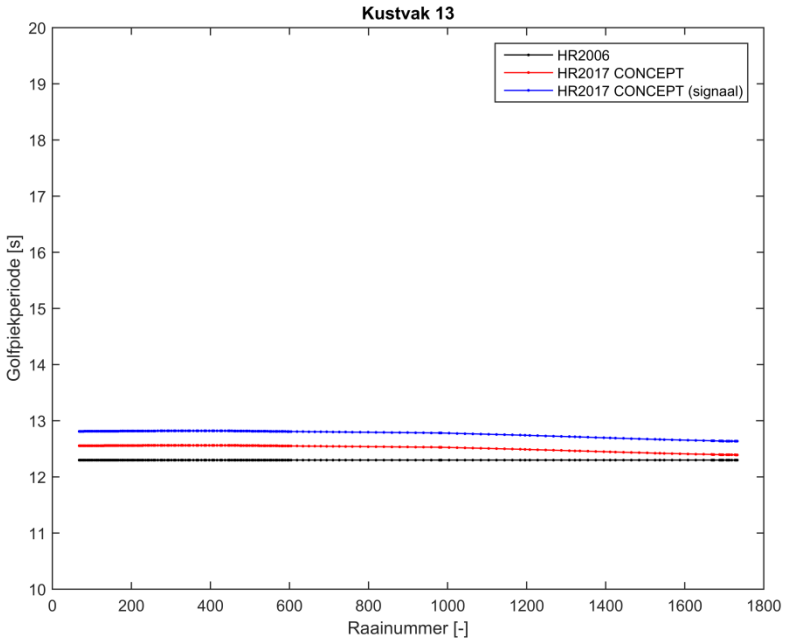
C.11 Schouwen



Figuur C.31 Kustvak 13, vergelijking op waterstand.

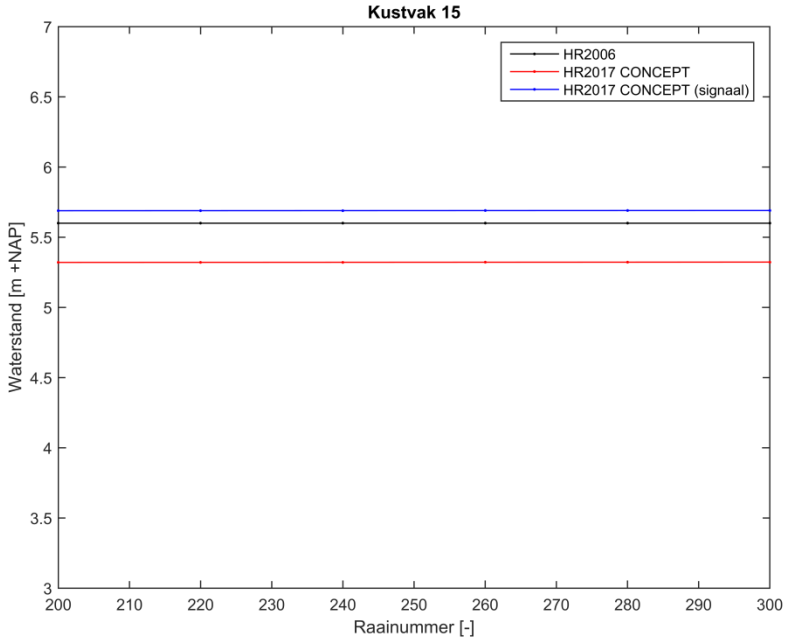


Figuur C.32 Kustvak 13, vergelijking op golfhoogte.

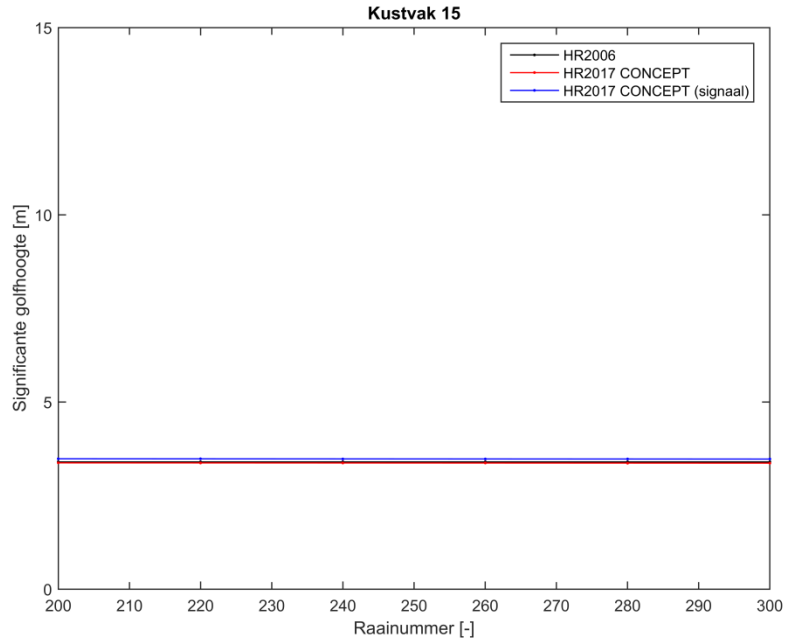


Figuur C.33 Kustvak 13, vergelijking op golfperiode.

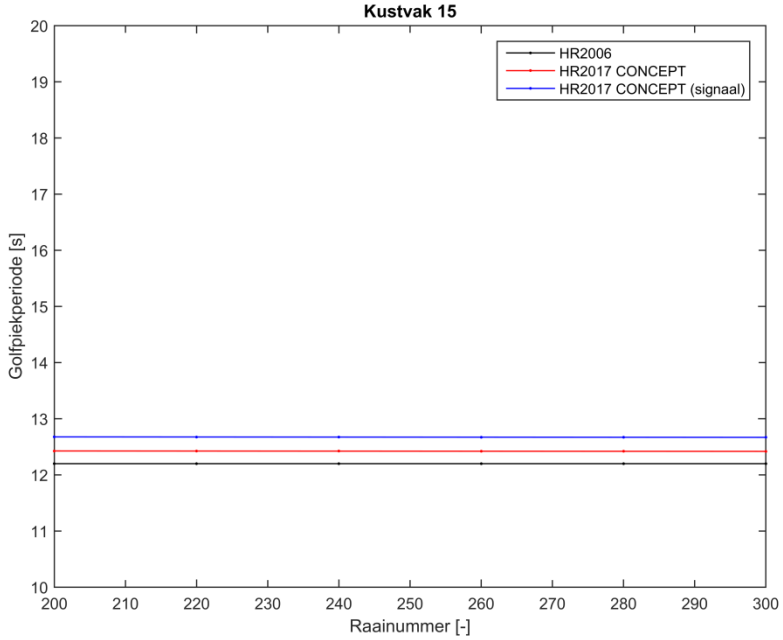
C.12 Noord-Beveland



Figuur C.34 Kustvak 15, vergelijking op waterstand.

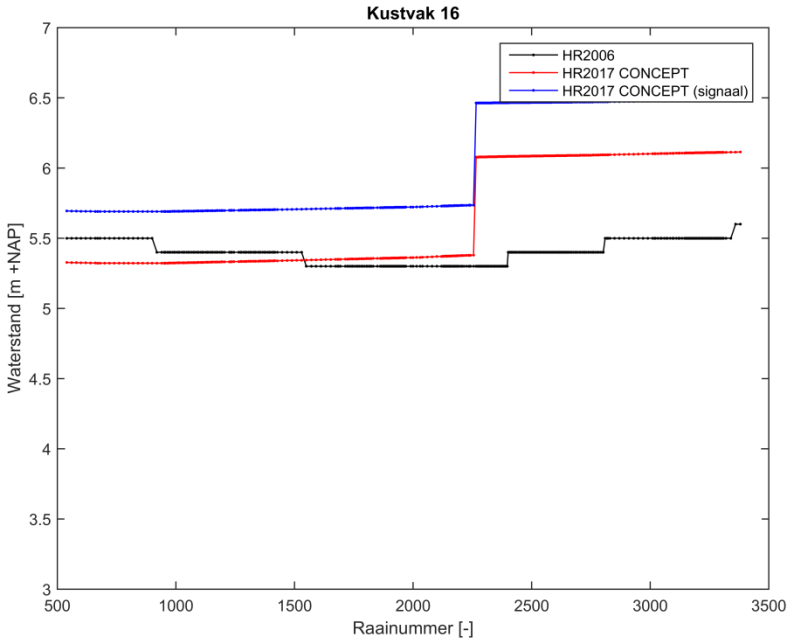


Figuur C.35 Kustvak 15, vergelijking op golfhoogte.

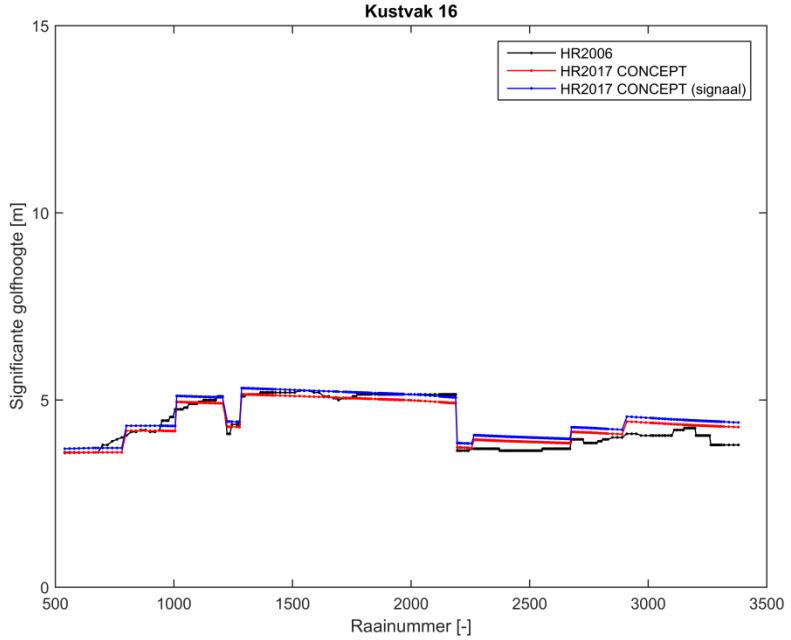


Figuur C.36 Kustvak 15, vergelijking op golfperiode.

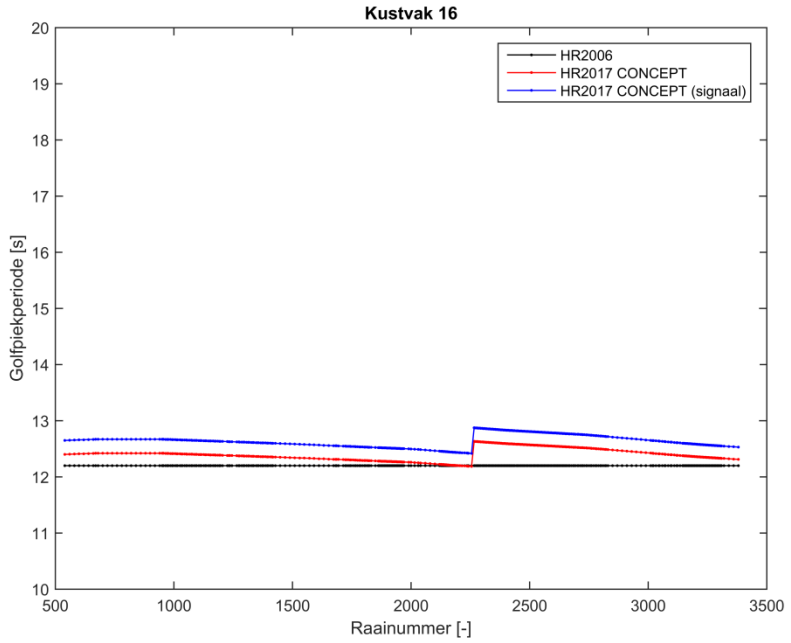
C.13 Walcheren



Figuur C.37 Kustvak 16, vergelijking op waterstand.

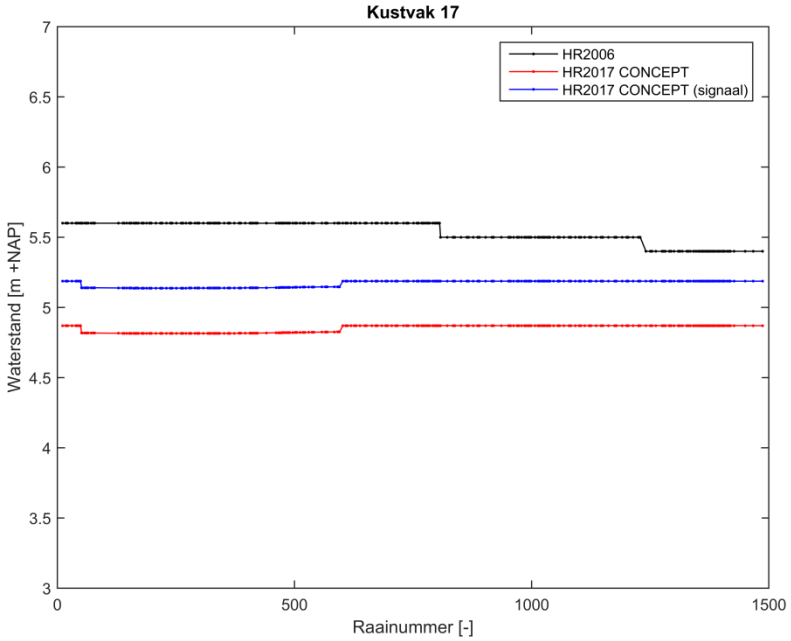


Figuur C.38 Kustvak 16, vergelijking op golfhoogte.

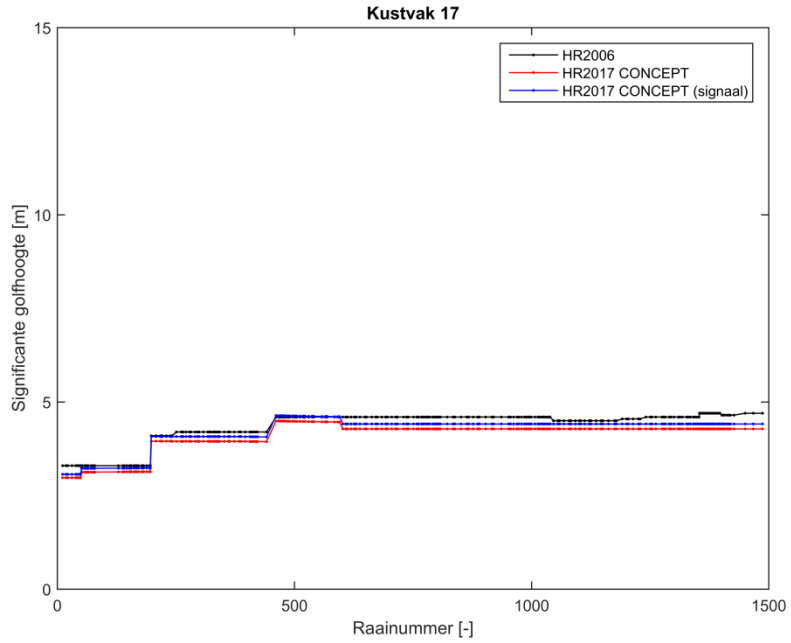


Figuur C.39 Kustvak 16, vergelijking op golfperiode.

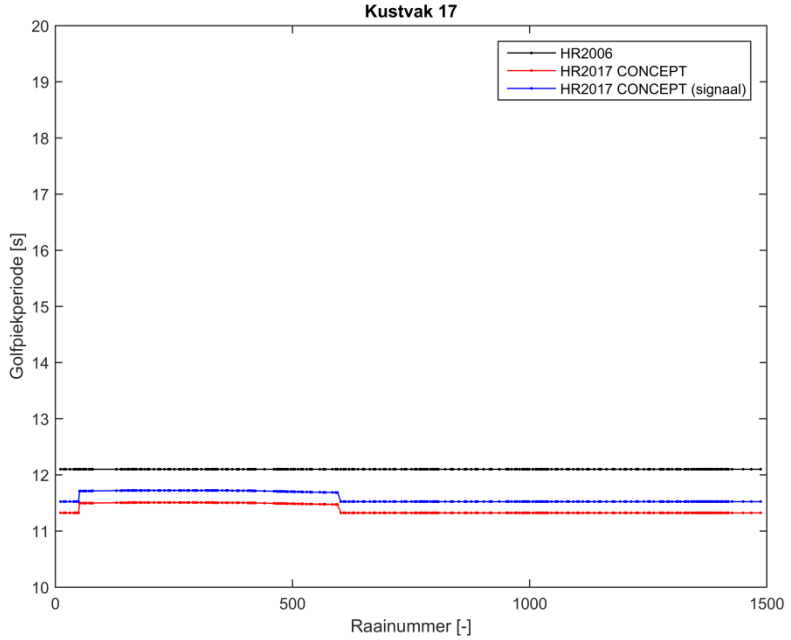
C.14 Zeeuws-Vlaanderen



Figuur C.40 Kustvak 17, vergelijking op waterstand.



Figuur C.41 Kustvak 17, vergelijking op golfhoogte.



Figuur C.42 Kustvak 17, vergelijking op golfperiode.

D Afleiding correctiefactoren golven t.b.v. belastingmodel duinen WTI2017 in het Deltagebied

Het belastingmodel voor de Nederlandse duinenkust houdt geen rekening met het effect van banken en platenstelsels voor de Zeeuwse kust. Om dit effect toch te verdisconteren en consistent te zijn met eerdere randvoorwaardensets zijn er per locatie correctiefactoren afgeleid voor de golfhoogte en golfperiode. De waterstand wordt niet gecorrigeerd.

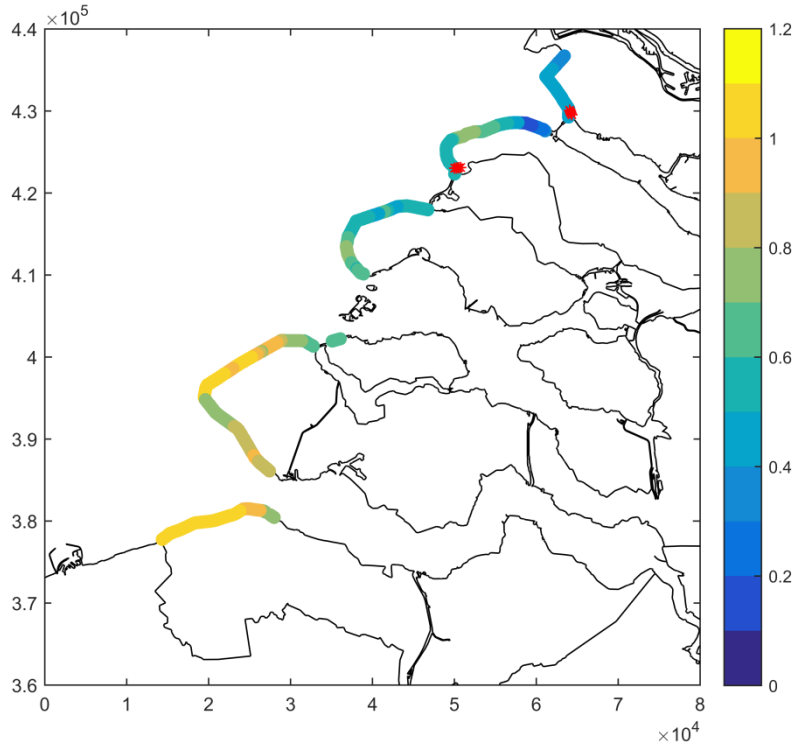
Anders dan in Rijkswaterstaat (1984) zijn deze correctiefactoren bedoeld om consistentie met eerdere randvoorwaardensets te garanderen. Door de verschillen in uitgangspunten tussen de HB2017 en HR2006 kunnen deze factoren niet langer op dezelfde manier worden afgeleid en is ervoor gekozen om, op basis van de bestaande correctiefactoren, strekkingen langs de kust te definiëren die dezelfde waarde voor de correctiefactor hebben.

Correctiefactor golfhoogte

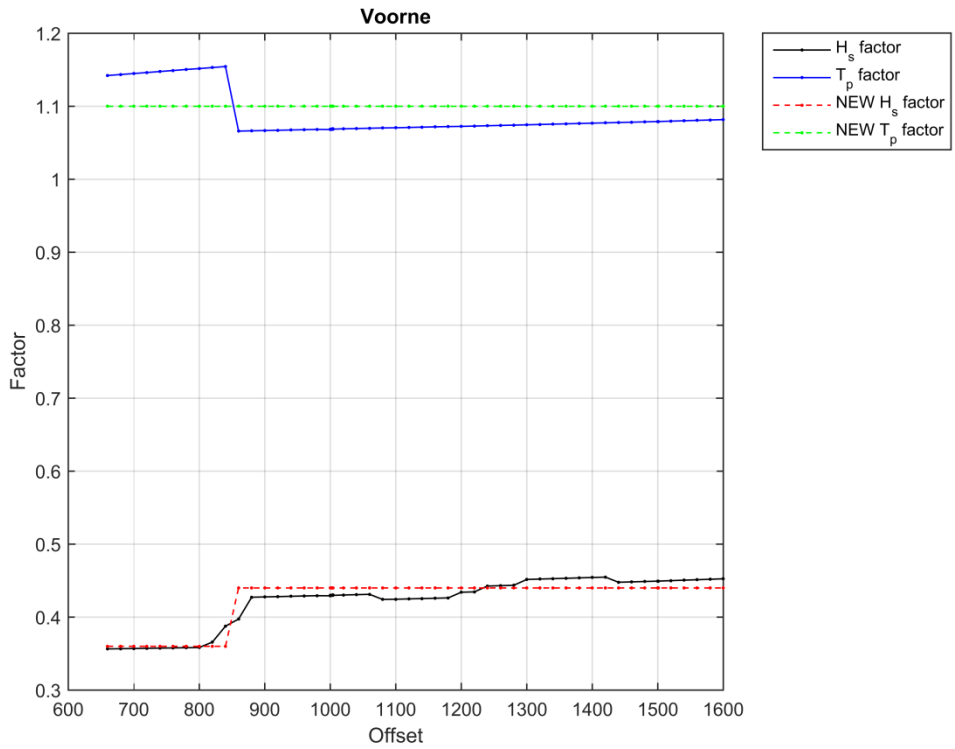
In Figuur 4.1 zijn de bestaande correctiefactoren voor H_s weergegeven. Zoals te zien zijn dese factoren sterk ruimtelijk gecorreleerd. In Figuur 4.2 t/m Figuur 4.7 zijn de verschillende regio's weergegeven met de correctiefactoren uitgezet tegen het raainummer. Bij de bepaling van de nieuwe correctiefactor voor H_s is gebruik gemaakt van strekkingen met een constante waarde, die het bestaande patroon volgen.

Correctiefactor golfperiode

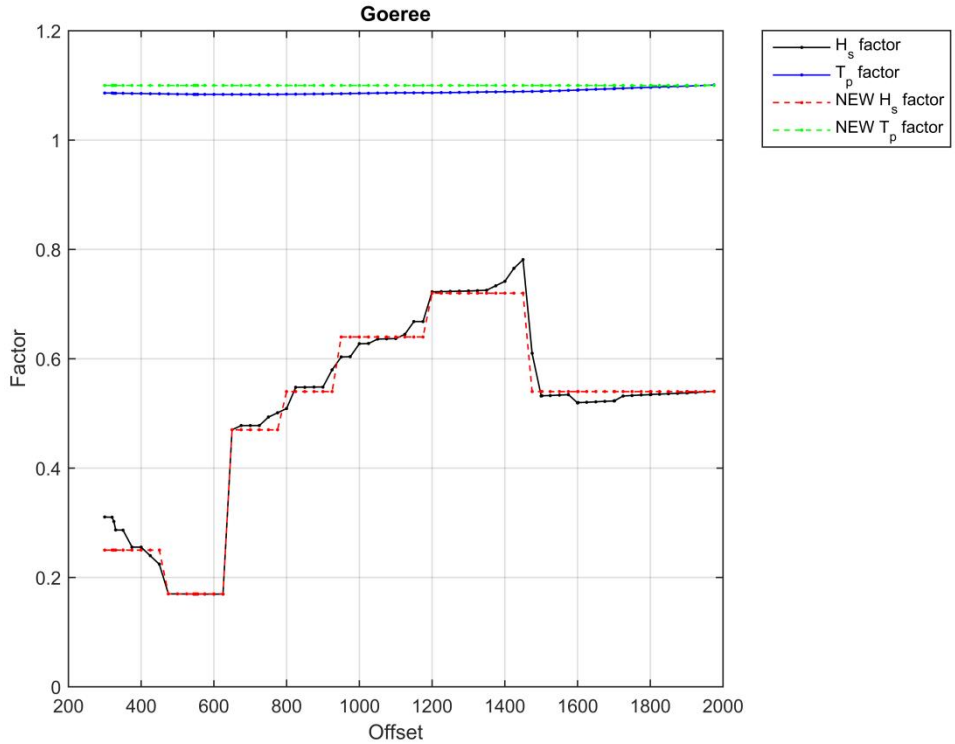
Zoals te zien in de onderstaande figuren, vertoont de correctiefactor voor golfperiode weinig variatie langs het beschouwde stuk kust. Daarom wordt nu overal een waarde van 1,1 gehanteerd.



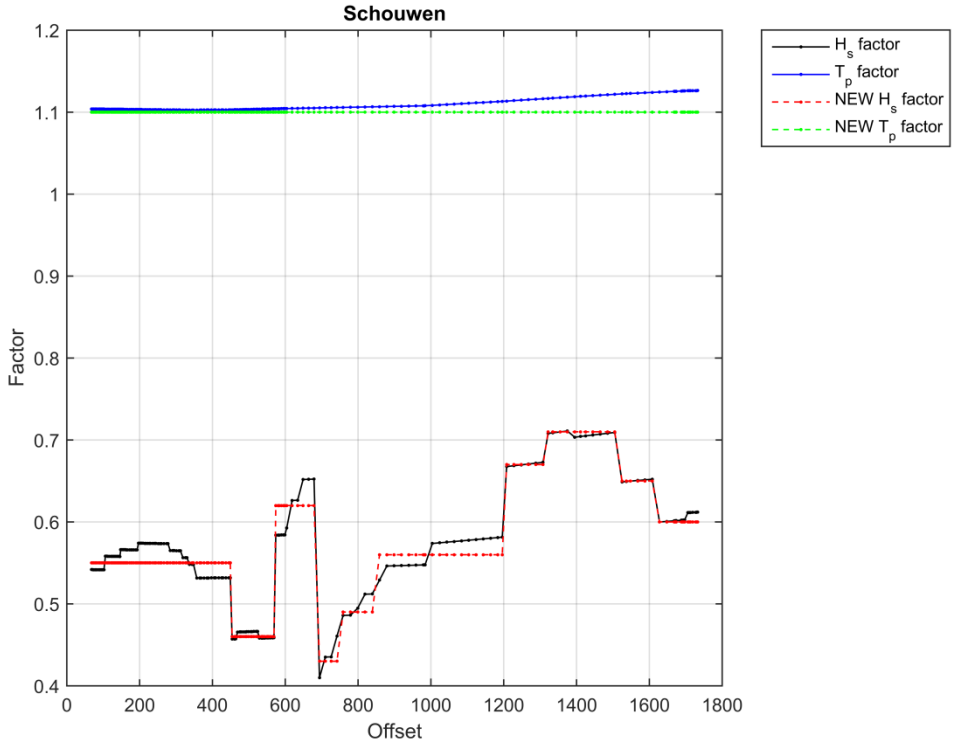
Figuur 4.1 Kaart met bestaande correctiefactoren voor H_s.



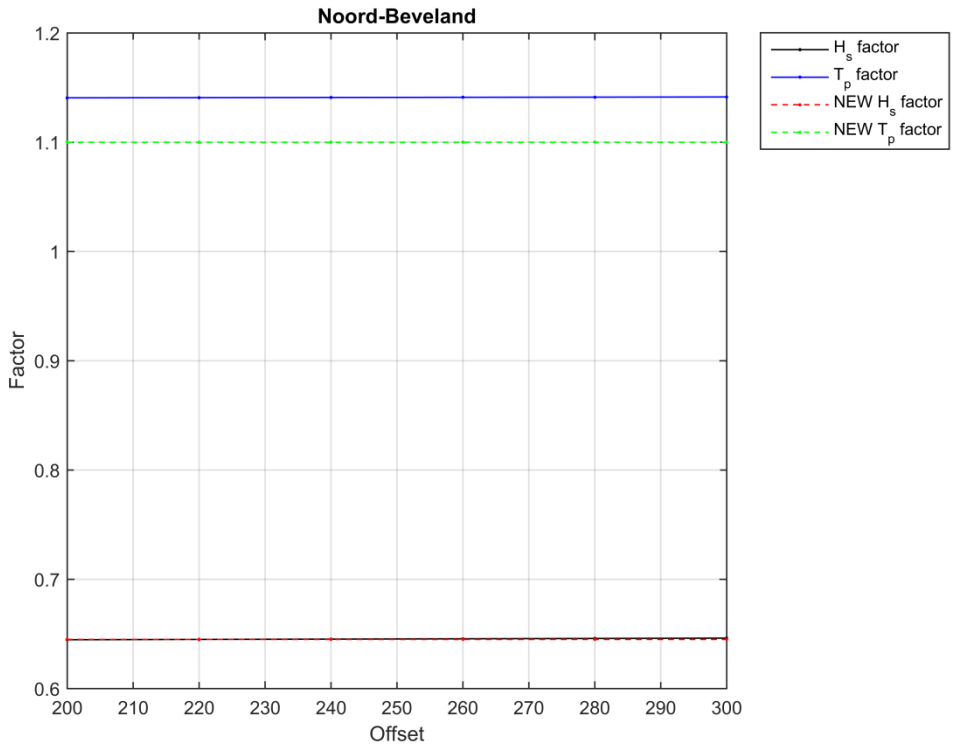
Figuur 4.2 Bestaande en nieuwe correctiefactoren voor H_s en T_p voor Voorne.



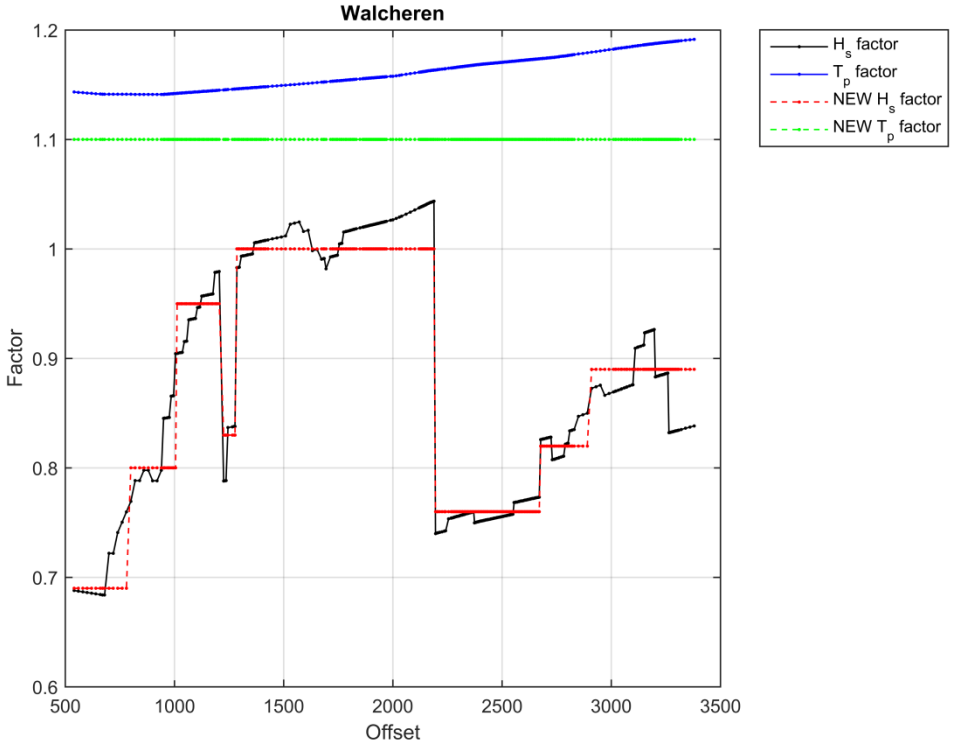
Figuur 4.3 Bestaande en nieuwe correctiefactoren voor H_s en T_p voor Goeree.



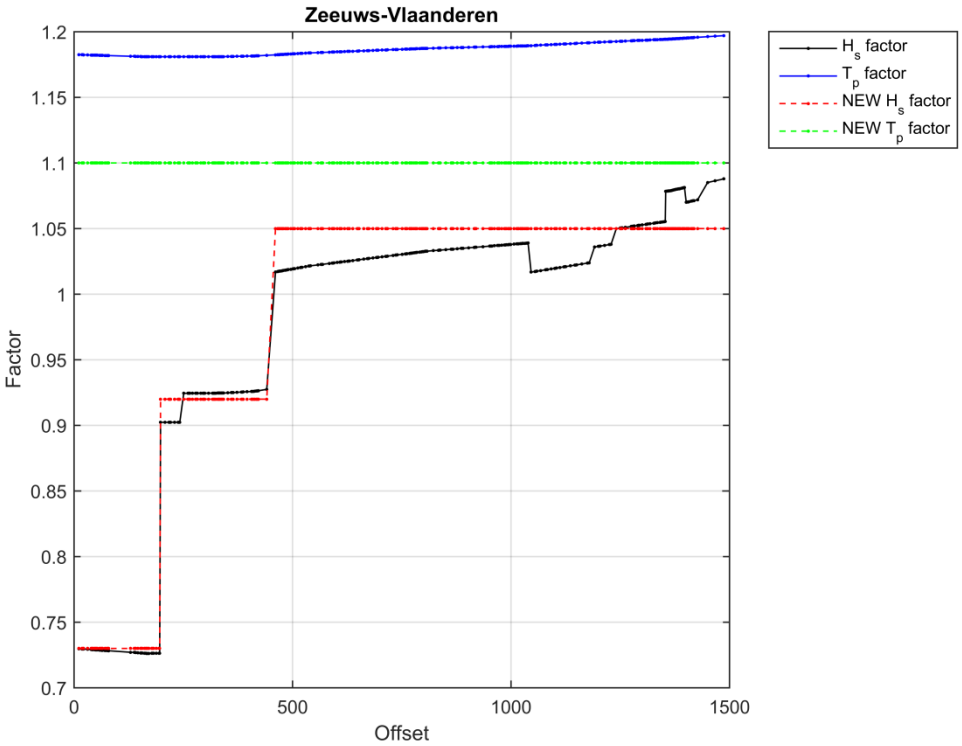
Figuur 4.4 Bestaande en nieuwe correctiefactoren voor H_s en T_p voor Schouwen.



Figuur 4.5 Bestaande en nieuwe correctiefactoren voor H_s en T_p voor Noord-Beveland.



Figuur 4.6 Bestaande en nieuwe correctiefactoren voor H_s en T_p voor Walcheren.



Figuur 4.7 Bestaande en nieuwe correctiefactoren voor H_s en T_p voor Zeeuws-Vlaanderen.