



---

# Plan van aanpak risicomonitoring Roggenplaatsuppletie

Monitoring effecten op de nabijgelegen  
mosselkweekpercelen

Auteurs: J.W.M. Wijsman, M. Kraan

Wageningen University &  
Research Rapport C037.17

---

# Plan van aanpak risicomonitoring Roggenplaatsoevering

Monitoring effecten op de nabijgelegen mosselweekpercelen

Auteur(s): J.W.M. Wijsman, M. Kraan

Publicatiedatum: 14-4-2017

Wageningen Marine Research Yerseke, april 2017

---

Wageningen Marine Research rapport C037.17

---

J.W.M. Wijsman, M. Kraan, 2017. *Plan van aanpak risicomonitoring Roggenplaatsuppletie; Monitoring effecten op de nabijgelegen mosselkweekpercelen*. Wageningen Marine Research Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen Marine Research rapport C037.17. 51 blz.; Keywords: **BACI, suppleties, mosselkweek, Oosterschelde, zandhonger**

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat, Water, Verkeer en Leefomgeving  
T.a.v.: Mevr. W. van den Broek  
Postbus 2232  
3500 GE Utrecht

Dit rapport is gratis te downloaden van <http://dx.doi.org/10.18174/413132>  
Wageningen Marine Research verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research Wageningen UR is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

© 2017 Wageningen Marine Research Wageningen UR

Wageningen Marine Research, onderdeel  
van Stichting Wageningen Research  
KvK nr. 09098104,  
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.  
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U  
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van Wageningen Marine Research is niet aansprakelijk voor  
gevolg schade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de  
resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen  
Marine Research opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van  
aanspraken van derden in verband met deze toepassing.  
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven  
en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd  
worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder  
schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

---

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>6</b>
1.1 Achtergrond	6
1.2 Doelstelling	7
1.3 Leeswijzer	7
1.4 Dankwoord	8
<b>2 Mogelijke effecten van de suppletie op nabijgelegen mosselpercelen</b>	<b>9</b>
2.1 Onderzoeksgebied	9
2.2 Conceptueel model	10
2.3 Onderzoeksvragen	12
<b>3 Aanpak</b>	<b>13</b>
3.1 Selectie activiteiten	13
3.2 Aantonen van effecten	13
3.3 Bepaling van aantal benodigde metingen	14
3.4 Type monitoring	15
3.4.1 Basismonitoring	15
3.4.2 “Vinger aan de pols” monitoring	16
3.4.3 Calamiteitenmonitoring	16
3.5 Periode van de risicomonitoring	16
<b>4 Monitoringsactiviteiten</b>	<b>17</b>
4.1 Basismonitoring - Veilinggegevens	17
4.1.1 Achtergrond	17
4.1.2 Doel	17
4.1.3 Methode	17
4.1.4 Resultaat	17
4.2 Basismonitoring - Mosselzakboekjes	18
4.2.1 Achtergrond	18
4.2.2 Doel	18
4.2.3 Methode	18
4.2.4 Resultaat	18
4.3 Vinger aan de pols - Bemonstering percelen	18
4.3.1 Achtergrond	18
4.3.2 Doel	19
4.3.3 Methode	19
4.3.4 Resultaat	19
4.4 Vinger aan de pols - Steekbuizen	19
4.4.1 Achtergrond	19
4.4.2 Doel	20
4.4.3 Methode	20
4.4.4 Resultaat	21
4.5 Vinger aan de pols - Onderwatercamera	21
4.5.1 Achtergrond	21
4.5.2 Doel	21
4.5.3 Methode	21
4.5.4 Resultaat	22

---

4.6	Vinger aan de pols - Voedselaanvoer Middengeultje	22
4.6.1	Achtergrond	22
4.6.2	Doel	23
4.6.3	Methode	23
4.6.4	Resultaat	25
4.7	Vinger aan de pols - Metingen slibfractie	25
4.7.1	Achtergrond	25
4.7.2	Doel	25
4.7.3	Methode	25
4.7.4	Resultaat	27
4.8	Vinger aan de pols - Uitbereiding/optimalisatie RTK metingen	27
4.8.1	Achtergrond	27
4.8.2	Doel	28
4.8.3	Methode	28
4.8.4	Resultaat	28
4.9	Vinger aan de pols - Aeolisch zandtransport	28
4.9.1	Achtergrond	28
4.9.2	Doel	29
4.9.3	Methode	29
4.9.4	Resultaat	29
<b>5</b>	<b>Communicatie</b>	<b>30</b>
5.1	Communicatieplan	30
5.1.1	Bijeenkomsten	30
5.1.2	Nieuwsbrieven / website updates	31
<b>6</b>	<b>Vergunningen</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>Planning</b>	<b>33</b>
<b>8</b>	<b>Conclusies</b>	<b>35</b>
<b>9</b>	<b>Kwaliteitsborging</b>	<b>36</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>37</b>
	<b>Verantwoording</b>	<b>38</b>
<b>Bijlage 1</b>	<b>Presentatie 4 november 2016</b>	<b>39</b>

---

# Samenvatting

Om de erosie van de slikken en platen in de Oosterschelde als gevolg van de zandhonger te bestrijden worden er diverse suppleties uitgevoerd. In de winterperiode 2017/2018 zal 225 ha van de Roggenplaat gesuppleerd worden. In totaal zal er 1,65 miljoen m<sup>3</sup> zand vanuit de Roompotgeul worden aangebracht, verdeeld over 6 suppletielichamen op de Roggenplaat.

Rond de Roggenplaat liggen mosselpercelen die tot de beste van de Nederlandse mosselkweek behoren. Mosselkwekers zijn bevreemd dat de aanleg van de suppleties op de Roggenplaat zal leiden tot negatieve effecten (sterfte, verminderde groei of opbrengst) voor de mosselen op hun percelen waardoor hun bedrijfsvoering kan worden geschaad. In een eerder uitgevoerde risico beoordeling zijn de risico's voor de mosselkwekers ingeschat op basis van modelberekeningen en expert judgement. Monitoring is van belang om vast te kunnen stellen of ongewenste situaties zich gaan voordoen.

Dit plan van aanpak beschrijft de monitoringsactiviteiten die worden voorgesteld om eventuele negatieve effecten op de kweekpercelen in kaart te brengen en te kwantificeren. Deze risicomonitoring is aanvullend op het monitoringsplan dat is opgesteld vanuit het Center of Expertise Deltatechnology dat zich vooral richt op de morfologische en ecologische effecten van de suppleties. Dit plan van aanpak is mede tot stand gekomen door inbreng van vertegenwoordigers van de mosselsector en Rijkswaterstaat.

Om de causale verbanden tussen de aanleg van de suppleties op de Roggenplaat en eventuele schade op de percelen statistisch te kunnen aantonen is een zeer intensief monitoringprogramma nodig vanwege de veelheid aan mogelijke oorzaak-effect relaties. Daarom is er hier gekozen voor een driedelige onderzoeksopzet: (1) *basismonitoring*, gericht op het volgen van de productie van de mosselen op de percelen in het verleden en ná de aanleg, en het in kaart brengen van eventuele schade als gevolg van de suppleties; (2) *vinger aan de pols monitoring* (of procesmonitoring), vooral gericht op de processen tussen de ingreep (suppleties) en de effecten (schade aan percelen). De vinger aan de pols monitoring richt zich op veel verschillende processen, elk met een relatief beperkte inspanning. Dit type monitoring kan mogelijk onverwachte effecten vroegtijdig signaleren waardoor er maatregelen kunnen worden genomen om eventuele schade te beperken; (3) *calamiteiten monitoring* kan volgen uit de vinger aan de pols monitoring indien op basis van de resultaten wordt besloten een bepaald type monitoring in een specifiek gebied te intensiveren. De calamiteiten monitoring kan dan mogelijk dienen voor het vaststellen van een causaal verband tussen ingreep en effect.

---

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Door de aanleg van de stormvloedkering en de compartimenteringswerkzaamheden in de Oosterschelde is het getijvolume afgenomen. Door de zandhonger van de geulen eroderen de slikken en de platen en neemt het areaal intergetijdengebied af. Dit intergetijdengebied vormt een belangrijke basis (rust- en foerageergebied voor zeezoogdieren en steltlopers) voor de natuurwaarden van de Oosterschelde.

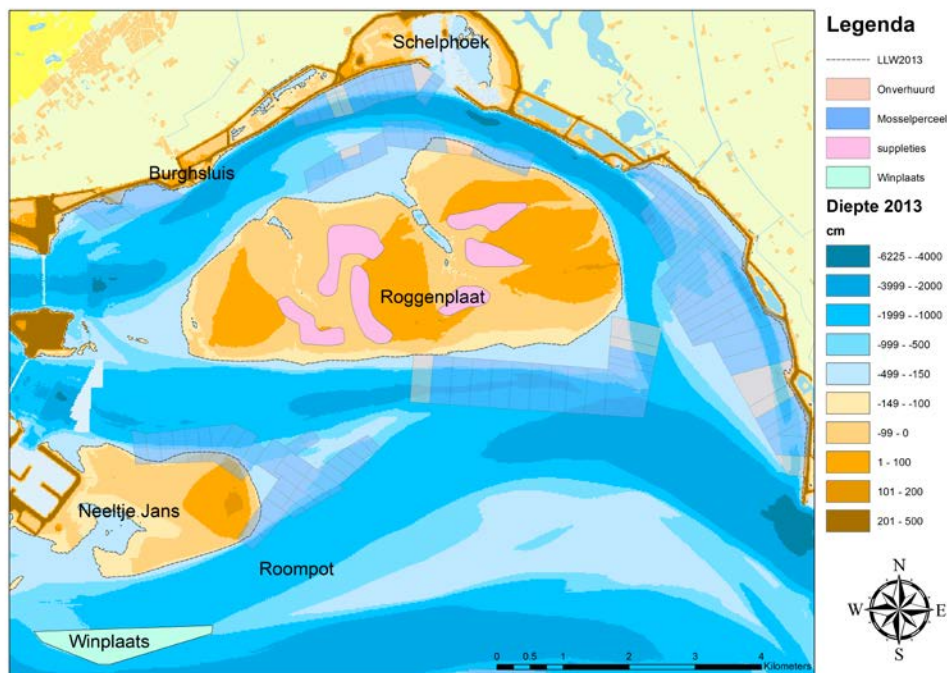
Suppleren van de slikken en de platen in de Oosterschelde met zand is één van de maatregelen die zijn bedacht om de negatieve effecten van de zandhonger op de Natura-2000 natuurdoelen tegen te gaan (W&B, 2013). In verband met de urgentie zal worden gestart met de suppleties op de Roggenplaat.

Met een suppletie van 1,65 miljoen m<sup>3</sup> zand (gemeten in het schip) zal een oppervlakte van 150-250 ha zodanig worden opgehoogd dat dit gebied meer dan 50% van de tijd droogvalt (Lieveense e.a., 2016) (Figuur 1). De foerageerfunctie voor de steltlopers van het mondingsgebied moet daarmee voor de komende 25 jaar in stand worden gehouden. Het benodigde zand zal worden gewonnen met behulp van sleephoppers in de uitbouwende onderwateroever van de Roompotgeul aan de zuidkant van Neeltje Jans. Het zand wordt door de sleephopperzuiger naar een van de twee koppelpaatsen worden getransporteerd vanwaar het met persleidingen naar de suppletielocaties wordt gebracht. Tijdens droogval zal het zand op de plaat door bulldozers in de gewenste vorm worden geschoven.

De locatiekeuze van de zandsuppletie is gebaseerd op de volgende criteria (Van der Werf e.a., 2016):

- Minimaal 400 m afstand van schelpdierpercelen;
- Minimaal 600 m afstand tot zeehondenrustplaatsen;
- Niet op oesterriffen (rijk habitat, belangrijke foerageerplek voor aantal doelsoorten);
- Niet binnen 150 m van geultjes (om snelle erosie te voorkomen);
- Niet in erosieve zones;
- Rekening houden met de uitvoerbare persafstand;

Dit heeft geleid tot een zoekgebied, waarin de suppletie kan plaatsvinden. Op basis van de variantenstudie is een definitief ontwerp gekozen die weergegeven staat in Figuur 1. De suppletie bestaat uit zes suppletie-elementen, de drie zuidelijke worden hoger uitgevoerd (+ 0.67 m NAP) dan de drie noordelijke (+ 0.30 m NAP). De totale oppervlakte van de suppletie bedraagt 239 ha (buitenste contour), de helling is 1/50, wat resulteert in een binnenste contour (op hoogte, + 0.30 m NAP of + 0.67 m NAP) van 189 ha. De afzonderlijke suppletie-elementen hebben een oppervlakte variërend tussen 28 en 58 ha.



*Figuur 1: Overzicht van de suppleties op de Roggenplaat (roze gebieden). De winplaats bevindt zich in de Roompotgeul, ten zuiden van Neeltje Jans. De ligging van de mosselpercelen is ook weergegeven.*

De suppletiewerkzaamheden op de Roggenplaat zijn gepland voor het najaar en de winter van 2017/2018. Vanwege mogelijke overlast en eventuele schade op mosselpercelen ten gevolge van de suppletie is een risicobeoordeling opgesteld (Lieveense e.a., 2016). Deze risicobeoordeling is tot stand gekomen vanuit een samenwerking tussen Rijkswaterstaat Zee en Delta, Natuurmonumenten, Ministerie van Economische Zaken en de mosselkwekers (PO mossel).

De belangrijkste risico's die zijn gedefinieerd binnen de risicostudie zijn:

1. Verstikking van mosselen op de percelen door begraving aan de noordzijde van de Roggenplaat door uitzakken van fijn gesuspenseerd sediment dat opwervelt vanaf de suppleties;
2. Vermindering van de kwaliteit van de percelen door toename van aanzanding;
3. Verslechtering van kweekomstandigheden door een toename van verstuvend zand naar de percelen welke tot aanzanding leidt op de percelen.

Tevens zou de aanvoer van voedsel via het Middengeultje van de plaat naar de percelen aan de Noordzijde kunnen veranderen.

## 1.2 Doelstelling

Het doel van dit monitoringsplan is het vaststellen van mogelijke significant negatieve effecten van de Roggenplaat zandsuppletie op de groei en kwaliteit van de mosselen op de nabijgelegen kweekpercelen.

## 1.3 Leeswijzer

Om oorzaak (aanleg suppleties op de Roggenplaat) –gevolg (schade aan percelen) relaties aan te kunnen tonen is het van belang dat de monitoring zich richt op causale verbanden. Hiertoe is er eerst een conceptueel model ontwikkeld waarin de causale relaties zijn weergegeven tussen de suppleties op de Roggenplaat en de kweek van mosselen op de nabijgelegen percelen (paragraaf 2.2). Of eventuele effecten daadwerkelijk kunnen worden aangetoond is afhankelijk van de effectgrootte en de



---

opzet van de monitoring. In hoofdstuk 3 is de generieke aanpak beschreven van de risicomonitoring. Hierbij is de BACI benadering beschreven en is de relatie tussen monitoringsinspanning en het minimaal aan te tonen effect besproken.

Op basis van het conceptueel model is er een overzicht gemaakt van mogelijke monitoringsactiviteiten die kunnen worden ondernomen om eventuele effecten in kaart te brengen. Deze activiteiten zijn semi-kwantitatief beoordeeld op een aantal technische en inhoudelijke criteria. Tijdens een bijeenkomst in Krabbendijke op 4 november 2016 zijn de voorgestelde aanpak en monitoringsactiviteiten gepresenteerd aan Rijkswaterstaat en een aantal kwekers (zie de presentatie in Bijlage 1). In een tweede bijeenkomst met kwekers op 18 november 2016 in Yerseke zijn de plannen verder doorlopen en hebben de kwekers hierop gereageerd. Tevens hebben ze aangegeven aan welke vormen van monitoring ze meer en welke ze minder belang hechten.

De onderdelen die als meest relevant zijn geacht door zowel de sector als Rijkswaterstaat zijn verder uitgewerkt in dit Plan van Aanpak (Hoofdstuk 4). Voor ieder onderdeel begint dit met een stukje achtergrond waarin deze wordt gekaderd binnen het conceptueel model. Vervolgens wordt het doel en de methode besproken waarin wordt aangegeven hoe de metingen worden uitgevoerd. Ten slotte een paragraaf met de resultaten die kunnen worden verwacht en hoe deze worden geanalyseerd en gepresenteerd. Tevens is hierbij een inschatting gegeven hoe eventuele verschillen kunnen worden aangetoond.

Omdat communicatie van groot belang is in dit dossier is in hoofdstuk 5 een communicatieplan voorgesteld. De conclusies van dit onderzoek ten slotte zijn samengebracht in hoofdstuk 8.

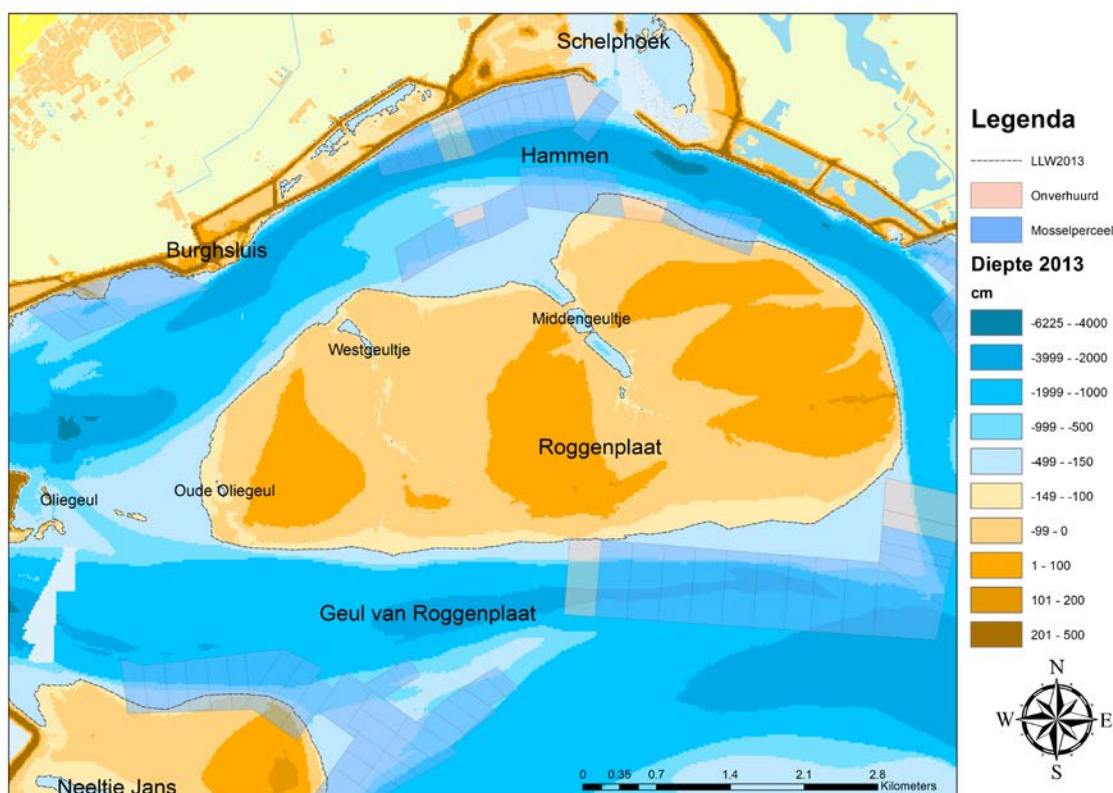
## 1.4 Dankwoord

Dit plan van aanpak mede tot stand gekomen op basis van diverse bijeenkomsten, overleggen en terugkoppelingen. Eric van Zanten, Kees van Westenbrugge en Michael de Bruijn (allen Rijkswaterstaat) en Frans van Zijderveld (Vereniging Natuurmonumenten) hebben het proces begeleidt. Addy Risseeuw (PO mossel) en Marnix van Stralen (Bureau MarinX) hebben bruikbare inhoudelijke input geleverd en opbouwend bijgedragen aan de discussie rond de interpretatie van de resultaten. Ten slotte willen we Angelo Kouwenhoven en Harry Heidekamp (ministerie EZ) en alle mosselkwekers danken die tijdens de bijeenkomsten hun feedback hebben gegeven op het voorgestelde onderzoeksplan.

## 2 Mogelijke effecten van de suppletie op nabijgelegen mosselpercelen

### 2.1 Onderzoeksgebied

De Roggenplaat is één van de grootste intergetijdengebieden van de Oosterschelde. De Roggenplaat is gelegen in het westelijk deel van de Oosterschelde tussen de geul van de Hammen in het noorden en de geul van de Roggenplaat in het zuiden. In 2013 was het areaal intergetijdengebied ongeveer 14.6 km<sup>2</sup>. Er lopen twee belangrijke afwateringsgeulen over de Roggenplaat die uitmonden in de Hammen geul aan de noordzijde van de plaat, het Westgeultje en het Middengeultje (ook wel "de Pijpe" genoemd).

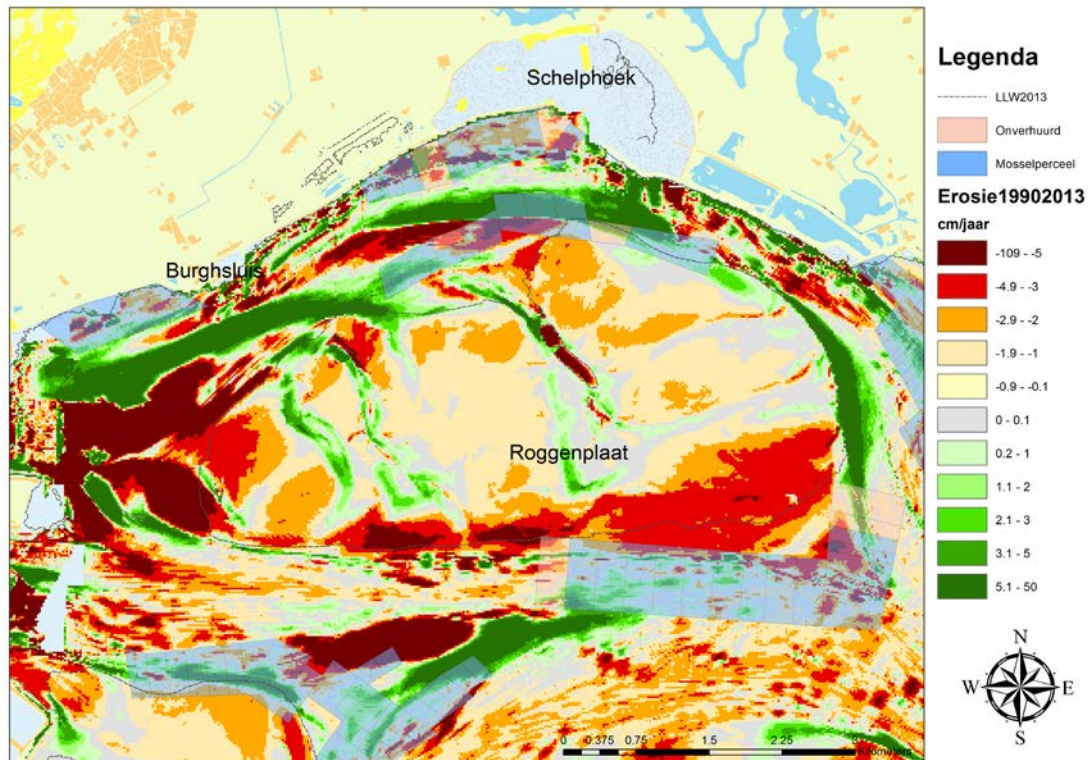


Figuur 2: Overzicht van de Roggenplaat. Tevens zijn de mosselpercelen rond de Roggenplaat weergegeven.

De Roggenplaat is een belangrijk voedselgebied voor vogels en tevens de belangrijkste rustplaats voor zeehonden in de Oosterschelde. De meeste zeehonden liggen langs het Westgeultje, maar ook het Middengeultje is een belangrijk rustgebied.

Het westelijk deel van de Roggenplaat is gesloten voor bodemberoerende (kokkel)visserij (De Mesel e.a., 2009). In 2006 is er in het oostelijk deel, dat wel open is voor bodemberoerende visserij voor het laatst mechanisch op kokkels is gevist op de Roggenplaat (Wijnhoven en Escavarage, 2008; De Mesel e.a., 2009). Zowel langs de noordrand als de zuidrand van de Roggenplaat liggen een aantal percelen voor de mosselkweek. Aan de noordrand liggen de percelen Hammen 68A, 68B, 68C, 68D, 69, 69A, 70, 71 en 81-85. Aan de zuidzijde liggen de percelen Hammen 96 tot en met 111. Totale oppervlakte van deze percelen is 427 ha.

Als gevolg van de zandhonger is het areaal aan intergetijdengebied van de Roggenplaat tussen 1983 en 2001 met 116 ha afgenomen (Van Zanten en Adriaanse, 2008). De meeste erosie vindt plaats aan de zuid- en westzijde (Figuur 3). Aanzanding vindt plaats in de geulen aan de noord- en oostzijde. Ook op de mosselpercelen, vooral aan de noordzijde zijn morfologische veranderingen opgetreden over deze periode.



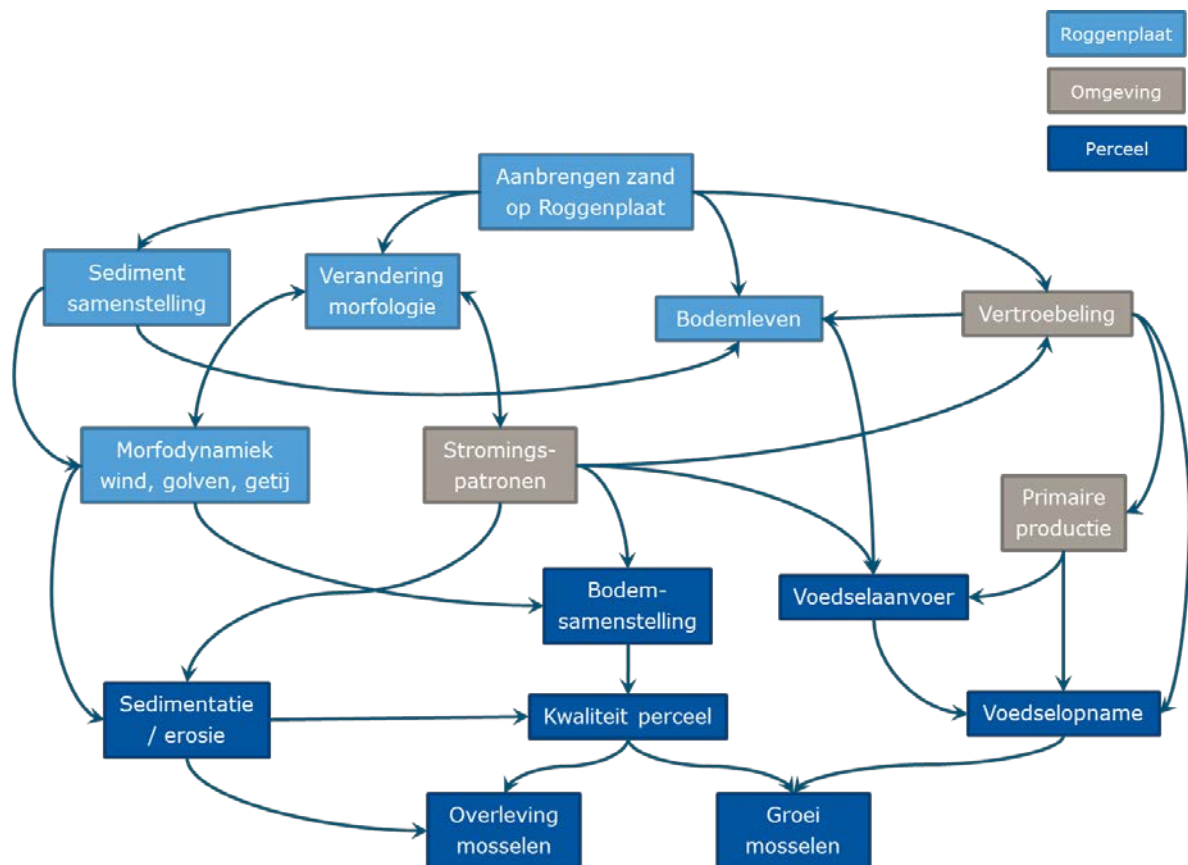
*Figuur 3: Overzicht van de gemiddelde netto aanzanding (groen) en erosie (rood) in  $\text{cm jaar}^{-1}$  op en rond de Roggenplaat tussen de periode 1990 en 2013. Tevens is op de kaart de ligging van de kweekpercelen en de laagwaterlijn weergegeven.*

## 2.2 Conceptueel model

Indien een mosselkweker schade ondervindt als gevolg van werkzaamheden kan hij gebruik maken van de regeling nadeelcompensatie (V&W, 1999). Om voor deze regeling in aanmerking te komen moet de indiener volgens artikel 13 kunnen aangeven dat de schade het gevolg is van de uitgevoerde werkzaamheden. In het geval van de Roggenplaat suppletie betekent dit dat de indiener een causaal verband dient aan te tonen tussen de suppletie en de schade op het perceel.

Om dergelijke causale verbanden aan te kunnen tonen is een goede monitoring van belang die gericht is op de relaties tussen de ingreep (aanleg van de suppleties) en het effect (schade in de vorm van verminderde groei, kwaliteit op opbrengst van mosselen op de nabijgelegen percelen). Om inzicht te krijgen in deze verbanden is een conceptueel model opgesteld waarin de relaties zijn weergegeven tussen het suppleren van zand op de Roggenplaat en mogelijke effecten op de productie van mosselen op de kweekpercelen. Dit conceptueel model biedt de mogelijkheid de monitoring te focussen op de belangrijkste en meest waarschijnlijke processen.

Het conceptueel model dat is opgesteld is weergegeven in Figuur 4. In deze figuur is met pijlen aangegeven hoe bepaalde processen op elkaar in kunnen grijpen. Met kleuren is aangegeven wat zich afspeelt op de bodem van de Roggenplaat zelf (lichtblauw), in de omgeving (d.i. de waterkolom) van de Roggenplaat (grijs) en specifiek op de kweekpercelen (donkerblauw). De pijlen geven de meest waarschijnlijke relaties weer. Het relatieve belang van betreffende processen is daarbij niet meegenomen.



**Figuur 4:** Conceptueel model voor de relatie tussen het suppleren van zand op de Roggenplaat en de groei en overleving van mosselen op de kweekpercelen. In lichtblauw zijn de processen op de Roggenplaat aangegeven. In grijs de processen in de omgeving van de Roggenplaat, en in donkerblauw de processen op de nabijgelegen kweekpercelen. Voor verdere uitleg zie tekst.

Het aanbrengen van zand op de Roggenplaat leidt tot een verandering van de morfologie (de suppleties hogen de plaat op), het bedekken van het bodemleven ter plekke van de suppleties en een verandering van de sedimentsamenstelling. Het sediment dat wordt aangebracht is namelijk iets grover dan het huidige zand op de Roggenplaat. Tijdens de winning van het zand op de winlocatie in de Roompotgeul en het storten van het zand op de plaat kan er ook fijn materiaal (slib) vrijkomen wat leidt tot vertroebeling van het water. Sterke vertroebeling van het water over langere periode kan effect hebben op de primaire productie en de voedselopname van de mosselen op de percelen.

De veranderde morfologie van de Roggenplaat kan leiden tot verandering in stromingspatronen (snelheden en richting) en tot veranderingen in sedimentatie en erosie processen (morfodynamiek) als gevolg van de effecten van wind, golven en getij. De veranderingen in stromingspatronen hoeven zich niet alleen te beperken tot het droogvallende deel van de Roggenplaat maar kan ook optreden in de nabije omgeving en bij de mosselpercelen. Waterbeweging is een belangrijke factor voor de aanvoer van voedsel (algen) naar de mosselen op de percelen. Verandering in richting en/of snelheid kan daarmee effect hebben op de voedselopname en daarmee de groei en kwaliteit van de mosselen.

Bij een sterke morfodynamiek op de plaat kan het zand van de suppletie zich gaan verspreiden over grotere afstand en leiden tot aanzanding op de kweekpercelen. Ook sterk veranderde stromingspatronen op de percelen kunnen leiden tot verandering in sedimentatie / erosie processen. Dit kan directe gevolgen hebben voor de overleving van mosselen op de percelen, maar ook de kwaliteit van het perceel beïnvloeden door bijvoorbeeld een andere bodemsamenstelling waardoor de groei of de overleving van de mosselen wordt beïnvloed.

Van belang hierbij is dat al deze processen dynamisch zijn, en onderhevig aan externe invloeden zoals natuurlijke variatie, autonome ontwikkelingen en overige activiteiten. Bij deze autonome

---

ontwikkelingen zijn de draagkracht, zandhonger en zeespiegelstijging als gevolg van de klimaatverandering belangrijke processen. Door de zandhonger vindt er reeds jaren sedimentatie en erosie plaats op verschillende plaatsen in de Oosterschelde (De Ronde e.a., 2013), ook op de kweekpercelen en dit zal ook niet stoppen na de suppletiewerkzaamheden. Belangrijke natuurlijke variatie wordt veroorzaakt door seizoensveranderingen en van jaar tot jaar variërende omgevingscondities. Dit uit zich bijvoorbeeld ook in de opbrengsten van de percelen die van jaar tot jaar sterk variëren. Ook ruimtelijk zijn er soms sterke verschillen in de processen. Het is daarom van belang om goede nulmetingen uit te voeren, dit zijn metingen voordat de suppletie wordt uitgevoerd, en om referentielocaties mee te nemen in de monitoring.

## 2.3 Onderzoeksvragen

De hoofdvraag van het monitoringsprogramma is gericht op het optreden van schade op de kweekpercelen.

1. Veranderen de rendementen van de percelen als gevolg van de aanleg van de suppleties op de Roggenplaat?
  - 1.1. Is dit terug te zien aan de vleesgewichten van de mosselen die aan de veiling worden aangeboden?
  - 1.2. Hoe ontwikkelt zich de groei, overleving en kwaliteit van de mosselen op percelen voor en na de aanleg van de suppleties?
  - 1.3. Is er sprake van overmatige sterfte op de percelen rond de Roggenplaat tijdens en na de suppletiewerkzaamheden?

De volgende vragen zijn erop gericht op de oorzaak – effect relaties tussen de ingreep (aanleggen van de suppleties) en de effecten (schade voor de kweker) op de percelen (zie ook het schema Figuur 4) te kunnen vaststellen.

2. Neemt de troebelheid van het water tijdens de suppleties toe?
  - 2.1. Is er sprake van verhoogde zwevend stof concentraties in het water op de percelen gelegen nabij de winlocatie ten tijde van de werkzaamheden?
  - 2.2. Zo ja, waar en is dit tot op een niveau waar mosselen last van kunnen hebben, als gevolg van verminderde voedselopname of verminderde primaire productie?
  - 2.3. Is het aandeel slib in het suppletiemateriaal inderdaad zo laag als is gebleken uit de metingen met de boorkernen op de winlocatie?
3. Is het gesuppleerde materiaal inderdaad grover dan reeds aanwezig op de Roggenplaat en de betreffende locaties waar gesuppleerd gaat worden in het bijzonder?
4. Vindt er verstuiving van zand van de suppleties naar de percelen plaats tijdens hoge windcondities?
  - 4.1. Hoe groot is deze verstuiving?
  - 4.2. Wordt de verstuiving ingevangen op natte delen van de plaat?
  - 4.3. Is deze verstuiving groter dan voor de aanleg?
5. Is er een toename van sedimentatie op de percelen t.o.v. een situatie zonder suppletie?
  - 5.1. Is er zand of slib van de suppletie terug te vinden op de kweekpercelen?
  - 5.2. En zo ja, is dat op een niveau waarvan mosselen er last van zouden kunnen ondervinden?
6. Blijven de suppleties op hun plaats liggen of “lopen” deze langzaam naar de omliggende percelen
7. Is het Middengeultje belangrijk voor de kwaliteit van de mosselpercelen die in de monding van dit geultje liggen?
  - 7.1. Wat is de voedselaanvoer tijdens de vloed en tijdens de ebfase door het Middengeultje?
  - 7.2. Wat is het aandeel van bentische diatomeeën in de voedselaanvoer naar de kweekpercelen?
  - 7.3. Hoe verandert de voedsel- en sedimentaanvoer door het Middengeultje als gevolg van de suppletie?

De risicomonitoring is gericht op bovenstaande vragen.

---

## 3 Aanpak

### 3.1 Selectie activiteiten

Er zijn legio monitoringsactiviteiten en -technieken die kunnen worden gebruikt om (veranderingen in) de processen zoals weergegeven in het conceptueel model (Figuur 4) in beeld te brengen. Uit de risicoinventarisatie (Lieveense e.a., 2016) is gebleken dat verstikking van de mosselen op de percelen door begraving met fijn sediment dat opwervelt van de suppletie en vermindering van de kwaliteit van de percelen door toename van aanzanding als voornaamste risico's werden gezien. Daarnaast is het uit aanvullende gesprekken met kwekers gebleken dat ze zich zorgen maken over een mogelijke verandering in de voedselaanvoer vanaf de Roggenplaat, in het bijzonder de belangrijkste afwateringsgeul, het Middengeultje, dat uitmond op de percelen aan de Noordzijde van de Roggenplaat.

Met een combinatie van de volgende monitoringsactiviteiten is het mogelijk eventuele schade te kwantificeren en te relateren aan de ingreep. Tevens bieden sommige van deze monitoringsactiviteiten de mogelijkheid om vroegtijdig risico's te identificeren waardoor er de mogelijkheid is om bij te sturen.

1. Bemonstering percelen
2. Veilinggegevens
3. Mosselzakboekjes
4. Steekbuizen
5. Onderwatercamera
6. Voedselaanvoer Middengeultje
7. Metingen slibfractie
8. Uitbereiding/optimalisatie RTK metingen
9. Aeolisch zandtransport

Bij het ontwerp van een kosten efficiënt monitoringprogramma is het van belang om slimme keuzes te maken. Deze keuzes zijn gebaseerd op criteria zoals kans van slagen, power van de meting, kosten en relevantie voor de mosselkweek. Tevens is het voor deze monitoring van belang om zo goed mogelijk aan te sluiten bij de monitoring die wordt uitgevoerd in het kader van het monitoringprogramma op de Roggenplaat zelf dat is ontwikkeld vanuit het CoE Deltatechnology (Ysebaert e.a., 2017).

Tijdens de bijeenkomst van 18 november 2016 op het mosselkantoor is door de mosselkwekers aangegeven dat ze de meeste waarde hechten aan directe metingen naar mosselen op de percelen, gevolgd door de monitoring van voedselaanvoer via het Middengeultje. Daarna volgt de monitoring van morfologische veranderingen op de percelen. Aan slibtransport (vertroebeling) en zandverplaatsing en -verstuiving vanaf de suppleties is de minste prioriteit gegeven. Temeer omdat dit al goed wordt gemonitord vanuit de CoE Deltatechnology monitoring (Ysebaert e.a., 2017). Tevens heeft men aangegeven voorrang te willen geven aan zaken die eenvoudig zijn te meten of visueel zijn te maken. Mocht uit deze metingen blijken dat er aanwijzingen zijn voor het optreden van veranderingen, dan kan worden gekeken of er aanvullende, meer gedetailleerde metingen kunnen worden uitgevoerd.

### 3.2 Aantonen van effecten

Voor het aantonen van schadelijke effecten kan worden gekozen voor een BACI (Before, After, Control, Impact) aanpak. Bij deze aanpak wordt er gemonitord in gebieden waarvan het vermoeden bestaat dat ze worden beïnvloed door de werkzaamheden (Impact) en in gebieden waarvan men aanneemt dat ze niet worden beïnvloed door de werkzaamheden (Control). Het Control gebied dient verder zoveel als mogelijk vergelijkbaar te zijn met het Impact gebied. In beide gebieden wordt de



situatie vastgelegd voor de ingreep (Before) en na de ingreep (After). In het geval van de Roggenplaatsuppletie kunnen verschillende bronnen van gegevens worden gebruikt.

Door gebruik te maken van een gedegen statistische analyse en voldoende gegevens is het mogelijk te corrigeren voor temporele (jaar- en seizoeneffect) en ruimtelijke variatie. Als er een effect optreedt moeten er meerdere (onafhankelijke) observaties beschikbaar zijn. Als het effect groot genoeg is ten opzichte van de residuele variatie is deze ook statistisch aan te tonen.

### 3.3 Bepaling van aantal benodigde metingen

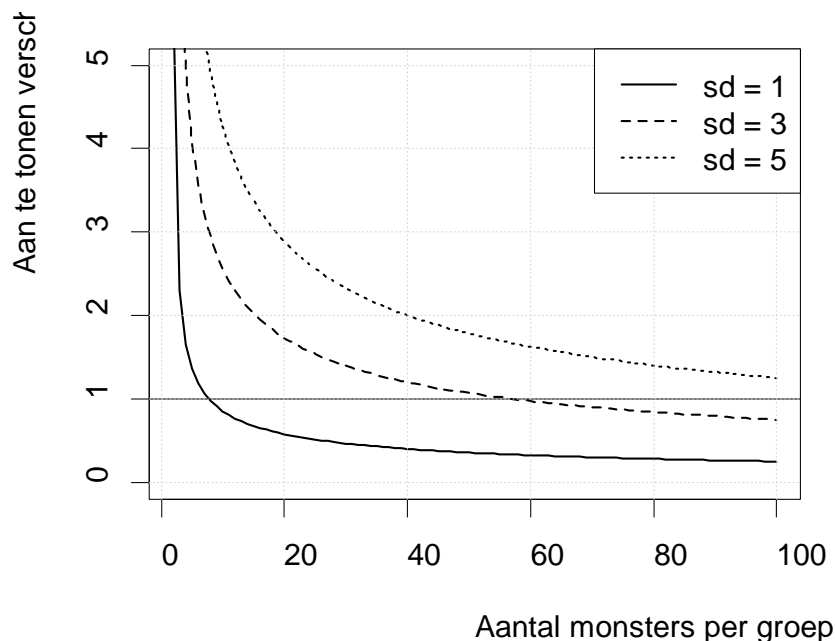
Bij een bemonstering dient er vaak op voorhand te worden bepaald hoeveel monsters er moeten worden genomen. Het onderscheidend vermogen van een statistische test neemt over het algemeen toe met het aantal monsters dat wordt genomen. Met te weinig monsters is het mogelijk dat een effect dat wel bestaat niet kan worden aangetoond (Type II fout,  $\beta$ , Tabel 1). Over het algemeen wil men de kans op een Type II fout zo klein mogelijk maken. De power van een statistische toets is de kans dat een effect dat er is ook als zodanig wordt aangetoond (vakje rechtsonder in Tabel 1). Deze power kan worden berekend als 1 min de kans op een Type II fout ( $1-\beta$ ). Naast een zo klein mogelijke type II fout wil men tevens de kans op een Type I fout ( $\alpha$ , de kans dat er ten onrechte een effect wordt gemeten dat er niet is) zo klein mogelijk houden. Voor  $\alpha$  wordt meestal een waarde van 0,05 aangehouden en voor de power een waarde van ten minste 0,8. Het aantal monsters ( $n$ ) dat minimaal dient te worden genomen hangt af van de keuze van  $\alpha$  en  $\beta$ , de standaarddeviatie ( $\sigma$ ) en het verschil wat men wil kunnen aantonen ( $d$ ):

$$n = \left(\frac{\sigma}{d}\right)^2 \cdot 2 \cdot (z_{\alpha} + z_{\beta})^2$$

Tabel 1: Type I en Type II fouten van een statistische toets

		Resultaat analyse	
		Geen effect	Effect
Werkelijkheid	Geen effect	Juiste beslissing	Type I fout ( $\alpha$ )
	Effect	Type II fout ( $\beta$ )	Juiste beslissing

In Figuur 5 is het minimaal aan te tonen absolute verschil (verticale as) van een denkbeeldige grootheid uitgezet tegen het aantal monsters (horizontale as) voor drie verschillende standaard deviaties (1, 3 en 5) voor een eenzijdige t-toets bij een  $\alpha$  van 0,05 en een power van 0,8. In de figuur is duidelijk te zien dat er op den duur weinig winst zit in de verhoging van het aantal monsters. Ook is te zien dat de standaard deviatie een sterk effect heeft op het verschil dat kan worden aangetoond. Om een verschil van 1 te kunnen aantonen zijn er bij een standaarddeviatie van 1 minimaal 8 monsters per groep nodig. Bij een standaard deviatie van 3 zijn er minimaal 58 monsters per groep nodig en bij een standaarddeviatie van 5 zijn er minimaal 156 monsters per groep nodig.



*Figuur 5: Minimaal aan te tonen verschil met behulp van een eenzijdige t-toets van een denkbeeldige grootheid als functie van het aantal monsters per groep (x-as) bij drie verschillende standaard deviaties.*

Om vooraf het aantal monsters te kunnen bepalen dat nodig is voor een bemonstering zou men een dergelijke power analyse kunnen uitvoeren. Hierbij dient er vooraf een keuze te worden gemaakt over het minimale verschil dat men wil kunnen aantonen met de monitoring. Tevens is er een inschatting nodig van de standaarddeviatie van de betreffende grootheid.

Er zijn verschillende factoren die van invloed zijn op de standaarddeviatie van de meting, zoals de individuele variatie binnen een steekproef, meetonnauwkeurigheid, ruimtelijke variatie, temporele variatie, etc. Deze variatie kan worden gekwantificeerd aan de hand van beschikbare metingen in het gebied, bijvoorbeeld een  $T_0$  meting, maar omdat dergelijke metingen veelal ontbreken kan deze variatie soms ook worden ingeschat aan de hand van kennis en ervaring.

Voor dit monitoringplan is ervoor gekozen om de bemonsteringstrategie (aantal bemonsteringen, locaties, periode, aantal jaren) te baseren op expert judgement van onderzoekers en deskundigen met veldervaring, waarbij tevens rekening is gehouden met de kosten. Hierbij zijn bovengenoemde relaties over het effect van monstergrootte op de verschillen die kunnen worden aangetoond impliciet meegenomen.

### 3.4 Type monitoring

Om de causale verbanden tussen een eventuele schade en de suppletiewerkzaamheden statistisch te kunnen aantonen is een zeer intensief monitoringsprogramma nodig omdat de standaard deviatie vaak groot is en relatief kleine effecten al kunnen leiden tot aanzienlijke schade voor de kweker.

Er is daarom gekozen voor een onderzoeksopzet die bestaat uit drie verschillende typen van monitoring: (1) Basismonitoring; (2) Vinger aan de pols monitoring en (3) Calamiteiten monitoring.

#### 3.4.1 Basismonitoring

De basis monitoring is gericht op het volgen van de productie van mosselen op de percelen en het in kaart brengen van eventuele schade als gevolg van de suppleties. Onder deze monitoring valt de



---

registratie en analyse van de veilinggegevens en de registratie en analyse van de rendementen van de percelen uit de zakboekjes.

### 3.4.2 “Vinger aan de pols” monitoring

Hierbij wordt er op regelmatige momenten geobserveerd en worden er metingen uitgevoerd in het veld. De bedoeling van dit type monitoring is het systeem in de gaten te houden en kijken of er geen onvoorziene effecten optreden die schadelijk kunnen zijn voor de nabijgelegen kweekpercelen. Dit type monitoring richt zich voornamelijk op de processen (pijlen in Figuur 4) en kan dan ook wel worden gezien als procesmonitoring. Effecten die tijdens dit type monitoring worden waargenomen kunnen aanleiding geven tot ingrijpen door de beheerder waardoor schade aan de kweekpercelen kan worden voorkomen of geminimaliseerd. Ook kan het aanleiding geven tot het starten van een calamiteitenmonitoring.

### 3.4.3 Calamiteitenmonitoring

Als uit de vinger aan de pols monitoring blijkt dat er zich potentieel schadelijke effecten gaan voordoen kan er worden besloten om de monitoring in een bepaald gebied te intensiveren. Doel van deze monitoring is gericht gegevens te verzamelen. Deze monitoring kan niet van tevoren worden gepland omdat niet duidelijk is welke effecten zich gaan openbaren. Een mogelijk probleem voor de interpretatie van de resultaten is dat er voor dergelijke calamiteitenmonitoring geen degelijke  $T_0$  monitoring beschikbaar is. Men zal het hierbij moeten doen met de gegevens uit de vinger aan de pols monitoring of andere monitoringsprogramma's.

## 3.5 Periode van de risicomonitoring

Dit plan van aanpak beschrijft de risicomonitoring voor de jaren 2017 (vóór de aanleg van de suppleties), 2018 en 2019 (beide na de aanleg van de suppleties). Het is mogelijk dat eventuele effecten van de suppleties op de kweekpercelen zich pas na deze periode openbaren. In 2019 zal er een evaluatie dienen plaats te vinden om te kunnen besluiten welk type monitoring er dient te worden doorgezet en welke aanpassingen er nodig zijn.

---

## 4 Monitoringsactiviteiten

### 4.1 Basismonitoring - Veilinggegevens

#### 4.1.1 Achtergrond

Alvorens de mosselen van een perceel worden verkocht aan de veiling worden ze onderzocht op lengte, vleespercentage, hoeveelheid tarra, pokken, etc. Deze gegevens worden samen met de gegevens van de totale vracht en het perceel waar het is opgevisst opgeslagen in een database die wordt beheerd door de PO mossel. Met deze database kan dus een historisch overzicht worden gemaakt van de kwaliteit en de totale hoeveelheden van de leveringen van de percelen rond de Roggenplaat en in nader te specificeren referentiegebieden. Eventuele nadelige effecten van de Roggenplaatsuppletie zullen zich mogelijk ook openbaren in deze veilinggegevens.

Veilinggegevens bieden de mogelijkheid om een nulmeting over meerdere jaren uit te voeren, waarbij ook kan worden gecorrigeerd voor autonome trends. Tevens kan er als referentie gebruik worden gemaakt van de gegevens van alle andere percelen in de Oosterschelde en eventueel in de Waddenzee.

#### 4.1.2 Doel

Het doel van deze monitoring is inzicht te verkrijgen in eventuele verschillen in de opbrengsten en kwaliteit van de leveringen van de mosselpercelen in de periode vóór en ná de aanleg van de Roggenplaatsuppletie.

#### 4.1.3 Methode

Deze monitoring valt onder het type basismonitoring. Omdat de gegevens reeds worden verzameld door de veiling is er niet echt sprake van een aanvullende monitoringsactiviteit maar een gerichte en gedegen analyse van deze gegevens. Het is hierbij van belang om al in een vroegtijdig stadium naar deze gegevens te kijken om hiermee een beeld te krijgen waar de meest gevoelige gebieden liggen. Met de veiling moet worden overlegd dat er een regelmatige update komt van de nieuwe gegevens.

Er zal gebruik worden gemaakt van de veilinggegevens vanaf 2000. De veilinggegevens bevatten bedrijfsgevoelige informatie en dienen met zorg te worden geanalyseerd. In de rapportages dienen de gegevens te worden geanonimiseerd. Dit kan worden gedaan door de gegevens van percelen uit eenzelfde deelgebied samen te nemen.

De resultaten aan de veiling zijn in grote mate afhankelijk van de activiteiten van de kweker. Zo is de oorsprong en de kwaliteit van de mosselen die zijn uitgezaaid van belang en of er tussentijds is weggevisst of bijgezaaid. Ook de maatregelen die de kweker heeft ondernomen om predatoren te bestrijden kunnen effect hebben op de kwaliteit van de mosselen aan de veiling. Het is daarom van groot belang om de gegevens uit de zakboekjes (zie paragraaf 4.2) te gebruiken bij de interpretatie van de gegevens.

#### 4.1.4 Resultaat

De tijdreeksen van diverse parameters zoals gemiddeld vleespercentage, bustal, totale levering, prijs per mosselton, tarrapercentage, zullen op een geanonimiseerde manier worden geanalyseerd en weergegeven, relatief ten opzichte van referentiegebieden.

Op basis van de gegevens zal er statistisch worden getoetst of er significante veranderingen optreden op en na het moment van de uitvoering van de suppleties. Er zal worden uitgezocht welke statistische

---

methoden het meest geschikt zijn om de gegevens op een goede manier te analyseren en eventuele veranderingen te kunnen toetsen op significantie.

## 4.2 Basismonitoring - Mosselzakboekjes

### 4.2.1 Achtergrond

Kwekers houden doorgaans een uitgebreide registratie bij van hun activiteiten op de percelen zoals (bij)zaaien, predator bestrijding, verplaatsen, oogsten. Ook worden er regelmatig monsters genomen om de ontwikkeling te volgen (bustal, vleesgewicht, aanwezigheid zeesterren). De registratie gebeurt veelal in zelf ontwikkelde systemen zoals Excel bestanden. Omdat de zakboekjes niet uniform zijn vergt het aanzienlijke inspanning om deze te uniformeren. Recent is er in het kader van het PROFMOS project een mosselzakboekje ontwikkeld waarin kwekers op een uniforme wijze hun gegevens kunnen noteren.

### 4.2.2 Doel

De gegevens uit de zakboekjes kunnen worden gebruikt om de rendementen van mosselen op de percelen te achterhalen. Tevens bieden ze een mogelijkheid om de veilinggegevens goed te kunnen interpreteren. Bijvoorbeeld de kwaliteit hangt soms nauw samen met de afkomst van de mosselen en de kweekactiviteiten die er hebben plaatsgevonden.

### 4.2.3 Methode

Ook dit type monitoring valt onder de basismonitoring. De gegevens uit de zakboekjes zullen worden verzameld bij de kwekers met percelen rond de Roggenplaat, maar ook in referentiegebieden. Hiertoe zullen standaard formulieren worden opgesteld die de kwekers kunnen invullen. Eventueel kan ook bij de kweker langs worden gegaan of kan er telefonische contact worden opgenomen om de gegevens samen in te vullen. De gegevens zullen met terugwerkende kracht worden verzameld vanaf 2012.

Vanuit de gegevens zullen de rendementen worden berekend. De ontwikkeling zal worden geanalyseerd en vergeleken met referentiegebieden. Deze gegevens zullen statistisch worden geanalyseerd op verschillen tussen de situatie vóór en na de suppletie.

### 4.2.4 Resultaat

Overzicht van de bezetting en de rendementen van de percelen rond de Roggenplaat over de tijd. Inzicht in de activiteiten van de kwekers op de percelen kan tevens helpen bij de interpretatie van de metingen op de percelen en de veilinggegevens. Ten slotte kunnen de resultaten duidelijk maken of de kweker anticipeert op de werkzaamheden door een ander kweekgedrag (zaaien, predatorbestrijding, oogsten) te vertonen.

Net als de analyse van de veilinggegevens kunnen deze gegevens gebruikt worden om eventuele schade te kwantificeren. Causale verbanden kunnen hiermee niet worden vastgesteld en daarvoor zijn aanvullende metingen nodig die zich richten op de processen.

## 4.3 Vinger aan de pols - Bemonstering percelen

### 4.3.1 Achtergrond

De kwaliteit van de mosselen op de percelen is zeer variabel en wordt beïnvloed door de afkomst van de mosselen, de activiteiten van de kweker en de omgeving. Door regelmatige bemonstering van de percelen wordt een beeld verkregen van de ontwikkeling in kwaliteit van de mosselen op de percelen. Tevens biedt het de mogelijkheid om eventuele schade vroegtijdig te signaleren. Schade aan de percelen kan optreden in de vorm van een verhoogde sterfte of een vermindering van de groei en/of

---

de kwaliteit van de mosselen. Monitoring van de mosselen op de percelen zit het dichtst bij de beleving van de kweker als het gaat om het al dan niet manifesteren van schade. Echter om inzicht te verkrijgen in de causale verbanden tussen de observaties die worden gedaan op de kweekpercelen en de aanleg van de suppleties op de Roggenplaat zijn ook andere metingen nodig die zich richten op de processen.

#### 4.3.2 Doel

Het doel van deze bemonstering is het verifiëren van de gegevens die door de kwekers zijn aangeleverd in het kader van het mosselzakboekje. Tevens biedt het de kans om in een vroegtijdig stadium schade te identificeren zodat er nog maatregelen kunnen worden genomen.

#### 4.3.3 Methode

Deze bemonstering is een type 'vinger aan de pols' bemonstering. Indien er opvallende observaties worden gedaan, bijvoorbeeld grote sterfte, kan er worden besloten de monitoring te intensiveren naar een calamiteitenmonitoring.

De bemonstering wordt bij voorkeur uitgevoerd met behulp van de MS Regulus van de Rijksrederij door de vakdeskundige visserij van het ministerie van EZ (Harry Heidekamp). Zij zijn bevoegd om monsters te nemen van de kweekpercelen. De bemonstering zal worden gedaan met een 1 meter mosselkor. De trek zal worden gelogd op de plotter. Er wordt een foto gemaakt van de vangst in de kor en er zal een semi-kwantitatieve inschatting worden gemaakt van de hoeveelheid zeesterren, krabben, pokken en sterfte (geen-weinig-veel-massaal). Er zal een vast deelmonster van ca 2 liter worden genomen uit de kor. Dit zal op het lab worden geanalyseerd.

- Aantal peulen
- Aantal levende mosselen
- Lengtes van de mosselen
- Versgewicht (na drinken)
- Gekookt vleesgewicht (frietpanmethode)

Uit het gekookt vleesgewicht en het versgewicht kan het vleespercentage worden berekend.

In totaal zijn er 24 verhuurde percelen rond de Roggenplaat. Er zullen op regelmatige tijdstippen, steekproefsgewijs monsters worden verzameld van de percelen die zijn bezaaid met mosselen. De bemonstering zal worden geïntensiveerd als er iets aan de hand lijkt te zijn en ten tijde van de werkzaamheden. In de zomerperiode zal er frequenter worden bemonsterd dan in de winter. De monsterlocaties en -momenten worden niet van tevoren vastgelegd. In totaal zullen er ca 80 monsters worden genomen en geanalyseerd.

#### 4.3.4 Resultaat

De resultaten van de individuele bemonsteringen zullen worden gerapporteerd in een overzichtelijke memo of brief die snel na de bemonstering zal worden teruggekoppeld naar de betreffende kwekers en RWS. Aan het eind van ieder meetjaar zal een overzichtsrapportage worden gemaakt. De betreffende kwekers zal worden gevraagd om het door te geven als ze activiteiten gaan uitvoeren op de percelen zoals zaaien, oogsten, predatorbestrijding. Deze informatie kan worden gebruikt bij de planning van de bemonstering en de interpretatie van de gegevens.

### 4.4 Vinger aan de pols - Steekbuizen

#### 4.4.1 Achtergrond

De ondergrond van een perceel is een belangrijke factor voor de kwaliteit van een perceel. Gedurende de kweekcyclus verandert de ondergrond doordat de mosselen het slib dat ze invangen met hun kieuwen afzetten in de vorm van faeces en pseudofaeces. Naar verloop van tijd wordt deze sliblaag

---

steeds dikker. Voordat er nieuwe mosselen worden uitgezaaid op een perceel wordt het perceel vaak nog schoongevist waarbij deze sliblaag weer wordt opgewoeld en verwijderd.

Als er aanzanding plaatsvindt op een perceel kan dit effect hebben op de kwaliteit van het perceel en daarmee leiden tot schade voor de kweker. De ondergrond van de percelen langs de Roggenplaat bestaan voornamelijk uit relatief fijn materiaal. Het zand dat bij de suppletie wordt gebruikt is aanzienlijk grover. Het is te verwachten dat als het zand van de suppletie op de percelen terecht komt dat dit visueel dan wel organoleptisch is te onderscheiden. Door monsters te nemen van de bovenste decimeters van de bodem op en rond de percelen kan er een indruk worden verkregen van de bodemgesteldheid en kan er worden onderzocht of het zand van de suppletie is terug te vinden op de percelen.

#### 4.4.2 Doel

Onderzoeken of er grof zand afkomstig van de suppletie op de percelen is waar te nemen.

#### 4.4.3 Methode

Omdat de afzetting van zand zeer lokaal kan zijn is ervoor gekozen om deze monitoring uit te voeren als een 'vinger aan de pols' monitoring. De ondergrond op en in de directe omgeving van de percelen zal worden bemonsterd met doorzichtige steekbuizen. Deze steekbuis is bevestigd op een lange stok (ca 5 meter) en kan op de gewenste locatie vanaf een klein bootje in de bodem worden gestoken tot een diepte van ongeveer 30 cm (e.g. Van Stralen, 2012) (Figuur 6).



*Figuur 6: Foto van een steekbuis genomen op een perceel. De verschillende lagen zijn goed te zien (foto Marnix van Stralen).*

De bemonstering zal op de volgende momenten worden uitgevoerd:

- Vóór de aanleg van de suppletie: september 2017
- Na de aanleg van de suppletie: april 2018, september 2018

In 2017 zal er vooral worden rondgekeken in het gebied en zullen er op verschillende locaties monsters worden genomen. Er zullen monsters genomen in de monding van het Middengeultje en ook op percelen (zowel aan de Hammen als aan de Roggenplaatgeul). De monsters zullen zowel in sedimentatie als in erosiegebieden worden genomen. De ligging van de monsterlocaties in 2018 zal nader worden gespecificeerd op basis van de resultaten uit 2017.

Direct na monsternamen zal het sediment visueel worden beoordeeld op de afzetting van zand en zal er een foto worden genomen. In het lab zal de bovenste 3 cm organoleptisch worden beoordeeld middels

---

het wrijven van het sediment tussen de vingers. Hierbij zal onderscheid worden gemaakt in de volgende klassen (Van Stralen, 2012):

- s: alleen slik;
- s(z): slik met een beetje zand (afzonderlijke korrels goed voelbaar);
- sz: slik met zand;
- zs: zand met slik;
- z: zand;

Indien er schelpresten zijn aangetroffen wordt dit apart genoteerd.

De rest van het monster (bovenste 3 cm van de steekbuis) wordt bewaard in een potje en ingevroren. In een later stadium kan hier eventueel aanvullend onderzoek aan worden gedaan (e.g. korrelgrootte analyse).

#### 4.4.4 Resultaat

Deze monitoring zal laten zien of eventueel zand van de suppletie op de percelen terecht komt. Deze monitoring zal in eerste instantie leiden tot een kwalitatieve beschrijving van aanzanding. In geval van schade als gevolg van deze aanzanding zouden eventueel de ingevroren monsters ook nog kunnen worden geanalyseerd en statistisch worden getoetst.

Als er aanwijzingen zijn dat er aanzanding plaatsvindt op bepaalde locaties, bijvoorbeeld uit meldingen van mosselkwekers kunnen er gerichte metingen worden uitgevoerd en eventueel kan worden besloten tot de uitvoering van een calamiteitenmonitoring.

### 4.5 Vinger aan de pols - Onderwatercamera

#### 4.5.1 Achtergrond

Visuele inspecties geven vaak een goed beeld van hoe mosselen er op het perceel bij liggen. Foto's van onderwatercamera's zijn een handig middel om een kwalitatieve indruk te krijgen van mosselen op de percelen. Te zien is of de mosselen getrost dan wel los liggen, of er veel schelpresten liggen van dode mosselen (peulen), of er predatoren (zeesterren of krabben) aanwezig zijn en of er zand dan wel slib over de mosselen ligt. Deze beelden kunnen helpen bij het interpreteren van de overige bemonsteringen die op de percelen worden uitgevoerd (perceelbemonstering, steekbuizen). Tevens zijn de beelden te gebruiken om kwantitatieve informatie beschikbaar te krijgen zoals bedekkingsgraad van de mosselen en dichtheid zeesterren.

#### 4.5.2 Doel

Visuele observatie van de mosselen en de leefomgeving van de mosselen op een perceel.

#### 4.5.3 Methode

Deze methode is ook typisch een 'vinger aan de pols' monitoring. Hoewel het eenvoudig is om veel opnamen te maken tijdens een dag in het veld is het niet de bedoeling om alle percelen in detail in kaart te brengen.

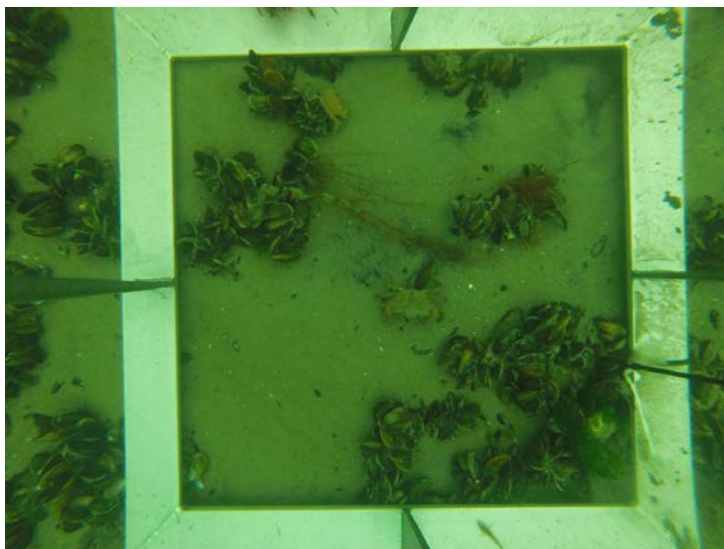
Met behulp van een onderwatercamera aan een frame kunnen foto's worden gemaakt van de mosselen op een perceel (Figuur 7). Vanaf een boot wordt het frame neergelaten. Als deze op de bodem staat zal er een foto worden genomen van een vast oppervlak. De locaties waar een opname wordt gemaakt zullen worden afgestemd met de perceelbemonstering zodat de foto's kunnen helpen bij de interpretatie van de perceelbemonstering.

Op iedere locatie zullen er 5-10 foto's worden genomen. De camera werkt het beste tijdens de kentering, als de troebelheid van het water beperkt is. De camera kan niet op grote dieptes worden gebruikt omdat het dan te donker is. De foto's kunnen visueel, maar ook door middel van

---

automatische beeldverwerking, worden beoordeeld. De automatische beeldverwerking maakt het mogelijk om het bedekkingspercentage van de mosselen te schatten maar ook om zeesterren en krabben te tellen.

De visuele inspecties zullen worden uitgevoerd op een vast moment voor de zomer en in het najaar van 2017, 2018 en 2019. Indien er aanleiding is, bijvoorbeeld aanwijzingen van kwekers of van de vakdeskundige visserij van het ministerie van EZ, kan er gericht worden gekeken in een bepaald gebied.



*Figuur 7: Foto van mosselen op een perceel in de Oosterschelde. Te zien is het frame waarin de camera hangt (foto Jacob Capelle).*

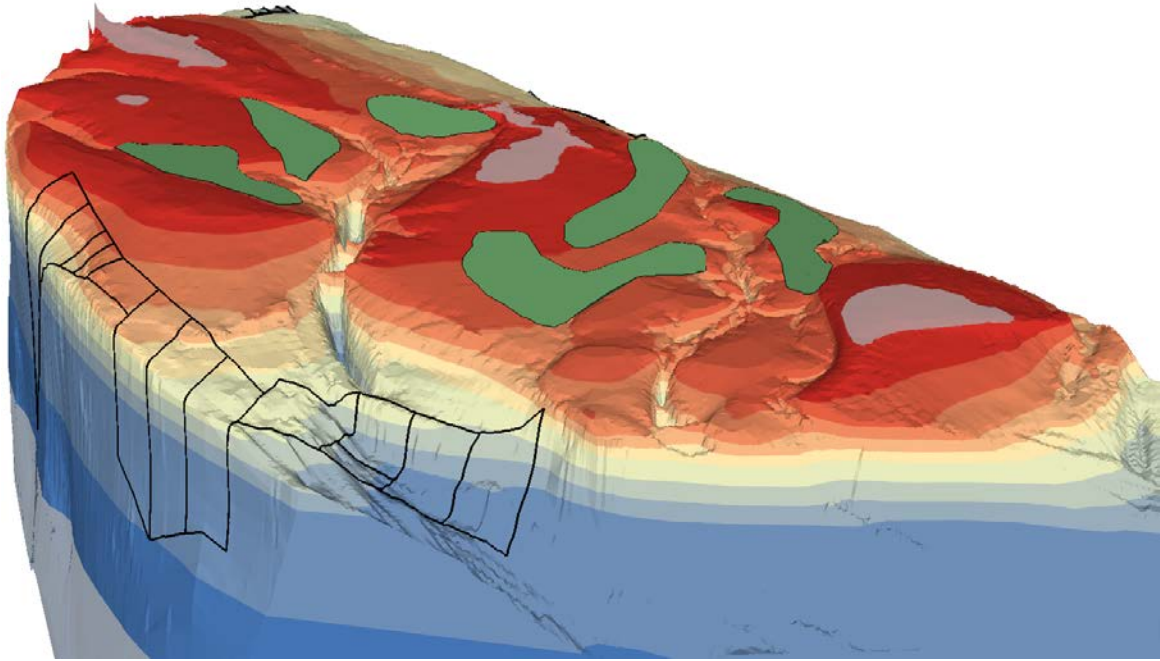
#### 4.5.4 Resultaat

De foto's geven een visueel beeld van de staat van de mosselen op het perceel en bieden de mogelijkheid om eventuele problemen vroegtijdig te signaleren. Tevens zal er met behulp van automatische beeldverwerking het bedekking percentage van de mosselen worden ingeschat.

### 4.6 Vinger aan de pols - Voedselaanvoer Middengeultje

#### 4.6.1 Achtergrond

Het Middengeultje is een belangrijke afvoergeul voor het water en mogelijk ook benthische diatomeeën vanaf de Roggenplaat tijdens de ebfase (Van der Werf e.a., 2016)). Het Middengeultje mondt uit in de Hammen en stroomt daarbij over een aantal kweekpercelen (Figuur 8). Het is mogelijk dat deze geul een belangrijke rol speelt in de voedselaanvoer voor de mosselen op deze percelen, in het bijzonder de percelen Hammen 68C, 68D, 69, 70 en 71. Verandering in de morfologie van de geul (aanzanding/erosie of verlegging) kan gevolgen hebben voor de volumetransporten en daarmee de voedselaanvoer naar de percelen. Ook de verandering in concentraties slib en chlorofyl in het Middengeultje kan effect hebben op de voedselaanvoer en daarmee de productie op de percelen beïnvloeden. Als de benthische diatomeeën van de plaat een belangrijk onderdeel vormen van het voedsel van de mosselen in de monding van het Middengeultje zou een verandering in benthische primaire productie op de plaat als gevolg van de suppletie ook effect kunnen hebben voor de mosselen op de betreffende percelen.



*Figuur 8: 3D overzicht van de Roggenplaat gezien vanuit het noordwesten. Te zien zijn de monding van het Middengeultje en het Westgeultje. De suppleties zijn ingetekend in het groen. De ligging van de kweekpercelen aan de noordkant zijn ingetekend door middel van zwarte lijnen.*

#### 4.6.2 Doel

Het doel van de monitoring is het onderzoeken wat het belang is van het Middengeultje in de voedselaanvoer (in het bijzonder gesuspendeerde benthische diatomeeën) naar de nabijgelegen kweekpercelen. Met deze monitoring wordt ook onderzocht of de aanleg van de suppleties effect hebben op de voedselaanvoer door het Middengeultje naar de percelen.

#### 4.6.3 Methode

Het Middengeultje zal worden onderzocht op veranderingen in morfologie, debieten en de concentraties algen en zwevend stof. De morfologie zal worden onderzocht door aanvullende lodingsgegevens met behulp van multibeam. De voedselaanvoer vanuit het Middengeultje zal worden onderzocht door middel van modelberekeningen aangevuld met continue metingen van chlorofyl tijdens een aantal getijdencycli.

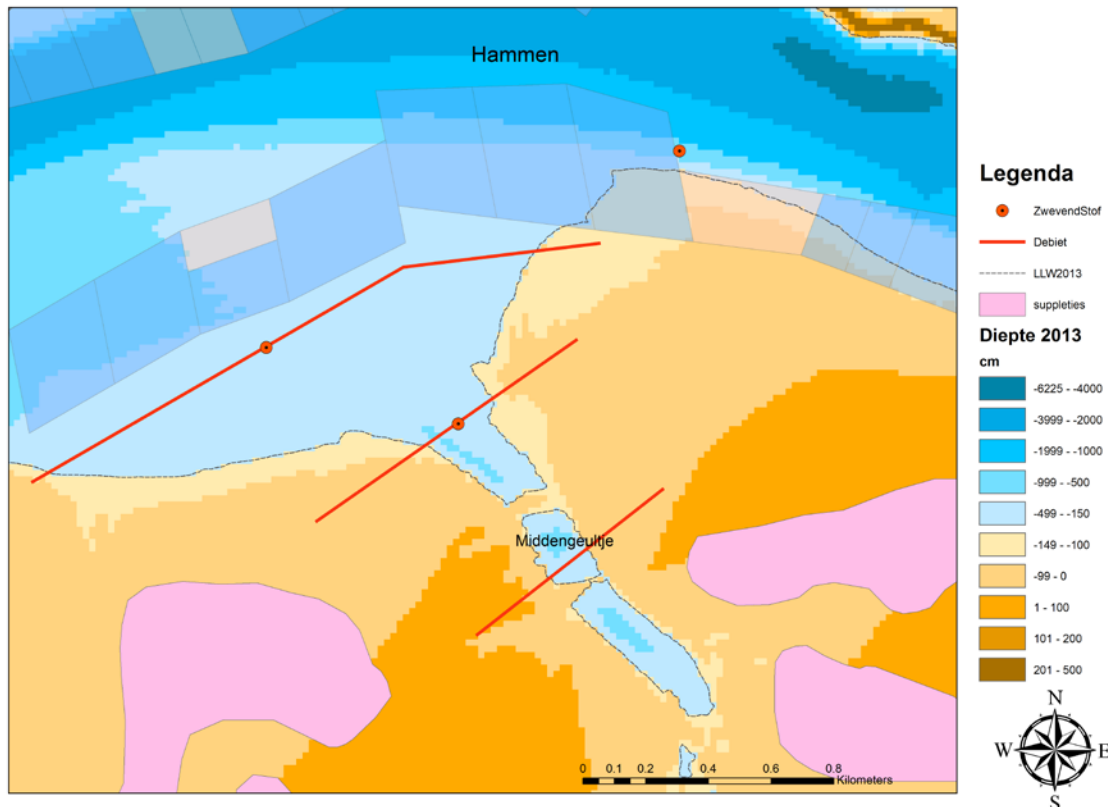
#### **Loding**

Er zal regelmatig (jaarlijks in 2017 en 2019 en twee keer in 2018) een multibeam opname worden gemaakt van het Middengeultje en de percelen in de monding van het Middengeultje (Ysebaert e.a., 2017). Er zullen verschilkaarten worden gemaakt om veranderingen zoals aanzandingen of verplaatsing van de geul in kaart te kunnen brengen. Voor metingen met een multibeam is voldoende diepte nodig. De metingen hebben een nauwkeurigheid van ongeveer 10 cm in de verticaal, dus relatief kleine veranderingen in morfologie zullen niet kunnen worden aangetoond.



## Debieten

De (verandering in) debieten zullen worden berekend met het hydrodynamisch model dat is ontwikkeld door Deltares. Er zullen 3 doorsneden door de geul worden gemaakt waarvoor de debieten worden berekend (Figuur 9). Het model zal worden gevalideerd door een stromingsmeter (ADCP) te plaatsen in de geul. Dit zal gelijktijdig worden gedaan met de validatiemetingen die worden uitgevoerd in het kader van het CoE monitoringsprogramma (Ysebaert e.a., 2017).



Figuur 9: Voorgestelde ligging van de debietraaien in het Middelgeultje en de meetpunten voor zwevend stof en Chla. De exacte ligging van de meetpunten en de raaien zal nader worden bepaald aan de hand van het modelgrid.

## Concentraties algen en slib

De vracht is gedefinieerd als de concentratie vermenigvuldigd met het debiet (zie hierboven). De concentraties algen en slib zullen worden gemeten gedurende een aantal getijdencycli. Op twee locaties in de geul zullen turbiditeitsmeters en chlorofyl meters worden uitgezet die continue metingen uitvoeren. Als referentie zal er tegelijkertijd een meting worden uitgevoerd in de Hammengeul buiten de directe invloed van het Middelgeultje. Deze metingen zullen twee keer worden uitgevoerd vóór de aanleg van de suppleties in het voorjaar/begin zomer en in het najaar 2017. Dit zal worden herhaald in eenzelfde periode nadat de suppleties zijn aangelegd. De analyse zal zich richten op het verschil in concentraties tussen de eb en de vloedstroom en tussen de situatie vóór en na de aanleg van de suppleties.

## Aandeel benthische diatomeeën

Om te onderzoeken hoe belangrijk het aandeel van benthische diatomeeën (microfyto benthos) is in de algenbiomassa van het Middelgeultje zullen er watermonsters worden genomen uit de geul. Gedurende een getijdencyclus (van hoog water tot hoog water) zullen er watermonsters worden genomen uit de geul tijdens de eb en tijdens de vloed. In een monster zal het aandeel benthische diatomeeën worden bepaald door tellingen. Het tweede monster zal worden gefilterd en worden geanalyseerd op stabiele isotopen welke een onderscheid kunnen aantonen tussen benthische en pelagische diatomeeën. Ook deze metingen zullen worden uitgevoerd in het voorjaar/begin zomer en in het najaar tijdens rustig weer en een keer tijdens ruw weer. De metingen zullen zowel vóór als na de aanleg worden uitgevoerd.

---

#### 4.6.4 Resultaat

De monitoring zal inzicht geven in het belang van het Middengeultje voor de aanvoer van voedsel en in het bijzonder benthische diatomeeën naar de nabijgelegen mosselpercelen. Eventuele veranderingen in de rendementen van de kweekpercelen kunnen via veranderingen in de voedselaanvoer mogelijk worden gerelateerd aan de suppleties.

De verschillen tussen voor en na de aanleg van de suppleties zal statistisch worden getoetst. Hierbij zullen de metingen in de Hammengeul worden gebruikt als referentie.

### 4.7 Vinger aan de pols - Metingen slibfractie

#### 4.7.1 Achtergrond

Slib kan vrijkomen tijdens baggeren en tijdens het suppleren. Eventueel kan slib ook vrijkomen na aanleg van de suppletie door opwerveling als gevolg van stroming en golven. Hoge concentraties zwevend stof in het water kunnen effect hebben op de voedselopname van de mosselen op de percelen. Mosselen filteren voedsel (algen) maar ook anorganisch slib uit het water met behulp van hun kieuwen. Als er veel slib in het water zit zullen ze het slib maar ook de algen weer uitscheiden in de vorm van pseudofaeces waardoor een verminderde voedselopname ontstaat. Als dit zich gedurende een langere periode voordoet kan er groeivertraging optreden.

Als gevolg van de werkzaamheden kan er slib vrijkomen tijdens de werkzaamheden, in het bijzonder tijdens het baggeren op de winlocatie Roompot, ten zuiden van de Neeltje Jans plaat. Ook kan er slib vrijkomen van de suppletielocatie tijdens en na de aanleg. Uit onderzoek op de winlocatie Roompot (Vönhögen-Peeters e.a., 2013), waarbij er 14 monsters zijn geanalyseerd uit 9 boringen, is gebleken dat het te winnen materiaal bestaat uit een laag mineraal zand (middelfijn tot middelgrof) met een schelpenbijmenging. Het bevat een zeer laag silt ( $<63 \mu\text{m}$ ) percentage (minder dan 0.5%).

#### 4.7.2 Doel

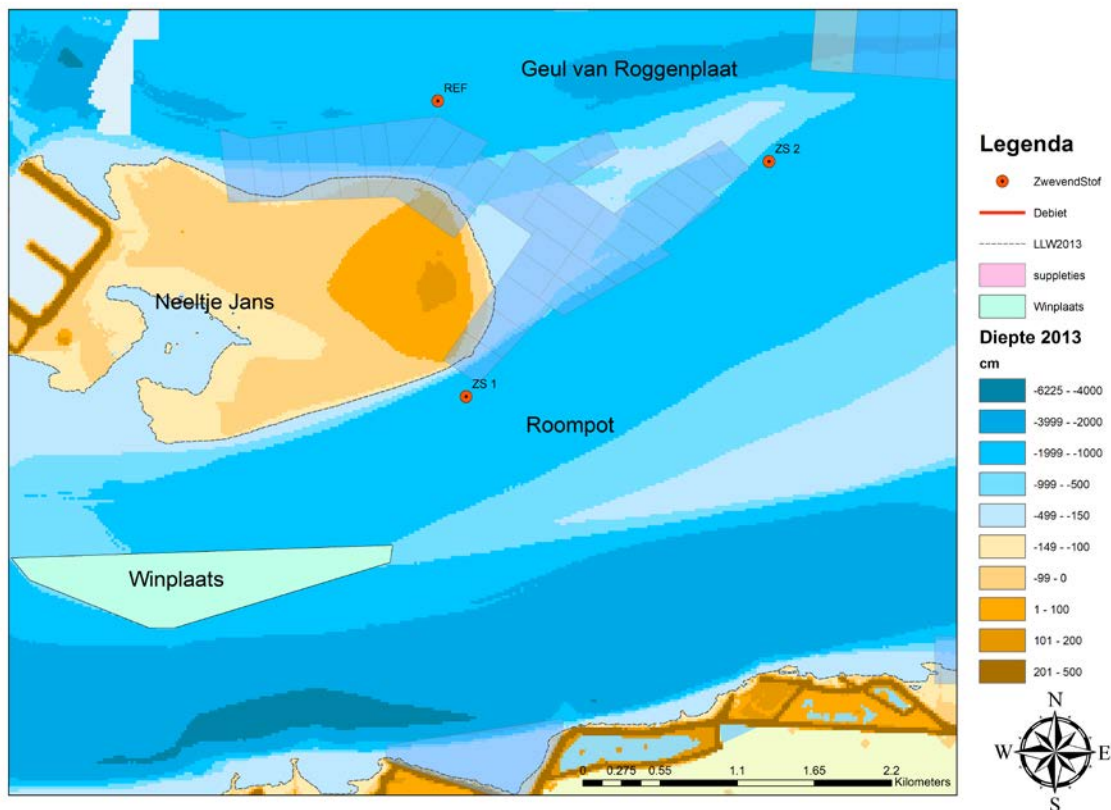
De monitoring heeft twee doelen. Ten eerste zal er worden gekeken of de concentratie slib in het water niet te veel toeneemt als gevolg van de werkzaamheden. Tevens zullen er sedimentmonsters worden genomen op de suppletielocaties op de Roggenplaat om te verifiëren dat het gesuppleerde materiaal inderdaad slibarm is.

#### 4.7.3 Methode

##### **Zwevend stof tijdens baggeren**

De concentratie zwevend stof in het water is sterk afhankelijk van het getij en de weerscondities. Daarom is het van belang dat er niet op één moment maar gedurende een langere periode wordt gemeten. Slib in de waterkolom kan worden gemeten met sensoren zoals turbiditeitsmeters (bijv. OBS). Doorgaans wordt er door de baggeraars metingen naar zwevend stof gedaan waarbij de data realtime kunnen worden uitgelezen en er maatregelen kunnen worden genomen als het zwevend stof gehalte een vooraf bepaalde kritische grens overschrijdt. Bij de aanbesteding wordt er vaak verzocht om de concentratie zwevend stof te meten op een aantal strategische locaties, zowel rond de winlocatie alsook bij de suppleties. Vanuit de risicomonitoring is meegedacht waar en wanneer deze turbiditeitsmeters het best kunnen worden geplaatst om de effecten op de nabijgelegen percelen te monitoren. Er wordt geadviseerd om bij de percelen rond Neeltje Jans op drie locaties het zwevend stof te meten (Figuur 10). Het is de verwachting dat de locatie ZS 1, vanwege de afstand tot de winlocatie een grotere kans heeft te worden beïnvloed door het vrijkomen van slib tijdens de baggerwerkzaamheden dan locatie ZS 2. Aan de Noordzijde van Neeltje Jans is een referentielocatie gepland. Ook rond de suppletielocaties zouden er op strategische plekken nabij de percelen en in het Middengeultje een aantal turbiditeitsmeters dienen te worden gehangen. De metingen zullen worden uitgevoerd gedurende twee weken voorafgaand aan de werkzaamheden (referentie) en tijdens de werkzaamheden.

Aanvullend zouden er tijdens de baggerwerkzaamheden luchtfoto's kunnen worden gemaakt vanuit een vliegtuig tijdens de vloed.



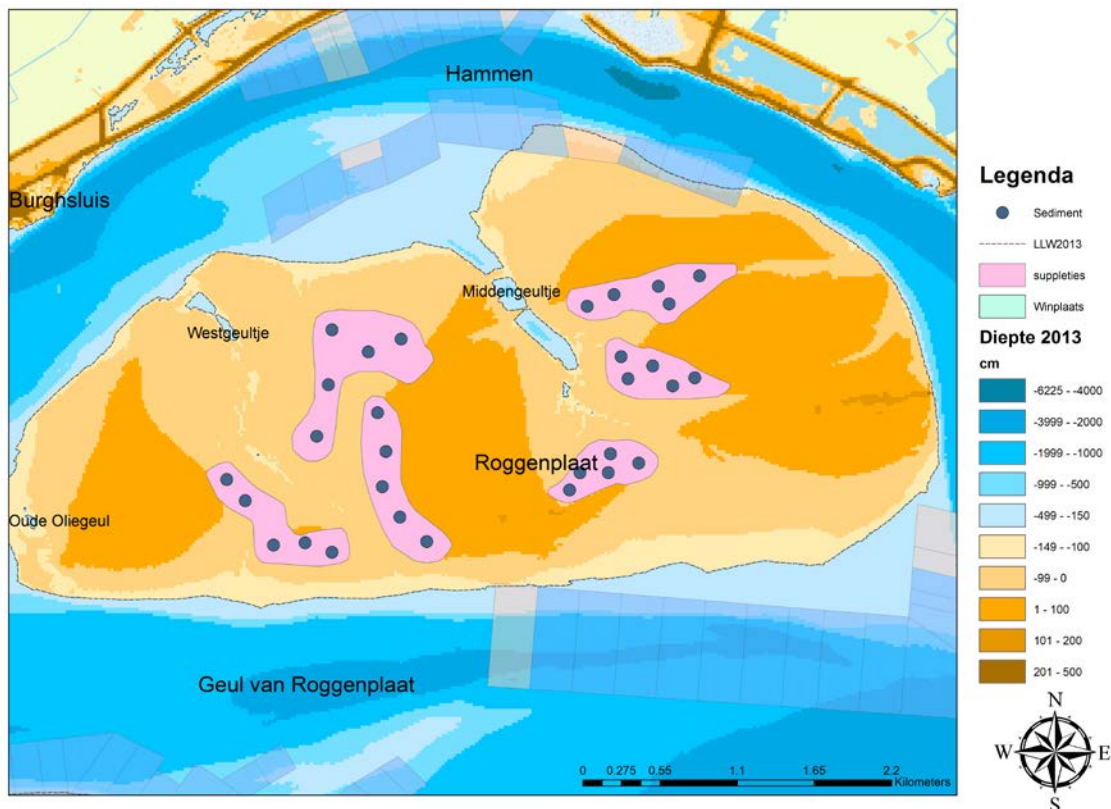
*Figuur 10: Geadviseerde monitoringslocaties voor het zwevend stof voor en tijdens de werkzaamheden.*

#### **Slibfractie suppletiemateriaal**

Op de suppletie locaties zullen sedimentmonsters worden verzamelen en die zullen worden geanalyseerd op korrelgrootteverdeling. Op iedere suppletie worden 5 locaties bemonsterd voor en na suppletie (Figuur 11). Tijdens de bemonstering zullen er ook geo-georeferente foto's worden genomen en zullen de suppleties visueel worden geïnspecteerd. Op iedere locatie zal een doorzichtige steekbuis van ca 50 cm het sediment in worden gestoken die visueel wordt geïnspecteerd. Tevens zal er een foto van de steekbuis worden genomen.

Een monster bestaat uit een potje van ca 50 ml. Omdat het mogelijk is dat als gevolg van sortering tijdens de werkzaamheden de slibfractie bovenop komt te liggen zal het monster op ca 20 cm diepte worden genomen door eerst de bovenste laag met een spa te verwijderen.

De monsters worden ingevroren en gevriesdroogd. De korrelgrootte verdeling zal worden bepaald door middel van laser diffractie met behulp van een Malvern particle sizer. In totaal zullen er 60 monsters worden genomen en geanalyseerd.



Figuur 11: Voorgestelde locaties voor het meten van de slibfractie in het gesuppleerde sediment.

#### 4.7.4 Resultaat

De korrelgrootteverdeling en de slibfractie van het sediment op de suppleties zullen worden vergeleken met de metingen die zijn gedaan op de winlocatie. Indien de resultaten sterk afwijken zal er worden onderzocht waardoor dit wordt veroorzaakt en wat voor consequenties dit kan hebben voor de kweekpercelen. In de rapportage zal ook een visuele beschrijving worden gegeven van de ruimtelijke patronen en het patroon over de verticaal zoals geobserveerd met de steekbuis.

De luchtfoto's geven een beeld van de verspreiding van de pluim tijdens de werkzaamheden. Dit kan worden vergeleken met de zwevende stofmetingen die met de turbiditeitsmeters in het veld worden uitgevoerd.

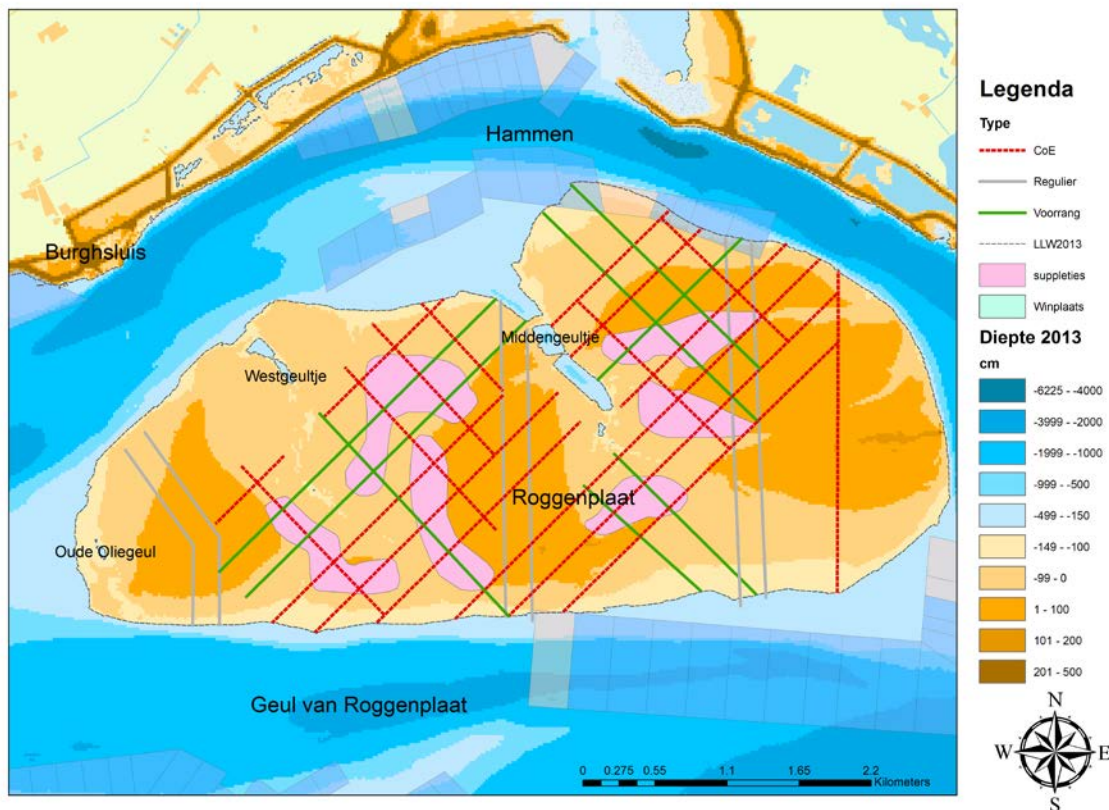
## 4.8 Vinger aan de pols - Uitbereiding/optimalisatie RTK metingen

### 4.8.1 Achtergrond

Er worden door Rijkswaterstaat regelmatig waterpassingen uitgevoerd door middel van RTK (Real Time Kinematic) over vaste raaien op de Roggenplaat (Figuur 12). Aanvullend op deze metingen worden er in het kader van het CoE monitoringsprogramma aanvullende raaien ingelopen over de Roggenplaat in de buurt van de suppleties (Ysebaert e.a., 2017). Deze raaien zijn nog niet definitief. Er zal goed worden afgestemd met het CoE monitoringsprogramma zodat de raaien zo worden gelegd dat de metingen gebruikt kunnen worden om eventuele zandverplaatsing naar de kweekpercelen in kaart te brengen.

#### 4.8.2 Doel

Het doel van de RTK metingen is het goed in kaart brengen of en hoe de suppleties na aanleg zullen migreren. Indien er onverwachte en ongewenste migraties optreden kan er worden ingegrepen om schade te voorkomen.



*Figuur 12: Voorgestelde ligging van de RTK raaien (Ysebaert e.a., 2017). De grijze raaien zitten in het bestaand programma van RWS. De rode stippellijnen en de groene lijnen zijn de aanvullende raaien die zijn voorgesteld vanuit het monitoringprogramma van het CoE, waarbij de groene raaien speciale aandacht hebben vanuit de risicomonitoring.*

#### 4.8.3 Methode

RTK is een hoogtemeting welke een hoge nauwkeurigheid (ca 2 cm) in de verticaal oplevert. Er wordt over vaste raaien gelopen zodat verschillen goed in beeld kunnen worden gebracht. RTK metingen worden alleen op het droogvallende deel gemeten. De RTK metingen zullen 4 keer per jaar worden uitgevoerd. Van een vooraf gekozen aantal raaien (de groene raaien in Figuur 12) zullen de resultaten met voorrang worden verwerkt en geanalyseerd zodat de resultaten snel beschikbaar komen.

#### 4.8.4 Resultaat

Gedetailleerde hoogtemetingen op de plaat. Door de metingen van verschillende momenten met elkaar te vergelijken kan worden onderzocht hoe de suppleties veranderen, en in het bijzonder of deze richting de percelen migreren.

### 4.9 Vinger aan de pols - Aeolisch zandtransport

#### 4.9.1 Achtergrond

Door de wind kan zand van de suppleties afwaaien en naar de percelen worden getransporteerd. In welke mate dit zal optreden is afhankelijk van factoren als wind (richting en sterkte),

---

sedimentsamenstelling, droogvalduur, vochtigheid van de plaat en transportafstand. Het meeste transport zal optreden gedurende laagwater tijdens stormachtige condities. Als het zand in zee waait boven een perceel kan het uitzakken op het perceel.

#### 4.9.2 Doel

Het doel van dit onderdeel is te observeren óf en hoe het zand wordt getransporteerd van de suppleties tijdens een storm.

#### 4.9.3 Methode

Het meten van zandtransport kan worden gedaan met zandvangers, maar dit is niet eenvoudig in intergetijdengebieden en lokale verschillen zijn sterk afhankelijk van de windrichting. Het voorstel is om de erosie van de suppleties te meten tijdens een storm en visueel te observeren of het geërodeerde zand tijdens het transport al dan niet wordt ingevangen op de plaat zelf.

Er zal een meting worden uitgevoerd tijdens een storm (> 6 Bft) vóór en na aanleg van de suppleties. Op de suppleties en op referentielocaties met dezelfde droogvalduur zullen vlak na droogval peilstokken of SED sensoren worden ingestoken op een tweetal raaien op de suppleties en in de luwte van de suppleties. De raaien zullen ter plekke worden bepaald parallel aan de windrichting. Op iedere raai zullen een 10 –tal meetstokken worden ingestoken. Aan eind van de droogval zal de sedimentatie/erosie worden gemeten. Tijdens de droogval zal visueel worden gekeken waar het geërodeerde zand naar toe waait en of het in getijdenpoeltjes achterblijft. Er zullen ook foto's worden gemaakt.

Dit monitoringsonderdeel is vooral inventariserend en moet worden gezien als een 'vinger aan de pols' type monitoring.

#### 4.9.4 Resultaat

Deze monitoring zal inzicht geven in de erosie van de suppleties tijdens een storm. Tevens zal het een kwalitatieve beschrijving geven van het zandtransport over de plaat tijdens een storm.



---

## 5 Communicatie

Rijkswaterstaat wil de kwekers graag goed betrokken houden bij de opzet en uitvoering van de monitoring. Dit is van belang voor een gedragen monitoringsplan maar de betrokkenheid van de kwekers bij de monitoring is ook belangrijk voor de monitoring zelf. Kwekers kennen immers hun percelen goed en zijn vaak zelf werkzaam in het gebied. Hierdoor kunnen zij een waardevolle bron van informatie zijn voor de onderzoekers met betrekking tot veranderingen die al dan niet optreden door de suppletie op de Roggenplaat. Om die reden is het van belang om een communicatieplan te hebben zodat het voor kwekers duidelijk is waar ze terecht kunnen met waardevolle informatie en waar ze informatie kunnen halen over de voortgang van de monitoring. Naast deze monitoringsgerichte communicatie, is er ook behoefte aan algehele communicatie over de suppletie zelf en de diverse activiteiten daaromheen. Daarover gaat dit hoofdstuk niet, die verantwoordelijkheid ligt bij de omgevingsmanager van Rijkswaterstaat.

Voor de communicatie over en ten behoeve van de monitoringsactiviteiten is het nuttig om onderscheid te maken tussen 2 groepen kwekers. De direct betrokken kwekers die percelen hebben rondom de Roggeplaat (en de referentiepercelen) (groep 1) en de rest van de kwekers (groep 2). Met groep 1 zal intensiever gecommuniceerd worden dan met groep 2. Dat komt omdat een deel van de monitoringsactiviteiten plaats zullen vinden op hun percelen. Bovendien zijn de onderzoekers geïnteresseerd in de directe observaties die deze kwekers zullen doen op of bij hun percelen. De afstemming van de communicatie met kwekers uit groep 2 zal in overleg gaan met de PO mossel.

### 5.1 Communicatieplan

Er zullen verschillende communicatiemiddelen en -momenten zijn gedurende het project: directe observaties melden, bijeenkomsten en nieuwsbrieven / website updates. Er zal altijd directe communicatie mogelijk zijn tussen de kwekers en de onderzoekers & Rijkswaterstaat waarbij kwekers **directe observaties kunnen melden** die al of niet zullen leiden tot extra monitoring. Hoe dit wordt georganiseerd zal aan het begin van het project worden afgestemd met de betrokkenen.

#### 5.1.1 Bijeenkomsten

Er zal aan het begin van het monitoringsproject (april 2017) een **startbijeenkomst** gehouden worden met Rijkswaterstaat en de kwekers (zie hoofdstuk 7 Planning). Tijdens die bijeenkomst wordt het monitoringsproject gepresenteerd, wordt uitgelegd wanneer welke monitoringswerkzaamheden zullen plaatsvinden voor, tijdens en na de suppletie (gepland rondom december/januari 2017-18). Daarnaast zullen er praktische afspraken gemaakt worden over zaken als de perceelbemonstering, de veilinggegevens en de mosselzakboekjes. Dan zullen er twee **tussentijdse bijeenkomsten** gehouden worden. De eerste zal na een aantal maanden monitoring ( $T_0$ ) maar voor de suppletie (december 2017) gehouden worden. Dan wordt een terugkoppeling gegeven van de tussentijdse resultaten van de monitoring. Tevens wordt dan vooruit gekeken naar de suppletiewerkzaamheden zelf. De tweede bijeenkomst wordt gehouden na de suppletie (februari 2018) en tot slot zal er een **eindbijeenkomst** zijn (december 2018). Deze heet een eindbijeenkomst omdat het de laatste bijeenkomst van dit project is, maar aangezien het mogelijk is dat sommige effecten als gevolg van de suppletie (morfologische aanpassing) zich pas later zullen openbaren, is het van belang dat de monitoring op die bijeenkomst samen met Rijkswaterstaat en de sector wordt geëvalueerd. Er kan dan besloten worden om bepaalde onderdelen langer te laten duren of aan te passen.

---

### 5.1.2 Nieuwsbrieven / website updates

Daarnaast zal de voortgang van het project beschreven worden op een website (nader te bepalen waar deze wordt ondergebracht) met korte nieuws-updates. Die updates kunnen indien nuttig ook overgenomen worden in de communicatie van de PO Mossel aan de kwekers. De kwekers die direct bij de monitoring betrokken zijn (groep 1) zullen daarnaast ook met tussentijdse nieuwsbrieven geïnformeerd worden. Bijvoorbeeld nadat er mosselperceelbemonsteringen gehouden zijn kunnen de tussentijdse uitkomsten meteen gedeeld worden met de betrokken kwekers.

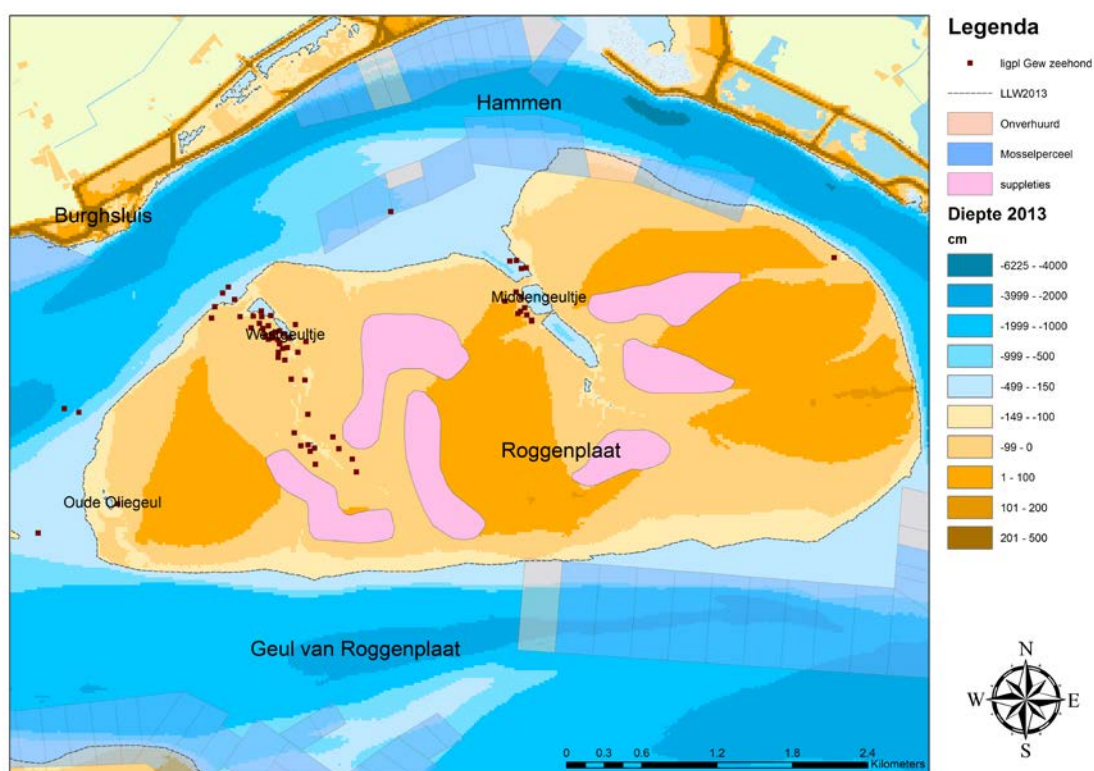


## 6 Vergunningen

De benodigde vergunningen voor de aanleg van de suppleties op de Roggenplaat en de monitoring in het kader van CoE en de Risicomonitoring zullen worden aangevraagd door Rijkswaterstaat. Aan de kwekers zal toestemming worden gevraagd om metingen uit te voeren op hun percelen. De vakdeskundige visserij van het ministerie van Economische Zaken is bevoegd om bemonsteringen uit te voeren op de kweekpercelen.

Omdat de monitoring wordt uitgevoerd in een Natura 2000 gebied (Oosterschelde) dient er een NB-wet vergunning te worden aangevraagd bij het bevoegd gezag (Provincie Zeeland). Hiervoor is het van belang dat in een passende beoordeling kan worden aangetoond dat de activiteiten geen significant negatieve effecten heeft op de natuurwaarden waarvoor het is aangewezen. De natuurwaarden van de Oosterschelde die relevant zijn met betrekking tot de monitoring zijn het habitat type Grote baaien (H1160), de gewone zeehond (H1365) en vogels (broedvogels en niet-broedvogels).

Het Westgeultje en het Middengeultje zijn belangrijke rustgebieden voor gewone zeehonden (Figuur 13). Tevens is de Roggenplaat een belangrijk foerageergebied voor steltlopers.



Figuur 13: Ligplaatsen van de gewone zeehonden in de Oosterschelde in de seizoenen 2003/2004 tot en met 2005/2006. Deze liggebieden komen overeen met meer recente gegevens (2013/2014) van de ligplaatsen uit Arts e.a. (2014).

De belangrijkste, potentieel versturende, activiteit die worden uitgevoerd in het kader van de risicomonitoring is het lopen over de plaat gedurende laagwater. In de passende beoordeling zal deze activiteit worden getoetst. Tevens zullen er metingen worden uitgevoerd in het Middengeultje. De apparatuur zal worden uitgezet tijdens het hoogwater om eventuele verstoring van zeehonden zoveel mogelijk te beperken.

## 7 Planning

In Tabel 2 is een voorlopige tijdsplanning voor de jaren 2017 tot en met 2019 gemaakt voor de in dit PVA voorgestelde activiteiten. Een deel van de activiteiten hangt af van het moment waarop de suppletiewerkzaamheden worden uitgevoerd. Dit moment ligt op dit moment niet vast, maar aangenomen is dat dit in de periode tussen november 2017 en januari 2018 zal plaatsvinden. Als de werkzaamheden op een ander moment worden uitgevoerd dan zal ook de tijdsplanning dienen te worden aangepast. De definitieve planning zal tevens nauw afgestemd worden met de reguliere monitoring zoals voorgesteld in het CoE monitoringsplan (Ysebaert e.a., 2017).

Tabel 2: Concept tijdsplanning  
2017

Kop	Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Suppletie												
Perceelbemonstering				X	X	X	X	X		x		X
Veilinggegevens												
Mosselzakboekjes												
Steekbuizen									X			
Onderwatercamera									X			
Meting Middengeultje						X						
Multibeam					X							
Zwevend stof										X		
Slibfractie suppleties										X		
RKT metingen				X						X		
Communicatie				X <sup>1</sup>								X <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Startbijeenkomst

<sup>2</sup>Presentatie tussentijdse resultaten

2018

Kop	Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Suppletie												
Perceelbemonstering		X		X	X	X	X	X		X		X
Veilinggegevens												
Mosselzakboekjes												
Steekbuizen				X				X				
Onderwatercamera				X				X				
Meting Middengeultje						X						
Multibeam					X					X		
Zwevend stof	X											
Slibfracties suppleties		X										
RTK metingen		X		X			X			X		
Communicatie		X <sup>3</sup>										X <sup>4</sup>

<sup>3</sup>Evaluatiebijeenkomst suppletiewerkzaamheden

<sup>4</sup>Presentatie tussentijdse resultaten

2019

Kop	Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Suppletie												
Perceelbemonstering		X		X	X	X	X	X		X		X
Veilinggegevens												
Mosselzakboekjes												
Steekbuizen				X				X				
Onderwatercamera				X				X				
Meting Middengeultje						X						
Multibeam					X							
Zwevend stof												
Slibfracties suppleties												
RTK metingen		X		X			X			X		
Communicatie		X <sup>5</sup>										X <sup>6</sup>

<sup>5</sup>Evaluatiebijeenkomst suppletiewerkzaamheden

<sup>6</sup>Eindpresentatie

---

## 8 Conclusies

Mosselkwekers in de Oosterschelde zijn zeer bevreemd voor schade aan hun percelen door de suppletiewerkzaamheden die in de winter van 2017/2018 zullen worden uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat. Voor veel kwekers liggen hun beste percelen in dit gebied. Om eventuele effecten van de suppletiewerkzaamheden en de suppleties zelf op de productie van de mosselen op deze percelen in kaart te brengen en vroegtijdig te signaleren is Rijkswaterstaat voornemens om een risicomonitoring uit te voeren. Hierbij is het van belang dat de monitoring zich richt op de processen tussen de ingreep (suppleren op de Roggenplaat) en de effecten (sterfte, verminderde productie van mosselen op de percelen).

De meeste risico's worden door de kwekers gezien in een verminderde kwaliteit van de percelen door aanzanding van suppletiezand en een verandering in voedselaanvoer vanaf de plaat via het Middengeultje naar de percelen aan de noordzijde van de Roggenplaat. Dit kan worden veroorzaakt door het dichtslibben of verleggen van de geul, maar ook door een verminderde productie en afvoer van benthische diatomeeën van de plaat tijdens de eb fase.

Om in aanmerking te komen voor de regeling nadeelcompensatie is het van belang dat de kweker kan aantonen dat er een causaal verband is tussen de ingreep (suppleren op de Roggenplaat) en het effect (schade aan het perceel). In de praktijk is dit niet eenvoudig omdat er (1) vele mogelijke relaties zijn tussen de ingreep en het effect en (2) er grote variatie zit in de relevante, te meten parameters. Om te komen tot een acceptabele power is een zeer uitgebreid monitoringsplan nodig. Er is daarom voor gekozen om een basismonitoring uit te voeren, vooral gericht op het kwantificeren van de schade en een 'vinger aan de pols' monitoring om de suppletiewerkzaamheden in de gaten te houden. Indien gewenst, bijvoorbeeld als de vinger aan de pols monitoring hier aanleiding toe geeft kan de monitoring (lokaal) worden geïntensiveerd naar een calamiteiten monitoring.

Naast de Roggenplaatsuppletie is de Oosterschelde continu aan veranderingen onderhevig (De Ronde e.a., 2013). Een BACI (Before, After, Control, Impact) benadering biedt de mogelijkheid om (deels) te corrigeren voor de autonome ontwikkelingen. Van belang hierbij is dat er ook een goede  $T_0$  wordt uitgevoerd en dat er ook metingen worden verricht op (een) referentielocatie(s).

Vanuit de kwekers is aangegeven dat men de voorkeur heeft voor een praktische aanpak, met visuele observaties waarbij de resultaten snel beschikbaar zijn, boven een aanpak met experimentele methoden met een groter risico van mislukken.

Vroege terugkoppeling van tussentijdse resultaten van de monitoring is van groot belang om de kwekers bij het project te betrekken. Kwekers kennen het gebied doorgaans goed en kunnen wellicht helpen om de resultaten te verklaren. Tevens kunnen ze helpen bij een vroegtijdige signalering van effecten.

De monitoring dient te starten in het vroege voorjaar van 2017 en zal in ieder geval doorlopen tot eind 2019. Het is echter mogelijk dat sommige effecten als gevolg van de suppletie (morfologische aanpassing) zich pas later zullen openbaren. Daarom is het van belang dat de monitoring samen met Rijkswaterstaat en de sector eind 2018 en 2019 wordt geëvalueerd om dan te bepalen of er bepaalde onderdelen langer dienen te worden voortgezet of dat er bepaalde onderdelen dienen te worden aangepast.

---

## 9 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 187378-2015-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 september 2018. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V.

Het chemisch laboratorium te IJmuiden beschikt over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het chemisch laboratorium heeft hierdoor aangetoond in staat te zijn op technisch bekwaame wijze valide resultaten te leveren en te werken volgens de ISO17025 norm. De scope (L097) met de geaccrediteerde analysemethoden is te vinden op de website van de Raad voor Accreditatie ([www.rva.nl](http://www.rva.nl)).

Op grond van deze accreditatie is het kwaliteitskenmerk Q toegekend aan de resultaten van die componenten die op de scope staan vermeld, mits aan alle kwaliteitseisen is voldaan.. Het kwaliteitskenmerk Q staat vermeld in de tabellen met de onderzoeksresultaten. Indien het kwaliteitskenmerk Q niet staat vermeld is de reden hiervan vermeld.

De kwaliteit van de analysemethoden wordt op verschillende manieren gewaarborgd. De juistheid van de analysemethoden wordt regelmatig getoetst door deelname aan ringonderzoeken waaronder die georganiseerd door QUASIMEME. Indien geen ringonderzoek voorhanden is, wordt een tweede lijnscontrole uitgevoerd. Tevens wordt bij iedere meetserie een eerstelijnscontrole uitgevoerd.

Naast de lijnscontroles wordende volgende algemene kwaliteitscontroles uitgevoerd:

- Blanco onderzoek.
- Terugvinding (recovery).
- Interne standaard voor borging opwerkmethode.
- Injectie standard.
- Gevoeligheid.

Bovenstaande controles staan beschreven in Wageningen Marine Research werkvoorschrift *ISW 2.10.2.105*.

Indien gewenst kunnen gegevens met betrekking tot de prestatiekenmerken van de analysemethoden bij het chemisch laboratorium worden opgevraagd.

Indien sprake is van onbeheerste kwaliteit worden passende maatregelen genomen.

---

# Literatuur

- Arts, F. A., S. Lilipaly en R. C. W. Strucker (2014) Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2012/2013. Delta Project Management, Rapport, 115 pagina's.
- De Mesel, I., C. J. Smit, J. Craeymeersch en J. W. M. Wijsman (2009) Evaluatie effectiviteit gesloten gebieden in de Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta. Wageningen IMARES, Rapport nummer: C015/09, 137 pagina's.
- De Ronde, J. G., J. P. M. Mulder, L. A. Van Duren en T. Ysebaert (2013) Eindadvies ANT Oosterschelde. Deltares, Rapport nummer: 1207722-000-ZKS-0010, 78 pagina's.
- Lievense, P., M. Schrijver en E. Van Zanten (2016) Risico beoordeling van de Roggenplaat suppletie. Effecten van zandwinning en -zuppletie op schelpdierpercelen. RWS Zee en Delta, Rapport, 42 pagina's.
- V&W, M. (1999) Regeling nadeelcompensatie Verkeer en Waterstaat 1999, Rapport.
- Van der Werf, J., M. Boersema, T. Bouma, R. Schrijvershof, J. Stronkhorst, L. De Vet en T. Ysebaert (2016) Definitief ontwerp Roggenplaat suppletie. Centre of Expertise, Rapport, 93 pagina's.
- Van Stralen, M. (2012) Monitoring effecten zandsuppletie Schelphoek 2011. Bodemonderzoek mosselpercelen Hammen 29 en 30. MarinX, Rapport nummer: 2012.114, 9 pagina's.
- Van Zanten, E. en L. A. Adriaanse (2008) Verminderd getij. Verkenning naar mogelijke maatregelen om het verlies van platen, slikken en schorren in de Oosterschelde te beperken. Rijkswaterstaat, Rapport, 80 pagina's.
- Vonhögen-Peeters, L., M. De Kleine, G. Rutten, V. Marges en C. Mesdag (2013) Verkenning zandwinning Oosterschelde. Deltares, Rapport nummer: 1205505-000, 33 pagina's.
- W&B (2013) MIRT-verkenning Zandhonger Oosterschelde. Ontwerp-structuurvisie. Witteveen & Bos / Bureau Waardenburg bv, Rapport, 22 pagina's.
- Wijnhoven, S. en V. Escavarage (2008) Effecten van kokkelvisserij op de slikken van de Dortsman (Oosterschelde). Bodemdier gemeenschappen en sediment karakteristieken voor en na het vissen en één jaar later. NIOO-CEME, Monitor taakgroep, Rapport nummer: 2008-1, 51 pagina's.
- Ysebaert, T., J. Van der Werf, L. De Vet en T. Bouma (2017) Monitoringsplan Roggenplaat suppletie. Center of Expertise Delta Technology, Rapport.

---

# Verantwoording

Rapport C037/17

Projectnummer: 4313100050

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research

Akkoord: Dr. T. Ysebaert  
Senior onderzoeker Wageningen Marine Research

Handtekening:



Datum: 12 april 2017

Akkoord: Dr. T. Bult  
Director

Handtekening:



Datum: 12 april 2017

## Plan van aanpak risicomonitoring Roggenplaatsoevering

Wageningen Marine Research

4 november 2016, Jeroen Wijsman, Marloes Kraan



## Achtergrond en doel van de sovering

- Zandhonger in de Oosterschelde door aanleg stormvloedkering
- Verlies areaal slikken en platen in de Oosterschelde
- Belangrijke foerageerfunctie voor steltlopers
- Voorkeursaanpak MIRT verkenning (2011): Suppleren intergetijdengebied
- Doel sovering Roggenplaat (1,3 milj m<sup>3</sup>):
  - Op orde houden van areaal dat tussen de 50 en 80% van de tijd droogvalt
  - Behoud van de foerageerfunctie voor vogels Roggenplaat/Neeltje Jans voor komende 25 jaar



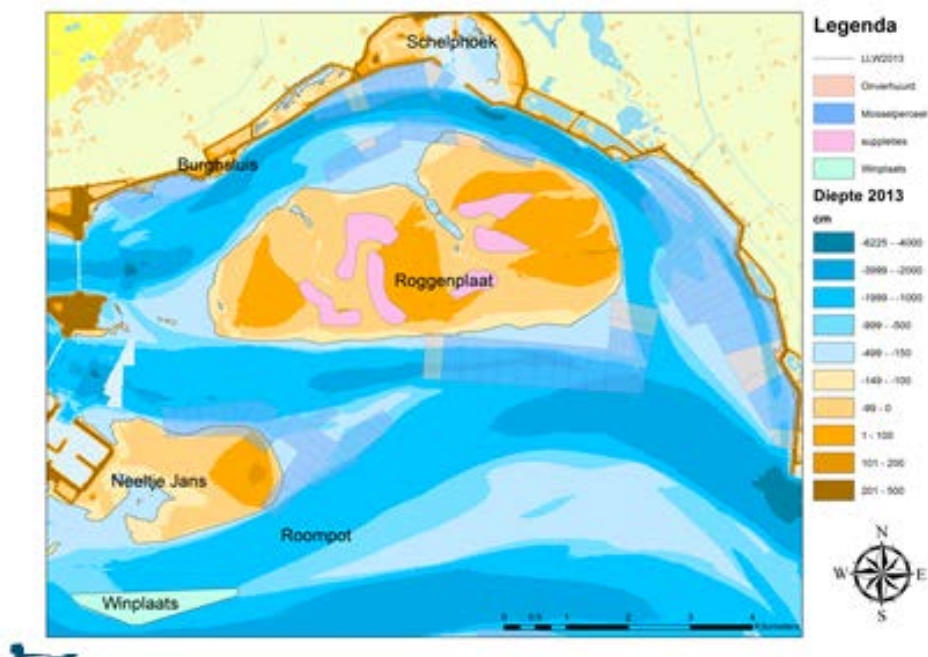
1



## Criteria ontwerp

- Meer dan 400 meter van de mosselpercelen
- Meer dan 600 meter van de belangrijkste ligplaatsen van zeehonden
- Niet op wilde oesterbanken
- Meer dan 150 meter van de dominante afwateringsgeulen
- In gebieden met minder dan 1 cm erosie per jaar
- Binnen 2200 meter van een aanlegpunt

## Ontwerp suppletie



## Risico inventarisatie mosselpercelen

- Verstikking van mosselen op de percelen door begraving aan de noordzijde van de Roggenplaat door uitzakken van fijn sediment dat opwervelt vanaf de suppletie
- Vermindering van de kwaliteit van de percelen door toename van aanzanding
- Verslechtering van kweekomstandigheden door een toename van verstuivend zand naar de percelen
- Input van de kwekers klankbordgroep

Opdracht Wageningen Marine Research: *Opstellen van een gedragen monitoringplan om de gevolgen van de suppleties op de nabijgelegen mosselpercelen te kunnen kwantificeren*



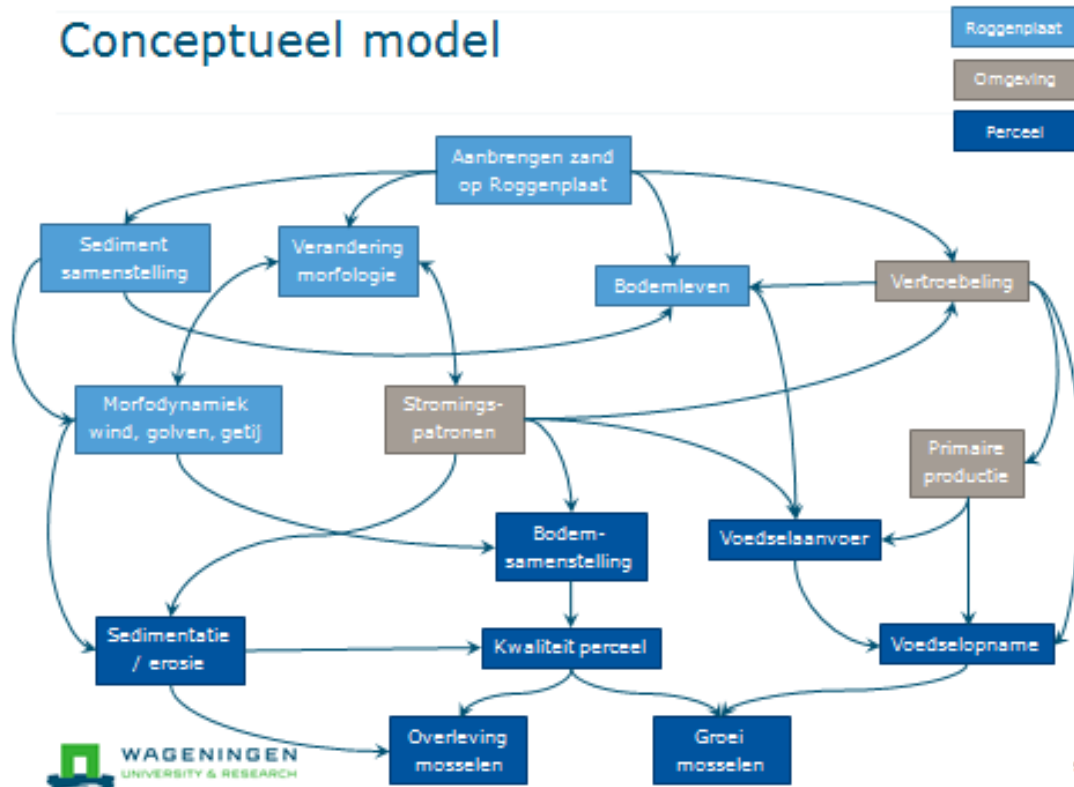
5

## Proces



6

## Conceptueel model



## Conceptueel model, externe invloeden

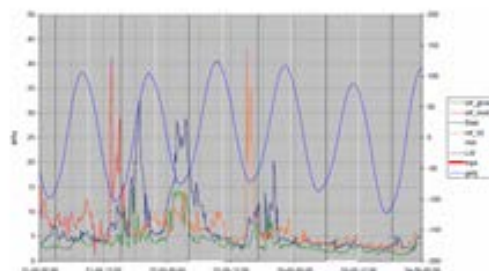


## Onderwerpen voor monitoring

- Vrijkomen van slib tijdens werkzaamheden
- Verandering stromingspatronen
- Morfologische ontwikkeling suppleties
- Zandtransport naar percelen
- Verandering bodemhoogte op de percelen
- Voedselaanvoer van de plaat via de Pijpe
- Bemonstering van de percelen
  - Bestand
  - Groei
  - Kwaliteit

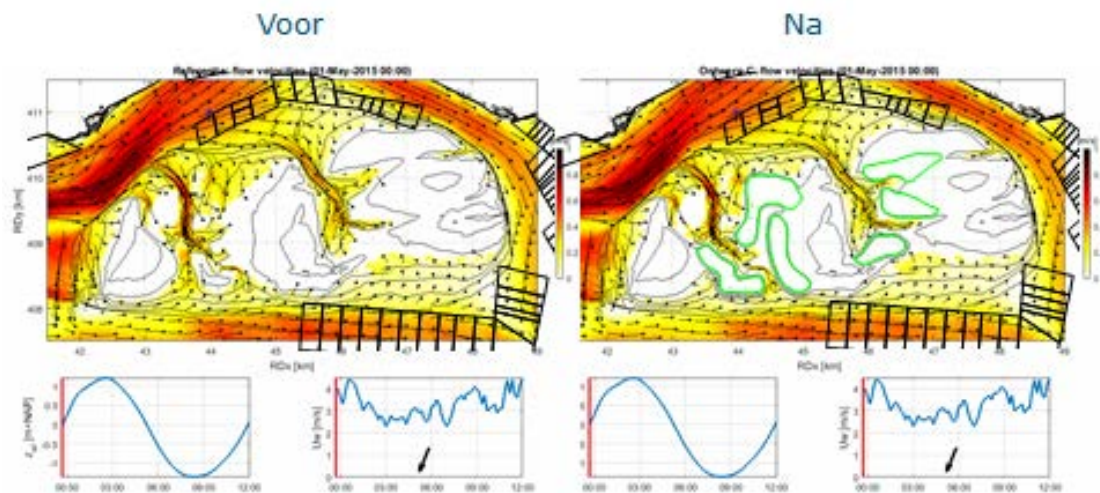
## Vrijkomen van slib tijdens werkzaamheden

- Troebelheidsmetingen m.b.v. sensoren aan boeien
- Voor en tijdens de aanleg incl. referentielocatie
- Zowel op de winlocatie als bij de suppletie (in samenwerking met aannemer)
- Remote sensing (drone)



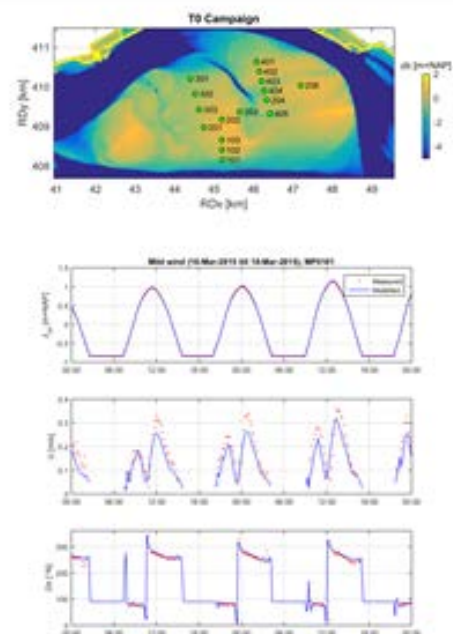


# Stromingspatronen



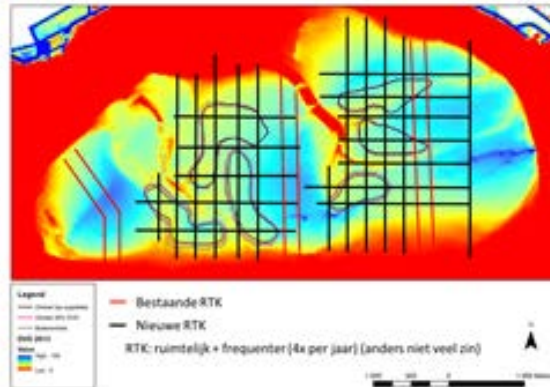
# Stromingspatronen

- Modelberekeningen
- Validatie  $T_1$  m.b.v. ADCP stromingsmeters



## Morfologische ontwikkeling suppleties

- Modelberekeningen
- Laser altimetrie (Lidar)
- RTK metingen (waterpassen) op de plaat

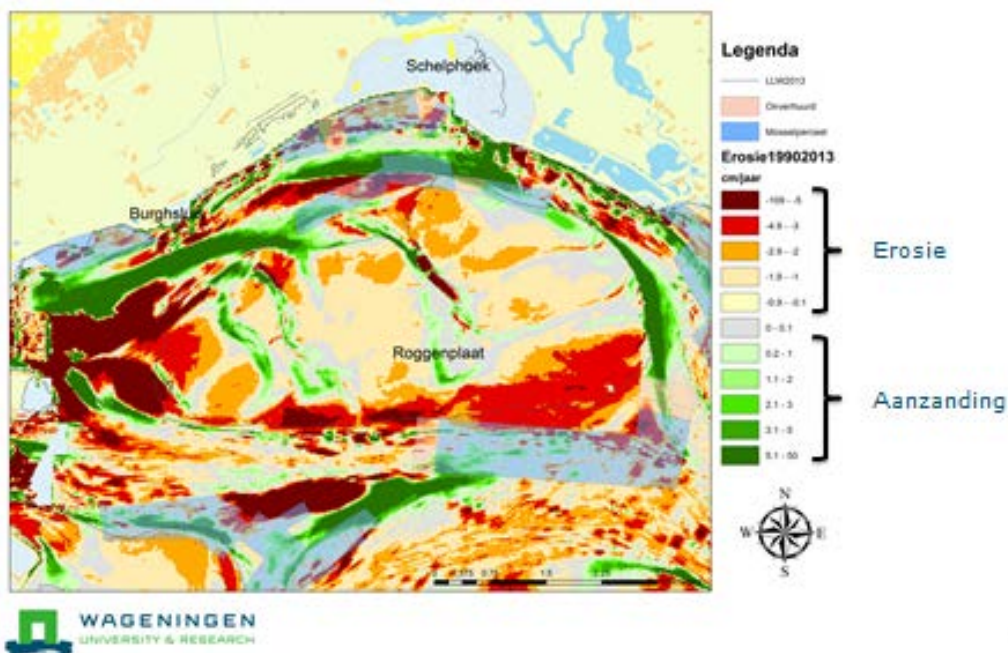


## Zandtransport naar percelen

- Golven en stroming (modelberekeningen en golfboeien)
- Eolisch zandtransport door wind (zandvangers): meten tijdens stormen. Evt te plaatsen op droogvallende boeien



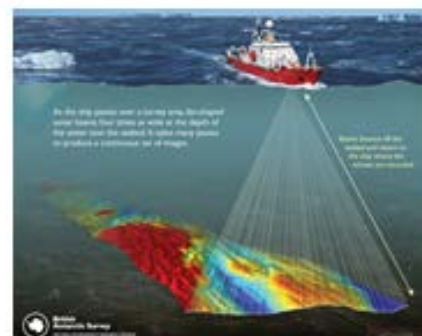
## Aanzanding/erosie percelen



18

## Verandering bodemhoogte percelen

- Echoloding RWS (eens in de 3-5 Jaar)
- Aanvullende echoloding op de percelen (3 keer per jaar)
- Onderwatercamera
- Steekbuizen
- Sediment Elevation Dynamics Sensors (alleen droogvallend)



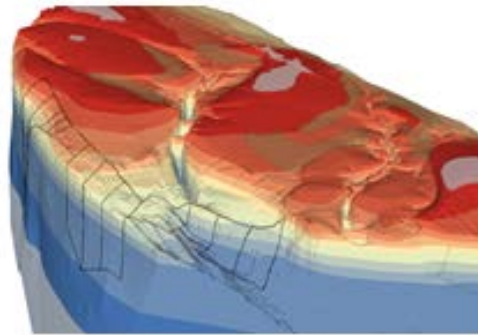
WAGENINGEN  
UNIVERSITY & RESEARCH

19



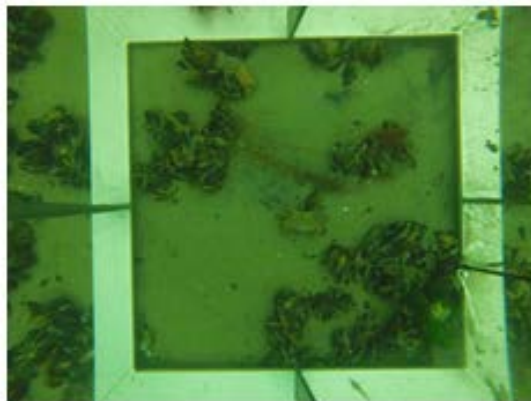
## Voedselaanvoer vanuit de Pijpe

- De Pijpe speelt mogelijk een rol in voedselaanvoer naar percelen
- Chl-a en slibmetingen in de pijp
- Stabiele isotopen (benthische diatomeeën hebben ander profiel)
- Tijdens vloed en eb in de geul en boven perceel
- Modelberekening
- Stroommeting ADCP



## Bemonstering van de percelen

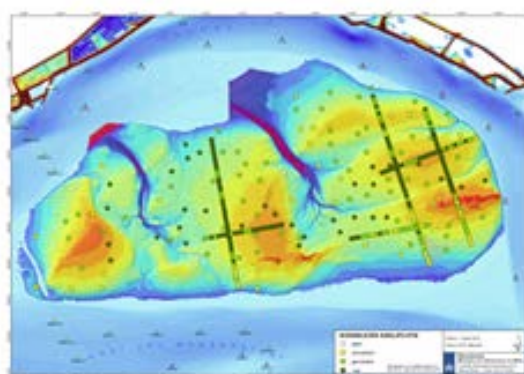
- Bemonstering percelen voor en na werkzaamheden (Visuele inspectie en vleespercentages)
- Onderwatercamera
- Multibeam
- Analyse zakboekjes
- Analyse veilinggegevens





## Monitoring CoE Deltatechnology

- Hoogte/diepte metingen (laseraltimetrie, waterpassen, echoloding)
- Sedimentatie erosie (SED sensoren)
- Stromingsmetingen na aanleg (ADCP)
- Golfboeien
- Benthosbemonstering
- Vogeltellingen
- Zeehonden



## Relatie met overige monitoring

Activiteit	Regulier	CoE	Risicomonitoring
Troebelheidmeters			✓ (aannemer?)
Drones (troebelheid)			✓
Hydrodynamisch model		✓	✓ Analyse Pijp
ADCP's (stromingsmeters)		✓	✓ Perceel, Pijp
Morfologisch model		✓	
LIDAR (laseraltimetrie)	✓ 3-jaarlijks	✓ vj 2018	
RTK (waterpassen)	✓ 4 raaien	✓ Extra raaien	✓ Uitbreiding
Multibeam (echoloding)	✓ 3-jaarlijks	✓ jaarlijks	✓ Percelen + bs
Golfmetingen		✓	
Zandvangers		✓ ?	✓ ?
SED (sedimentatie/erosie)		✓	✓ Aanvulling
Onderwatercamera			✓
Steekbuizen			✓
Voedselaanvoer Pijpe			✓
Bemonstering mosselen percelen			✓
Zakboekjes			✓
Veilinggegevens			✓
Benthos	✓ Kokkels	✓ Benthos	

## Beoordeling van technieken

Criterium	Beschrijving	1	2	3
Power	Wat is de gevoeligheid van de methode in relatie tot variatie in omgeving?	laag	middel	hoog
Risico	Wat is het risico dat de metingen (deels) mislukken?	hoog	middel	laag
Relatie kweek	Wat is de ingeschatte relatie met mosselkweek?	laag	middel	hoog
Kosten	Wat zijn de kosten?	hoog	middel	laag

Niet meegenomen in deze beoordeling: Relevantie

- wat vinden kwekers van belang?
- Wat vindt RWS van belang?

## Scores technieken: eerste inschatting

Activiteit	Power	Risico	Relatie kweek	Kosten	Relevantie
Troebelheid					
Drones troebelheid					
RTK(waterpassen)					
Multibeam					
MB Backscatter					
Zandvangers					
SED (sed/erosie)					
Onderwatercamera					
Steekbuizen					
Voedselaanvoer Pijpe					
Hydromodel Pijpe					
ADCP's (stroming)					
Bemonstering percelen					
Zakboekjes					
Veilinggegevens					

## Vervolg

- Relevantie methoden met kwekers → werkgroep
- Selectie methoden
- Uitwerken meetplannen
- Plan communicatie naar kwekers → terugkoppeling van resultaten monitoring
- Plan van Aanpak
- Uitvoering monitoring in opdracht RWS (vanaf 2017)

---

Dank voor uw  
aandacht

---



---

Wageningen Marine Research  
T: +31 (0)317 48 09 00  
E: [marine-research@wur.nl](mailto:marine-research@wur.nl)  
[www.wur.nl/marine-research](http://www.wur.nl/marine-research)

Visitors address

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1796 CP IJmuiden



---

Wageningen Marine Research is the Netherlands research institute established to provide the scientific support that is essential for developing policies and innovation in respect of the marine environment, fishery activities, aquaculture and the maritime sector.

**Wageningen University & Research** is specialised in the domain of healthy food and living environment.

**The Wageningen Marine Research vision:**

‘To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.’

**The Wageningen Marine Research mission**

- To conduct research with the aim of acquiring knowledge and offering advice on the sustainable management and use of marine and coastal areas.
- Wageningen Marine Research is an independent, leading scientific research institute.

Wageningen Marine Research is part of the international knowledge organisation Wageningen UR (University & Research centre). Within Wageningen UR, nine specialised research institutes of Stichting Wageningen Research (a Foundation) have joined forces with Wageningen University to help answer the most important questions in the domain of healthy food and living environment.

---