

Methode voor het bepalen van HR Duinen voor WTI2017

Marien Boers
Pieter van Geer
Jacco Groeneweg

1209433-004

Titel

Methode voor het bepalen van HR Duinen voor WTI2017

Opdrachtgever
RWS-WVL

Project
1209433-004

Kenmerk
1209433-004-HYE-0001

Pagina's
20

Trefwoorden



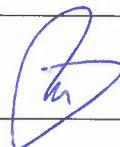
WTI 2017, Hydraulische Randvoorwaarden, Duinen, DUROS+

Samenvatting

In dit rapport is de methode beschreven om Hydraulische Randvoorwaarden (HR) voor duinen te bepalen ten behoeve van het programma WTI2017. Deze randvoorwaarden zijn toepasbaar voor het duinafslagmodel DUROS+ binnen toetslaag 2a. Voor een groot aantal herhalingstijden zijn rekenresultaten bepaald voor uitvoerlocaties langs de duinen op de Waddeneilanden, de Hollandse Kust en Zeeuwse Delta. Ter verificatie van de methode zijn de rekenresultaten bij de vigerende normfrequenties vergeleken met de HR2006 en de resultaten van het project "13 Kustplaatsen". Uit deze verificatie concluderen we dat de methode werkt. In deze studie zijn we uitgegaan van de methode waarmee de HR2006 zijn bepaald. Dat betekent o.a. dat voor de uiteindelijke HR wordt aanbevolen om gebruik te maken van de geactualiseerde waterstandstatistiek en, indien daartoe besloten wordt, kennisonzekerheden te verdisconteren. Tot slot worden er mogelijkheden beschreven voor verdere verbetering van HydraRing.

Referenties

Deltares. 2014. *Programma WTI 2017, onderzoek en ontwikkeling landelijk toetsinstrumentarium. Projectplan Hydraulische Belastingen 2014, versie 2.* 1209433-000.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
concept	juni 2014	M. Boers P. van Geer J. Groeneweg		J. de Ronde		M. van Gent	
definitief	juli 2014	M. Boers P. van Geer J. Groeneweg		J. de Ronde		M. van Gent	

Status

definitief

Inhoud

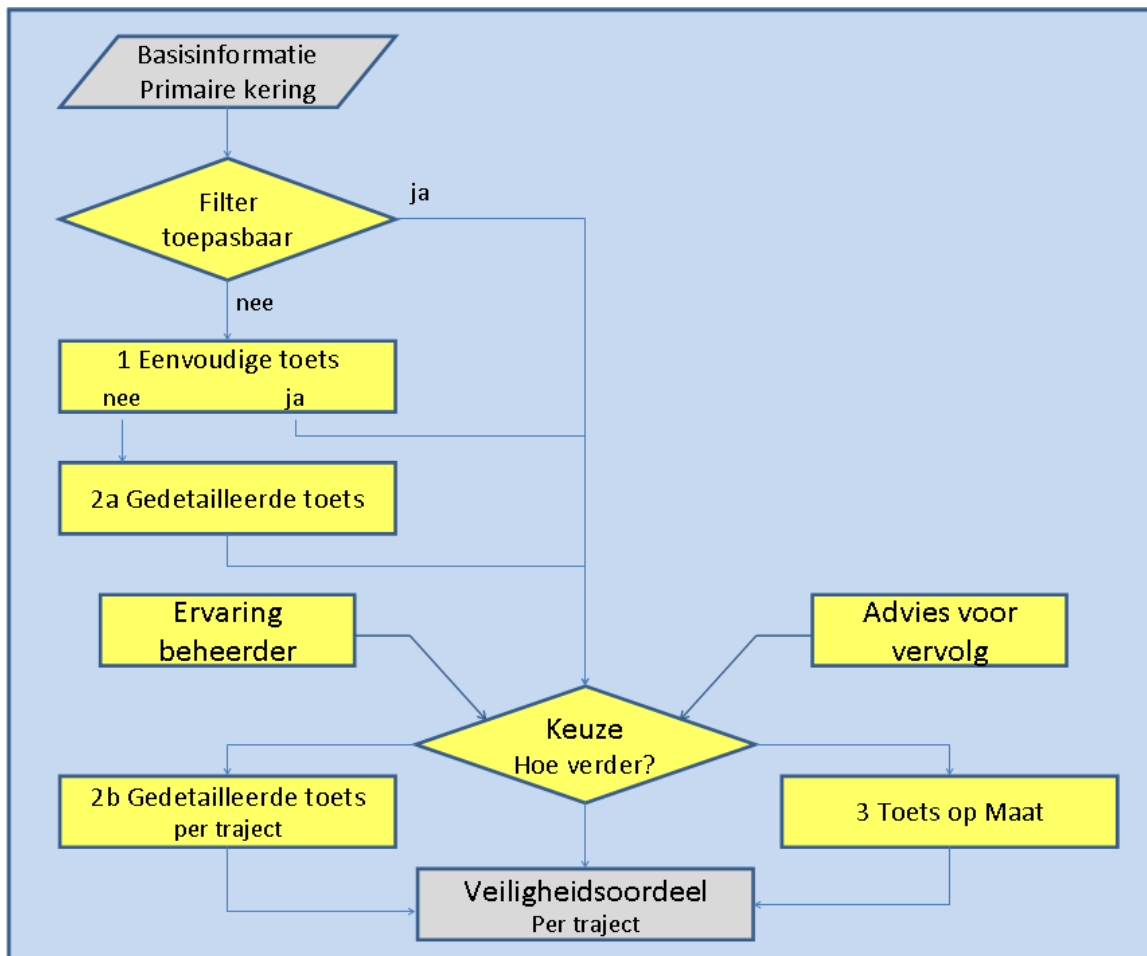
1 Inleiding	1
1.1 Doelstelling rapport	1
1.2 Uitgangspunten	3
1.3 Status Hydraulische Randvoorwaarden Fase 1	3
1.4 Leeswijzer	4
1.5 Projectteam	4
2 Beschrijving berekeningen HR Duinen	5
2.1 Beschrijving HR Duinen	5
2.2 Berekening waterstanden	7
2.3 Berekening golfhoogten en golfperioden	8
3 Beschrijving uitvoer rekenresultaten	13
3.1 Beschouwde overschrijdingsfrequenties	13
3.2 Ruimtelijke verdeling HR	13
3.3 Uitvoerformat HR	13
4 Evaluatie rekenresultaten	15
4.1 Vergelijking met HR2006	15
4.2 Vergelijking met resultaten uit het 13KP project	15
5 Conclusies en aanbevelingen	19
5.1 Conclusies	19
5.2 Aanbevelingen	19
5.2.1 Actualisatie statistiek	19
5.2.2 Effecten onzekerheid waterstanden	20
5.2.3 Verbeteringen HydraRing	20
Bijlage(n)	
A Literatuur	A-1
B Gebruikte rekenwaarden golfhoogte – golfperiode	B-1
B.1 Borkum (SON)	B-1
B.2 Eierlandse Gat (ELD)	B-3
B.3 IJmuiden (YM6)	B-4
B.4 Hoek van Holland (EUR)	B-4
B.5 Vlissingen (SCW)	B-5
C Aanpassing raairichting JARKUS – raaien	C-1
D Raainummers van de uitvoerpunten voor HR Duinen	D-1
E Verificatie aan de hand van HR2006	E-1
F Verificatie aan de hand van resultaten project 13 KP	F-1

1 Inleiding

1.1 Doelstelling rapport

Het faalmechanisme duinafslag is één van de faalmechanismen waarvoor binnen het WTI2017 toetsmethoden worden ontwikkeld ten behoeve van het VTV2017. Een grote verandering ten opzichte van de voorafgaande toetsronden betreft de mogelijkheid om een toets uit te voeren voor een heel traject, waarbij het geïntegreerd effect van alle relevante faalmechanismen wordt beschouwd. Dit heeft ertoe geleid dat de gedetailleerde toets wordt gesplitst in een toets per vak (toetslaag 2a) en een toets per traject (toetslaag 2b). In het eerste geval wordt onderscheid gemaakt tussen een semi-probabilistische en volledig probabilistische toets. Figuur 1.1 toont de volgende toetslagen die binnen het toetsproces voor de vierde toetsronde aanwezig zullen zijn:

- Toetslaag 1: Eenvoudige toets
- Toetslaag 2a: Gedetailleerde toets: Per vak semi-probabilistisch (voldoet of voldoet niet per mechanisme, eventueel met gradatie) of volledig probabilistisch (faalkans per mechanisme)
- Toetslaag 2b: Gedetailleerde toets: Per traject volledig probabilistisch (faalkans per mechanisme én voor meerdere mechanismen samen)
- Toetslaag 3: Toets op maat



Figuur 1.1 Toetsproces 4^e ronde toetsing (bron: DKI december 2013)

De vigerende HR voor duinen zijn toepasbaar in combinatie met het duinafslagmodel DUROS+, dat wordt beschreven in het Technisch Rapport Duinafslag 2006 (TRDA2006) (ENW, 2007). Dit model is de basis van toetslaag 2a. Er heeft in 2011 een verdere doorontwikkeling plaatsgevonden van het model DUROS+ tot het model D++ waarbij hydraulische randvoorwaarden op ondiep water worden afgeleid, zoals dat ook gebeurt voor hydraulische randvoorwaarden voor zeedijken. Hiervoor zijn concept HR afgeleid voor de vijf Waddeneilanden. In 2013 is echter besloten om binnen WTI2017 voor toetslaag 2a geen gebruik te maken van dit model, en wel om de volgende redenen:

- Vanwege de versnelling van WTI 2017 kan de ontwikkeling van nieuwe HR voor D++ niet tijdig worden afgerond.
- DUROS+ kan consistent worden toegepast voor de Waddeneilanden, Hollandse Kust en Zeeuwse Delta.
- Het ligt in de lijn der verwachting dat na WTI2017 een verbeterde toetsmethode wordt ontwikkeld op basis van het model XBeach. De reden is dat de DUROS – modellen niet kunnen worden gebruikt voor situaties met harde constructies in het duin en complexe duingebieden, zoals eilandkoppen met sterk gekromde kusten en scheef invallende golven. In het Visiedocument XBeach 2023, dat binnenkort wordt opgeleverd, worden de ontwikkelingsstappen van XBeach ten behoeve van de toetsing beschreven.

Voor WT12017 dienen Hydraulische Randvoorwaarden (HR) voor duinen te worden afgeleid ten behoeve van toetslaag 2a. In de toekomst zal de hydraulische belasting binnen toetslaag 2b worden berekend met het probabilistisch model HydraRing. Voor het faalmechanisme duinafslag is geen methode beschikbaar voor toetslaag 1. Daarnaast worden voor toetslaag 3 geen HR afgeleid.

Het doel van dit rapport is tweeledig:

- 1 Beschrijving van de methode waarop de HR voor duinen voor toetslaag 2a zullen worden afgeleid.
- 2 Verificatie van de methode aan de hand van HR 2006 en resultaten uit het project “13 Kustplaatsen” (13KP) (Deltares, 2008, 2010A).

Dit rapport geeft verder advies over zaken die nog moeten worden opgepakt, met daarin ook aandacht voor de softwareontwikkeling van HydraRing en Ringtoets. In dit rapport worden nog niet de definitieve HR gerapporteerd. Dit zal in een volgende fase gebeuren.

1.2 Uitgangspunten

Het eerste uitgangspunt is dat de methode voor de bepaling van de HR is gebaseerd op de methode waarmee HR2006 is afgeleid. Om deze reden maken we in dit rapport gebruik van de waterstandstatistiek die op dat moment beschikbaar was (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007) en van de resultaten uit 13KP. Het is de bedoeling om de resultaten in voorliggende rapportage in een vervolgfase verder te verbeteren, met name door aangepaste waterstandstatistiek toe te passen. Hiervoor beschrijft dit rapport in hoofdstuk 5 een aantal mogelijkheden. Ten opzichte van de HR2006 bevat dit rapport de volgende aanpassingen:

- De resultaten worden beschikbaar gesteld voor een hele reeks aan overschrijdingsfrequenties, waarbij de HR2006 alleen de HR behorend bij de bijbehorende normfrequentie bevat.
- De resultaten in dit rapport wordt om de 200 – 250 meter afgeleid ter plaatse van een JARKUS – raai. In de HR2006 zijn de HR gegeven voor kusttrajecten, die soms enkele kilometers kunnen bedragen en meerdere JARKUS – raaien bevatten.

Een tweede uitgangspunt is dat er nog geen relatie wordt gelegd tussen de resultaten in dit rapport en de nieuwe normering op basis van overstromingskansen per duintraject. De reden is dat de nieuwe normen nog niet zijn vastgesteld, maar ook omdat nog niet duidelijk is met welke methode de nieuwe normen worden uitgewerkt in bijbehorende HR. Daarom bepalen we rekenresultaten voor een breed bereik aan overschrijdingsfrequenties (paragraaf 3.1).

Een derde uitgangspunt is dat kennisonzekerheden (modelonzekerheden en statistische onzekerheden) niet zijn verdisconteerd in de in deze studie afgeleide rekenresultaten. Zoals in hoofdstuk 5 wordt aangegeven bestaat deze mogelijkheid wel, maar is er vooralsnog voor gekozen deze onzekerheden niet mee te nemen. Dit kan in een volgende fase worden uitgewerkt.

1.3 Status Hydraulische Randvoorwaarden Fase 1

De rekenresultaten in dit rapport hebben geen wettelijke status. Omdat de uiteindelijke HR zullen verschillen van de rekenresultaten in dit rapport, wordt aanbevolen om de resultaten uit dit rapport niet te gebruiken voor de uitvoering van een wettelijke toets. Zoals in voorgaande paragraaf is aangegeven, zijn bijvoorbeeld kennisonzekerheden niet in de afgeleide HR verdisconteerd.

1.4 Leeswijzer

Deze studie maakt onderdeel uit van WTI2017 Cluster 1, 2014. Dit rapport heeft de volgende indeling:

- Hoofdstuk 2 beschrijft de methode waarmee HR Duinen worden berekend.
- Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de uitvoer van de rekenresultaten.
- Hoofdstuk 4 verifieert de rekenresultaten met de HR2006 en de resultaten uit het 13KP project.
- Hoofdstuk 5 beschrijft mogelijkheden voor verdere verbetering.

Vanwege de grote hoeveelheid data zijn niet alle resultaten uit deze studie in dit rapport opgenomen. De data zijn beschikbaar in de vorm van invoerfiles voor MorphAn (paragraaf 3.3).

1.5 Projectteam

Vanuit Deltares werkten onder andere de volgende personen mee:

- Jacco Groeneweg
- Alfons Smale
- Pieter van Geer
- Marien Boers
- Ferdinand Diermanse

De projectbegeleider vanuit Rijkswaterstaat was Deon Slagter, die hierin is geassisteerd door Wout de Vries en Quirijn Lodder.

De DQMS kwaliteitsborging is uitgevoerd door John de Ronde. De uitgangspunten voor deze studie zijn door Jacco Groeneweg op 4 juni gepresenteerd aan de coördinatiegroep "Duinen" onder leiding van Petra Goessen, waarin elk waterschap vertegenwoordigd is dat een deel van de duinen kust beheerd.

2 Beschrijving berekeningen HR Duinen

2.1 Beschrijving HR Duinen

De HR die zullen worden afgeleid aan de hand van de methode beschreven in dit rapport zijn bedoeld voor gebruik in combinatie met het duinafslagmodel DUROS+ (zie paragraaf 1.1). Dit model is ontwikkeld ten behoeve van het TRDA2006 (ENW, 2007).

Het gebruik van het model DUROS+ is in een aantal opzichten bepalend voor de manier waarop de HR voor duinen worden afgeleid. Het betreft hierbij de waterstand en golven bij verschillende herhalingstijden. Merk op dat voorgaande HR alleen werden bepaald bij de normfrequentie van de betreffende kering.

Waterstand

De waterstanden ten behoeve van gebruik in DUROS+ betreffen hoogwaterstanden, dat wil zeggen de maximale waterstand tijdens een storm. Voor de volledigheid geven we definities van diverse peilen die worden afgeleid uit de reeksen van gemeten hoogwaterstanden. Deze peilen worden in de toetsing van keringen gebruikt:

Basispeil (jaartal)	Extreem hoge waterstand in het getijgebied met een overschrijdingsfrequentie van 1/10000 per jaar, afgeleid voor het genoemde jaartal. Dit is nu 1985.
Ontwerppeil (jaartal)	Extreem hoge waterstand in het getijgebied met een overschrijdingsfrequentie gelijk aan de voor het betreffende dijkvak gestelde wettelijke norm, afgeleid voor het genoemde jaartal. Dit is ook 1985.
Toetspeil (jaartal)	De waterstand behorend bij de normfrequentie van de betreffende waterkering, die bij de toetsing wordt gebruikt, afgeleid voor het genoemde jaartal. In het getijdegebied is dit in feite een geactualiseerde waarde van het ontwerppeil door correctie voor de stijging van het gemiddelde hoogwater tot het einde van de betreffende toetsperiode.
Rekenpeil (jaartal)	De rekenwaarde voor de waterstand bij het toetsen van duinen, die wordt gevonden door bij het toetspeil twee-derde van de decimeringshoogte op te tellen, afgeleid voor het genoemde jaartal.
Decimeringshoogte	Het absolute verschil in hoogte tussen het toetspeil en een waterstand met een overschrijdingsfrequentie, die 10 keer zo klein is als die van het toetspeil.

Het jaartal dat genoemd wordt bij toetspeil en rekenpeil betreft de peildatum en staat voor het einde van een toetsperiode. Dat betekent dat voor HR2006 als peildatum 2011 is gehanteerd. Voor duinen vormde het rekenpeil de invoer voor de toetsing. Bij de overgang op de nieuwe wijze van toetsen en overgang naar nieuwe normen, komt het gebruik van rekenpeilen volgens de hierboven gegeven definitie mogelijk te vervallen. Om deze reden leiden we HR af

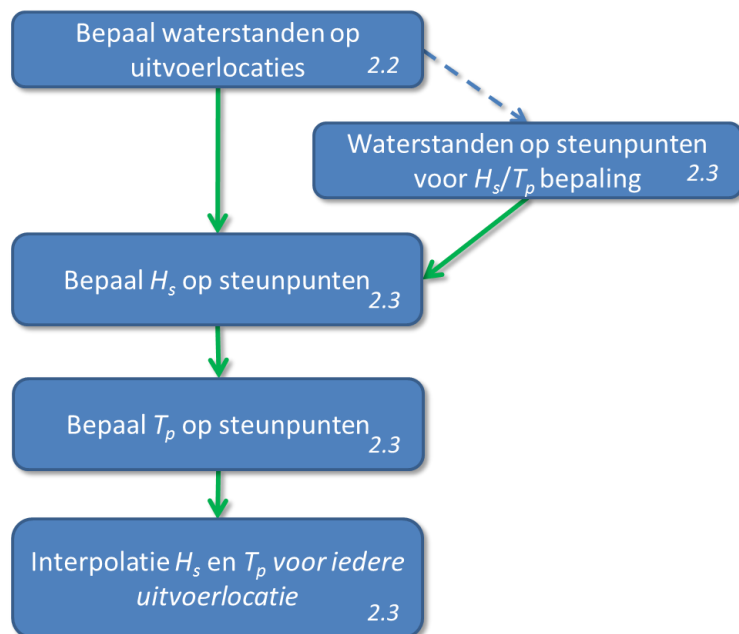
voor een groot aantal herhalingstijden. Dat betekent dat de hoogwaterstand bij elk van deze herhalingstijden wordt bepaald. Deze is direct af te lezen uit de overschrijdingsfrequentielijnen behorend bij de peildatum. In het vervolg verwijzen we naar de overschrijdingsfrequentielijnen van de hoogwaterstanden als 'de waterstandstatistiek', voorzien van een jaartal (peildatum). Evenals het toetspeil en rekenpeil zijn de overschrijdingsfrequentielijnen gecorrigeerd voor de stijging van het gemiddeld hoogwater tot het einde van de toetsperiode. Voor HR2006 en de waarden in dit rapport is dit 2011.

Golven

Naast de hoogwaterstanden bestaan de HR voor het model DUROS+ uit golfrandvoorwaarden, te weten de golfhoogte H_s en de golfpiekperiode¹ T_p . Deze worden bepaald op diep water op de doorgaande -20 m + NAP lijn. Hierbij gelden de volgende uitgangspunten:

- De beschermende effecten van zandplaten voor de kust worden alleen voor het Deltagebied verdisconteerd, zoals dat ook voor de HR2006 is gedaan. De effecten van ondiepten bij de Kop van Noord – Holland en de Waddeneilanden worden niet verdisconteerd.
- Het TRDA2006 schrijft voor dat de minimumwaarde voor de golfpiekperiode 12 seconde bedraagt.
- Er wordt geen rekening gehouden met de hoek van golfinval.

Figuur 2.1 geeft schematisch de stappen weer om te komen tot de nieuwe HR. Deze stappen worden verder uitgewerkt in paragrafen 2.2 en 2.3.



Figuur 2.1 Overzicht van de stappen die nodig zijn voor afleiding van HR voor de toetsing van Duinen met Duros+.

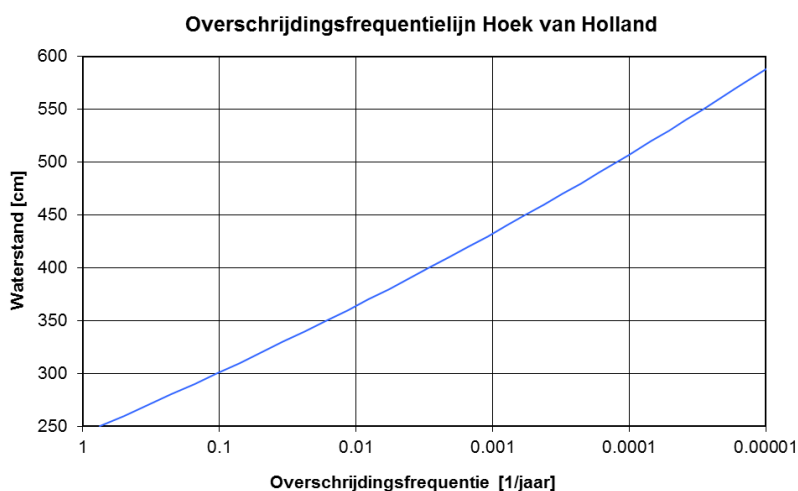
¹ Evenals de HR2006 wordt hier gebruik gemaakt van de piekperiode T_p . Het is echter ook mogelijk om met DUROS+ berekeningen uit te voeren met de spectrale golfperiode $T_{m-1,0}$. Dit laatste is relevant voor condities met een golfspectrum dat geen standaardvorm heeft.

2.2 Berekening waterstanden

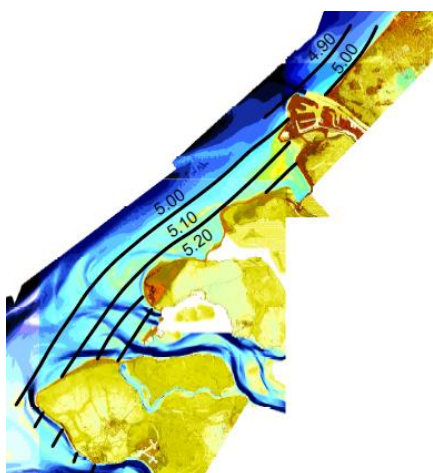
De statistiek van de hoogwaterstanden is afgeleid voor een serie peilstations langs de Nederlandse kust (zie Figuur 2.2). Hiervoor zijn overschrijdingsfrequentielijnen opgesteld op basis van langjarige meetreeksen (Rijkswaterstaat, 2006). Zoals in voorgaande paragraaf genoemd is hierin het effect van de stijging van het gemiddeld hoogwater van 1985 (peiljaar basispeilen) tot en met het jaar 2011 in verdisconteerd. Een voorbeeld van een overschrijdingsfrequentielijn bij Hoek van Holland is weergegeven in Figuur 2.3.



Figuur 2.2 Overzicht peilstations Nederlandse kust [Rijkswaterstaat (2006)]



Figuur 2.3 Voorbeeld van een overschrijdingsfrequentielijn bij Hoek van Holland



Figuur 2.4 Verdeling het stormvloedpeil bij een overschrijdingsfrequentie van 10^{-4} voor de Zeeuwse en Zuid – Hollandse Delta. Naar Rijkswaterstaat (1995)

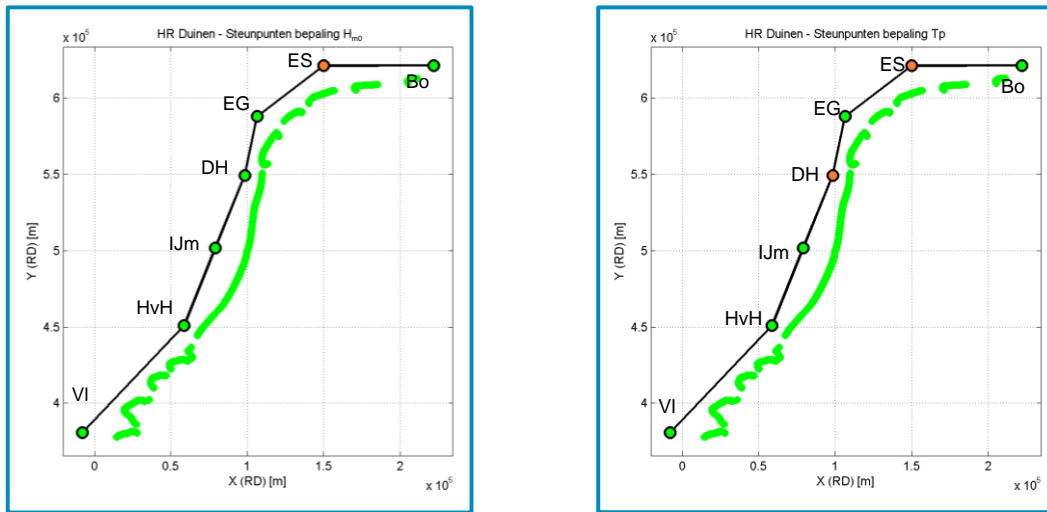
Tussen de peilstations moeten de waterstanden ruimtelijk worden geïnterpoleerd. In Rijkswaterstaat (1995) is de ruimtelijke verdeling van de waterstanden weergegeven voor enkele overschrijdingsfrequenties. Figuur 2.4 geeft als voorbeeld de isolijnen van het stormvloedpeil bij een overschrijdingsfrequentie van 10^{-4} voor een deel van de Zuid – Hollandse en Zeeuwse kust. De afleiding van de rekenresultaten voor waterstanden maakt gebruik van de bestaande database voor waterstanden die beschikbaar is binnen de toetssoftware HydraRing. Deze database is gebaseerd op de waterstandstatistiek met peiljaar 2011 voor de peilstations (Rijkswaterstaat, 2006). Voor de ruimtelijke verdeling tussen de peilstations wordt gebruik gemaakt van Rijkswaterstaat (1995).

2.3 Berekening golfhoogten en golfperioden

Voor de berekening van golfhoogten en golfperioden zijn op diep water zes zogenaamde steunpunten gedefinieerd waarvoor de golfstatistiek is afgeleid op basis van golfmetingen. Om ervoor te zorgen dat in het noorden de golftrandvoorwaarden bij benadering de – 20 m + NAP lijn volgen, zijn extra steunpunten gedefinieerd bij Den Helder en tussen Steunpunt Eierlandse Gat en Borkum (Rijkswaterstaat, 2007). Voor Den Helder is op basis van interpolatie een statistische relatie afgeleid voor de golfhoogte. Een lineaire interpolatie op basis van de waarden van de aangrenzende steunpunten vindt plaats voor de golfperiode. Voor het Extra Steunpunt gebeurt dit voor zowel golfhoogte als golfperiode. De locaties van alle steunpunten zijn weergegeven in Tabel 2.1 en Figuur 2.5.

Steunpunt golven	Code	JARKUS-raai	RD_x [m]	RD_y [m]
Vlissingen	VI	Kustvak 17 raai 1419	29571	384893
Hoek van Holland	HvH	Kustvak 9 raai 11825	58748	450830
IJmuiden	IJm	Kustvak 8 raai 5750	79249	501800
<i>Den Helder</i>	<i>DH</i>	<i>Kustvak 7 raai 308 (voor Noord – Holland)</i> <i>Kustvak 6 raai 880 (voor Texel)</i>	98372	549340
Eierlandse Gat	EG	Kustvak 6 raai 2901 (voor Texel) Kustvak 5 raai 4000 (voor Vlieland)	106514	587985
<i>Extra Steunpunt</i>	<i>ES</i>	<i>Kustvak 4 raai 1800</i>	150000	621230
Borkum	BO	Kustvak 2 raai 1000	221990	621330

Tabel 2.1 Steunpunten golftrandvoorwaarden diep water (In italic zijn de steunpunten weergegeven die gebruik maken van interpolatie van twee nabijgelegen meetstations)



Figuur 2.5 Steunpunten golfstatistiek. De oranje symbolen duiden dat voor dit steunpunt een interpolatie van de waarden van de twee nabijgelegen steunpunten plaatsvindt.

De golfhoogte ter plaatse van een steunpunt is gebaseerd op een statistische relatie van de golfhoogte en de hoogwaterstand bij de kust, die is afgeleid uit langjarige meetreeksen. Deze statistische relatie luidt:

$$H_s = a + b h - c \max(0; d - h)^e \quad (1)$$

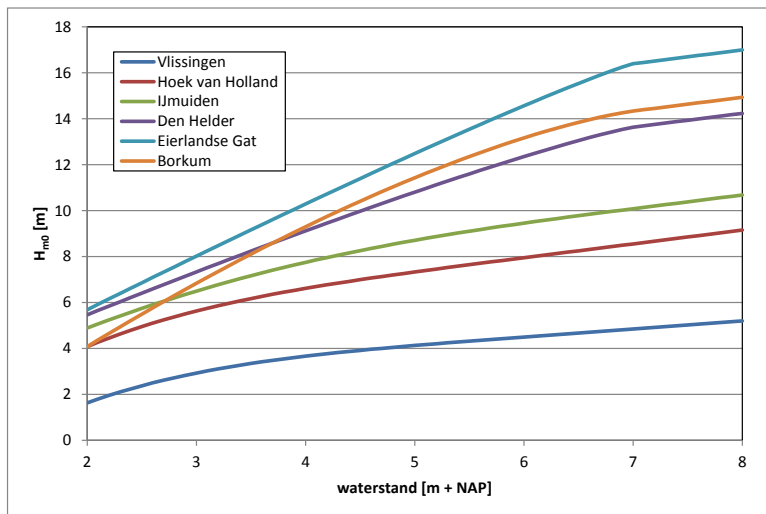
Hierin is H_s de spectrale golfhoogte en h de hoogwaterstand ten opzichte van NAP ter plaatse van het steunpunt. De laatste term in deze vergelijking vertraagt de toename van extreme golfhoogten door het effect van dieptelimitatie. Deze vertraging treedt op bij waterstanden hoger dan 7 m + NAP. De waarden voor de parameters a tot en met e zijn weergegeven in Tabel 2.2. Hiervoor geldt dat de waarden voor Hoek van Holland tot en met Borkum afkomstig zijn uit Rijkswaterstaat (2007), waarbij gebruik is gemaakt van WL | Delft Hydraulics (2004). De waarden voor Vlissingen zijn afkomstig uit Deltares (2013A). De statistische relaties van de zes steunpunten zijn grafisch weergegeven in Figuur 2.6.

Golfhoogten ter plaatse van het extra steunpunt (ES) worden verkregen met behulp van de afgeleide golfhoogten bij de steunpunten Eierlandse Gat en Borkum, waarbij wordt geïnterpoleerd met behulp van de volgende relatie. Hierbij geldt dat $\lambda = 0.57$:

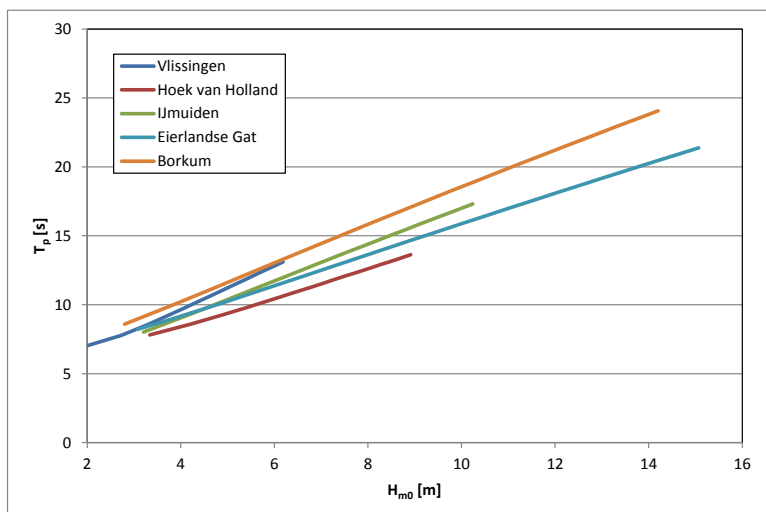
$$H_{s;ES} = \lambda H_{s;Eierland} + (1 - \lambda) H_{s;Borkum} \quad (2)$$

Steunpunt golven	a	b	c	d	e
Vlissingen	2.40	0.35	0.0008	7.00	4.67
Hoek van Holland	4.35	0.60	0.0008	7.00	4.67
IJmuiden	5.88	0.60	0.0254	7.00	2.77
Den Helder	9.43	0.60	0.68	7.00	1.26
Eierlandse Gat	12.19	0.60	1.23	7.00	1.14
Borkum	10.13	0.60	0.57	7.00	1.58

Tabel 2.2 Parameters voor de statistische relatie golfhoogte



Figuur 2.6 Relatie tussen golfhoogte en hoogwaterstand voor zes steunpunten



Figuur 2.7 Relatie tussen golfpiekperiode en golfhoogte voor vijf steunpunten

Om de golfpiekperiode te bepalen is door HKV (2005) een relatie gelegd met de golfhoogte in de vorm van een tabel per steunpunt, met uitzondering van Den Helder en het extra steunpunt ES. De gebruikte tabellen zijn opgenomen in bijlage B². Figuur 2.7 geeft dit grafisch weer. Om de golfpiekperiode bij Den Helder of het extra steunpunt te berekenen is gebruik gemaakt van een relatie vergelijkbaar met Vergelijking (2)³:

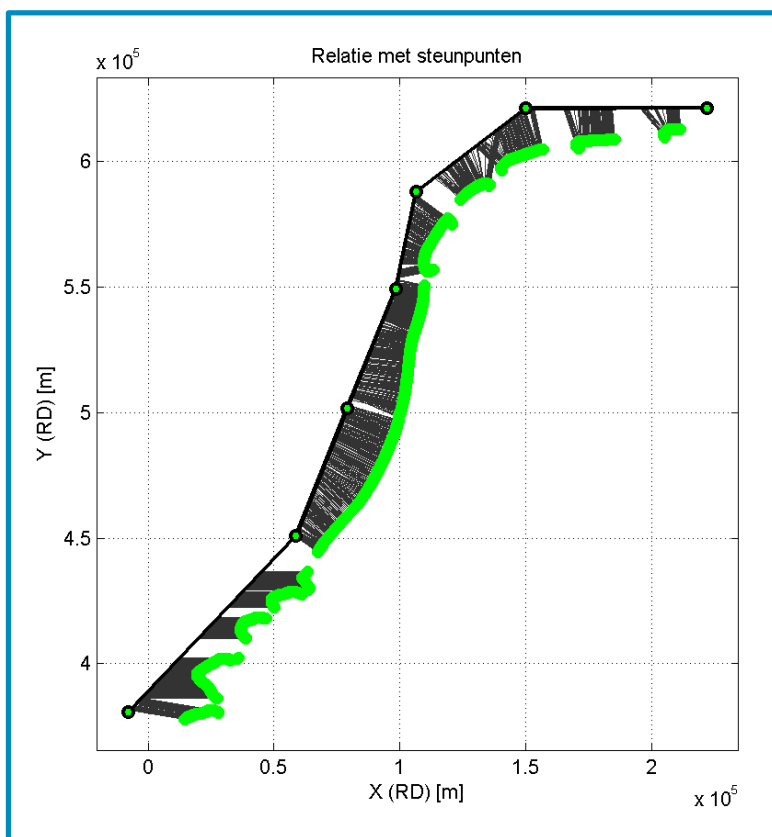
$$T_p = \lambda T_{p;1} + (1 - \lambda) T_{p;2} \quad (3)$$

² De tabellen geven rekenwaarden; de werkelijke golfhoogten en golfperioden kunnen afwijken van deze rekenwaarden

³ Deze relatie kan alleen toegepast worden als er sprake is van een enkeltoppig spectrum (Jonswap of Pierson-Moscowitz). Voor een deel van de kust is dit niet het geval.

Daarbij zijn de volgende waarden aangehouden:

- Den Helder:
 - $T_{p;1} = T_p$ zoals berekend voor IJmuiden
 - $T_{p;2} = T_p$ zoals berekend voor Eierlandse gat
 - $\lambda = 0.35$
- Extra steunpunt
 - $T_{p;1} = T_p$ zoals berekend voor Eierlandse gat
 - $T_{p;2} = T_p$ zoals berekend voor Borkum
 - $\lambda = 0.57$



Figuur 2.8 De benaderde normaallijnen ten opzichte van de kust voor de ruimtelijke interpolatie van golfrandvoorwaarden

Om voor alle locaties van de Nederlandse kust golfrandvoorwaarden vast te stellen, dient er te worden geïnterpoleerd tussen de steunpunten. Dit wordt op de volgende manier gedaan (Rijkswaterstaat, 2007):

- Voor elk uitvoerpunt voor HR wordt een benadering gegeven van de normaallijn ten opzichte van de kust. In de meeste gevallen betreft dit de oriëntatie van de JARKUS – raai.
- Als de (benadering van) de normaallijn is vastgesteld wordt het snijpunt bepaald tussen deze lijn en de lijn die de verbinding vormt tussen twee steunpunten.
- Vervolgens worden de golfrandvoorwaarden voor het betreffende punt afgeleid van de lineair geïnterpoleerde waarden tussen de twee steunpunten.

Net als in de HR2006 zijn de normaallijnen voor locaties op de koppen van de Waddeneilanden en de Deltakust (zie Figuur 2.8) gedefinieerd aan de hand van een aangepaste oriëntatie van de raaien. Bij een sterke kromming van de kust kan het voorkomen

dat bij gebruik van de eigenlijke oriëntatie een snijpunt wordt gevonden op een plek die weinig relatie heeft met de golfrandvoorwaarden die bij de locatie op de kust kunnen optreden. Aanpassing van de hoek die als basis dient voor de normaallijn (en dus niet van de oriëntatie van de JARKUS-raai zelf) zorgt er voor dat het kruispunt tussen de normaallijn en de verbinding tussen twee steunpunten wel op een representatieve plaats komt te liggen. Aanpassingen van de normaallijn voor deze raaien worden verder toegelicht in bijlage C.

Voor het Deltagebied wordt bij het vaststellen van de golfrandvoorwaarden rekening gehouden met de golfreducerende werking van de Voordelta. Bij de HR2006 is hierbij gebruik gemaakt van golfberekeningen met SWAN. De methode is daarbij niet consistent met de gehanteerde methode voor de Waddeneilanden en de Hollandse Kust. Bij de huidige berekeningen wordt gebruikt gemaakt van de methode uit VNK2 (pers. comm. Ferdinand Diermanse) waarbij een golfreductie is doorgevoerd in de waterstandstatistiek van het steunpunt bij Vlissingen. Dit zorgt wel voor een landelijk consistente methode. Echter, voor locaties langs de duinen in de Zeeuwse Delta wordt lineair geïnterpoleerd tussen de steunpunten Vlissingen en Hoek van Holland. Omdat voor Hoek van Holland geen aanpassing van de waterstandstatistiek wordt doorgevoerd, is tussen Vlissingen en Hoek van Holland een ruimtelijk variërende correctiefactor toegepast. Dit leidt ertoe dat dezelfde HR worden afgeleid als voor de HR2006.

3 Beschrijving uitvoer rekenresultaten

3.1 Beschouwde overschrijdingsfrequenties

In overleg met de opdrachtgever is een lijst met overschrijdingsfrequenties opgesteld waarvoor hydraulische condities worden afgeleid⁴. Deze is weergegeven in Tabel 3.1.

1/10	1/100	1/1.000	1/10.000	1/100.000
1/50	1/300	1/1.250	1/20.000	1/300.000
	1/400	1/2.000	1/30.000	
	1/500	1/3.000	1/50.000	
		1/4.000		
		1/5.000		

Tabel 3.1 Overschrijdingsfrequenties HR

3.2 Ruimtelijke verdeling HR

De hydraulische randvoorwaarden worden opgeleverd in de vorm van inputfiles voor de toetssoftware MorphAn. De uitvoerlocaties waarvoor in dit rapport rekenresultaten worden gepresenteerd zijn opgenomen in bijlage D. Deze bijlage bevat alle locaties waarvoor in het toetssoftwarepakket MorphAn (versie 1.1) hydraulische randvoorwaarden beschikbaar zijn, èn waarvoor een BasisKustLijn (BKL) is vastgesteld, èn waarvoor HydraRing randvoorwaarden genereert voor de waterstand.

In een volgende fase zullen de uitvoerlocaties definitief worden vastgesteld, zie ook paragraaf 5.2.3. Hierbij zijn de volgende zaken van belang:

- Bij de totstandkoming van de huidige lijst is gekeken naar de aanwezigheid van een vastgestelde BKL. Dit is niet noodzakelijk. Er zijn ook locaties waar geen BKL is vastgesteld, maar wel duinen moeten worden getoetst. Voorbeelden zijn Terschelling raai 0 - 100 en Texel NW 3100 – 3200.
- Locaties die op dit moment nog niet door HydraRing kunnen worden berekend moeten in de definitieve lijst wel opgenomen worden. Daarvoor is het noodzakelijk om de locaties ook in HydraRing op te nemen (zie ook paragraaf 5.2.3).
- Bij het opstellen van een definitieve lijst van uitvoerlocaties moeten ook locaties worden overwogen die in vorige versies van de HR niet opgenomen waren, maar waar in de toekomst mogelijk wel duinen moeten worden getoetst (denk bijvoorbeeld aan de Hondsbossche en Pettemer Zeewering).

3.3 Uitvoerformat HR

De rekenresultaten worden verwerkt in .bnd files die door MorphAn kunnen worden ingelezen. Hierin komen de volgende gegevens (Deltares, 2013B):

⁴ Ten aanzien van de het gebruik van HR met grotere overschrijdingsfrequenties in combinatie met DUROS+ past wel een kanttekening. Het TRDA2006 geeft aan dat het model DUROS+ alleen voor overschrijdingsfrequenties kleiner of gelijk aan 1/1.000 toepasbaar is.

- Stormvloedpeil (toetspeil of rekenpeil)
- Golfhoogte (H_s)
- Golfperiode (T_p)
- Korreldiameter (D_{reken})

4 Evaluatie rekenresultaten

4.1 Vergelijking met HR2006

De rekenresultaten van dit rapport zijn vergeleken met de HR2006, om na te gaan of de methode die in deze studie is gevolgd identiek is aan de methode voor de HR2006. Opgemerkt moet worden dat de waterstanden in de HR2006 rekenpeilen zijn, behorende bij de normfrequentie. Het gaat hierbij om:

- 1/2000 voor alle Waddeneilanden exclusief Texel
- 1/4000 voor alle Zeeuwse kustvakken en voor Texel
- 1/10000 voor de overige kustvakken (Noord- en Zuid-Holland).

De HR2006 zijn gegeven aan de hand van een aantal gegroepeerde raaien per kustvak. Daarbij wordt verondersteld dat een van de raaien in dat gebied representatief is voor dat gebied. Hierbij geldt dat de rekenpeilen zijn afgerond op 10 cm en de golfhoogte op 5 cm. Bijlage E bevat een tabel waarbij voor ieder van deze representatieve raaien een vergelijking is gemaakt tussen de HR2006 en de HR zoals gegenereerd tijdens deze studie. Daarbij valt het volgende op:

- Voor de kustvakken in Zeeland zijn er geen verschillen met de HR2006.
- De berekende rekenpeilen zijn voor alle locaties nagenoeg gelijk aan de HR2006.
- Ook de berekende golfhoogtes vertonen geen noemenswaardige verschillen met de HR2006. De kleine verschillen kunnen veelal worden toegeschreven aan het verschil in afronding tussen de HR2006 (op 5 cm) en de rekenresultaten in deze studie (op 1 cm).
- Golfperiodes komen overeen met de HR2006, met uitzondering van de raaien die grenzen aan steunpunt Den Helder, d.w.z. in Noord-Holland en Texel. Het verschil wordt veroorzaakt door een verschillende berekening van de T_p bij steunpunt Den Helder. Daarvoor wordt gebruik gemaakt van de T_p bij IJmuiden en bij Eierlandse Gat (op basis van vergelijking (3)). Voor de HR 2006 is de T_p bij Eierlandse Gat ten onrechte bepaald op basis van de H_s in Den Helder. De T_p bij IJmuiden is in die studie wel gebaseerd op de H_s bij IJmuiden. In onze studie hebben we de T_p bij Eierlandse Gat bepaald op basis van de daar geldende golfhoogte. De T_p bij Den Helder is vervolgens (net als bij afleiding van de HR2006) afgeleid op basis van vergelijking (3). Als gevolg daarvan is de T_p maximaal 0.6 seconden groter (maximum wordt bereikt voor raaien dicht bij steunpunt Den Helder). Indien voor berekening van de T_p bij steunpunt Eierlandse Gat de golfhoogte (H_s) ter plaatse van Den Helder zou worden gebruikt, zouden de verschillen tussen HR2006 en de waarden die volgen uit deze studie ook daar niet noemenswaardig verschillen.

4.2 Vergelijking met resultaten uit het 13KP project

Tijdens het 13KP project zijn voor de kustplaatsen Ameland, Terschelling, Vlieland, Zandvoort, Noordwijk, Katwijk, Scheveningen, Kijkduin en Cadzand randvoorwaarden bepaald voor verschillende frequenties voor duinafslag, waarbij een reststerktefactor van 10 is verdisconteerd (TRDA2006)⁵. Voor de kustplaatsen Vlissingen en IJmuiden is dit niet

⁵ In Deltares (2008, 2010A) is de reststerktefactor van 10 niet verdisconteerd, waardoor de daar vermelde overschrijdingsfrequenties tien keer kleiner zijn dan in dit rapport.

gedaan. Aan de hand van deze randvoorwaarden zijn beschermingscontouren berekend. Hierbij is de sterkte van het duin volgens het TRDA2006 in acht genomen. De randvoorwaarden zijn dus inclusief 2/3 decimeringshoogte (rekenpeil), waarbij de randvoorwaarden voor 1/100.000 zoals weergegeven in het 13 KP project overeenkomen met de randvoorwaarden in de normberekening (zoals bij de HR2006) van 1/10.000. Het 13KP project geeft randvoorwaarden die zijn afgeleid voor de volgende overschrijdingsfrequenties (weergegeven als normfrequentie en dus vergelijkbaar met de getallen met rekenpeil uit deze studie):

- 1/10
- 1/50
- 1/100
- 1/400
- 1/1.000
- 1/2.000 (alleen voor Ameland, Terschelling, Vlieland en Cadzand)
- 1/4.000
- 1/10.000

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de locaties waarvoor de randvoorwaarden zijn bepaald.

Naam	Kustvak	Metreering
Vlieland1	Vlieland	4952
Vlieland2	Vlieland	5200
Terschelling	Terschelling	1000
Ameland	Ameland	1320
Bergen	Noord-Holland	3300
Egmond	Noord-Holland	3725
Zandvoort	Rijnland	6625
Noordwijk	Rijnland	8275
Katwijk	Rijnland	8700
Scheveningen	Delfland	10075
Kijkduin	Delfland	10623
Cadzand	Zeeuws-Vlaanderen	1241

Tabel 4.1 Overzicht van de locaties die in het 13KP project zijn gebruikt

Bijlage F bevat een vergelijking tussen de randvoorwaarden die zijn gepresenteerd tijdens het 13KP project en de randvoorwaarden die in het kader van dit rapport zijn afgeleid. Daarbij valt het volgende op:

- In tegenstelling tot de HR2006 zijn de waterstanden niet overal gelijk. Bij alle locaties uit de eerste fase van het 13KP project (Deltares (2008) ligt het maximale verschil rond de 3 tot 4 cm. De locaties op de Waddeneilanden vertonen (ook voor de normfrequentie, waarbij de waterstanden overeenkomen met de HR2006) grotere verschillen (tot 13 cm verschil bij Vlieland2 en 6 tot 8 cm bij de overige locaties). Dit heeft te maken met een verschil in de manier waarop de waterstanden zijn bepaald. Bij bepaling van de HR2006 en de getallen in deze studie, zijn waterstanden ruimtelijk geïnterpoleerd zoals beschreven in Rijkswaterstaat (1995). De waterstanden uit het 13KP project zijn ook gebaseerd op deze waterstandstatistiek, maar er is een lineaire interpolatie uitgevoerd om de waterstanden voor deze locaties te bepalen.
- Voor alle locaties uit de tweede fase van het 13KP project (langs de Waddenzee, dus exclusief Cadzand) ligt de golfhoogte 16 tot 17 cm lager dan tijdens het 13KP project.

Dit beeld verschilt van het beeld dat uit de vergelijking met de HR2006 volgt, waarbij dit verschil veel kleiner is (ook voor de huidige normfrequentie van 1/2000). De berekende golfperiodes geven hetzelfde beeld. Ook dit wordt veroorzaakt door een verschil in berekende waterstand bij de steunpunten Eierlandse Gat en Borkum, die worden gebruikt voor berekening van de golfparameters langs de Waddenkust. Een hogere waterstand op deze steunpunten zorgt voor een verhoging van de golfhoogte en golfperiode. Bij alle locaties uit de eerste fase van het 13KP project zijn de verschillen tussen waterstand, golfhoogte en golfperiode onafhankelijk van de frequentie waarvoor deze gelden.

- Bij locaties uit de tweede fase van het 13KP project nemen de verschillen in waterstanden af bij kleiner wordende kans van overschrijden (en als gevolg daarvan ook de golfhoogte en golfperiode).

Veel van de geconstateerde verschillen tussen de resultaten uit het 13KP project en de resultaten in voorliggend rapport kunnen worden verklaard door een andere manier van interpolatie van de waterstandsstatistiek. Doordat de waterstanden op de steunpunten voor bepaling van de golfkarakteristieken in het 13KP project niet zijn gerapporteerd kan dit echter niet verder worden nagegaan.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

In dit rapport is de methode beschreven voor de afleiding van HR ten behoeve van toetslaag 2a voor duinen. Deze methode is gebaseerd op de methode zoals gehanteerd voor het afleiden van HR2006. Voor de Zeeuwse Kust is de methode uit VNK2 gebruikt, met een correctie naar HR2006 bij de normfrequentie. Dit maakt de methode consistent voor de Waddeneilanden, Hollandse Kust en Zeeuwse Delta. Voor deze methode zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- 1 De basis voor de methode om HR te bepalen voor WT12017 wordt gevormd door de methode die is gehanteerd voor het afleiden voor HR2006 voor de Waddeneilanden en Hollandse Kust.
- 2 Voor Zeeuwse Kust wordt de methode uit VNK2 gebruikt, waarbij voor de normfrequentie wordt gecorrigeerd naar HR2006.
- 3 Er is geen relatie gelegd tussen de resultaten in dit rapport en de nieuwe normering op basis van overstromingskansen per duintraject.
- 4 Rekenresultaten in deze studie zijn gebaseerd op de waterstandstatistiek met peiljaar 2011 (gebruikt voor HR2006).
- 5 Het effect van kennisonzekerheden is niet verwerkt in de rekenresultaten in deze studie.

De methode is geverifieerd door de rekenresultaten te vergelijken met HR2006 (voor de normfrequentie) en resultaten uit het project 13KP. De vergelijking met HR2006 bracht een fout in HR2006 aan het licht in de piekperiode nabij Den Helder. Verder zijn de verschillen verwaarloosbaar klein. Voor de Waddeneilanden zijn verschillen in waterstanden geconstateerd, en daardoor ook in golfhoogte en golfperiode, als gevolg van een verschil in interpolatie tussen de methode zoals beschreven in dit rapport en de methode gehanteerd in het 13KP project. De overige resultaten komen overeen. Hieruit concluderen we dat de methode om HR voor duinen te bepalen werkt.

5.2 Aanbevelingen

Ten behoeve van de bepaling van de HR voor duinen worden hieronder aanbevelingen gegeven ten aanzien van de waterstandstatistiek en het meenemen van statistische onzekerheden in de waterstand. Tevens worden suggesties voor verbeteringen aan HydraRing gegeven.

5.2.1 Actualisatie statistiek

In de huidige studie is gebruik gemaakt van de statistische informatie die is gebruikt voor de vaststelling van de HR2006, zie Tabel 5.1. Inmiddels is voor een aantal onderdelen nieuwe statistische informatie beschikbaar, waarbij bijvoorbeeld rekening is gehouden met de stijging van het gemiddelde hoogwater na 2011 (peildatum gehanteerd voor HR 2006), zie Deltares (2010B).

Statistische relatie	Gebruikte statistiek	Nieuwe statistiek beschikbaar?
Waterstanden peilstations	Rijkswaterstaat (2006)	Deltares (2010B)
Ruimtelijke spreiding waterstand	Rijkswaterstaat (1995)	Nee
Relatie golfhoogte – waterstand	WL Delft Hydraulics (2004)	Nee
Relatie golfperiode - golfhoogte	HKV (2005)	HKV (2011)

Tabel 5.1 Statistiek t.b.v. HR Duinen

We bevelen aan om bij de bepaling van de definitieve HR gebruik te maken van vernieuwde statistische informatie. De aanpassing vanwege de verdere stijging van het gemiddelde hoogwater (na 2011) dient in ieder geval in rekening gebracht te worden.

5.2.2 Effecten onzekerheid waterstanden

In de huidige studie is geen rekening gehouden met onzekerheden in de statistiek van waterstanden. Indien deze onzekerheid wordt meegenomen leidt dit tot hogere HR (Deltares, 2010C). In 2014 wordt hier in het kader van het project WT12017 (Cluster C) nader naar gekeken. Het is op het moment dat dit rapport wordt geschreven echter niet duidelijk of in dat geval gebruik kan worden gemaakt van de relaties tussen h en H_s , zoals beschreven in paragraaf 2.3. Dit dient eerst te worden vastgesteld voordat wordt besloten om onzekerheden in waterstanden mee te nemen in de definitieve afleiding van de HR.

5.2.3 Verbeteringen HydraRing

In deze studie is alleen gebruik gemaakt van HydraRing voor de waterstanden, voor zover het uitvoerlocaties betreft die in de database zijn opgenomen. De golfstatistiek is wel geprogrammeerd in HydraRing, maar er is nog geen mogelijkheid om hiervoor uitvoerwaarden te genereren.

Het is de bedoeling om de HR volledig met HydraRing te berekenen. Hiervoor zijn de volgende verbeteringen van HydraRing gewenst:

- HydraRing dient gebruik te maken van de juiste statistische informatie (paragraaf 5.15.2.1).
- HydraRing dient uitvoer te kunnen genereren voor de golfrandvoorwaarden.
- Tevens zijn er nieuwe locaties voor zandige keringen bijgekomen, die niet in de tabellen voorkomen. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan de Hondsbossche en Pettemer Zeewering. Daarbij is het belangrijk om de punten zoals genoemd in (paragraaf 3.2) in overweging te nemen.

A Literatuur

- Deltares. 2008. *Bepaling Beschermingscontouren Kustplaatsen. Resultaten voor de zeven Hollandse kustplaatsen*. H5016. In samenwerking met Alkyon en TU Delft.
- Deltares. 2010A. *Bepaling Beschermingscontouren 2e Fase. Resultaten voor Ameland, Terschelling, Vlieland, IJmuiden, Vlissingen en Cadzand*. 1200121-000. In samenwerking met Alkyon en TU Delft.
- Deltares. 2010B. *Toets- en Rekenpeilen Kust en Estuaria ten behoeve van de HR 2011*. 1202341-002.
- Deltares. 2010C. *Toets- en Rekenpeilen Kust en Estuaria ten behoeve van de HR 2011*. 1202341-002.
- Deltares. 2013A. *Hydra Ring Scientific Documentation*. 1206006-004.
- Deltares. 2013B. MorphAn 1.1. *Software voor het analyseren en toetsen van zandige kusten. Gebruikershandleiding*. Version: 1.1.0.30212. 31 aug 2013.
- Expertise Netwerk Waterkeringen (ENW) 2007. *Technisch Rapport Duinafslag 2006 (TRDA2006). Leidraad voor de beoordeling van de veiligheid van duinen als waterkering ten behoeve van voorschrift toetsen op veiligheid 2006*. WL|Delft Hydraulics (H4357).
- HKV 2005. *Diepwaterrandvoorwaarden (ELD, EUR, YM6, SCW en SON)*. Project nummer PR841.40. juli 2005.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat. 2007. *Hydraulische randvoorwaarden 2006 voor het toetsen van primaire waterkeringen (HR2006)*.
- Rijkswaterstaat. 1995. *De basispeilen langs de Nederlandse kust. De ruimtelijke verdeling en overschrijdingslijnen*. RIKZ-95.008.
- Rijkswaterstaat. 2006. *Waterstanden Nederlandse kust en estuaria; Statistieken t.b.v. de hydraulische randvoorwaarden 2006*. RIKZ/2006.012.
- Rijkswaterstaat. 2007. *Hydraulische Randvoorwaarden 2006 voor Duinwaterkeringen. Eindrapport*. RIKZ/2006.026.
- WL | Delft Hydraulics. 2004. *Golfstatistiek op relatief diep water 1979 - 2002*. Q3770.
- WL | Delft Hydraulics. 2007. *Dune erosion. Product 3: Probabilistic dune erosion prediction method*. H4357. In samenwerking met Alkyon en TU Delft.

B Gebruikte rekenwaarden golfhoogte – golfperiode

B.1 Borkum (SON)

Waterstand [m + NAP]	Golfhoogte [m]	Golfperiode Tm-1,0 [s]	Golfperiode Tp [s]
1.75	2.801	7.411	8.59
2	3.821	8.584	9.972
2.25	4.687	9.585	11.183
2.5	5.463	10.474	12.277
2.75	6.178	11.282	13.285
3	6.849	12.028	14.226
3.25	7.485	12.725	15.113
3.5	8.093	13.382	15.956
3.75	8.678	14.005	16.76
4	9.243	14.599	17.531
4.25	9.791	15.167	18.274
4.5	10.324	15.714	18.991
4.75	10.843	16.241	19.685
5	11.351	16.75	20.359
5.25	11.848	17.244	21.014
5.5	12.335	17.723	21.653
5.75	12.813	18.188	22.275
6	13.283	18.642	22.884
6.25	13.745	19.084	23.479
6.5	14.2	19.516	24.062

Tabel B.1 Gebruikte rekenwaarden tussen golfhoogte en golfperiode bij locatie Borkum (SON) (HKV, 2005)

B.2 Eierlandse Gat (ELD)

Waterstand [m + NAP]	Golfhoogte [m]	Golfperiode Tm-1,0 [s]	Golfperiode Tp [s]
1	3.083	7.223	8.224
1.25	3.717	7.791	8.868
1.5	4.241	8.275	9.425
1.75	4.855	8.847	10.095
2	5.455	9.409	10.762
2.25	6.042	9.959	11.422
2.5	6.62	10.497	12.075
2.75	7.189	11.023	12.718
3	7.75	11.538	13.353
3.25	8.305	12.041	13.978
3.5	8.852	12.533	14.594
3.75	9.394	13.016	15.202
4	9.931	13.489	15.801
4.25	10.462	13.953	16.391
4.5	10.989	14.409	16.973
4.75	11.512	14.857	17.548
5	12.031	15.297	18.115
5.25	12.546	15.73	18.675
5.5	13.057	16.156	19.229
5.75	13.565	16.575	19.775
6	14.069	16.989	20.316
6.25	14.571	17.396	20.85
6.5	15.069	17.798	21.379

Tabel B.2 Gebruikte rekenwaarden tussen golfhoogte en golfperiode bij locatie Eierlandse Gat (ELD) (HKV, 2005)

B.3 IJmuiden (YM6)

Waterstand [m + NAP]	Golfhoogte [m]	Golfperiode Tm-1,0 [s]	Golfperiode Tp [s]
2.5	5.611	9.914	11.198
2.75	6.125	10.497	11.892
3	6.574	11	12.496
3.25	6.975	11.444	13.033
3.5	7.337	11.841	13.517
3.75	7.67	12.201	13.959
4	7.977	12.531	14.365
4.25	8.263	12.836	14.742
4.5	8.531	13.119	15.094
4.75	8.784	13.385	15.425
5	9.022	13.634	15.736
5.25	9.249	13.869	16.03
5.5	9.465	14.091	16.31
5.75	9.672	14.303	16.576
6	9.869	14.505	16.831
6.25	10.059	14.697	17.074
6.5	10.242	14.882	17.308

Tabel B.3 Gebruikte rekenwaarden tussen golfhoogte en golfperiode bij locatie IJmuiden (YM6) (HKV, 2005)

B.4 Hoek van Holland (EUR)

Waterstand [m + NAP]	Golfhoogte [m]	Golfperiode Tm-1,0 [s]	Golfperiode Tp [s]
2.75	5.367	8.774	9.756
3	5.791	9.163	10.204
3.25	6.159	9.502	10.598
3.5	6.484	9.802	10.95
3.75	6.777	10.072	11.269
4	7.044	10.318	11.561
4.25	7.289	10.543	11.83
4.5	7.516	10.751	12.079
4.75	7.728	10.945	12.312
5	7.926	11.126	12.531
5.25	8.114	11.296	12.737
5.5	8.291	11.457	12.932
5.75	8.459	11.609	13.117
6	8.619	11.753	13.293
6.25	8.771	11.891	13.461
6.5	8.917	12.022	13.621

Tabel B.4 Gebruikte rekenwaarden tussen golfhoogte en golfperiode bij locatie Hoek van Holland (EUR) (HKV, 2005)

B.5 Vlissingen (SCW)

Waterstand [m + NAP]	Golfhoogte [m]	Golfperiode Tm-1,0 [s]	Golfperiode Tp [s]
2.75	1.548	5.79	6.569
3	2.72	6.862	7.765
3.25	3.305	7.558	8.584
3.5	3.729	8.09	9.223
3.75	4.072	8.525	9.755
4	4.364	8.897	10.215
4.25	4.62	9.224	10.621
4.5	4.85	9.517	10.987
4.75	5.06	9.783	11.321
5	5.253	10.026	11.63
5.25	5.432	10.252	11.916
5.5	5.601	10.463	12.184
5.75	5.759	10.66	12.436
6	5.909	10.847	12.674
6.25	6.052	11.023	12.9
6.5	6.188	11.19	13.116

Tabel B.5 Gebruikte rekenwaarden tussen golfhoogte en golfperiode bij locatie VLissingen (SCW) (HKV, 2005)

C Aanpassing raairichting JARKUS – raaien

Golfparameters worden afgeleid aan de hand van interpolatie over een lijn die de steunpunten op diep water verbindt. Zoals in paragraaf 2.3 is beschreven, wordt de interpolatie gedaan aan de hand van het kruispunt tussen de genoemde lijn en de normaallijn van een raai ten opzichte van de kust. In veel gevallen komt deze normaallijn overeen met de oriëntatie van de JARKUS-raai zelf.

Bij een sterke kromming van de kust kan het voorkomen dat bij gebruik van de eigenlijke oriëntatie een snijpunt wordt gevonden op een plek die weinig relatie heeft met de golfbrandvoorwaarden die bij de locatie op de kust kunnen optreden. Aanpassing van de hoek die als basis dient voor de normaallijn (en dus niet van de oriëntatie van de JARKUS-raai zelf) zorgt er voor dat het kruispunt tussen de normaallijn en de verbinding tussen twee steunpunten wel op een representatieve plaats komt te liggen. Net als in de HR2006 zijn de normaallijnen voor locaties op de koppen van de Waddeneilanden en de Deltakust (Figuur 2.8] gedefinieerd aan de hand van een aangepaste oriëntatie van de raaien. Onderstaande tabel geeft een overzicht van deze aanpassingen. Met uitzondering van enkele plaatsen is ook dezelfde hoek gebruikt als in de HR2006. Kort samengevat gaat het om de volgende aanpassingen:

- Op de wadden eilanden is de hoek van raaien ter plaatse van de koppen van eilanden gelimiteerd om er voor te zorgen dat ze de verbindingslijn van de steunpunten op een goede plaats snijden. Ten opzichte van de HR2006 is alleen de limitering aan de zuidkant van Texel toegevoegd. Voorheen werd daar de waarde van steunpunt Den Helder gebruikt als het kruispunt ten zuiden van dit steunpunt lag.
- Alle raaien in Zeeland krijgen een westelijke richting (270 graden). Bij Zeeuws-Vlaanderen is een richting van 280 graden gekozen om er voor te zorgen dat het snijpunt van de normaallijnen en de verbindingslijn ten noorden van steunpunt Vlissingen valt. Deze aanpassing is in overeenstemming met de aanpassingen die zijn gedaan in het 13KP project en bij VNK2, met uitzondering van de aanpassing bij Zeeuws-Vlaanderen. In de genoemde projecten is voor dat kustvak een oriëntatie van 270 graden aangehouden en zijn voor locaties waarvan de normaallijn uitkwam ten zuiden van steunpunt Vlissingen de waarden bij Vlissingen overgenomen. Met de aangepaste hoek komen de kruispunten ook uit vlakbij steunpunt Vlissingen, waardoor het verschil gering is.

Kustvak	JARKUS – raaien / metrerung	Aangepaste raairichting
Schiermonnikoog (west)	≤ 303	319.50
Ameland (west)	≤ 303	341.10
Ameland (west)	≥ 4600	341.10
Terschelling (west)	≤ 107	311.40
Vlieland (oost)	≥ 5340	10.80
Texel (noord)	≥ 2901	306
Texel (zuid)	≤ 976	257.40
Voorne, Goeree, Schouwem Noord-Beveland, Walcheren	Alle	270
Zeeuws-Vlaanderen	Alle	280

E Verificatie aan de hand van HR2006

Kustvak	Metrering	frequentie	HR2006			HR2017			Verschil		
			RP [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]	Rp [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]	Rp [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]
Schiermonnikoog	120	1/2000	4.8	10.65	18.8	4.8	10.62	18.8	0	-0.03	0
Schiermonnikoog	180	1/2000	4.7	10.65	18.8	4.7	10.62	18.8	0	-0.03	0
Schiermonnikoog	260	1/2000	4.7	10.65	18.8	4.7	10.62	18.8	0	-0.03	0
Schiermonnikoog	400	1/2000	4.6	10.65	18.8	4.6	10.62	18.8	0	-0.03	0
Schiermonnikoog	560	1/2000	4.6	10.65	19.1	4.6	10.61	19	0	-0.04	-0.1
Schiermonnikoog	800	1/2000	4.6	10.65	19.1	4.6	10.61	19.1	0	-0.04	0
Ameland	4860	1/2000	4.6	10.65	18.2	4.6	10.65	18.2	0	0	0
Ameland	100	1/2000	4.5	10.65	18.2	4.5	10.65	18.1	0	0	-0.1
Ameland	300	1/2000	4.5	10.65	18.2	4.5	10.65	18.2	0	0	0
Ameland	440	1/2000	4.4	10.65	18.3	4.4	10.65	18.3	0	0	0
Ameland	800	1/2000	4.4	10.65	18.4	4.4	10.64	18.4	0	-0.01	0
Ameland	1460	1/2000	4.4	10.65	18.5	4.4	10.64	18.5	0	-0.01	0
Terschelling	60	1/2000	4.2	10.7	17.3	4.2	10.69	17.3	0	-0.01	0
Terschelling	300	1/2000	4.2	10.7	17.4	4.2	10.68	17.3	0	-0.02	-0.1
Terschelling	700	1/2000	4.1	10.7	17.6	4.1	10.68	17.6	0	-0.02	0
Terschelling	1300	1/2000	4.2	10.7	17.7	4.2	10.67	17.7	0	-0.03	0
Terschelling	1860	1/2000	4.2	10.7	17.9	4.2	10.66	17.9	0	-0.04	0
Vlieland	4554	1/2000	4.2	10.7	17.1	4.2	10.7	17.1	0	0	0
Vlieland	5367	1/2000	4.3	10.7	17.6	4.3	10.68	17.6	0	-0.02	0
Texel	900	1/4000	4.4	10	16	4.4	9.99	16.6	0	-0.01	0.6
Texel	1168	1/4000	4.4	10.15	16.1	4.4	10.15	16.6	0	0	0.5
Texel	1586	1/4000	4.4	10.35	16.4	4.4	10.36	16.7	0	0.01	0.3
Texel	1833	1/4000	4.4	10.5	16.5	4.4	10.47	16.7	0	-0.03	0.2
Texel	2031	1/4000	4.3	10.55	16.5	4.3	10.54	16.8	0	-0.01	0.3
Texel	2291	1/4000	4.3	10.65	16.6	4.3	10.62	16.8	0	-0.03	0.2
Texel	2700	1/4000	4.3	10.75	16.7	4.3	10.75	16.8	0	0	0.1
Texel	2977	1/4000	4.3	10.95	17	4.3	10.86	16.9	0	-0.09	-0.1
Noord-Holland	249	1/10.000	4.8	10.5	16.3	4.8	10.47	16.9	0	-0.03	0.6
Noord-Holland	429	1/10.000	4.9	10.45	16.3	4.8	10.43	16.9	-0.1	-0.02	0.6
Noord-Holland	548	1/10.000	4.8	10.45	16.3	4.9	10.43	16.8	0.1	-0.02	0.5
Noord-Holland	708	1/10.000	4.9	10.4	16.3	4.9	10.41	16.8	0	0.01	0.5
Noord-Holland	928	1/10.000	4.9	10.4	16.3	4.9	10.38	16.8	0	-0.02	0.5
Noord-Holland	1047	1/10.000	5	10.35	16.2	5	10.35	16.8	0	0	0.6
Noord-Holland	1258	1/10.000	5	10.3	16.2	5	10.29	16.7	0	-0.01	0.5
Noord-Holland	1483	1/10.000	5	10.25	16.2	5	10.25	16.7	0	0	0.5
Noord-Holland	1688	1/10.000	5	10.2	16.2	5	10.2	16.7	0	0	0.5
Noord-Holland	1925	1/10.000	5.1	10.15	16.2	5.1	10.16	16.7	0	0.01	0.5

Kustvak	Metrering	frequentie	HR2006			HR2017			Verschil		
			RP [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]	Rp [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]	Rp [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]
Noord-Holland	2700	1/10.000	5.3	9.9	16.2	5.3	9.91	16.5	0	0.01	0.3
Noord-Holland	2847	1/10.000	5.3	9.85	16.2	5.3	9.86	16.5	0	0.01	0.3
Noord-Holland	2945	1/10.000	5.3	9.85	16.1	5.3	9.84	16.4	0	-0.01	0.3
Noord-Holland	3050	1/10.000	5.3	9.85	16.1	5.3	9.82	16.4	0	-0.03	0.3
Noord-Holland	3175	1/10.000	5.3	9.8	16.1	5.3	9.79	16.4	0	-0.01	0.3
Noord-Holland	3275	1/10.000	5.3	9.75	16.1	5.3	9.76	16.4	0	0.01	0.3
Noord-Holland	3400	1/10.000	5.4	9.75	16.1	5.4	9.73	16.4	0	-0.02	0.3
Noord-Holland	3550	1/10.000	5.4	9.7	16.1	5.4	9.68	16.3	0	-0.02	0.2
Noord-Holland	3650	1/10.000	5.4	9.65	16.1	5.4	9.65	16.3	0	0	0.2
Noord-Holland	3750	1/10.000	5.4	9.65	16.1	5.4	9.65	16.3	0	0	0.2
Noord-Holland	3900	1/10.000	5.5	9.6	16.1	5.5	9.62	16.3	0	0.02	0.2
Noord-Holland	4100	1/10.000	5.5	9.55	16.1	5.5	9.57	16.2	0	0.02	0.1
Noord-Holland	4250	1/10.000	5.5	9.55	16.1	5.5	9.53	16.2	0	-0.02	0.1
Noord-Holland	4375	1/10.000	5.6	9.5	16.1	5.6	9.5	16.2	0	0	0.1
Noord-Holland	4475	1/10.000	5.6	9.5	16.1	5.6	9.48	16.2	0	-0.02	0.1
Noord-Holland	4575	1/10.000	5.6	9.5	16.1	5.6	9.48	16.2	0	-0.02	0.1
Noord-Holland	4675	1/10.000	5.6	9.45	16.1	5.6	9.46	16.2	0	0.01	0.1
Noord-Holland	4800	1/10.000	5.7	9.45	16.1	5.7	9.43	16.2	0	-0.02	0.1
Noord-Holland	5025	1/10.000	5.7	9.4	16.1	5.7	9.38	16.1	0	-0.02	0
Noord-Holland	5225	1/10.000	5.7	9.35	16	5.7	9.33	16.1	0	-0.02	0.1
Noord-Holland	5350	1/10.000	5.7	9.4	16.1	5.7	9.39	16.1	0	-0.01	0
Noord-Holland	5450	1/10.000	5.7	9.35	16.1	5.7	9.37	16.1	0	0.02	0
Rijnland	5700	1/10.000	5.7	9.25	16	5.7	9.26	16	0	0.01	0
Rijnland	6100	1/10.000	5.7	9.15	15.8	5.7	9.17	15.8	0	0.02	0
Rijnland	6775	1/10.000	5.8	9	15.5	5.8	9.01	15.5	0	0.01	0
Rijnland	7575	1/10.000	5.8	8.85	15	5.8	8.83	15	0	-0.02	0
Rijnland	8875	1/10.000	5.8	8.55	14.3	5.8	8.53	14.3	0	-0.02	0
Delfland	9830	1/10.000	5.8	8.35	13.9	5.8	8.35	13.9	0	0	0
Delfland	9975	1/10.000	5.7	8.3	13.8	5.7	8.31	13.8	0	0.01	0
Delfland	10653	1/10.000	5.7	8.05	13.2	5.7	8.06	13.2	0	0.01	0
Delfland	11196	1/10.000	5.7	7.9	12.8	5.7	7.92	12.8	0	0.02	0
Delfland	11825	1/10.000	5.6	7.7	12.3	5.6	7.71	12.3	0	0.01	0
Voorne	720	1/4000	5.5	2.5	12.4	5.5	2.5	12.4	0	0	0
Voorne	820	1/4000	5.5	2.55	12.4	5.5	2.55	12.4	0	0	0
Voorne	860	1/4000	5.5	2.7	12.4	5.5	2.7	12.4	0	0	0
Voorne	960	1/4000	5.5	2.9	12.4	5.5	2.9	12.4	0	0	0
Voorne	1140	1/4000	5.6	2.85	12.4	5.6	2.85	12.4	0	0	0
Voorne	1220	1/4000	5.6	2.9	12.4	5.6	2.9	12.4	0	0	0
Voorne	1280	1/4000	5.6	2.95	12.4	5.6	2.95	12.4	0	0	0
Voorne	1380	1/4000	5.6	3	12.4	5.6	3	12.4	0	0	0

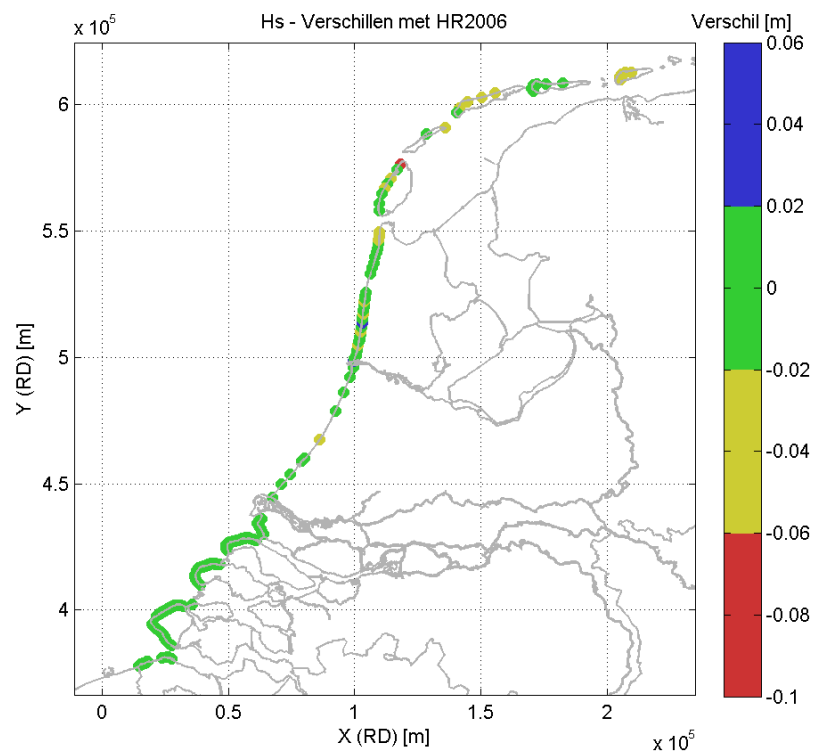
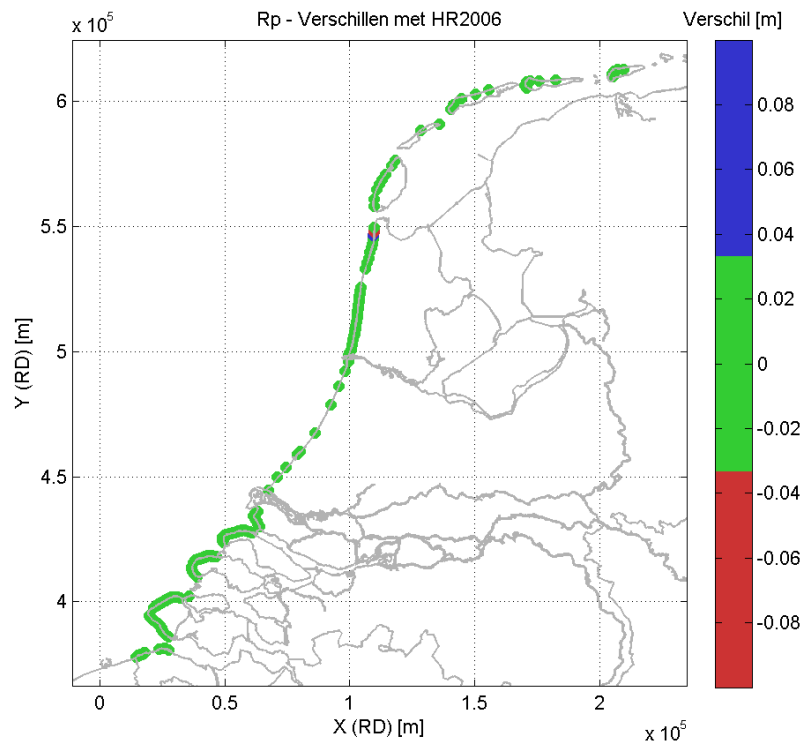
Kustvak	Metrering	frequentie	HR2006			HR2017			Verschil		
			RP [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]	Rp [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]	Rp [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]
Voorne	1500	1/4000	5.7	2.95	12.4	5.7	2.95	12.4	0	0	0
Goeree	320	1/4000	5.7	2	12.4	5.7	2	12.4	0	0	0
Goeree	325	1/4000	5.6	1.95	12.4	5.6	1.95	12.4	0	0	0
Goeree	350	1/4000	5.6	1.85	12.4	5.6	1.85	12.4	0	0	0
Goeree	400	1/4000	5.6	1.65	12.4	5.6	1.65	12.4	0	0	0
Goeree	425	1/4000	5.6	1.55	12.4	5.6	1.55	12.4	0	0	0
Goeree	450	1/4000	5.6	1.45	12.4	5.6	1.45	12.4	0	0	0
Goeree	550	1/4000	5.6	1.1	12.4	5.6	1.1	12.4	0	0	0
Goeree	650	1/4000	5.5	3.05	12.4	5.5	3.05	12.4	0	0	0
Goeree	700	1/4000	5.5	3.1	12.4	5.5	3.1	12.4	0	0	0
Goeree	750	1/4000	5.5	3.2	12.4	5.5	3.2	12.4	0	0	0
Goeree	775	1/4000	5.5	3.25	12.4	5.5	3.25	12.4	0	0	0
Goeree	800	1/4000	5.5	3.3	12.4	5.5	3.3	12.4	0	0	0
Goeree	875	1/4000	5.5	3.55	12.4	5.5	3.55	12.4	0	0	0
Goeree	925	1/4000	5.5	3.75	12.4	5.5	3.75	12.4	0	0	0
Goeree	975	1/4000	5.5	3.9	12.4	5.5	3.9	12.4	0	0	0
Goeree	1025	1/4000	5.5	4.05	12.4	5.5	4.05	12.4	0	0	0
Goeree	1075	1/4000	5.5	4.1	12.4	5.5	4.1	12.4	0	0	0
Goeree	1125	1/4000	5.5	4.15	12.4	5.5	4.15	12.4	0	0	0
Goeree	1175	1/4000	5.5	4.3	12.4	5.5	4.3	12.4	0	0	0
Goeree	1250	1/4000	5.5	4.65	12.4	5.5	4.65	12.4	0	0	0
Goeree	1325	1/4000	5.5	4.65	12.4	5.5	4.65	12.4	0	0	0
Goeree	1350	1/4000	5.5	4.65	12.4	5.5	4.65	12.4	0	0	0
Goeree	1375	1/4000	5.5	4.7	12.4	5.5	4.7	12.4	0	0	0
Goeree	1400	1/4000	5.5	4.75	12.4	5.5	4.75	12.4	0	0	0
Goeree	1425	1/4000	5.5	4.9	12.4	5.5	4.9	12.4	0	0	0
Goeree	1450	1/4000	5.5	5	12.4	5.5	5	12.4	0	0	0
Goeree	1475	1/4000	5.5	3.9	12.4	5.5	3.9	12.4	0	0	0
Goeree	1501	1/4000	5.5	3.4	12.4	5.5	3.4	12.4	0	0	0
Goeree	1525	1/4000	5.5	3.4	12.4	5.5	3.4	12.4	0	0	0
Goeree	1575	1/4000	5.5	3.4	12.4	5.5	3.4	12.4	0	0	0
Goeree	1650	1/4000	5.5	3.3	12.4	5.5	3.3	12.4	0	0	0
Goeree	1725	1/4000	5.5	3.35	12.4	5.5	3.35	12.4	0	0	0
Goeree	1800	1/4000	5.5	3.35	12.4	5.5	3.35	12.4	0	0	0
Schouwen	84	1/4000	5.5	3.25	12.3	5.5	3.25	12.3	0	0	0
Schouwen	84	1/4000	5.5	3.25	12.3	5.5	3.25	12.3	0	0	0
Schouwen	126	1/4000	5.5	3.35	12.3	5.5	3.35	12.3	0	0	0
Schouwen	148	1/4000	5.5	3.4	12.3	5.5	3.4	12.3	0	0	0
Schouwen	172	1/4000	5.5	3.4	12.3	5.5	3.4	12.3	0	0	0
Schouwen	197	1/4000	5.5	3.45	12.3	5.5	3.45	12.3	0	0	0

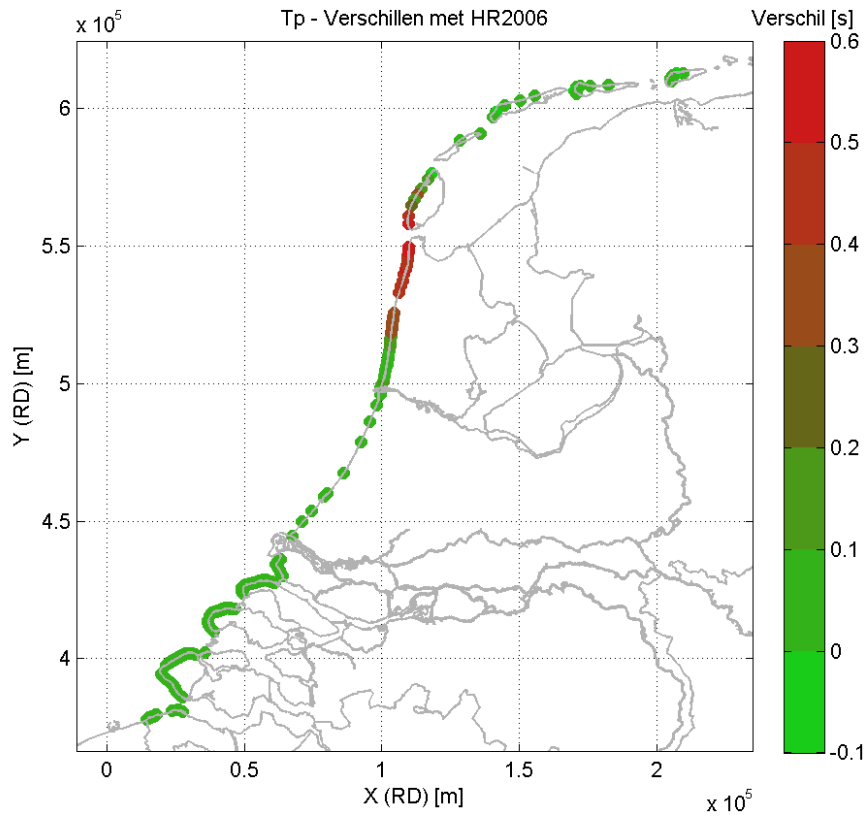
Kustvak	Metrering	frequentie	HR2006			HR2017			Verschil		
			RP [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]	Rp [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]	Rp [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]
Schouwen	236	1/4000	5.5	3.45	12.3	5.5	3.45	12.3	0	0	0
Schouwen	251	1/4000	5.5	3.45	12.3	5.5	3.45	12.3	0	0	0
Schouwen	267	1/4000	5.5	3.45	12.3	5.5	3.45	12.3	0	0	0
Schouwen	301	1/4000	5.5	3.4	12.3	5.5	3.4	12.3	0	0	0
Schouwen	319	1/4000	5.5	3.35	12.3	5.5	3.35	12.3	0	0	0
Schouwen	337	1/4000	5.5	3.3	12.3	5.5	3.3	12.3	0	0	0
Schouwen	357	1/4000	5.5	3.2	12.3	5.5	3.2	12.3	0	0	0
Schouwen	377	1/4000	5.5	3.2	12.3	5.5	3.2	12.3	0	0	0
Schouwen	397	1/4000	5.5	3.2	12.3	5.5	3.2	12.3	0	0	0
Schouwen	437	1/4000	5.4	3.2	12.3	5.4	3.2	12.3	0	0	0
Schouwen	454	1/4000	5.4	2.75	12.3	5.4	2.75	12.3	0	0	0
Schouwen	469	1/4000	5.4	2.8	12.3	5.4	2.8	12.3	0	0	0
Schouwen	499	1/4000	5.4	2.8	12.3	5.4	2.8	12.3	0	0	0
Schouwen	514	1/4000	5.4	2.8	12.3	5.4	2.8	12.3	0	0	0
Schouwen	544	1/4000	5.4	2.75	12.3	5.4	2.75	12.3	0	0	0
Schouwen	559	1/4000	5.4	2.75	12.3	5.4	2.75	12.3	0	0	0
Schouwen	589	1/4000	5.4	3.5	12.3	5.4	3.5	12.3	0	0	0
Schouwen	604	1/4000	5.4	3.55	12.3	5.4	3.55	12.3	0	0	0
Schouwen	634	1/4000	5.4	3.75	12.3	5.4	3.75	12.3	0	0	0
Schouwen	664	1/4000	5.4	3.9	12.3	5.4	3.9	12.3	0	0	0
Schouwen	694	1/4000	5.4	2.45	12.3	5.4	2.45	12.3	0	0	0
Schouwen	726	1/4000	5.4	2.6	12.3	5.4	2.6	12.3	0	0	0
Schouwen	742	1/4000	5.4	2.75	12.3	5.4	2.75	12.3	0	0	0
Schouwen	779	1/4000	5.4	2.9	12.3	5.4	2.9	12.3	0	0	0
Schouwen	799	1/4000	5.4	2.95	12.3	5.4	2.95	12.3	0	0	0
Schouwen	839	1/4000	5.4	3.05	12.3	5.4	3.05	12.3	0	0	0
Schouwen	859	1/4000	5.4	3.15	12.3	5.4	3.15	12.3	0	0	0
Schouwen	939	1/4000	5.4	3.25	12.3	5.4	3.25	12.3	0	0	0
Schouwen	984	1/4000	5.4	3.25	12.3	5.4	3.25	12.3	0	0	0
Schouwen	1104	1/4000	5.4	3.4	12.3	5.4	3.4	12.3	0	0	0
Schouwen	1268	1/4000	5.4	3.9	12.3	5.4	3.9	12.3	0	0	0
Schouwen	1355	1/4000	5.5	4.1	12.3	5.5	4.1	12.3	0	0	0
Schouwen	1445	1/4000	5.5	4.05	12.3	5.5	4.05	12.3	0	0	0
Schouwen	1568	1/4000	5.5	3.7	12.3	5.5	3.7	12.3	0	0	0
Schouwen	1648	1/4000	5.6	3.4	12.3	5.6	3.4	12.3	0	0	0
Schouwen	1688	1/4000	5.6	3.4	12.3	5.6	3.4	12.3	0	0	0
Schouwen	1719	1/4000	5.6	3.45	12.3	5.6	3.45	12.3	0	0	0
Noord-Beveland	240	1/4000	5.6	3.4	12.2	5.6	3.4	12.2	0	0	0
Walcheren	600	1/4000	5.5	3.6	12.2	5.5	3.6	12.2	0	0	0
Walcheren	720	1/4000	5.5	3.8	12.2	5.5	3.8	12.2	0	0	0

Kustvak	Metrering	frequentie	HR2006			HR2017			Verschil		
			RP [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]	Rp [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]	Rp [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]
Walcheren	740	1/4000	5.5	3.9	12.2	5.5	3.9	12.2	0	0	0
Walcheren	760	1/4000	5.5	3.95	12.2	5.5	3.95	12.2	0	0	0
Walcheren	780	1/4000	5.5	4	12.2	5.5	4	12.2	0	0	0
Walcheren	800	1/4000	5.5	4.05	12.2	5.5	4.05	12.2	0	0	0
Walcheren	840	1/4000	5.5	4.15	12.2	5.5	4.15	12.2	0	0	0
Walcheren	860	1/4000	5.5	4.2	12.2	5.5	4.2	12.2	0	0	0
Walcheren	880	1/4000	5.5	4.2	12.2	5.5	4.2	12.2	0	0	0
Walcheren	900	1/4000	5.5	4.15	12.2	5.5	4.15	12.2	0	0	0
Walcheren	920	1/4000	5.4	4.15	12.2	5.4	4.15	12.2	0	0	0
Walcheren	940	1/4000	5.4	4.2	12.2	5.4	4.2	12.2	0	0	0
Walcheren	965	1/4000	5.4	4.45	12.2	5.4	4.45	12.2	0	0	0
Walcheren	985	1/4000	5.4	4.55	12.2	5.4	4.55	12.2	0	0	0
Walcheren	1025	1/4000	5.4	4.75	12.2	5.4	4.75	12.2	0	0	0
Walcheren	1045	1/4000	5.4	4.8	12.2	5.4	4.8	12.2	0	0	0
Walcheren	1085	1/4000	5.4	4.9	12.2	5.4	4.9	12.2	0	0	0
Walcheren	1105	1/4000	5.4	4.95	12.2	5.4	4.95	12.2	0	0	0
Walcheren	1145	1/4000	5.4	5	12.2	5.4	5	12.2	0	0	0
Walcheren	1165	1/4000	5.4	5	12.2	5.4	5	12.2	0	0	0
Walcheren	1205	1/4000	5.4	5.1	12.2	5.4	5.1	12.2	0	0	0
Walcheren	1225	1/4000	5.4	4.1	12.2	5.4	4.1	12.2	0	0	0
Walcheren	1265	1/4000	5.4	4.35	12.2	5.4	4.35	12.2	0	0	0
Walcheren	1286	1/4000	5.4	5.1	12.2	5.4	5.1	12.2	0	0	0
Walcheren	1326	1/4000	5.4	5.15	12.2	5.4	5.15	12.2	0	0	0
Walcheren	1346	1/4000	5.4	5.15	12.2	5.4	5.15	12.2	0	0	0
Walcheren	1386	1/4000	5.4	5.2	12.2	5.4	5.2	12.2	0	0	0
Walcheren	1406	1/4000	5.4	5.2	12.2	5.4	5.2	12.2	0	0	0
Walcheren	1428	1/4000	5.4	5.2	12.2	5.4	5.2	12.2	0	0	0
Walcheren	1469	1/4000	5.4	5.2	12.2	5.4	5.2	12.2	0	0	0
Walcheren	1509	1/4000	5.4	5.2	12.2	5.4	5.2	12.2	0	0	0
Walcheren	1530	1/4000	5.4	5.25	12.2	5.4	5.25	12.2	0	0	0
Walcheren	1571	1/4000	5.3	5.25	12.2	5.3	5.25	12.2	0	0	0
Walcheren	1591	1/4000	5.3	5.2	12.2	5.3	5.2	12.2	0	0	0
Walcheren	1612	1/4000	5.3	5.2	12.2	5.3	5.2	12.2	0	0	0
Walcheren	1653	1/4000	5.3	5.1	12.2	5.3	5.1	12.2	0	0	0
Walcheren	1673	1/4000	5.3	5.05	12.2	5.3	5.05	12.2	0	0	0
Walcheren	1694	1/4000	5.3	5	12.2	5.3	5	12.2	0	0	0
Walcheren	1735	1/4000	5.3	5.05	12.2	5.3	5.05	12.2	0	0	0
Walcheren	1755	1/4000	5.3	5.1	12.2	5.3	5.1	12.2	0	0	0
Walcheren	1795	1/4000	5.3	5.15	12.2	5.3	5.15	12.2	0	0	0
Walcheren	2235	1/4000	5.3	3.65	12.2	5.3	3.65	12.2	0	0	0

Kustvak	Metrering	frequentie	HR2006			HR2017			Verschil		
			RP [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]	Rp [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]	Rp [m+NAP]	Hs [m]	Tp [s]
Walcheren	2312	1/4000	5.3	3.7	12.2	5.3	3.7	12.2	0	0	0
Walcheren	2386	1/4000	5.3	3.65	12.2	5.3	3.65	12.2	0	0	0
Walcheren	2419	1/4000	5.4	3.65	12.2	5.4	3.65	12.2	0	0	0
Walcheren	2456	1/4000	5.4	3.65	12.2	5.4	3.65	12.2	0	0	0
Walcheren	2513	1/4000	5.4	3.65	12.2	5.4	3.65	12.2	0	0	0
Walcheren	2569	1/4000	5.4	3.7	12.2	5.4	3.7	12.2	0	0	0
Walcheren	2694	1/4000	5.4	3.95	12.2	5.4	3.95	12.2	0	0	0
Walcheren	2750	1/4000	5.4	3.85	12.2	5.4	3.85	12.2	0	0	0
Walcheren	2810	1/4000	5.5	3.95	12.2	5.5	3.95	12.2	0	0	0
Walcheren	2830	1/4000	5.5	3.95	12.2	5.5	3.95	12.2	0	0	0
Walcheren	2870	1/4000	5.5	4	12.2	5.5	4	12.2	0	0	0
Walcheren	2930	1/4000	5.5	4.1	12.2	5.5	4.1	12.2	0	0	0
Walcheren	2990	1/4000	5.5	4.05	12.2	5.5	4.05	12.2	0	0	0
Walcheren	3059	1/4000	5.5	4.05	12.2	5.5	4.05	12.2	0	0	0
Walcheren	3134	1/4000	5.5	4.2	12.2	5.5	4.2	12.2	0	0	0
Walcheren	3177	1/4000	5.5	4.25	12.2	5.5	4.25	12.2	0	0	0
Walcheren	3226	1/4000	5.5	4.05	12.2	5.5	4.05	12.2	0	0	0
Walcheren	3264	1/4000	5.5	3.8	12.2	5.5	3.8	12.2	0	0	0
Walcheren	3380	1/4000	5.6	3.8	12.2	5.6	3.8	12.2	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	51	1/4000	5.6	3.3	12.1	5.6	3.3	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	51	1/4000	5.6	3.3	12.1	5.6	3.3	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	230	1/4000	5.6	4.1	12.1	5.6	4.1	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	251	1/4000	5.6	4.2	12.1	5.6	4.2	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	461	1/4000	5.6	4.6	12.1	5.6	4.6	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	1046	1/4000	5.5	4.5	12.1	5.5	4.5	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	1068	1/4000	5.5	4.5	12.1	5.5	4.5	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	1092	1/4000	5.5	4.5	12.1	5.5	4.5	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	1112	1/4000	5.5	4.5	12.1	5.5	4.5	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	1136	1/4000	5.5	4.5	12.1	5.5	4.5	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	1162	1/4000	5.5	4.5	12.1	5.5	4.5	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	1191	1/4000	5.5	4.55	12.1	5.5	4.55	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	1214	1/4000	5.5	4.55	12.1	5.5	4.55	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	1241	1/4000	5.4	4.6	12.1	5.4	4.6	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	1282	1/4000	5.4	4.6	12.1	5.4	4.6	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	1363	1/4000	5.4	4.7	12.1	5.4	4.7	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	1381	1/4000	5.4	4.7	12.1	5.4	4.7	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	1401	1/4000	5.4	4.65	12.1	5.4	4.65	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	1427	1/4000	5.4	4.65	12.1	5.4	4.65	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	1467	1/4000	5.4	4.7	12.1	5.4	4.7	12.1	0	0	0
Zeeuws-Vlaanderen	1467	1/4000	5.4	4.7	12.1	5.4	4.7	12.1	0	0	0

Tabel E.1 Overzicht van HR voor locaties in alle kustvakken (in rood het verschil met de waarden uit de HR2006)





F Verificatie aan de hand van resultaten project 13 KP

Locatie	f[1/Jaar]	h [m]			Hs [m]			Tp [s]		
		13KP	HR2017	(verschil)	13KP	HR2017	(verschil)	13KP	HR2017	(verschil)
Vlieland1	1/10	3.09	3.03	-0.06	8.19	8.04	-0.15	14.28	14.08	-0.2
Vlieland1	1/50	3.46	3.42	-0.04	9.06	8.94	-0.12	15.31	15.14	-0.17
Vlieland1	1/100	3.61	3.57	-0.04	9.41	9.29	-0.12	15.72	15.56	-0.16
Vlieland1	1/400	3.89	3.87	-0.02	10.08	9.96	-0.12	16.49	16.34	-0.15
Vlieland1	1/1000	4.07	4.05	-0.02	10.49	10.38	-0.11	16.97	16.83	-0.14
Vlieland1	1/2000	4.2	4.19	-0.01	10.79	10.69	-0.1	17.32	17.18	-0.14
Vlieland1	1/4000	4.33	4.33	0	11.08	10.99	-0.09	17.66	17.53	-0.13
Vlieland1	1/10000	4.49	4.5	0.01	11.45	11.36	-0.09	18.08	17.96	-0.12
Vlieland2	1/10	3.19	3.06	-0.13	8.14	7.98	-0.16	14.47	14.27	-0.2
Vlieland2	1/50	3.56	3.45	-0.11	9.03	8.89	-0.14	15.55	15.38	-0.17
Vlieland2	1/100	3.71	3.61	-0.1	9.38	9.25	-0.13	15.98	15.81	-0.17
Vlieland2	1/400	3.99	3.91	-0.08	10.06	9.94	-0.12	16.79	16.64	-0.15
Vlieland2	1/1000	4.17	4.1	-0.07	10.48	10.37	-0.11	17.3	17.15	-0.15
Vlieland2	1/2000	4.3	4.24	-0.06	10.79	10.68	-0.11	17.66	17.52	-0.14
Vlieland2	1/4000	4.43	4.38	-0.05	11.09	10.98	-0.11	18.01	17.87	-0.14
Vlieland2	1/10000	4.59	4.56	-0.03	11.46	11.36	-0.1	18.45	18.33	-0.12
Terschelling	1/10	3.09	3.01	-0.08	8.12	7.96	-0.16	14.53	14.33	-0.2
Terschelling	1/50	3.46	3.39	-0.07	9.01	8.87	-0.14	15.63	15.45	-0.18
Terschelling	1/100	3.61	3.55	-0.06	9.37	9.24	-0.13	16.07	15.9	-0.17
Terschelling	1/400	3.89	3.86	-0.03	10.06	9.93	-0.13	16.89	16.74	-0.15
Terschelling	1/1000	4.07	4.05	-0.02	10.48	10.36	-0.12	17.4	17.25	-0.15
Terschelling	1/2000	4.2	4.19	-0.01	10.79	10.67	-0.12	17.77	17.63	-0.14
Terschelling	1/4000	4.33	4.33	0	11.09	10.98	-0.11	18.13	17.99	-0.14
Terschelling	1/10000	4.49	4.51	0.02	11.47	11.36	-0.11	18.58	18.45	-0.13
Ameland	1/10	3.21	3.15	-0.06	7.98	7.8	-0.18	15.04	14.8	-0.24
Ameland	1/50	3.6	3.55	-0.05	8.92	8.75	-0.17	16.27	16.05	-0.22
Ameland	1/100	3.76	3.71	-0.05	9.3	9.14	-0.16	16.76	16.54	-0.22
Ameland	1/400	4.06	4.03	-0.03	10.02	9.86	-0.16	17.68	17.47	-0.21
Ameland	1/1000	4.26	4.24	-0.02	10.47	10.31	-0.16	18.25	18.05	-0.2
Ameland	1/2000	4.4	4.39	-0.01	10.79	10.64	-0.15	18.66	18.46	-0.2
Ameland	1/4000	4.54	4.54	0	11.1	10.95	-0.15	19.06	18.86	-0.2
Ameland	1/10000	4.72	4.74	0.02	11.5	11.35	-0.15	19.56	19.36	-0.2
Bergen	1/10	3.3	3.31	0.01	7.31	7.26	-0.05	13.16	13.22	0.06
Bergen	1/50	3.7	3.78	0.08	7.96	7.93	-0.03	13.96	14.08	0.12
Bergen	1/100	3.9	3.98	0.08	8.23	8.2	-0.03	14.28	14.43	0.15
Bergen	1/400	4.3	4.38	0.08	8.74	8.71	-0.03	14.92	15.07	0.15
Bergen	1/1000	4.6	4.66	0.06	9.04	9.03	-0.01	15.28	15.47	0.19
Bergen	1/4000	5	5.07	0.07	9.49	9.47	-0.02	15.82	16.03	0.21

Locatie	f[1/Jaar]	h [m]			Hs [m]			Tp [s]		
		13KP	HR2017	(verschil)	13KP	HR2017	(verschil)	13KP	HR2017	(verschil)
Bergen	1/10000	5.3	5.35	0.05	9.76	9.75	-0.01	16.13	16.37	0.24
Egmond	1/10	3.3	3.3	0	7.25	7.21	-0.04	13.15	13.18	0.03
Egmond	1/50	3.8	3.77	-0.03	7.89	7.87	-0.02	13.95	14.04	0.09
Egmond	1/100	4	3.98	-0.02	8.16	8.13	-0.03	14.27	14.38	0.11
Egmond	1/400	4.4	4.4	0	8.66	8.63	-0.03	14.91	15.02	0.11
Egmond	1/1000	4.7	4.68	-0.02	8.96	8.94	-0.02	15.27	15.41	0.14
Egmond	1/4000	5.1	5.11	0.01	9.39	9.38	-0.01	15.8	15.97	0.17
Egmond	1/10000	5.4	5.4	0	9.65	9.65	0	16.11	16.31	0.2
Zandvoort	1/10	3.5	3.47	-0.03	6.92	6.87	-0.05	12.8	12.72	-0.08
Zandvoort	1/50	4	3.98	-0.02	7.5	7.46	-0.04	13.56	13.5	-0.06
Zandvoort	1/100	4.2	4.2	0	7.72	7.7	-0.02	13.84	13.81	-0.03
Zandvoort	1/400	4.7	4.66	-0.04	8.19	8.15	-0.04	14.46	14.39	-0.07
Zandvoort	1/1000	5	4.98	-0.02	8.45	8.42	-0.03	14.79	14.75	-0.04
Zandvoort	1/4000	5.5	5.46	-0.04	8.85	8.81	-0.04	15.3	15.25	-0.05
Zandvoort	1/10000	5.8	5.8	0	9.06	9.06	0	15.58	15.56	-0.02
Noordwijk	1/10	3.5	3.52	0.02	6.68	6.64	-0.04	12.15	12.06	-0.09
Noordwijk	1/50	4	4.01	0.01	7.23	7.18	-0.05	12.84	12.75	-0.09
Noordwijk	1/100	4.2	4.23	0.03	7.43	7.4	-0.03	13.09	13.02	-0.07
Noordwijk	1/400	4.7	4.68	-0.02	7.85	7.81	-0.04	13.62	13.53	-0.09
Noordwijk	1/1000	5	4.99	-0.01	8.1	8.06	-0.04	13.93	13.85	-0.08
Noordwijk	1/4000	5.5	5.47	-0.03	8.47	8.42	-0.05	14.39	14.29	-0.1
Noordwijk	1/10000	5.8	5.8	0	8.68	8.65	-0.03	14.65	14.57	-0.08
Katwijk	1/10	3.5	3.53	0.03	6.61	6.58	-0.03	11.95	11.91	-0.04
Katwijk	1/50	4	4.02	0.02	7.14	7.12	-0.02	12.61	12.57	-0.04
Katwijk	1/100	4.2	4.24	0.04	7.34	7.33	-0.01	12.85	12.84	-0.01
Katwijk	1/400	4.7	4.69	-0.01	7.75	7.73	-0.02	13.36	13.33	-0.03
Katwijk	1/1000	5	5	0	7.99	7.98	-0.01	13.66	13.64	-0.02
Katwijk	1/4000	5.5	5.47	-0.03	8.35	8.33	-0.02	14.11	14.07	-0.04
Katwijk	1/10000	5.8	5.8	0	8.56	8.55	-0.01	14.36	14.35	-0.01
Scheveningen	1/10	3.5	3.47	-0.03	6.45	6.43	-0.02	11.53	11.47	-0.06
Scheveningen	1/50	3.9	3.95	0.05	6.96	6.93	-0.03	12.14	12.06	-0.08
Scheveningen	1/100	4.2	4.16	-0.04	7.15	7.12	-0.03	12.36	12.3	-0.06
Scheveningen	1/400	4.6	4.6	0	7.52	7.5	-0.02	12.82	12.75	-0.07
Scheveningen	1/1000	4.9	4.91	0.01	7.76	7.73	-0.03	13.09	13.03	-0.06
Scheveningen	1/4000	5.4	5.38	-0.02	8.11	8.06	-0.05	13.52	13.43	-0.09
Scheveningen	1/10000	5.7	5.7	0	8.31	8.28	-0.03	13.75	13.68	-0.07
Kijkduin	1/10	3.5	3.49	-0.01	6.31	6.32	0.01	11.14	11.15	0.01
Kijkduin	1/50	4	3.97	-0.03	6.8	6.79	-0.01	11.71	11.69	-0.02
Kijkduin	1/100	4.2	4.18	-0.02	6.98	6.98	0	11.92	11.91	-0.01
Kijkduin	1/400	4.6	4.61	0.01	7.32	7.33	0.01	12.32	12.32	0
Kijkduin	1/1000	4.9	4.91	0.01	7.55	7.55	0	12.58	12.58	0

Locatie	f[1/Jaar]	h [m]			Hs [m]			Tp [s]		
		13KP	HR2017	(verschil)	13KP	HR2017	(verschil)	13KP	HR2017	(verschil)
Kijkduin	1/4000	5.4	5.38	-0.02	7.89	7.87	-0.02	12.98	12.95	-0.03
Kijkduin	1/10000	5.7	5.7	0	8.08	8.08	0	13.2	13.19	-0.01
Cadzand	1/10	3.96	3.96	0	3.97	3.9	-0.07	11	10.89	-0.11
Cadzand	1/50	4.35	4.35	0	4.17	4.12	-0.05	11.34	11.27	-0.07
Cadzand	1/100	4.52	4.52	0	4.24	4.21	-0.03	11.47	11.42	-0.05
Cadzand	1/400	4.85	4.85	0	4.38	4.37	-0.01	11.72	11.69	-0.03
Cadzand	1/1000	5.07	5.07	0	4.47	4.46	-0.01	11.87	11.86	-0.01
Cadzand	1/2000	5.23	5.23	0	4.54	4.53	-0.01	11.99	11.98	-0.01
Cadzand	1/4000	5.4	5.4	0	4.6	4.6	0	12.1	12.1	0
Cadzand	1/10000	5.62	5.62	0	4.68	4.69	0.01	12.25	12.25	0

Tabel F.1 HR voor kustplaatsen (in rood het verschil met de waarden uit het project 13KP)