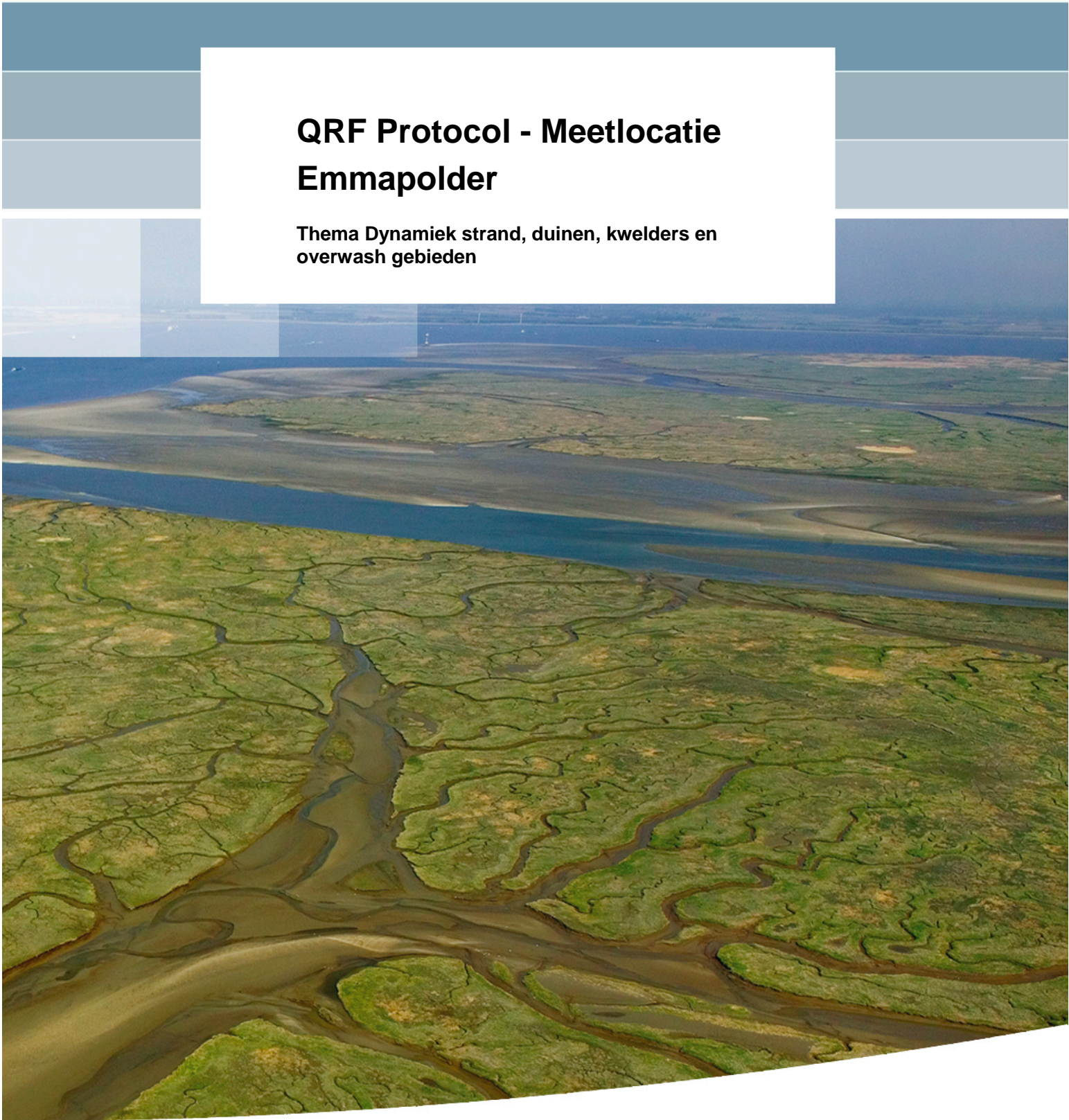


## **QRF Protocol - Meetlocatie Emmapolder**

**Thema Dynamiek strand, duinen, kwelders en  
overwash gebieden**





# **QRF Protocol - Meetlocatie Emmapolder**

**Thema Dynamiek strand, duinen, kwelders en overwash  
gebieden**

Ellen Quataert  
Robert McCall

1220039-010



**Titel**

QRF Protocol - Meetlocatie Emmapolder

<b>Opdrachtgever</b>	<b>Project</b>	<b>Kenmerk</b>	<b>Pagina's</b>
Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving	1220039-010	1220039-010-ZWS-0015	39

**Trefwoorden**

Quick Reaction Force (QRF), kennisontwikkeling, stormen, veldmetingen, begroeide voorlanden, golfoploop, golf transformatie, belasting dijk

**Samenvatting**

Dit document beschrijft het protocol voor de Quick Reaction Force (QRF) voor de locatie Emmapolder (Groningen). De QRF is een organisatiestructuur die opgezet is door Rijkswaterstaat, in samenwerking met overheids- en onderzoekspartners, met het doel om waterveiligheidskennis te verbeteren door betere verwerving, ontsluiting en gebruik van velddata rondom stormen.

De locatie Emmapolder is door de QRF partners geselecteerd als meetlocatie voor de QRF, binnen de thema 'Dynamiek strand, duinen, kwelders en overwash gebieden'. Het buitendijks gebied van de locatie Emmapolder wordt gekarakteriseerd door een begroeid voorland (kwelder), waarvan verwacht wordt dat deze de belasting op de achterliggende dijk doet afnemen. Door gebrek aan detailkennis over het effect van kwelders tijdens stormen is er echter onzekerheid over de mate van de reductie van de belasting op de dijk tijdens een normatieve storm, en daarmee de noodzaak voor mogelijke dijkverzwaring. Om deze onzekerheid te verkleinen zijn vijf kennisvragen en hypothesen beschreven die aan de hand van de methodiek die in dit protocol beschreven staat, getoetst en beantwoord kunnen worden.

Dit protocoldocument beschrijft de informatie die nodig is om de beheervragen en daaraan gerelateerde kennisvragen te beantwoorden, welke informatie al beschikbaar is, en de noodzaak voor additionele veldmetingen. Deze analyse laat zien dat additionele metingen van golfparameters (hoogte, periode, richting) op de kwelder en bij de dijk, golfopzet, golfoploop, positie van de veekrand, en bodem- en vegetatieveranderingen op de kwelder essentieel zijn om de kennisvragen te kunnen beantwoorden. Om effectief metingen uit te voeren van golftransformatie en golfoploop op de dijk wordt geadviseerd om de QRF tot actie over te laten gaan bij een voorspelde waterstand groter of gelijk aan NAP + 2.96 m bij meetstation Eemshaven, welke overeenkomt met een terugkeerperiode van één jaar.

Het protocol in dit document beschrijft de handelingen die door de QRF partners uitgevoerd moeten worden om succesvol de beheervragen en daaraan gerelateerde kennisvragen te beantwoorden. Het protocol is opgedeeld in vier fasen: voorbereidings-, monitorings-, uitvoerings-, en exploitatiefasen. In iedere fase worden de taken en producten van de partners omschreven, evenals het contact tussen QRF partners onderling.

# Deltares

**Titel**  
QRF Protocol - Meetlocatie Emmapolder

**Opdrachtgever**  
Rijkswaterstaat Water,  
Verkeer en Leefomgeving

**Project**  
1220039-010

**Kenmerk**  
1220039-010-ZWS-0015

**Pagina's**  
39

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	aug. 2016	Ellen Quataert		Ivo Wenneker	<i>Joolw</i>	Frank Hoozemans	<i>J.</i>
		Robert McCall	<i>RM</i>				

**Status**  
definitief

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Introductie</b>	<b>1</b>
1.1	Achtergrond en doelstelling QRF	1
1.2	Doel en inhoud van dit document	2
<b>2</b>	<b>Locatie Emmapolder</b>	<b>3</b>
2.1	Achtergrond proces QRF locatiekeuze	3
2.2	Gebiedsaanduiding Emmapolder	3
2.3	QRF partners Emmapolder	3
<b>3</b>	<b>Beheervragen en kennisvragen</b>	<b>5</b>
3.1	Probleembeschrijving Emmapolder	5
3.2	Beheervragen	5
3.3	Kennisvragen	6
<b>4</b>	<b>Benodigde informatie</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Beschikbare informatie</b>	<b>15</b>
5.1	Toelichting databeschikbaarheid golfinformatie voorland en dijk (TU Delft)	15
5.2	Toelichting databeschikbaarheid informatie dijk (W-NZ)	17
5.3	Toelichting beschikbaarheid golf- en waterstandsgegevens Waddenzee (RWS)	17
5.4	Toelichting databeschikbaarheid meteorologische informatie (KNMI)	18
<b>6</b>	<b>Meetplan</b>	<b>19</b>
6.1	Stormcondities voor uitvoering QRF Emmapolder	19
6.2	Verspreiding van beschikbare informatie	20
6.2.1	<i>A: Golfhoogte en -periode, op de kwelder</i>	20
6.2.2	<i>C: Waterstanden op de kwelder</i>	20
6.2.3	<i>H: Profiel van de dijk</i>	20
6.2.4	<i>K: Windsnelheid en windrichting bij de dijk</i>	20
6.2.5	<i>M: Meteorologische randvoorwaarden</i>	20
6.2.6	<i>N: Waterstands- en golfmetingen op Noordzee en Waddenzee</i>	20
6.2.7	<i>O: Model voorspelling van waterstand en golven op Noordzee en Waddenzee</i>	20
6.3	Inwinnen van niet-beschikbare essentiële en zeer gewenste informatie	21
6.3.1	<i>A: Golfhoogte en -periode, op de kwelder</i>	21
6.3.2	<i>B: Golfrichting op de kwelder</i>	21
6.3.3	<i>C: Waterstanden op de kwelder</i>	22
6.3.4	<i>D: Positie van de waterlijn op de dijk in de tijd</i>	22
6.3.5	<i>F: Bodemligging van het voorland voor en na de storm</i>	22
6.3.6	<i>G: Staat van de vegetatie voor en na de storm</i>	22
6.3.7	<i>J: Positie van de veekrand na de storm</i>	22
6.3.8	<i>P: Modelvoorspellingen van A–F</i>	22
6.4	Geschatte kosten inwinnen niet-beschikbare essentiële en zeer gewenste informatie	24
<b>7</b>	<b>QRF datagebruik</b>	<b>25</b>
<b>8</b>	<b>Het protocol</b>	<b>27</b>

8.1	Vorbereidingsfase	28
8.1.1	Contactgegevens	29
8.2	Monitoringsfase	30
8.2.1	Contactgegevens	31
8.3	Uitvoeringsfase	32
8.3.1	Contactgegevens	35
8.4	Exploitatiefase	36
8.4.1	Contactgegevens	38
<b>9</b>	<b>Referenties</b>	<b>39</b>



# 1 Introductie

## 1.1 Achtergrond en doelstelling QRF

Door het Delta Programma Waddengebied is aanbevolen een Quick Reaction Force (QRF) op te stellen, waarin meerdere partijen samenwerken bij het inwinnen, delen en ontsluiten van fysieke data tijdens extreme natuurlijke gebeurtenissen (stormen; cf. IMARES, 2014). Dit om voor, tijdens en na stormen zo optimaal mogelijk kennis te vergaren voor het beantwoorden van beheerdersvragen en het adresseren van kennisleemtes op het gebied van waterveiligheid.

Vanuit verschillende beheerders (Rijkswaterstaat, Waterschappen Noorderzijlvest en Hollands Noorderkwartier) is de behoefte geuit om snel na een storm een analyse te kunnen maken over het effect van de storm op toestand van het areaal. Beheerders hebben behoefte aan een adequate informatievoorziening (die soms van verschillende partijen moet komen) na een storm, en willen inzicht in of het daadwerkelijk effect van de storm aansluit op de verwachtingen (enerzijds op basis van ervaring van de beheerder anderzijds op basis van de beschikbare modellen).

Afgezien dat extra monitoring nodig kan zijn om acute risico's in te schatten (cf. dijkwacht door de waterschappen), geeft het bijvoorbeeld tijdens stormvloed meer inzicht in het onder extreme omstandigheden functioneren van het systeem. Vanuit Rijkswaterstaat Water Verkeer en Leefomgeving (RWS-WVL), Deltares en de kennisinstituten is er behoefte aan validatie van kennis over waterveiligheid bijvoorbeeld t.b.v. het toetsen, ontwerpen en onderhouden van waterkeringen en behoefte aan adequate informatie over de impact van de storm in het kader van de landelijke informatie voorziening.

Door de jaren heen is veel kennis ontwikkeld over de effecten van stormen op de kust. Deze kennis wordt direct toegepast bij de toetsing van de kust als waterkering. Echter, het grootste deel van deze kennis is afkomstig uit laboratoriumproeven, onder andere in de Deltagoot van WL|Delft Hydraulics (nu Deltares). Er is maar heel beperkt validatiemateriaal gebaseerd op veldmetingen beschikbaar.

Het doel van de Quick Reaction Force (QRF) is om waterveiligheidskennis te verbeteren door betere verwerving, ontsluiting en gebruik van veld data rondom stormen. Om dit te bereiken, biedt de QRF een structuur voor een betere afstemming tussen de betrokken stakeholders over ontsluiting van velddata, de verwerving van (eventueel extra) metingen en voor het opstellen van gemeenschappelijke rapportages door de verschillende partijen rondom stormen, en zo de samenwerking tussen partijen te bevorderen. Dit met als uiteindelijk doel om tot betere waterveiligheidskennis te komen.

Binnen de QRF zijn drie onderzoeksthema's gedefinieerd:

- 1 'Gedrag kustfundament en plaat-geul interacties'
- 2 'Dynamiek strand, duinen, kwelders en overwash gebieden'
- 3 'Voorspelbaarheid hoogwater Delfzijl'

Binnen elk onderzoeksthema zijn er één of meerdere meetlocaties geselecteerd waarvoor de volgende vragen worden uitgewerkt om tot een protocol te komen:

- Welke kennis- en beheervragen m.b.t. stormen zijn er voor deze locatie?
- Wat is de benodigde informatie om de kennis- en beheervragen te beantwoorden?
- Welke informatie is al beschikbaar?

De doelstelling van de QRF in 2016 is om voor de drie onderzoeksthema's één of meerdere locaties te identificeren waar de QRF een belangrijke bijdrage zou kunnen leveren aan het beantwoorden van huidige beheervragen en specifieke kennisvragen. Per QRF locatie wordt door Deltares, in samenwerking met RWS-WVL, een protocoldocument opgesteld met een beschrijving van de beheerders- en kennisvragen, de informatie die nodig is om deze vragen te beantwoorden, en een protocol die de handelingen beschrijft die nodig zijn om deze beheerders- en kennisvragen te beantwoorden.

De QRF protocollen worden eind 2016 door middel van simulatie getoetst bij een optredende storm. Aan de hand van de resultaten van de toets zullen de protocollen mogelijk verbeterd worden en voorgedragen worden om in 2017 in werking gezet te worden. Het is de intentie van de QRF om de protocollen langjarig in werking te houden en regelmatig aanpassen aan de hand van nieuwe inzichten en meetkansen, en veranderende beheerders- en kennisvragen.

## 1.2 Doel en inhoud van dit document

Het doel van dit document is het beschrijven van het QRF protocol voor de meetlocatie Emmapolder, vallend onder thema 'Dynamiek strand, duinen, kwelders en overwash gebieden'. Het document geeft een beschrijving van de meetlocatie Emmapolder en motivatie voor de keuze voor deze locatie voor de QRF in Hoofdstuk 2. In Hoofdstuk 3 en 4 worden de beheersvragen en kennisvragen voor deze locatie beschreven, respectievelijk de informatie die nodig is om deze vragen te beantwoorden. Hoofdstuk 5 beschrijft bestaande informatiebronnen, en Hoofdstuk 6 beschrijft de benodigde additionele informatie voor de QRF locatie Emmapolder. Hoofdstuk 7 beschrijft de wijze waarop meetdata op QRF locatie Emmapolder gebruikt kunnen worden om de beheerders- en kennisvragen te beantwoorden. Ten slotte wordt het QRF protocol voor Emmapolder in Hoofdstuk 8 beschreven.

## 2 Locatie Emmapolder

### 2.1 Achtergrond proces QRF locatiekeuze

Op 9 juni 2015 is een eerste werksessie georganiseerd om het idee van een QRF uit te werken met deelnemers binnen en buiten Rijkswaterstaat: Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (RWS-WVL), Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening (RWS-CIV), Rijkswaterstaat Noord Nederland (RWS-NN), Rijkswaterstaat Watermanagementcentrum Nederland (RWS-WMCN), Waterschap Noorderzijlvest (W-NZ), Wetterskip Fryslân, IMARES, Deltares, Universiteit Twente, Universiteit Utrecht (UU), en TU Delft. Algemeen werd gezien dat het opstellen van een geschikt protocol/draaiboek van groot belang is voor het slagen van een QRF. Vanuit de deelnemers kwamen de drie onderzoeksthema's naar voren die zich lenen voor een aanpak door de QRF: 'Gedrag kustfundament en plaat-geul interacties', 'Dynamiek strand, duinen, kwelders en overwash gebieden', en 'Voorspelbaarheid hoogwater Delfzijl'.

Vervolgens is elk onderzoeksthema uitgewerkt in themagroepen. De eerste bijeenkomst van het onderzoeksthema 'Dynamiek strand duinen, kwelders en overwash gebieden' vond plaats in januari 2016. Tijdens de bijeenkomst is er voor twee kansrijke locaties gekozen: Ameland Noordwest en Emmapolder. Het protocol voor locatie Ameland Noordwest staat in een apart document beschreven.

Bij het selecteren van QRF locaties is in de themagroepen in eerste plaats gestuurd op een sterke relatie tussen bestaande beheervragen en actuele kennisvragen op een bepaalde locatie, en de potentie van de QRF om een doorslaggevende rol te kunnen spelen in het beantwoorden van die vragen. De vragen die voor Emmapolder relevant zijn, staan beschreven in Hoofdstuk 3. In tweede plaats is gekeken naar de logistieke haalbaarheid van een QRF locatie en de beschikbaarheid van bestaande informatie en meetnetwerken die de resultaten van de QRF meerwaarde kunnen bieden (Hoofdstuk 5).

### 2.2 Gebiedsaanduiding Emmapolder

De QRF meetlocatie Emmapolder ligt in provincie Groningen, ten westen van de Eemshaven (Figuur 2.1), en wordt beheerd door het waterschap Noorderzijlvest (W-NZ). Het buitendijkse gebied van de Emmapolder wordt gekarakteriseerd door kwelders: zilte overgangsgebieden tussen zee en land (Figuur 2.2) die tussen de waterlijn en de dijk van de Emmapolder liggen. Deze begroeide voorlanden dempen inkomende golven, en kunnen potentieel een positief effect hebben op de waterveiligheid van het gebied.

De Emmapolder is een locatie van onderzoek binnen het BE-SAFE project, een kennisprogramma van TU-Delft, in samenwerking met Universiteit Twente en NIOZ, dat zich richt op de benutting van begroeide vooroevers, zoals schorren en kwelders, om de overstromingskansen te verlagen. De QRF Emmapolder heeft de mogelijkheid om gebruik te maken van bestaande meetdata en meetinstrumenten, en heeft de mogelijkheid om voort te bouwen op kennis die ontwikkeld is in het BE-SAFE project op deze locatie.

### 2.3 QRF partners Emmapolder

De partners binnen de QRF voor locatie Emmapolder zijn W-NZ, RWS-WVL, TU Delft, Shore Monitoring and Research (Shore), HKV, en Deltares. In april en juni 2016 hebben er twee werksessies plaatsgevonden met deze partners om te discussiëren over de relevante

kennis- en beheerdervragen, beschikbare informatie, meettechnieken en data gebruik. De resultaten van deze werksessies zijn verwerkt in dit document. De beoogde rol van deze, en andere potentiële partners in de QRF Emmapolder is in hoofdstukken 6–8 aangegeven. De uiteindelijke rol die de partners werkelijk zullen vervullen in de QRF is afhankelijk van het verdere verloop van onderzoeksprojecten verwant aan de QRF Emmapolder en de beschikbaarheid van financieringsbronnen. De beoogde rollen van de QRF-partners in dit protocol zijn daarom niet bindend in dit document vastgelegd.



Figuur 2.1 Locatie Emmapolder. Satellietbeeld 2016 Google.



Figuur 2.2 Begroeide voorlanden bij de Emmapolder, (beeldbank.rws.nl / Joop van Houdt)

### 3 Beheervragen en kennisvragen

In dit hoofdstuk wordt een algemene probleembeschrijving gegeven voor het gebied rond Emmapolder (Sectie 3.1). In Sectie 3.2 wordt de algemene vragen van de beheerder in dit gebied omgezet in twee specifieke beheervragen rondom stormen die relevant zijn voor de QRF. Deze specifieke beheervragen worden vervolgens gekoppeld aan kennisvragen in Sectie 3.3.

#### 3.1 Probleembeschrijving Emmapolder

In de derde toetsing van de primaire waterkeringen (2006–2011) is een aantal dijkvakken van dijkkring 6 (Friesland en Groningen) afgekeurd, waaronder een deel van de dijk bij de Emmapolder. Door het afkeuren van deze dijkvakken moet dijkversterkingswerken worden uitgevoerd om aan de norm in de Waterwet te voldoen.

Begroeide voorlanden worden gezien als een mogelijk kosteneffectief alternatief voor standaard dijkversterkingen in de Emmapolder en op andere locaties in Nederland. De effectiviteit van begroeide voorlanden met betrekking tot waterveiligheid komt voort uit de capaciteit van de vegetatie op het voorland om inkomende golven te dempen, en daarmee golfimpact, golfoploop en golfoverslag op de dijk te doen afnemen (cf., Vuik et al. 2015). Daarnaast heeft nieuw onderzoek aangetoond dat begroeiing op voorlanden kan leiden tot een verlaging van de golfopzet aan de kust (Wu et al., 2011; Van Rooijen et al, 2016), waardoor additionele afname van golfbelasting op de dijk plaatsvindt.

Ten opzichte van traditionele ‘harde’ waterkeringen zoals dijken, is relatief weinig informatie beschikbaar om kwantitatieve voorspellingen te maken van de waterkerende functie van begroeide voorlanden tijdens maatgevende stormcondities. Onzekerheden betreffen onder andere de effectiviteit van de golfdempende werking van de vegetatie tijdens stormen en de overlevingskracht van de vegetatie zelf tijdens grote stormen. Deze onzekerheden belemmeren het toepassen van begroeide voorlanden in dijkversterkingsprogramma's.

#### 3.2 Beheervragen

Waterschap Noorderzijlvest (W-NZ) is beheerder van de dijk bij de Emmapolder. De overkoepelende vraag van deze beheerder is of het begroeide voorland bij de Emmapolder en op andere locaties, de belasting op de dijk tijdens een normatieve storm zal verminderen, en daarmee de noodzaak voor dijkverzwaring en daaraan gerelateerde kosten zal afnemen. Hoewel deze overkoepelende vragen niet door de QRF alleen beantwoord kunnen worden, kan de QRF wel bijdragen aan het beantwoorden van de volgende deelvragen:

*Beheerdersvraag 1*    *Hoeveel wordt de belasting op de dijk voor de Emmapolder tijdens stormen verlaagd door het begroeide voorland? Is de verlaging van de belasting op de dijk afhankelijk van de staat van de vegetatie (seizoenseffecten), en van de kracht van de storm (waterstand, overlevingskracht vegetatie onder grote golven)?*

*Beheerdersvraag 2*    *Wat is de betrouwbaarheid van voorspellingen van de belasting op de dijk in het huidig modelinstrumentarium?*

### 3.3 Kennisvragen

Om beheerdersvraag 1 voor de locatie Emmapolder te beantwoorden is het nodig om de processen die leiden tot golfbelasting bij de dijk te analyseren. Tijdens een storm zal de golfhoogte gereduceerd worden door de weerstand die de vegetatie op de golven uitoefent, en door het natuurlijk hoger bodemprofiel op begroeide voorlanden dan op voorlanden zonder begroeiing. Bij gelijke golfhoogte kan de effectiviteit van de golfdemping afnemen met verhoogde waterstanden, omdat de golven minder de vegetatie voelen, en met verhoogde golfenergie kan de golfdemping afnemen als de vegetatie platslaat of afslaat. Om de effectiviteit van begroeide voorlanden met betrekking tot waterveiligheid beter in kaart te brengen moet daarom de volgende kennisvragen beantwoordt worden en de daaraan gekoppelde hypothesen getoetst worden:

*Kennisvraag 1. Wat is het effect van begroeide voorlanden op de golfhoogte bij de dijk, de golfopzet en de golfoploop tijdens stormen, en hoe verschilt dit met een situatie zonder begroeid voorland (Beheerdersvraag 1)?*

*Hypothese 1: Vegetatie reduceert de golfhoogte in ondiep water (golfhoogte 15–30% van de waterdiepte) met 25–50% (Vuik et al., 2015). In zeer ondiep water (golfhoogte > 30% van de waterdiepte) is het relatief effect van vegetatiedemping kleiner dan 25% door de toegenomen bijdrage van diepte-geïnduceerd breken.*

*Kennisvraag 2. Wat is het effect van de waterstand op de golfdempende werking van het begroeide voorland voor de Emmapolder (Beheerdersvraag 1)?*

*Hypothese 2: Omdat de waterstand en golfhoogte een sterke correlatie tonen bij de Emmapolder, en er dus sprake is van toenemende golfhoogte bij toenemend waterstand, wordt er verwacht dat de golven de vegetatie op de kwelder bij hoge waterstanden blijven voelen. Daarom wordt er geen significante reductie van de golfdempende werking van het begroeide voorland bij toenemende waterstanden verwacht.*

Tijdens een storm wordt vrijgekomen begroeiing (veek) door golven tegen de dijk aangeschoven. Na de storm blijft een rand vrijgekomen vegetatie (veekrand) achter op de dijk, die eenvoudig meetbaar is met behulp van GPS, of door middel van nabewerking van luchtfoto's. Het analyseren van deze data kan bijdragen aan het beantwoorden van beheerdersvraag 1 voor grote delen van de Nederlandse kust.

Hoewel er wel een relatie verondersteld wordt tussen de veekrand en de maximale golfbelasting (i.e. golfoploop), is deze relatie niet bewezen. Het is mogelijk dat de veekrand door andere factoren (wind, dijkhelling) wordt beïnvloed, of dat de veekrand overeenkomt met een golfoploophoogte dat kleiner is dan de maximale golfoploop. Om het gebruik van relatief eenvoudig verkrijgbare veekranddata mogelijk te maken bij het analyseren van golfoploop tijdens stormen is het nodig om de volgende kennisvraag te beantwoorden:

*Kennisvraag 3. Komen de locaties van de veekranden na een storm overeen met de daadwerkelijk opgetreden maximale golfoploop tijdens een storm, en geeft de locatie van de veekrand hiermee een goede indicatie van de lokale golfbelasting op de dijk (Beheerdersvraag 1)?*

*Hypothese 3: De locatie van de veekranden na een storm komen overeen met de maximale golfoploop tijdens de storm.*

Om begroeide voorlanden te kunnen gebruiken als onderdeel van de waterkering, en daarmee dijkverzwaring uitsparen, is het nodig om betrouwbaar te kunnen voorspellen wat het gedrag van begroeide voorlanden tijdens extreme stormen zal zijn, en wat het effect op de golfbelasting bij de dijk is. Om dit te kunnen beantwoorden moeten de volgende twee kennisvragen beantwoord, en hypothesen getoetst worden:

*Kennisvraag 4. Wat is de impact van een extreme storm op de morfologie en vegetatie van een begroeid voorland; kunnen begroeide voorlanden extreme condities weerstaan (Beheerdersvraag 1)?*

*Hypothese 4: Er is zeer beperkte impact op de morfologie en vegetatie van de kwelder tijdens stormen met een terugkeerperiode kleiner dan 10 jaar.*

*Kennisvraag 5. Hoe goed is ons huidig modelinstrumentarium in staat het gedrag van het voorland en het effect van het voorland op de waterstand, golftransformatie en golfoploop tijdens stormen te voorspellen (Beheerdersvraag 2)?*

*Hypothese 5: Het huidig modelinstrumentarium is momenteel niet in staat om de golftransformatie en golfoploop bij de Emmapolder met een fout kleiner dan 10% te simuleren. Waterstanden kunnen binnen 10 cm nauwkeurig voorspeld worden.*





## 4 Benodigde informatie

In dit hoofdstuk wordt de informatie gepresenteerd die nodig is om de kennisvragen, en daaraan gerelateerde beheervragen, van Hoofdstuk 3 te kunnen beantwoorden. De benodigde informatie, vaak ook wel informatiebehoefte genoemd, wordt per kennisvraag behandeld, waarbij alle typen informatie worden voorzien van een code (letter). Ook wordt voor elk type informatie de prioriteit voor het kunnen beantwoorden van de kennisvraag aangegeven door middel van drie categorieën:

- *Essentieel*: deze informatie is minimaal nodig om de kennisvraag te kunnen beantwoorden.
- *Zeer gewenst*: met deze informatie kan de kennisvraag met meer zekerheid beantwoorden dan met de “essentiële” informatie alleen. Het verkrijgen van “zeer gewenste” informatie gebeurt veelal op basis van dezelfde technieken als het verkrijgen van “essentiële” informatie.
- *Gewenst*: met deze informatie kan de kennisvraag met meer zekerheid beantwoord worden dan met de “essentiële” informatie alleen. Het verkrijgen van “gewenste” informatie gebeurt veelal niet op basis van dezelfde technieken als voor het verkrijgen van “essentiële” en “zeer gewenste” informatie.

De benodigde informatie wordt hieronder beschreven. Een samenvatting van de benodigde informatie wordt in Tabel 4.1 gepresenteerd.

*Kennisvraag 1. Wat is het effect van begroeide voorlanden op de golfhoogte bij de dijk, de golfopzet en de golfoploop tijdens stormen, en hoe verschilt dit met een situatie zonder begroeid voorland (Beheerdersvraag 1)?*

Om het effect van de vegetatie op de hydrodynamische processen op de kwelder te bepalen, zal er informatie nodig zijn over waterstand, golfhoogte, golfperiode en golfrichting over een voorland. Deze processen resulteren in een bepaalde golfoploop op de dijk, welke een indicatie is voor de impact van de storm op de veiligheid. Om de effecten van vegetatie goed in kaart te brengen, worden twee meetraaien opgezet. Eén raai ligt op een begroeide kwelder, en één raai op een nabijgelegen kwelder zonder (of met kort-gemaaide) vegetatie. Om de analyse compleet te maken zal er informatie nodig zijn over de staat van de vegetatie en de bodemligging van beide raaien.

Benodigde informatie:

- A. Golfhoogte en -periode, en verandering daarvan in de dwarsrichting en tijd op de kwelder op twee raaien (golftransformatie) (essentieel).
- B. Golfrichting, en verandering daarvan in de dwarsrichting en tijd op de kwelder op twee raaien (bepalen inkomende golf) (essentieel).
- C. Waterstanden, en verandering daarvan in de dwarsrichting en tijd op de kwelder op de kwelder op twee raaien (golfopzet) (essentieel).
- D. Positie van de waterlijn op de dijk in de tijd (golfoploop) (essentieel).
- E. Golfoverslag over de dijk, of op een gegeven hoogte onder de kruin van de dijk (gewenst).

- F. Bodemligging van het voorland voor en na de storm (karakterisering voorland). Voorlopig zijn twee raaien loodrecht op de dijk voldoende. (essentieel).
- G. Staat van de vegetatie voor en na de storm (karakterisering voorland); biomassa en karakteristieke diameter en hoogte van de vegetatie (zeer gewenst).
- H. Profiel van de dijk (karakterisering dijk) (zeer gewenst).

*Kennisvraag 2. Wat is het effect van de waterstand op de golfdempende werking van het begroeide voorland voor de Emmapolder (Beheerdersvraag 1)?*

Om het effect van de waterstand op de golfdempende werking van het voorland te analyseren is het nodig om golftransformatie metingen te doen bij verschillende waterstanden. Informatie hiervoor kan zowel komen vanuit golftransformatie metingen bij verschillende getijfasen tijdens één storm, als vanuit metingen bij meerdere verschillende stormen.

Benodigde informatie:

- A. Golfhoogte en -periode, en verandering daarvan in de dwarsrichting en tijd op de kwelder (golftransformatie) (essentieel).
- B. Golfrichting, en verandering daarvan in de dwarsrichting en tijd op de kwelder (bepalen inkomende golf) (essentieel).
- C. Waterstanden, en verandering daarvan in de dwarsrichting en tijd op de kwelder op de kwelder op twee raaien (golfopzet) (essentieel).
- F. Bodemligging van het voorland voor en na de storm (karakterisering voorland). Voorlopig zijn twee raaien loodrecht op de dijk voldoende. (essentieel).
- G. Staat van de vegetatie voor en na de storm (karakterisering voorland); biomassa en karakteristieke diameter en hoogte van de vegetatie (zeer gewenst).
- I. Alle informatie A, B, C, F, en G voor verschillende stormen met verschillende waterstanden (gewenst).

*Kennisvraag 3. Komen de locaties van veekranden na stormen overeen met de daadwerkelijk opgetreden maximale golfoploop tijdens een storm, en geeft de locatie van de veekrand hiermee een goede indicatie van de lokale golfbelasting op de dijk (Beheerdersvraag 1)?*

Om deze vraag te beantwoorden, zijn de locaties van de veekranden langs de dijk na de storm nodig. Deze locaties zullen vergeleken moeten worden met een continue meting van de golfoploop op de dijk tijdens de storm. De maximale golfoploop opgetreden tijdens de storm kan dan worden vergeleken met de locatie van de veekrand. Om de bijdrage van niet-golfgedreven processen op de verplaatsing van de veekranden (bijvoorbeeld opwaaing) te bepalen is er wind-informatie nodig.

Benodigde informatie:

- D. Positie van de waterlijn op de dijk in de tijd (golfoploop) (essentieel).
- J. Positie van de veekrand na de storm op dezelfde locaties als waar de positie van de waterlijn in de tijd gemeten is (essentieel).

- K. Windsnelheid en windrichting bij de dijk (bijdrage niet-golfgedreven processen op de positie van de veekrand) (zeer gewenst).
- L. Observaties van schade aan de dijk, golfoverslag, en overstroming van binnendijs gebied voor kwalitatieve vergelijking schade dijk en achterland t.o.v. golfoploop (gewenst)

*Kennisvraag 4. Wat is de impact van een extreme storm op de morfologie en vegetatie van een begroeid voorland; kunnen begroeide voorlanden extreme condities weerstaan (Beheerdersvraag 1)?*

Om de impact van de storm op de staat van de vegetatie en bodemligging te bepalen, zal er informatie nodig zijn over de staat van de vegetatie en bodemligging vlak voor en vlak na de storm. De informatie van beide momenten kunnen dan met elkaar vergeleken worden, en eventuele verschillen kunnen geanalyseerd worden. Hoewel extreme stormen maar zeer zelden voorkomen, is het toch zinvol om deze kennisvraag proberen te beantwoorden op basis van jaarlijkse stormen. Als namelijk blijkt dat bij jaarlijkse stormen er een impact is, dan zal dit zeker zo zijn bij extreme stormen. Als er bij jaarlijkse stormen geen impact blijkt te zijn, dan blijft het antwoord op deze kennisvraag vooralsnog open. Dan zou er bijvoorbeeld gekeken kunnen worden naar datasets verkregen op andere vergelijkbare locaties, waar wel condities zijn opgetreden die overeenkomen met extreme stormen bij de Emmapolder.

Benodigde informatie:

- F. Bodemligging van het voorland voor en na de storm (karakterisering voorland) (essentieel).
- G. Vegetatiedekking (type, dichtheid, hoogte) voor en na de storm (karakterisering voorland) (essentieel).

*Kennisvraag 5. Hoe goed is ons huidig modelinstrumentarium in staat het gedrag van het voorland en het effect van het voorland op de waterstand, golftransformatie en golfoploop tijdens stormen te voorspellen (Beheerdersvraag 2)?*

Om het modelinstrumentarium (Delft3D, SWAN, XBeach, PC-Overslag) te valideren, zullen de berekende hydrodynamische processen (waterstanden, golfhoogte, -periode, -richting en -oploop) vergeleken moeten worden met de gemeten waarden bij de Emmapolder. Hiervoor zijn ook model randvoorwaarden nodig, zoals bodemligging, vegetatie karakteristieken, waterstands- en golfinformatie op dieper water.

De benodigde informatie is onderverdeeld in een grootschalig en kleinschalig modelinstrumentarium.

Benodigde informatie ter verificatie en validatie van grootschalige (Noordzee - Waddenzee) modelinstrumentarium (met name Delft3D en SWAN):

- M. Meteorologische randvoorwaarden (zeer gewenst).
- N. Waterstands- en golfmetingen op Noordzee en Waddenzee (zeer gewenst).
- O. Model voorspelling van waterstand en golven op Noordzee en Waddenzee (gewenst).

Benodigde informatie ter verificatie en validatie van kleinschalige (voorland - dijk) modelinstrumentarium (met name SWAN, XBeach en PC-Overslag):

- A–I. Alle benodigde gegevens van Vraag 1 en Vraag 3.
- P. Modelvoorspellingen van A–G (essentieel).

Tabel 4.1 Prioriteren van de benodigde informatie en data

<b>Essentieel</b>	
A	Golfhoogte en -periode, en verandering daarvan in de dwarsrichting en tijd op de kwelder op twee raaien (golftransformatie)
B	Golfrichting, en verandering daarvan in de dwarsrichting en tijd op de kwelder op twee raaien (bepalen inkomende golf)
C	Waterstanden, en verandering daarvan in de dwarsrichting en tijd op de kwelder op twee raaien (golfopzet)
D	Positie van de waterlijn op de dijk in de tijd (golfoploop)
F	Bodemligging van het voorland voor en na de storm (karakterisering voorland).
G	Staat van de vegetatie voor en na de storm (karakterisering voorland); biomassa en karakteristieke diameter en hoogte van de vegetatie
J	Positie van de veekrand na de storm op dezelfde locaties als waar de positie van de waterlijn in de tijd gemeten is
P	Modelvoorspellingen van A–G
<b>Zeer gewenst</b>	
H	Profiel van de dijk (karakterisering dijk)
K	Windsnelheid en windrichting bij de dijk (bijdrage niet-golfgedreven processen positie veekrand)
M	Meteorologische randvoorwaarden
N	Waterstands- en golfmetingen op Noordzee en Waddenzee
<b>Gewenst</b>	
E	Golfoverslag over de dijk, of op een gegeven hoogte onder de kruin van de dijk
I	Alle informatie A, B, C, F, en G voor verschillende stormen met verschillende waterstanden
L	Observaties van schade aan de dijk, golfoverslag, en overstroming van binnendijks gebied
O	Model voorspelling van waterstand en golven op Noordzee en Waddenzee



## 5 Beschikbare informatie

In Hoofdstuk 4 en Tabel 4.1 is een aantal verschillende typen informatie gepresenteerd dat nodig is om de beheersvragen, en daaraan gerelateerde kennisvragen, te kunnen beantwoorden. In dit hoofdstuk wordt een inventarisatie gepresenteerd van welke informatie typen reeds beschikbaar zijn, en welke informatie typen nog niet beschikbaar zijn. Hierbij is rekening gehouden met het doorlopen van het BE-SAFE project tot en met de winter van 2016–2017. Vanaf winter 2017–2018 zullen bepaalde data mogelijk niet meer beschikbaar zijn vanuit het BE-SAFE project, en zal dit protocol aangepast worden om in die informatiebehoefte te voorzien.

In Tabel 5.1 staat een overzicht van de beschikbaarheid van de benodigde informatie, en als de informatie reeds beschikbaar is, de naam van de partner die de informatie kan leveren. Een nadere toelichting van de reeds beschikbare informatie wordt gegeven in Secties 5.2–5.4.

Tabel 5.1 Samenvatting beschikbaarheid informatie

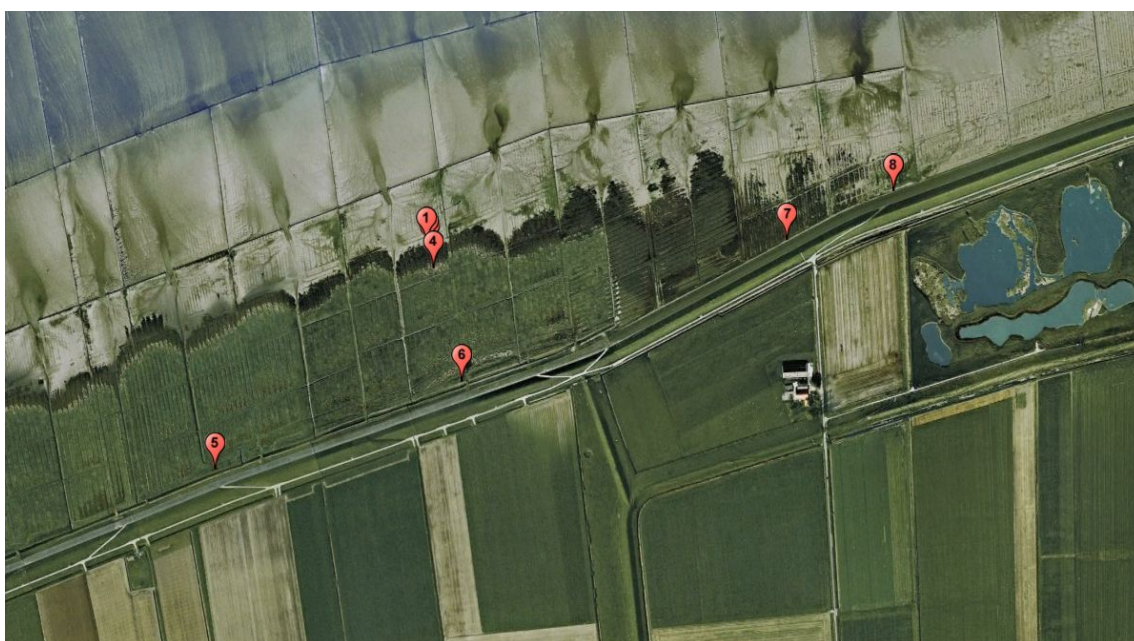
Informatiecode	Prioriteit	Beschikbaarheid en bron
A – golfhoogte/periode	Essentieel	Beschikbaar voor 1 dwarsraai (BE-SAFE / TU Delft)
B - golfrichting	Essentieel	Niet beschikbaar
C - waterstand	Essentieel	Beschikbaar voor 1 dwarsraai (BE-SAFE / TU Delft)
D - golfoploop	Essentieel	Niet beschikbaar
F – bodem voorland	Essentieel	Niet beschikbaar
G – vegetatie	Essentieel	Niet beschikbaar
J – veekrand	Essentieel	Niet beschikbaar
P – modelvoorspelling A-G	Essentieel	Niet beschikbaar
H – dijkprofiel	Zeer gewenst	Beschikbaar (W-NZ, TU Delft)
K – wind bij dijk	Zeer gewenst	Beschikbaar (RWS)
M – meteo randvoorwaarden	Zeer gewenst	Beschikbaar (KNMI)
N – waterstand en golven op Noordzee/Waddenzee	Zeer gewenst	Beschikbaar (RWS)
E - golfoverslag	Gewenst	Niet beschikbaar
I – A,B,C,F,G voor diverse waterstanden	Gewenst	Niet beschikbaar
L - observaties schade	Gewenst	Niet beschikbaar
O modelvoorspelling waterstand en golven op Noordzee/Waddenzee	Gewenst	Beschikbaar (RWS)

### 5.1 Toelichting databeschikbaarheid golfinformatie voorland en dijk (TU Delft)

Het BE-SAFE project heeft in 2016–2017 een meetopstelling bij de Emmapolder. Het BE-SAFE project loopt af in 2018. Het is nog onbekend of de meetopstelling in de winter van 2017–2018 nog aanwezig zal zijn.

Voor het BE-SAFE programma zijn er 7 druksensoren geplaatst aan de rand van de kwelder en langs de dijk (Figuur 5.1), waarmee golfhoogte, -periode en waterstanden gemeten worden langs de dijk en op de rand van de kwelder. Gezien de verticale positie van de teen van de dijk en de drukdozen, is er gemiddeld een paar keer per jaar significante water diepte aanwezig op de druksensoren. Tot op heden (juli 2016) is er 1 storm gemeten bij de Emmapolder binnen het BE-SAFE programma. Deze vond plaats in januari 2015 en betrof een 1/5 jaar storm.

De drukdozen zijn zelfloggend (geen datakabels), en hebben een batterijduur van drie maanden. Data worden op locatie uitgelezen.



Figuur 5.1 Opstelling drukdozen Emmapolder in BE-SAFE project (V. Vuik)

Van Eemshaven tot Lauwersoog zijn de veekranden na één storm opgemeten door middel van GPS hoogte metingen (Figuur 5.2), dit duurde ongeveer 3 uur. Op dit moment is het zo geregeld dat Vincent Vuik (BE-SAFE) contact opneemt met Henk Schol (Noorderzijlvest) na een storm om te beslissen of er metingen van de veekranden moet plaatsvinden voor deze worden weggeveegd. De veekrandmetingen worden vervolgens uitgevoerd door Vincent Vuik.





Figuur 5.2 Inmeten veekrand in BE-SAFE project (foto: V. Vuik)

## 5.2 Toelichting databeschikbaarheid informatie dijk (W-NZ)

Het waterschap Noorderzijlvest beheert de dijken bij de Emmapolder en beschikt daarom over historische informatie zoals inspectierapporten, foto's van veekranden op de dijk en informatie over de impact van stormen op de dijk.

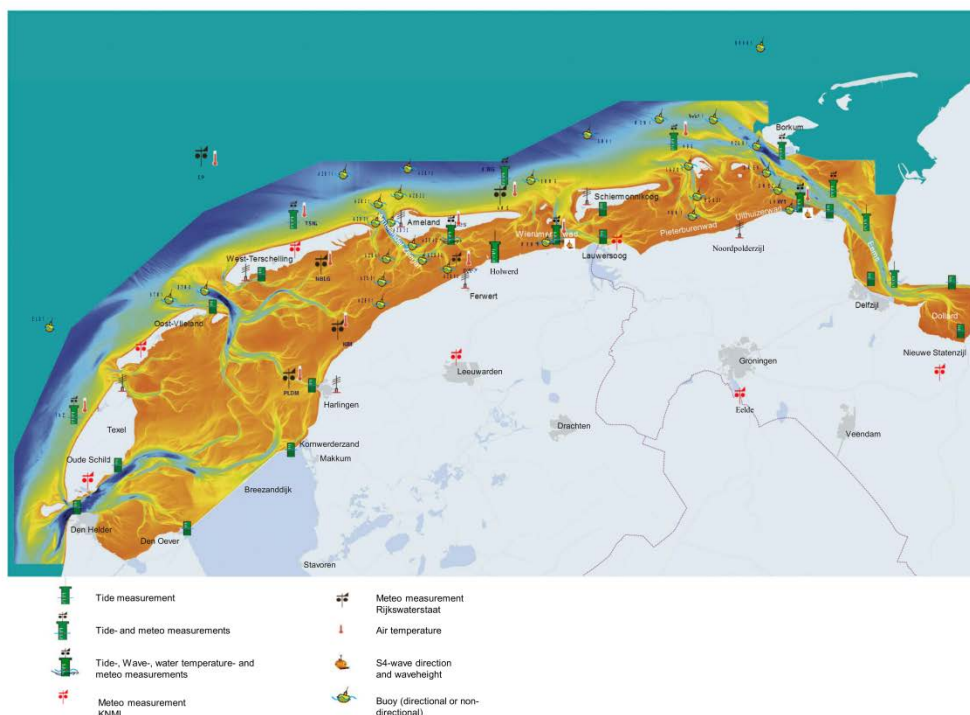
## 5.3 Toelichting beschikbaarheid golf- en waterstandsinformatie Waddenzee (RWS)

Figuur 5.3 geeft een overzicht van de meetstrategie in de Noordzee voor de jaren 2013-2014. In dit overzicht zijn onder andere 5 golfboeien ('Buoy') te zien in de omgeving van de Emmapolder.

Op het Uithuizerwad staat één meetpaal op 100 m afstand van de zeedijk ten noorden van de Emmapolder (zie Figuur 5.4). Bij deze meetpaal worden waterstanden, golfhoogte, -golfperiode, golfspectra, en golfrichting, windsnelheid en windrichting gemeten. Deze metingen kunnen in aanvulling op informatie A, B, en C gebruikt worden door de QRF, maar omdat de meetpaal één puntmeting is, kunnen de gegevens van meetpaal Uithuizerwad niet gebruikt worden om het verloop van golfparameters en waterstanden over de kwelder te analyseren. Winddata van de meetpaal kunnen gebruikt worden om de windsnelheid en -richting bij de dijk te bepalen (K).

Waterstanden en meteorologische gegevens worden ook in de nabijheid van de Emmapolder gemeten bij Eemshaven. Deze gegevens worden vanwege het bestaan van een langere tijdreeks metingen dan meetpaal Uithuizerwad in Sectie 6.1 gebruikt worden om de stormcondities af te leiden waarbij de QRF in actie komt

Deze data worden verwerkt en opgeslagen in het Landelijk Meetnet Water en onder licentie beschikbaar gesteld aan externe partijen via de MATROOS database.



Figuur 5.3 Overzichtskaartje van de meetstrategie Waddenzee 2013-2014



Figuur 5.4 Meetpaal op het Uithuizerwad (foto: I. Wenneker)

## 5.4 Toelichting databeschikbaarheid meteorologische informatie (KNMI)

Meteorologische randvoorwaarden, zoals windsnelheden en -richting, kunnen worden aangevraagd bij het KNMI. Het KNMI heeft de beschikking over een uitgebreid waarnemennetwerk met meteorologische stations. Alleen de verwerkte data wordt opgeslagen door het KNMI, ruwe data zal apart opgeslagen moeten worden.

## 6 Meetplan

In Hoofdstuk 5 is alle beschikbare informatie gepresenteerd die gebruikt kan worden om de kennisvragen, en daaraan gerelateerde beheervragen, te kunnen beantwoorden. In dit hoofdstuk wordt een meetplan gepresenteerd om de informatie in te winnen die in Tabel 4.1 staat aangegeven. Het meetplan dat in dit hoofdstuk gepresenteerd wordt, is samengesteld op basis van overleg met de QRF Emmapolder partners TU Delft, RWS-WVL, W-NZ, Shore en Deltares, en beschrijft de beoogde rol van deze, en andere potentiële partners. De uiteindelijke rol die de partners zullen vervullen is afhankelijk van het verloop van onderzoeksprojecten en beschikbaarheid van financieringsbronnen, en is daarom indicatief opgenomen in dit document. Tijdens de voorbereidingsfase van de QRF Emmapolder (zie Hoofdstuk 8) zal een detailmeetplan opgezet worden om de logistieke uitvoering van de QRF mogelijk te maken en de definitieve rol van de partners vast te leggen.

In dit hoofdstuk wordt eerst beschreven onder welke stormcondities data door de QRF ingewonnen zouden moeten worden (Sectie 6.1). Vervolgens wordt een strategie gepresenteerd om 'beschikbare' informatie beschikbaar te maken voor de QRF (Sectie 6.2), en niet-beschikbare informatie door middel van metingen in te winnen (Sectie 6.3). Hierbij wordt in het eerste jaar van de QRF, bij wijze van pilot, uitsluitend uitgegaan van 'essentiële' informatietypen, en 'zeer gewenste' informatietypen daar waar deze zonder substantiële additionele inspanning verkregen kunnen worden. In Sectie 6.4 wordt vervolgens een schatting gemaakt van de kosten die nodig zijn om de niet-beschikbare informatietypen in te winnen.

In dit meetplan is aangenomen dat het BE-SAFE project nog actief is en de instrumenten van het BE-SAFE project beschikbaar zijn voor gebruik door de QRF. Het meetplan en protocol voor QRF Emmapolder zullen na aflopen van het BE-SAFE project aangepast worden om te zorgen voor continuïteit in de meetcapaciteit van de QRF.

### 6.1 Stormcondities voor uitvoering QRF Emmapolder

Om kennisvragen 1, 3 en 5 te kunnen beantwoorden is het nodig om stormcondities te meten waarbij golven de teen van de dijk kunnen bereiken. Hiervoor is een waterstand nodig die hoger is dan de hoogste delen van de kwelder bij de teen van de dijk. Dit wordt verwacht bij een waterstand van NAP + 2.0–2.5 m (Vuik, pers. comm.). Bij hogere waterstanden, wordt meer golfenergie bij de teen van de dijk verwacht, en daarmee een groter golfoploepsignaal. Hoewel kennisvragen 2 en 4 zijn niet noodzakelijk gebonden zijn aan een waterstand die golftransformatie tot aan de teen van de dijk toestaat, kunnen deze vragen wel beter beantwoord worden als het gehele begroeide voorland onderwater staat en grotere golven voorkomen op het voorland, dan wanneer dit niet het geval is.

Om ervoor te zorgen dat er binnen enkele jaren voldoende informatie beschikbaar is om de kennisvragen van Hoofdstuk 3 te kunnen beantwoorden, wordt gekozen om de QRF Emmapolder tot uitvoering over te laten gaan bij voorspelde stormcondities behorend bij een terugkeerperiode van 1 jaar. Kwantitatief komt dit overeen met een waterstandsvoorspelling door Rijkswaterstaat Watermanagementcentrum Nederland (RWS-WMCM) die groter dan, of gelijk aan NAP + 2.96 m is bij meetstation Eemshaven (EMSH - LMW). De stappen die hierop volgen worden behandeld in het protocol in Hoofdstuk 8.

## 6.2 Vastleggen van beschikbare informatie

In Tabel 4.1 staan vier beschikbare typen zeer gewenste informatie, en één type beschikbare gewenste informatie. Geen typen essentiële informatie zijn volledig beschikbaar, maar er zijn wel twee typen essentiële informatie deels beschikbaar. In de volgende paragrafen wordt de methode beschreven waarop de QRF deze beschikbare informatie kan vastleggen. Een samenvatting van deze methoden staat in Tabel 6.1.

### 6.2.1 *A: Golfhoogte en -periode, op de kwelder*

Golfhoogte, golfperiode en golfspectrum informatie is voor één dwarsraai beschikbaar door gebruik te maken van de bestaande meetopstelling van drukdozen van het BE-SAFE project. Deze dwarsraai betreft een deel van een begroeide kwelder, en is derhalve geschikt om informatie te geven over golfdemping door vegetatie. Golfinformatie in deze raai alleen is niet voldoende om een vergelijking te maken tussen begroeide en niet-begroeide voorlanden. Waterdruktijdseries in de dwarsraai kunnen door middel van nabewerking omgezet worden in gegevens over golfspectra, golfhoogte, en golfperiodes op de locaties van de drukdozen. QRF partner TU-Delft kan deze data beschikbaar stellen om de kennisvragen van Hoofdstuk 3 te kunnen beantwoorden.

### 6.2.2 *C: Waterstanden op de kwelder*

Waterstandsgegevens is voor één dwarsraai beschikbaar door gebruik te maken van de dezelfde drukdozen van het BE-SAFE project als voor golfinformatie (Sectie 6.2.1). Wederom is deze informatie geschikt om inzicht te geven in de rol van vegetatie met betrekking tot golfopzet, maar is niet voldoende om een vergelijking te maken tussen begroeide en niet-begroeide voorlanden. Door middel van nabewerking van de gemeten waterdruktijdseries kan het gemiddeld waterniveau op de locaties van de drukdozen bepaald worden. QRF partner TU-Delft kan deze data beschikbaar stellen.

### 6.2.3 *H: Profiel van de dijk*

Gegevens over het ontwerp van de dijk bij de Emmapolder zijn beschikbaar bij QRF partner W-NZ. QRF partner TU-Delft heeft binnen het BE-SAFE project ook beschikking over deze informatie.

### 6.2.4 *K: Windsnelheid en windrichting bij de dijk*

De windsnelheid en -richting bij de dijk zal worden afgeleid van meteo meetgegevens bij meetpaal Uithuizerwad. Deze data kunnen bij RWS-CIV opgevraagd en opgeslagen worden voor de QRF.

### 6.2.5 *M: Meteorologische randvoorwaarden*

Meteorologische randvoorwaarden (hindcast) kunnen bij KNMI opgevraagd worden.

### 6.2.6 *N: Waterstands- en golfmetingen op Noordzee en Waddenzee*

Deze informatie is beschikbaar op MATROOS. Ruwe data zijn één maand beschikbaar bij RWS-CIV, daarnaar zijn alleen bulkparameters beschikbaar.

### 6.2.7 *O: Model voorspelling van waterstand en golven op Noordzee en Waddenzee*

Deze informatie kan na een hindcast simulatie door QRF partner Deltares beschikbaar worden gesteld.

Tabel 6.1 Vastlegging en betrokken QRF partners voor beschikbare informatie

Inf. code	Informatie behoefte	Prioriteit	Inwinmethode	Levering data / uitvoering door
A	Golfhoogte en -periode, op de kwelder (1 <sup>e</sup> dwarsraai)	Essentieel	Afstemming QRF met BE-SAFE project / TU Delft	TU-Delft
C	Waterstanden op de kwelder (1 <sup>e</sup> dwarsraai)	Essentieel	Afstemming QRF met BE-SAFE project / TU Delft	TU-Delft
H	Profiel van de dijk (karakterisering dijk)	Zeer gewenst	Aanvragen gegevens W-NZ	W-NZ
K	Windsnelheid en windrichting bij de dijk	Zeer gewenst	Aanvragen RWS-CIV en opslaan Deltares	RWS-CIV / Deltares
M	Meteorologische randvoorwaarden	Zeer gewenst	Aanvragen KNMI en opslaan Deltares	KNMI / Deltares
N	Waterstands- en golfmetingen op Noordzee en Waddenzee	Zeer gewenst	Aanvragen MATROOS en opslaan Deltares	MATROOS / Deltares
O	Model voorspelling van waterstand en golven op Noordzee en Waddenzee	Gewenst	Modelsimulaties	Deltares

### 6.3 Inwinnen van niet-beschikbare essentiële en zeer gewenste informatie

In Tabel 5.1 staan zes niet-beschikbare typen essentiële informatie. Daarnaast zijn er twee typen essentiële informatie die slechts deels beschikbaar zijn. In de volgende paragrafen wordt de methode beschreven waarop de QRF deze niet-beschikbare informatie kan inwinnen. Een samenvatting van deze inwinmethoden staat in Tabel 6.2.

#### 6.3.1 A: Golfhoogte en -periode, op de kwelder

Om het verschil in de golfdempende werking te meten tussen begroeide en niet-begroeide voorlanden moeten vijf drukdozen uitgezet worden in een tweede dwarsraai parallel aan de meetraai van het BE-SAFE project, op een naastgelegen kweldervak zonder begroeiing. De drukdozen moeten voor aankomst van de storm vastgemaakt worden aan vooraf geplaatste ankers (palen). De druksensoren hebben de mogelijkheid om enkele dagen tot enkele weken (afhankelijk van producttype en dataopslag frequentie) zelfvoorzienend en zonder bekabeling waterdrukdata op te slaan. Het plaatsen en verwijderen van drukdozen van QRF partner RWS-CIV kan door een markt partij (MP) worden gedaan.

#### 6.3.2 B: Golfrichting op de kwelder

Om te bepalen wat de richting en grootte van de inkomende golven is ten opzichte van de golven die reflecteren bij dijk is het nodig om op minimaal één locatie per dwarsraai een directioneel golfspectrum te bepalen. Eén methode om dit op ondiep water, waar golven aan het breken kunnen zijn, te bepalen is door middel van simultane meting van wateroppervlakte uitwijking en diepte-gemiddelde snelheid (cf. Guza et al, 1984). De QRF Emmapolder zal hiervoor gebruik maken van twee ADV's die aan de rand van de kwelder geplaatst worden. Het plaatsen en verwijderen van ADV's van QRF partner RWS-CIV kan door MP worden gedaan.

### 6.3.3 *C: Waterstanden op de kwelder*

Om het verschil in de golfopzet te meten tussen begroeide en niet-begroeide voorlanden kunnen dezelfde drukdozen worden gebruikt als bij A (Sectie 6.3.1).

### 6.3.4 *D: Positie van de waterlijn op de dijk in de tijd*

Golfoploop op de dijk kan tijdens daglicht worden gemeten met een camera gericht op de dijk. Door nabewerking van de camerabeelden kunnen tijdseries gemaakt worden van de positie van de waterlijn in de tijd langs één of meerdere dwarsprofielen op de dijk. Golfoploopparameters, zoals de maximale golfoploop en de 2% golfoploop kunnen op basis van de waterlijntijdseries bepaald worden. Het plaatsen van de camera en het georectificeren van de beelden kan door MP worden uitgevoerd.

### 6.3.5 *F: Bodemligging van het voorland voor en na de storm*

Het bodemprofiel langs de twee instrumentraaien kan voor en na de storm worden bepaald door middel van GNSS (GPS) metingen. Gezien de langsuniformiteit van de bodem in de kwelder is het niet nodig om geen vlakdekkende bodemmetingen uit te voeren. Deze metingen kunnen door MP of QRF-partner TU-Delft uitgevoerd worden.

### 6.3.6 *G: Staat van de vegetatie voor en na de storm*

De belangrijkste karakteristieken van de vegetatie (biomassa, karakteristieke diameter en karakteristieke hoogte van de vegetatie.) kunnen door middel van steekproeven op 10 locaties per dwarsraai bepaald worden. De QRF kan hiervoor de procedure van het BE-SAFE project volgen. Deze metingen kunnen door QRF-partner TU-Delft uitgevoerd worden.

### 6.3.7 *J: Positie van de veekrand na de storm*

De positie van de veekrand op de dijk kan na de storm door middel van GNSS (GPS) metingen worden bepaald voor alle locaties binnen het beeld van de golfoploopcamera (D: Sectie 6.3.4). Hiermee is een directe vergelijking tussen veekrand en golfoploop mogelijk. Het meten van de veekrandpositie kan door MP of door QRF partner TU-Delft uitgevoerd worden.

### 6.3.8 *P: Modelvoorspellingen van A–F*

Deze informatie betreft modelvoorspellingen waarvoor geen aparte metingen uitgevoerd hoeven te worden. Deze informatie is daarom niet opgenomen in Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Meettechniek en betrokken QRF partners voor niet-bestaande essentiële en zeer gewenste informatie

Inf. code	Informatie behoefte	Prioriteit	Meettechniek	Voorstel levering instrumenten / uitvoering door
A	Golfhoogte en -periode, op de kwelder (2 <sup>e</sup> dwarsraai)	Essentieel	Drukdozen op vijf locaties in een dwarsraai zonder vegetatie	RWS-CIV / TU-Delft en MP
B	Golfrichting op de kwelder (1 <sup>e</sup> en 2 <sup>e</sup> dwarsraai)	Essentieel	2 ADV's aan de zeewaartse rand van de kwelder (1 per dwarsraai)	RWS-CIV / MP
C	Waterstanden op de kwelder (2 <sup>e</sup> dwarsraai)	Essentieel	Drukdozen op vijf locaties in een dwarsraai zonder vegetatie (zie A)	RWS-CIV / TU-Delft en MP
D	Positie van de waterlijn op de dijk in de tijd (golfoploop)	Essentieel	Mobiele camera gericht op de dijk	MP
F	Bodemligging van het voorland voor en na de storm.	Essentieel	Opmeten twee dwarsraaien met behulp van GPS	MP of TU-Delft
G	Staat van de vegetatie voor en na de storm	Essentieel	Opmeten karakteristieke diameter en hoogte van de vegetatie	TU-Delft / TU-Delft
J	Positie van de veekrand na de storm	Essentieel	Opmeten veekrand langs kweldervak met behulp van GNSS	MP of TU-Delft

#### 6.4 Geschatte kosten inwinnen niet-beschikbare essentiële en zeer gewenste informatie

De geschatte kosten van het inwinnen van informatietypen A, B, C, D, F, G, en J staan hieronder in Tabel 6.3 weergegeven. Deze kosten betreffen slechts de kosten van het aanschaffen van instrumenten om de metingen mee uit te voeren als deze instrumenten niet bij de QRF-partners beschikbaar zijn (eenmalige kosten, geen afschrijving), en eventuele kosten om metingen uit te voeren. Het verwerken van de meetdata tot informatie ter beantwoording van de beheervragen en kennisvragen is niet in de schatting van de kosten in Tabel 6.3 meegenomen.

De genoemde bedragen in Tabel 6.3 zijn slechts een indicatie van de verwachte kosten die geschat zijn op basis van de kennis van de QRF partners. Daadwerkelijke kosten kunnen nog variëren en kunnen sterk afhangen van de beschikbaarheid van meetinstrumenten bij RWS-CIV tijdens stormcondities die geschikt zijn voor de QRF en het eventueel aanbesteden van werkzaamheden aan een marktpartij (MP). Eventuele aanbesteding van werk zal volgens de reguliere aanbestedingsprocedure plaatsvinden.

Tabel 6.3 Geschatte kosten voor inwinnen niet-bestaande essentiële en zeer gewenste informatie

Inf. code	Prioriteit	Meettechniek	Geschatte kosten meettechniek
A	Essentieel	Golfhoogte en -periode, op de kwelder (2 <sup>e</sup> dwarsraai)	€10.000 voor aanschaf drukdozen
B	Essentieel	Golfrichting op de kwelder (1 <sup>e</sup> en 2 <sup>e</sup> dwarsraai)	€50.000 voor aanschaf ADV's
C	Essentieel	Waterstanden op de kwelder (2 <sup>e</sup> dwarsraai)	Geen additionele kosten t.o.v. A.
D	Essentieel	Positie van de waterlijn op de dijk in de tijd (golfoploop)	€5.000 voor camera hardware
F	Essentieel	Bodemligging van het voorland voor en na de storm.	€5.000 voor meting voor en na de storm
G	Essentieel	Staat van de vegetatie voor en na de storm	€5.000 voor meting voor en na de storm
J	Essentieel	Positie van de veekrand na de storm	Geen additionele kosten t.o.v. E.



## 7 QRF datagebruik

De informatie die door de QRF ingewonnen kan door de QRF partners, en mogelijk ander geïnteresseerde partijen, gebruikt worden om de kennisvragen 1–5 van Hoofdstuk 3 te beantwoorden. Door het beantwoorden van de kennisvragen, zal inzicht worden verkregen in de beheervragen (Sectie 3.2). De methode die gebruikt kan worden om kennisvragen 1–5 te beantwoorden wordt in Tabel 7.1 per kennisvraag aangegeven.

Om efficiënt data tussen QRF partners onderling te delen zullen alle nieuwe ruwe en eventueel verwerkte data verkregen volgens het meetplan worden opgeslagen in Open Earth, welke openlijk toegankelijk is voor alle QRF partners en ander geïnteresseerde partijen. Reeds bestaande data zullen in Open Earth opgeslagen worden indien toegestaan door de beheerder van de data.

Tabel 7.1 Kennisvraag en manier waarop informatie na inwinnen gebruikt zal worden

Vraag	Vraag, informatietypen, partners en uitleg
1	<p><i>Wat is het effect van begroeide voorlanden op de golfhoogte bij de dijk, de golfopzet en de golfloop tijdens stormen, en hoe verschilt dit met een situatie zonder begroeid voorland (Beheerdersvraag 1)?</i></p> <p><i>Gebruikte informatietypen: A, B, C, D, F, G, H</i></p> <p><i>Partners: TU-Delft, Deltares, RWS-WVL, W-NZ</i></p> <p>Data kunnen worden gebruikt in aanvulling op analyses van het BE-SAFE project om de rol van begroeide voorlanden beter te begrijpen.</p>
2	<p><i>Wat is het effect van de waterstand op de golfdempende werking van het begroeide voorland voor de Emmapolder (Beheerdersvraag 1)?</i></p> <p><i>Gebruikte informatietypen: A, B, F, G</i></p> <p><i>Partners: TU-Delft, Deltares, RWS-WVL, W-NZ</i></p> <p>Deze vraag kan in combinatie met kennisvraag 1 beantwoord worden.</p>
3	<p><i>Komen de locaties van de veekranden na een storm overeen met de daadwerkelijk opgetreden maximale golfloop tijdens een storm, en geeft de locatie van de veekrand hiermee een goede indicatie van de lokale golfbelasting op de dijk (Beheerdersvraag 1)?</i></p> <p><i>Gebruikte informatietypen: D, J, K</i></p> <p><i>Partners: Deltares, TU-Delft, W-NZ</i></p> <p>Deze vraag kan empirisch beantwoord worden op basis van observaties. Kennis die hiermee ontwikkeld wordt kan toegepast worden om voor andere delen van Nederland om op basis van veekrاندdata betere hindcasts te</p>

	<p>maken van de opgetreden golfoploop.</p>
4	<p><i>Wat is de impact van een extreme storm op de morfologie en vegetatie van een begroeid voorland; kunnen begroeide voorlanden extreme condities weerstaan (Beheerdersvraag 1)?</i></p> <p><i>Gebruikte informatietypen: F, G</i></p> <p><i>Partners: TU-Delft, Deltares, RWS-WVL, W-NZ</i></p> <p>Deze vraag kan empirisch beantwoord worden op basis van observaties. De resultaten kunnen dienen als referentiecasi voor andere locaties met een begroeid voorland.</p>
5	<p><i>Hoe goed is ons huidige modelinstrumentarium in staat het gedrag van het voorland en het effect van het voorland op de waterstand, golftransformatie en golfoploop tijdens stormen te voorspellen (Beheerdersvraag 2)?</i></p> <p><i>Gebruikte informatietypen: A–H (met uitzondering van E), M–P</i></p> <p><i>Partners: Deltares, RWS-WVL, W-NZ, TU-Delft</i></p> <p>De storm die door de QRF gemeten is kan worden gesimuleerd met het bestaande modelinstrumentarium om de nauwkeurigheid van deze modellen te bepalen.</p>

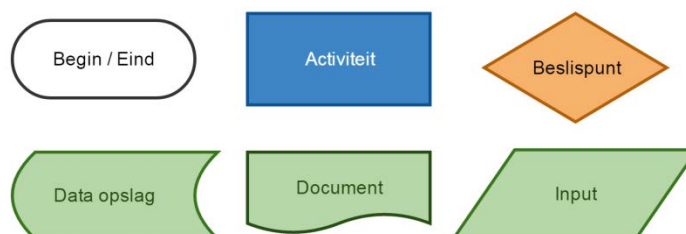
## 8 Het protocol

Dit hoofdstuk beschrijft het protocol voor QRF Emmapolder, waarin de handelingen beschreven staan die uitgevoerd moeten worden om de informatie te verzamelen zoals aangegeven in het meetplan (Hoofdstuk 6) en deze informatie effectief te gebruiken om de beheerders- en kennisvragen te beantwoorden. Het protocol is opgedeeld in vier achtereenvolgende fases:

- **Vorbereiding:** Voor de start van het stormseizoen wordt voorbereidend werk uitgevoerd ten behoeve van data inwinning tijdens een storm.
- **Monitoring:** Tijdens het stormseizoen wordt gemonitord voor stormcondities waarvoor de QRF ingezet kan worden.
- **Uitvoering:** Storm data worden tijdens de uitvoeringsfase door de QRF ingewonnen.
- **Exploitatie:** De nieuwe storm data worden tijdens de exploitatiefase gebruikt door QRF partners en eindgebruikers om de beheerders- en kennisvragen te beantwoorden.

Per fase wordt één persoon benoemd tot coördinator, die verantwoordelijk is voor de coördinatie van de acties in die fase, en als QRF aanspreekpunt voor die fase geldt. De coördinator geldt hierbij uitdrukkelijk niet als opdrachtgever.

In Secties 8.1–8.4 zijn stroomdiagrammen opgesteld voor de voorbereidings-, monitorings-, uitvoerings-, en exploitatiefase, waarbij de te volgen stappen en te nemen beslissingen worden weergegeven (zie Figuur 8.1 voor stroomdiagram legenda, en Figuur 8.2, Figuur 8.3, Figuur 8.4, en Figuur 8.5 voor de afzonderlijke stroomdiagrammen). Voor elke stap in het protocol is onder het stroomdiagram een toelichting gegeven, waarin wordt beschreven **wie** een actie uit moet voeren, **wanneer** deze actie genomen moet worden en welke **taak** er uitgevoerd moet worden. Zoals beschreven in Sectie 2.3 en Hoofdstuk 6 zijn deze rollen van de partners afhankelijk van het verloop van onderzoeksprojecten en de beschikbaarheid van financieringsbronnen, en zijn daarom indicatief in dit protocol opgenomen.



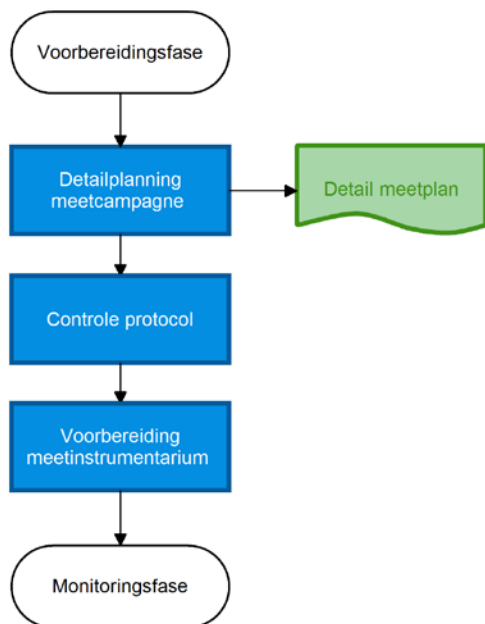
Figuur 8.1 Betekenis van blokken in de stroomdiagrammen

Persoonlijke contactgegevens (telefoon en email) van de QRF partners staan in dit openbare protocol omwille privacy-redenen niet genoemd. Deze gegevens zijn bij de QRF partners bekend en zijn opgenomen in een niet-openbare kopie van dit document.

## 8.1 Voorbereidingsfase

Coördinator: Robert McCall, Deltares

Voor de start van het stormseizoen moet voorbereidend werk worden gedaan om te zorgen voor een goed verloop van de QRF Emmapolder. Deze acties staan hieronder in Figuur 8.2. aangegeven. De coördinator van de voorbereidingsfase is verantwoordelijk voor de uitvoering van deze acties.



Figuur 8.2 Stroomdiagram voorbereidingsfase

Detailplanning meetcampagne	
<b>Wie</b>	Deltares (coördinator voorbereidingsfase), TU-Delft, MP
<b>Wanneer</b>	Voor start monitoringsfase (ieder jaar: 21 september, zie Sectie 8.2)
<b>Taak</b>	Overleg detailplanning van veldmetingen (locaties instrumenten, meetbereik en -frequentie, etc.)

Detail meetplan	
<b>Wie</b>	TU-Delft, MP
<b>Wanneer</b>	Voor start monitoringsfase (ieder jaar: 21 september, zie Sectie 8.2)
<b>Taak</b>	Opzetten en/of updaten van een gedetailleerd meetplan, waarin precieze instrumentlocaties, meetraaien, en stormcondities voor het uitvoeren van een QRF-actie zijn aangegeven. Indien het laatste door nieuwe inzichten verandert ten opzichte van het protocol, dient dit protocol aangepast te worden.

Controle protocol	
<b>Wie</b>	Deltares (coördinator voorbereidingsfase)
<b>Wanneer</b>	Voor start monitoringsfase (ieder jaar: 21 september, zie Sectie 8.2)
<b>Taak</b>	De coördinator voorbereidingsfase controleert of alle contactgegevens in het protocol correct zijn, en de taken in het protocol op naam van de correcte contactpersonen staan.

Vorbereiding meetinstrumentarium	
<b>Wie</b>	MP, TU-Delft
<b>Wanneer</b>	Voor start monitoringsfase (ieder jaar: 21 september, Sectie 8.2)
<b>Taak</b>	MP en TU-Delft zetten instrumenten uit die het hele stormseizoen door kunnen meten, bouwen vaste constructies op waaraan instrumenten vastgezet kunnen worden, en bereiden instrumenten en meettechnieken voor.

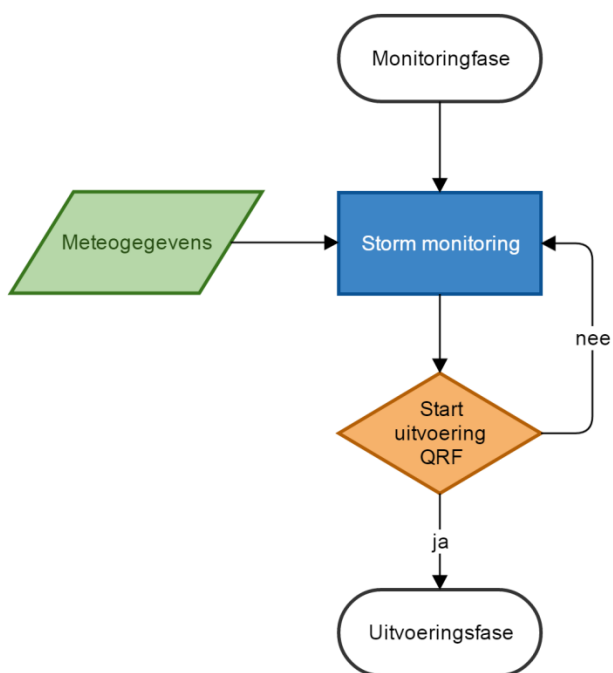
#### 8.1.1 Contactgegevens

Naam	Organisatie	Telefoon nummer 1	Telefoon nummer 2	e-mail
<b>Robert McCall</b> (coördinator voorbereidingsfase)	Deltares	...	...	...
<b>Vincent Vuik</b>	TU-Delft			
	MP	...	...	...

## 8.2 Monitoringsfase

Coördinator: Vincent Vuik, TU-Delft

In de monitoringsfase worden stormcondities bij Emmapolder gemonitord om tot een beslissing te komen over inzet van de QRF. De acties die bij deze fase horen staan in Figuur 8.3. De coördinator van de monitoringsfase is verantwoordelijk voor de uitvoering van deze acties.



Figuur 8.3 Stroomdiagram monitoringsfase

Storm monitoring	
<b>Wie</b>	RWS-WMCN
<b>Wanneer</b>	Het gehele winterseizoen tussen startdatum 21 september en einddatum 21 maart.
<b>Taak</b>	RWS-WMCN stuurt coördinator monitoringsfase en coördinator uitvoeringsfase email bericht iedere keer dat QRF stormcondities overschreden worden (zie Sectie 6.1).

Meteogegevens
Voorspelde waterstand bij meetstation Eemshaven (EMSH - LMW).

Start uitvoering QRF	
<b>Wie</b>	Coördinator monitoringsfase
<b>Beslissing</b>	<p>Wordt er voldaan aan de randvoorwaarden voor de uitvoering van de QRF (zie Sectie 6.1)?:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Een waterstand groter dan, of gelijk aan NAP + 2.96 m bij meetstation Eemshaven (EMSH - LMW).</li> </ul> <p><b>Ja:</b> contact opnemen met de <b>coördinator uitvoeringsfase</b> en doorgaan naar Uitvoeringsfase (Sectie 8.3).</p> <p><b>Nee:</b> Terug naar monitoring van potentiële stormen.</p>

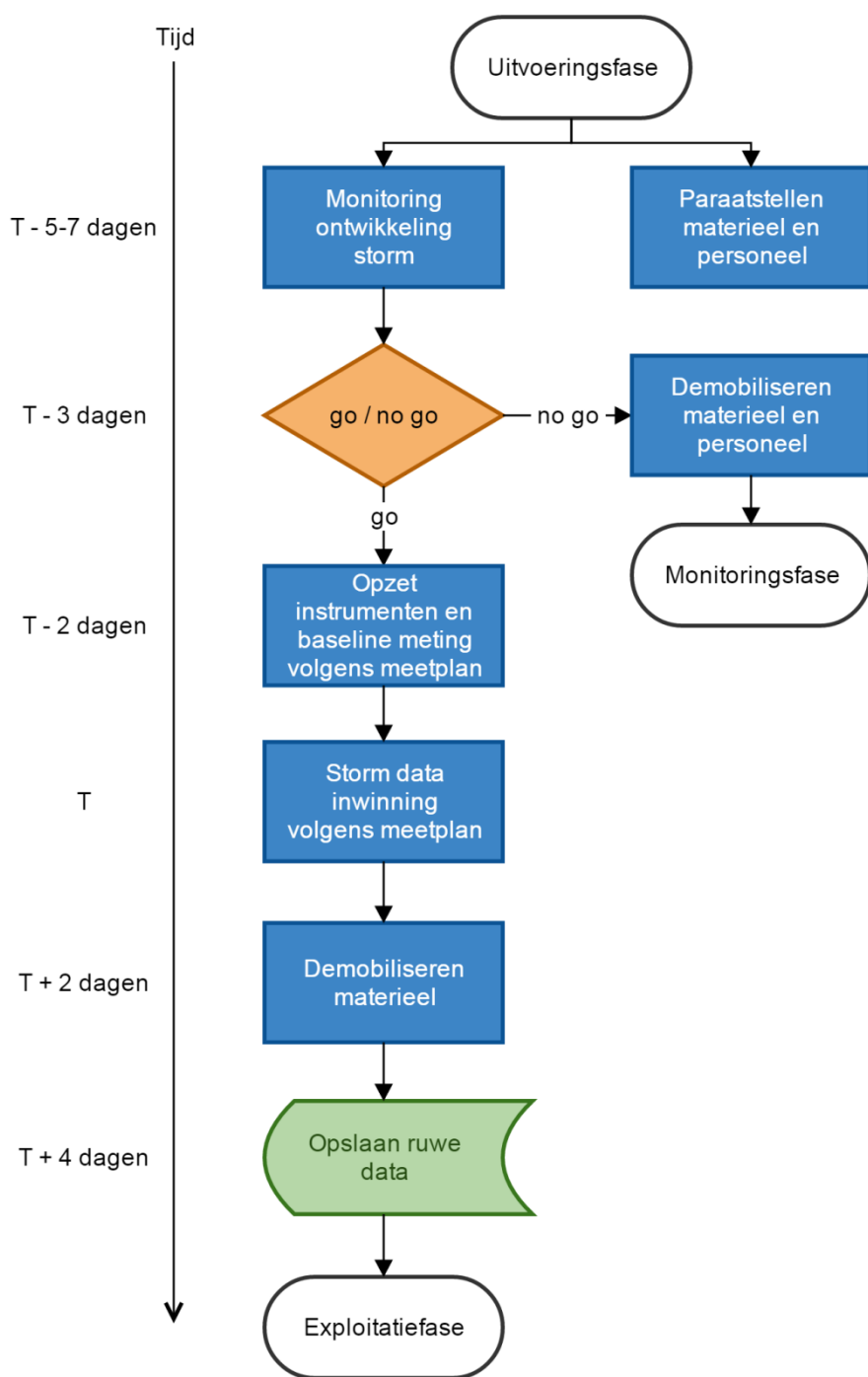
## 8.2.1 Contactgegevens

Naam	Organisatie	Telefoon nummer 1	Telefoon nummer 2	e-mail
<b>Vincent Vuik</b> (coördinator monitoringsfase)	TU-Delft	...	...	...
	RWS-WMCN	...	...	...
<b>Vincent Vuik</b> (coördinator uitvoeringsfase)	TU-Delft			

### 8.3 Uitvoeringsfase

Coördinator: Vincent Vuik, TU-Delft

Tijdens de uitvoeringsfase worden stormdata door de QRF ingewonnen. De acties die bij deze fase horen staan in Figuur 8.4. De coördinator van de uitvoeringsfase is verantwoordelijk voor de uitvoering van deze acties.



Figuur 8.4 Stroomdiagram uitvoeringsfase



Monitoring ontwikkeling storm	
<b>Wie</b>	Coördinator uitvoeringsfase
<b>Wanneer</b>	5 tot 7 dagen voor de storm (T-5/7)
<b>Taak</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continue monitoring van de ontwikkeling van de storm in overleg met de stormvloed waarschuwingdienst.</li> <li>• Contact opnemen met RWS-CIV voor paraat stellen materieel en personeel</li> </ul>

Paraat stellen materieel en personeel	
<b>Wie</b>	Coördinator uitvoeringsfase, TU-Delft, MP, RWS CIV
<b>Wanneer</b>	5 tot 7 dagen voor de storm (T-5/7)
<b>Taak</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coördinator uitvoeringsfase stelt TU-Delft, RWS-CIV, W-NZ en MP op de hoogte van start uitvoeringsfase.</li> <li>• RWS CIV: voorbereiden instrumenten voor gebruik MP.</li> <li>• MP, TU-Delft: voorbereiden instrumenten en personeel.</li> <li>• W-NZ: kweldervak 2<sup>e</sup> meetraai kortmaaien indien volgens detailmeetplan nodig</li> <li>• W-NZ: opdracht geven om het opruimen van de veekrand bij de Emmapolder uit te stellen tot na einde uitvoeringsfase</li> </ul>

Go / no go	
<b>Wie</b>	coördinator uitvoeringsfase
<b>Wanneer</b>	3 dagen voor de storm
<b>Beslissing</b>	<p>Voldoen de verwachte stormcondities nog steeds aan de randvoorwaarden voor het uitvoeren van de QRF?</p> <p><b>Go:</b> Neem contact op met TU-Delft, MP, W-NZ en RWS CIV, en activeer het opzetten van materieel en personeel.</p> <p><b>No go:</b> Neem contact op met TU-Delft, MP, W-NZ en RWS CIV, en activeer het demobiliseren van materieel en personeel.</p>

Demobiliseren materieel en personeel	
<b>Wie</b>	TU-Delft, MP, W-NZ, RWS CIV
<b>Wanneer</b>	3 dagen voor de storm (T-3)
<b>Taak</b>	Demobilisatie van het materieel en personeel. Hierna weer teruggaan naar de monitoringsfase (Sectie 8.2).

## Opzet instrumenten en baseline meting volgens meetplan

<b>Wie</b>	MP, TU-Delft
<b>Wanneer</b>	2 dagen voor de storm (T-2)
<b>Taak</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ophalen meetinstrumenten (druksensoren, ADV's) bij RWS-CIV</li> <li>Opzetten van de meetopstellingen van de druksensoren, ADV's en camera.</li> <li>De benodigde pre-storm metingen uitvoeren: bodemligging kwelder (F) en vegetatie karakteristieken (G).</li> </ul>

## Stormdata inwinning volgens meetplan

<b>Wie</b>	TU-Delft, MP
<b>Wanneer</b>	Tijdens de storm (T)
<b>Taak</b>	Inwinning van data tijdens de storm voor <b>golf en golfoploop</b> metingen

## Demobiliseren materieel

<b>Wie</b>	TU-Delft, MP
<b>Wanneer</b>	2 dagen na de storm (T+2)
<b>Taak</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afbreken meetopstellingen en ophalen data van druksensoren, ADV's en camera.</li> <li>De benodigde post-storm metingen uitvoeren: bodemligging kwelder (F), vegetatie karakteristieken (G) en positie van de veekrand (J).</li> <li>Contact opnemen met W-NZ om aan te geven dat veekrandmetingen geslaagd zijn en de veekrand opgeruimd mag worden.</li> </ul>

## Opslaan ruwe data

<b>Wie</b>	TU-Delft, MP
<b>Wanneer</b>	4 dagen na de storm (T+4)
<b>Taak</b>	Veiligstellen van gemeten data door de ruwe data (inclusief meta data) op te slaan in OpenEarth. Hierna contact opnemen met de <b>coördinator uitvoeringsfase</b> .

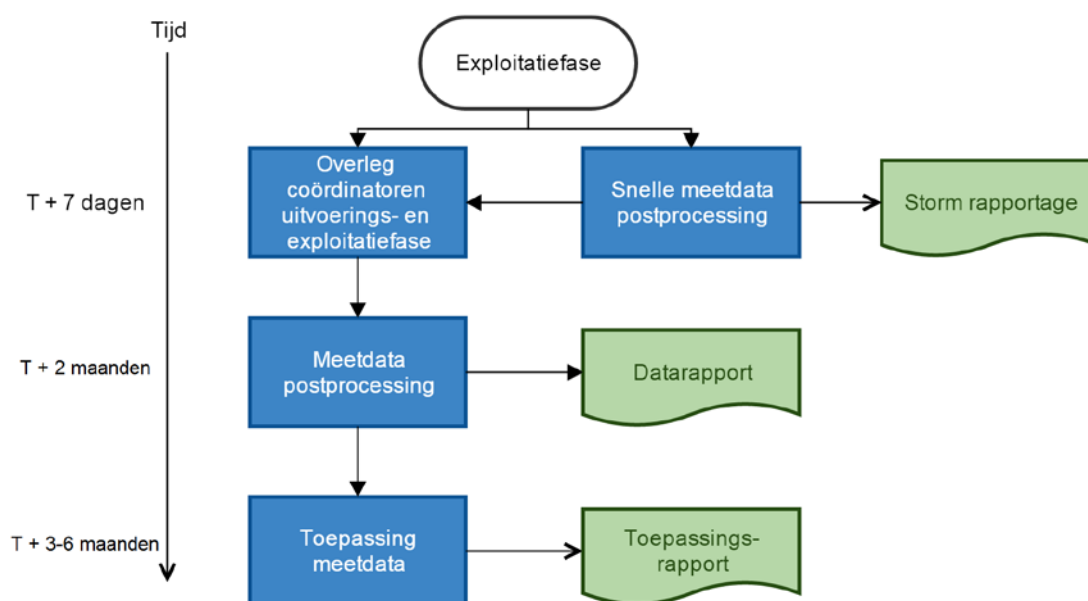
## 8.3.1 Contactgegevens

Naam	Organisatie	Telefoon nummer 1	Telefoon nummer 2	e-mail
<b>Vincent</b> <i>(coördinator uitvoeringsfase)</i>	<b>Vuik</b> TU-Delft	...	...	...
<b>Vincent</b> <i>(coördinator monitoringsfase)</i>	<b>Vuik</b> TU-Delft	...	...	...
	MP			
	RWS-CIV			
<b>Jan</b> <b>Nieuwenhuis</b>	<b>Willem</b> W-NZ	...	...	...

## 8.4 Exploitatiefase

Coördinator: Robert McCall, Deltares

In de exploitatiefase worden de QRF data verwerkt om de beheerders- en kennisvragen van Hoofdstuk 3 te beantwoorden. De acties die bij deze fase horen staan in Figuur 8.5. De coördinator van de exploitatiefase is verantwoordelijk voor de uitvoering van deze acties.



Figuur 8.5 Stroomdiagram exploitatiefase

Overleg coördinatoren uitvoerings- en exploitatiefase	
<b>Wie</b>	Coördinator uitvoeringsfase en coördinator exploitatiefase.
<b>Wanneer</b>	7 dagen na de storm (T+7)
<b>Taak</b>	Overdracht tussen coördinator uitvoeringsfase en exploitatiefase. Overleg over de resultaten van de uitvoeringsfase en beslissen welke data geschikt is voor verdere analyse en toepassing, en vervolgstappen bepalen.

Snelle meet data postprocessing	
<b>Wie</b>	TU-Delft, MP
<b>Wanneer</b>	7 dagen na de storm (T+7)
<b>Taak</b>	'Quick and dirty' verwerking van de meetdata om input voor de Stormrapportage te genereren. Belangrijkste input is: Gemiddelde en maximale waterstand op de kwelder, significante golfhoogte tijdens de storm, maximale golfoploop (en eventuele golfoverslag) op de dijk en de status van de vegetatie op de kwelder. Deze gegevens vervolgens sturen naar de coördinator uitvoeringsfase en coördinator exploitatiefase.

Storm rapportage	
<b>Wie</b>	coördinator uitvoeringsfase
<b>Wanneer</b>	7 dagen na de storm (T+7)
<b>Taak</b>	Opstellen en publiceren van een korte storm rapportage (10 bladzijden of minder, inclusief figuren ), sturen naar W-NZ.

Meetdata postprocessing	
<b>Wie</b>	TU-Delft, Deltares
<b>Wanneer</b>	2 maanden na de storm (T + 2 maanden)
<b>Taak</b>	Meetgegevens verwerken tot data zoals gedefinieerd in Hoofdstuk 4. De verwerkte data vervolgens beschikbaar stellen op OpenEarth.

Datarapport	
<b>Wie</b>	coördinator exploitatiefase
<b>Wanneer</b>	2 maanden na de storm (T + 2 maanden)
<b>Taak</b>	Presentatie van gemeten data in een datarapport.

Toepassing meetdata	
<b>Wie</b>	TU-Delft, Deltares, RWS-WVL, W-NZ
<b>Wanneer</b>	3 maanden na de storm (T + 3 maanden)
<b>Taak</b>	Beantwoorden van de kennisvragen en toetsen van de opgestelde hypothesen volgens methode gedefinieerd in Hoofdstuk 7.

Toepassingsrapport	
<b>Wie</b>	Coördinator exploitatiefase
<b>Wanneer</b>	6 maanden na de storm (T + 6 maanden)
<b>Taak</b>	Opstellen en publiceren van een toepassingsrapport.

## 8.4.1 Contactgegevens

Naam	Organisatie	Telefoon nummer 1	Telefoon nummer 2	e-mail
<b>Robert McCall</b> <i>(coördinator exploitatiefase)</i>	Deltares	...	...	...
<b>Vincent Vuik</b> <i>(coördinator uitvoeringsfase)</i>	RWS-WVL	...	...	...
	MP			
<b>Jan Willem Nieuwenhuis</b>	W-NZ			
<b>Rena Hoogland</b>	RWS-WVL			

## 9 Referenties

- Guza, R., E. Thornton, and R. Holman (1984), Swash on steep and shallow beaches, *Coastal Engineering Proceedings*, 1(19).
- Van Rooijen, A., McCall, R., Van Thiel de Vries, J., Van Dongeren, A., Reniers, A., Roelvink, J. (2016). Modeling the effect of wave-vegetation interaction on wave setup. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 121:6, 4341–4359. doi: 10.1002/2015JC011392.
- Vuik, V., S.N. Jonkman, B.W. Borsje, T. Suzuki, I. Kratzer, T.J. Bouma (2015), Nature-based flood protection: the efficiency of vegetated foreshores in reducing wave run-up, *Proceedings of 36th IAHR World Congress*, The Hague, 1-7.
- Wu, W., Y. Ozeren, D. Wren, Q. Chen, G. Zhang, M. Holland, Y. Ding, N. Soumendra, M. Zhang, R. Jadhav, J. Chatagnier, Y. Chen, and L. Gordji (2011), *Phase I Report for SERRI Project No. 80037: Investigation of surge and wave reduction by vegetation*, Laboratory Publication, 1, 315.