



**CENTRE OF  
EXPERTISE**  
DELTA TECHNOLOGY

[www.coedeltatechnology.nl](http://www.coedeltatechnology.nl)

# Monitoringsplan Roggenplaat suppletie

DEFINITIEF.1-3

.....

CENTRE OF EXPERTISE DELTA TECHNOLOGY  
30 JANUARI 2017



# Monitoringsplan

## Roggenplaat suppletie

DEFINITIEF.1-3

DATUM	LOCATIE	VERSIE EN STATUS
30 januari 2017	Yerseke, Delft, Vlissingen,	Definitief.1-3

Foto voorkant: Edwin Paree

### AUTEURS

Tom Ysebaert (Wageningen Marine Research, NIOZ)

Jebbe van der Werf (Deltares)

Lodewijk de Vet (Deltares)

Tjeerd Bouma (NIOZ, HZ University of Applied Sciences – Delta Academy)



Interreg



Vlaanderen-Nederland  
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

## TREFWOORDEN

Oosterschelde, Roggenplaat, suppletie, monitoring, morfologie, ecologie, bodemdieren, steltlopers

## SAMENVATTING

In dit monitorings- en onderzoeksplan worden de plannen en de randvoorwaarden met betrekking tot de monitoring van de suppletie Roggenplaat (2017 – 2025) beschreven. Het doel van de monitoring van de suppletie Roggenplaat is om antwoord te kunnen geven op de vraag of, middels een suppletie van 239 ha (1,3 miljoen m<sup>3</sup> zand), de huidige foerageerfunctie van het Roggenplaat/Neeltje Jans-complex voor de komende 25 jaar kan behouden blijven. Daarnaast moet de monitoring en het onderzoek ook kennis ontwikkelen voor een flexibel, klimaatbestendig en kosteneffectief kustmanagement.

Deze studie is uitgevoerd door Wageningen Marine Research in samenwerking met Deltares, NIOZ en Hogeschool Zeeland in het Centre of Expertise (CoE) Delta Technologie consortium. Het monitoringsplan is mede tot stand gekomen dankzij input van verschillende experts van de betrokken kennisinstellingen en Rijkswaterstaat.

Referentie: Ysebaert T., van der Werf J., de Vet L., Bouma, T.J. 2017. Monitoringsplan Roggenplaat suppletie. Centre of Expertise Delta Technologie, Wageningen Marine Research rapport.

# INHOUDSOPGAVE

Trefwoorden .....	3
Samenvatting .....	3
1 Inleiding.....	5
2 De roggenplaat: een korte schets .....	6
3 Voorkeursvariant.....	7
4 Randvoorwaarden en Afwegingskader .....	9
5 Monitoringonderdelen suppletie roggenplaat .....	12
5.1 Morfologische ontwikkeling (areaal droogvalduur) Roggenplaat .....	12
5.2 Morfologische ontwikkeling suppleties.....	15
5.3 Sediment- & suspensietransportmetingen Roggenplaat .....	16
5.4 Voedselbeschikbaarheid Roggenplaat .....	17
5.5 Oesterriffen .....	19
5.6 Ecologische ontwikkeling suppleties .....	20
5.7 Foerageerfunctie Roggenplaat voor steltlopers en bergeend.....	21
5.8 Foerageerfunctie suppleties.....	22
5.9 Zeehonden.....	23
5.10 Proeven optimalisatie suppletie.....	24
6 Mitigerende maatregelen t.a.v. verstoring .....	25
7 (Model-data)integratie en evaluatie .....	26
8 Budget en kosten.....	27
9 Inpassing onderwijs.....	27
9.1 Inzet van studenten .....	27
9.2 Onderwijsmodules .....	27
10 Referenties .....	28
11 Dankwoord.....	29

# 1 INLEIDING

Door de aanleg van de Oosterschelde stormvloedkering (in de periode 1983-1986) is in de Oosterschelde sprake van “zandhonger”. Het evenwicht tussen opbouw en afbraak van de intergetijdengebieden is verstoord waardoor ze eroderen en het sediment in de getijdegeulen terecht komt. De golfwerking, die in belangrijke mate de afbraak van intergetijdengebieden bepaalt, is nauwelijks veranderd door de aanleg van de kering. Het horizontale getij (debieten en stroomsnelheden), dat voornamelijk verantwoordelijk is voor de opbouw, is daarentegen afgenomen. Het oppervlak van platen, slikken en schorren in de Oosterschelde neemt door de zandhonger af, met (op termijn) negatieve gevolgen voor ecologie, veiligheid en recreatie (Van Zanten & Adriaanse, 2008, De Ronde et al. 2013). Met name de foerageerfunctie van het gebied voor heel wat soorten steltlopers wordt hierdoor bedreigd (afname foerageerareaal en afname beschikbare foerageertijd) en daarmee ook de Natura2000 instandhoudingsdoelen die voor deze soorten gelden voor de Oosterschelde (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat, 2016, Natura 2000 Beheerplan Deltawateren 2016 – 2022 - Oosterschelde).

Rijkswaterstaat heeft een zogeheten MIRT (Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport) uitgevoerd om uit te zoeken welke maatregelen genomen kunnen worden om de negatieve effecten van de zandhonger af te remmen dan wel te stoppen (Witteveen+Bos, 2011). De conclusie van deze studie was dat het suppleren van het intergetijdengebied met zand de voorkeur heeft om de foerageerfunctie van steltlopers in stand te houden.

De foerageerfunctie van steltlopers wordt in belangrijke mate bepaald door het areaal dat tussen de 40% en 80% van de tijd droogvalt (De Ronde et al., 2013). Dit areaal is nodig opdat steltlopers voldoende lang kunnen foerageren per getij en zo in hun energiebehoefte kunnen voldoen. Met name tijdens de winterperiode en de doortrekperiodes is de energiebehoefte van deze vogels groot en foerageren ze, afhankelijk van de soort, tussen 6 en 8 uur per laagwaterperiode. Is enkel areaal tot 40% droogvalduur nog beschikbaar, kunnen individuen in de problemen geraken door onvoldoende foerageertijd en uit het gebied verdwijnen.

Op de Roggenplaat neemt de droogvalduurklasse 40 – 80 % het snelste af van alle deelgebieden in de Oosterschelde (de Ronde et al. 2013). Vanwege deze urgentie wil Rijkswaterstaat de Roggenplaat in 2017-2018 suppleren met 1,3 miljoen m<sup>3</sup> zand ten behoeve van de volgende doelstellingen:

1. Behoud van de huidige foerageerfunctie van het Roggenplaat/Neeltje Jans-complex voor de komende 25 jaar.
2. Voorkomen van een ongewenste golfaanval op de zuidkust van Schouwen.
3. Ontwikkelen van kennis voor flexibel, klimaatbestendig en kosteneffectief kustmanagement.

Het project kent drie fasen: Planfase (2015-2016), Uitvoeringsfase (2017-2018) en Evaluatiefase (2019-2024). De Planfase heeft de volgende onderdelen: Winplaatsenonderzoek, geotechnisch onderzoek, voorkomen van schade aan mosselkweek, T-0-monitoring (uitgangssituatie vóór suppletie), variantenstudie, monitoringsplan, stakeholderinspraak en vergunningaanvraag.

Rijkswaterstaat heeft het Centre of Expertise (CoE) Delta Technology gevraagd om de variantenstudie, monitoring en het verdiepend onderzoek ten behoeve van de Roggenplaat suppletie op zich te nemen. Het CoE consortium bestaat uit Hogeschool Zeeland, NIOZ, Wageningen Marine Research (voorheen IMARES) en Deltares.

Dit onderdeel beschrijft het monitoringsplan voor de periode 2017 – 2024. In de planfase is eerder ook al de variantenstudie uitgevoerd (van der Werf et al. 2016) en een rapportage van de huidige (T0) situatie (Ysebaert et al. 2016). De voorkeursvariant uit van der Werf et al. (2016) wordt in dit rapport gebruikt als basis voor de monitoring.

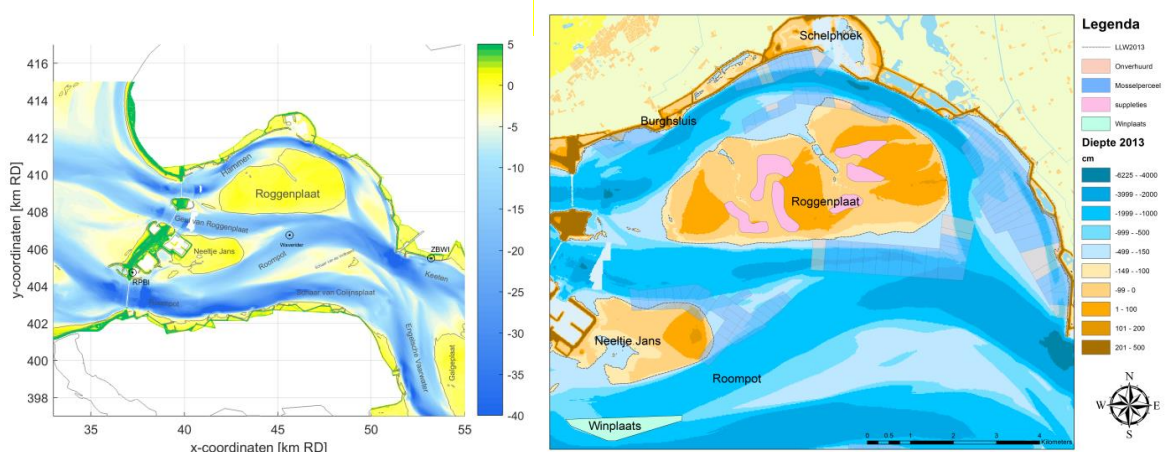
Dit monitoringsplan is mede tot stand gekomen tijdens een workshop waar experts van de kennisinstellingen en Rijkswaterstaat bij betrokken waren.

## 2 DE ROGGENPLAAT: EEN KORTE SCHETS

De Roggenplaat behoort tot één van de grootste intergetijdengebieden van de Oosterschelde (Figuur 1 en Figuur 2). Het areaal intergetijdengebied, tussen gemiddeld hoogwater en gemiddeld laagwater, is 14,6 km<sup>2</sup> (situatie 2013). De Roggenplaat ligt direct aan de binnenkant van de Oosterschelde stormvloedkering, in het westelijk deel van de Oosterschelde, en wordt omringd door de getijgeulen Hammen in het noorden en Geul van de Roggenplaat in het zuiden. Noordelijk ligt de zuidkust van Schouwen-Duiveland met de voormalige haven en het voormalige buurtschap Schelphoek.

Er zijn twee zuid-noord-georiënteerde afwateringsgeulen die de Roggenplaat in drie delen scheiden (Figuur 2). Het noordelijk gedeelte rond de oostelijk gelegen geul (de Pijpen) is een rustplaats voor zeehonden, in mindere mate geldt dit ook voor de westelijke geul. Langs de noordelijke en zuidoostelijke rand van de Roggenplaat liggen mosselpercelen. Verspreid over de Roggenplaat liggen natuurlijke oesterriffen, vooral op de lagere delen nabij de (afwatering)geulen en in het noordoostelijke deel. Op het zuidelijk gedeelte liggen schelpenruggen met een typische (zuid)west-(noord)oostelijke oriëntatie.

De waterdieptes variëren tussen de 0 en 2 m over het getij heen. De pieksnelheden liggen typisch tussen de 0,2 en 0,5 m/s. De Roggenplaat is zandig met een gemiddelde mediane korrelgrootte van 210 µm (range 100 – 280 µm); het suppletiezand zal groffer zijn (van der Werf et al. 2016). De slibfractie in de bodem is gemiddeld kleiner dan 5%. Nabij de oesterriffen kan de slibfractie flink toenemen (> 30%). Golven spelen een belangrijke rol in het zandtransport op de Roggenplaat, dat voornamelijk in noordoostelijke richting verloopt (van der Werf et al. 2016).



**Figuur 1.** Links: Situering Roggenplaat in het westelijk deel van de Oosterschelde. Ook de locatie van de Waverider en de meetstations Roompot Binnen (waterstanden) en Zeelandbrug Wind zijn weergegeven. Rechts: de Roggenplaat met de geplande suppleties, de winplaats van het suppletiezand en de aanwezige mosselpercelen in het gebied.



**Figuur 2.** Luchtfoto (in valse kleuren) van de Roggenplaat in 2014 (foto Edwin Parea).

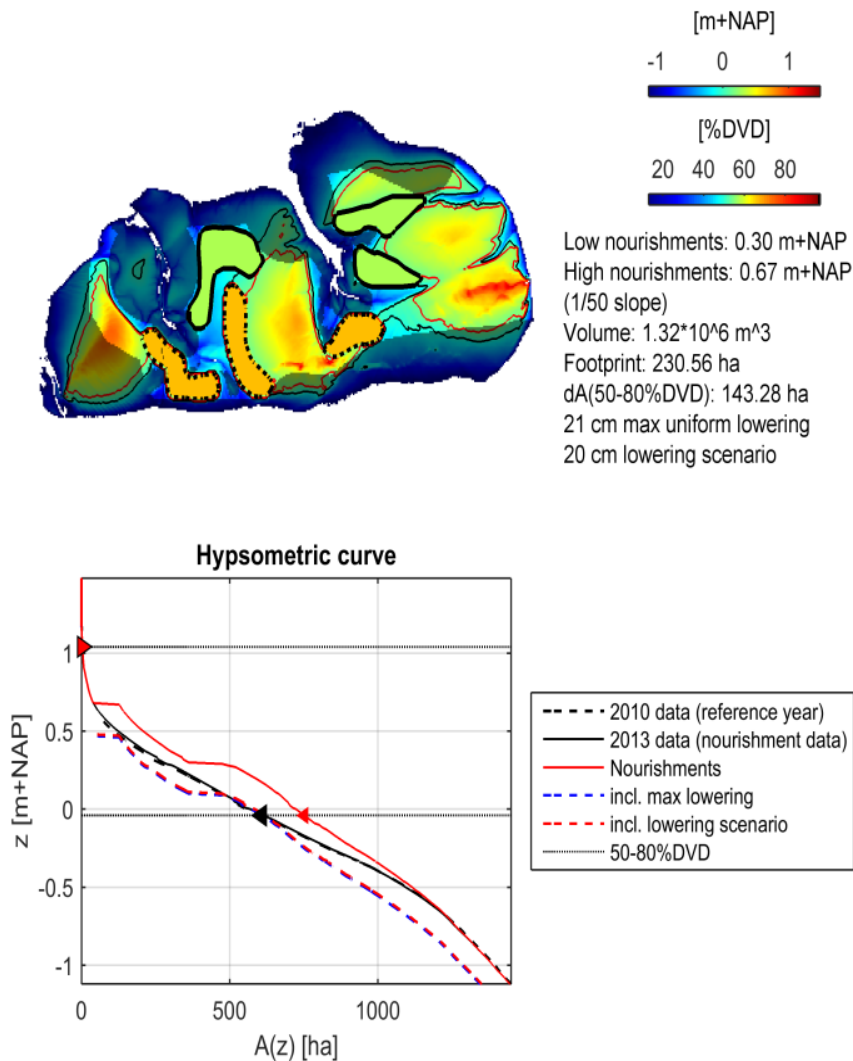
In de Variantenstudie Roggenplaat suppletie (van der Werf et al. 2016) en de T0 rapportage (Ysebaert et al. 2016) wordt nader ingegaan op de morfologische en ecologische kenmerken van de Roggenplaat. Er wordt dan ook verwezen naar deze rapporten voor nadere details.

### 3 VOORKEURSVARIANT

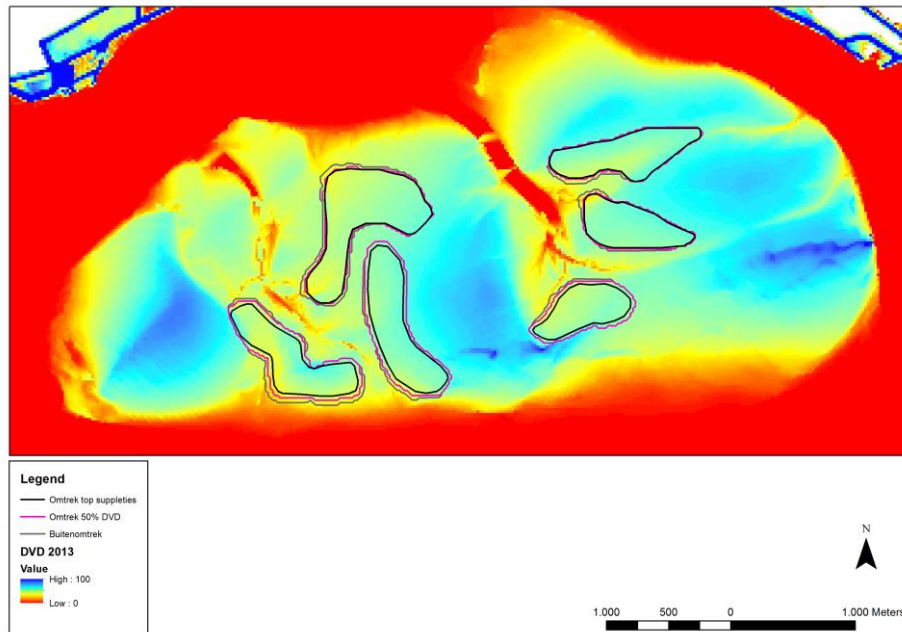
De locatiekeuze van de zandsuppletie is gebaseerd op de volgende criteria:

- 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.

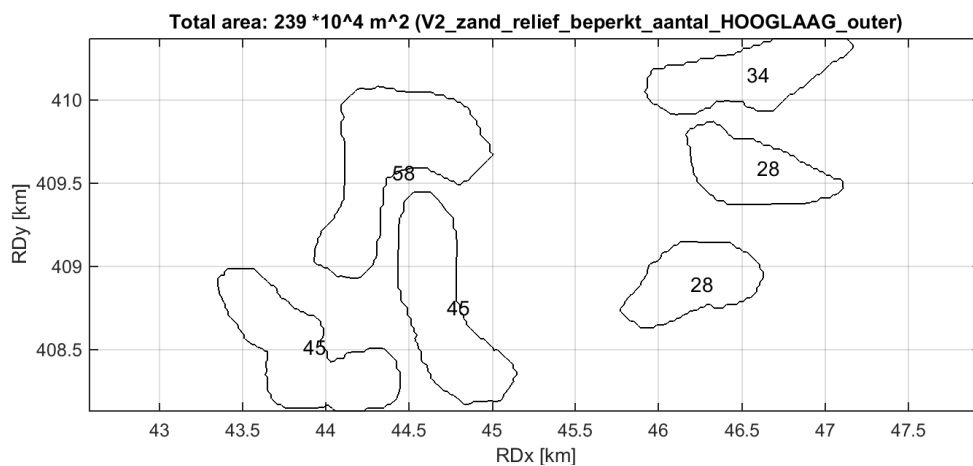
Dit heeft geleid tot een zoekgebied, waarin de suppletie kan plaatsvinden. Op basis van de variantenstudie (van der Werf et al. 2016) is een voorkeursvariant gekozen die weergegeven staat in Figuur 3. De suppletie bestaat uit zes suppletie-elementen, de drie zuidelijke worden hoger uitgevoerd (+ 0.67 m NAP) dan de drie noordelijke (+ 0.30 m NAP) (Figuur 3). 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 (Figuur 4). De afzonderlijke suppletie-elementen hebben een oppervlakte variërend tussen 28 en 58 ha (Figuur 5).



**Figuur 3. Voorkeursvariant Roggenplaat suppletie (zie van der Werf et al. 2016).**



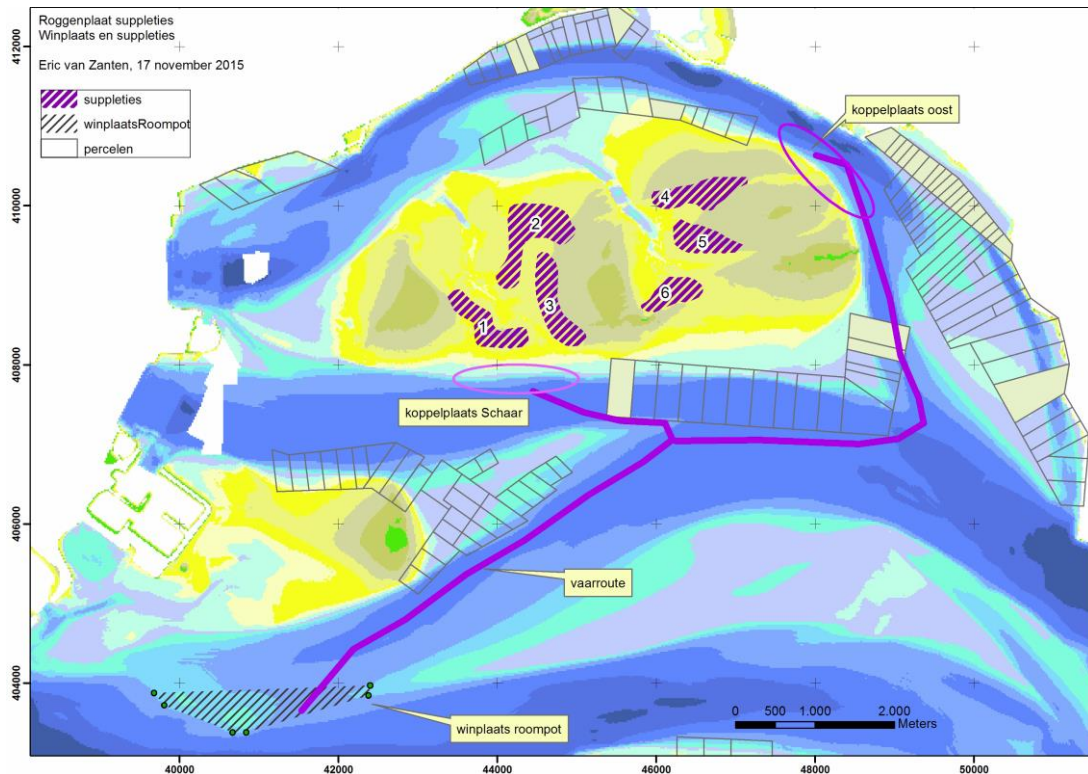
**Figuur 4.** Voorkeursvariant suppletie Roggenplaat met indicatie van de buitenomtrek, de omtrek met 50% droogvalduur (DVD) en de omtrek van de top van de suppleties.



**Figuur 5.** Oppervlakte (footprint) van de verschillende suppletie-elementen.

Het suppletiezand zal worden gewonnen uit de winplaats de Roompot. De winplaats ligt op een locatie waar sinds de aanwezigheid van de stormvloedkering aanzienlijke sedimentatie van zand, met nauwelijks slibdeeltjes, heeft plaatsgevonden. Het zand wordt door de sleehopperzuiger naar één van de koppelplaatsen van de persleidingen getransporteerd. Het schip wordt aan een persleiding gekoppeld en het zand wordt naar de suppletieplaats geperst. Bij droogval van de plaat wordt het zand op de suppletie door bulldozers in de gewenste vorm geschoven. De uitvoering van de werkzaamheden start in het najaar van 2017 en duurt naar verwachting 23 weken (Lievense *et al.* 2016). Figuur 6 geeft een overzicht van het zandwingebied, de suppletielocaties en de aanlandplaatsen. Het zandwingebied heeft een oppervlakte van 90 ha.





Figuur 6. Overzicht van de zandwinlocatie, de transportroute, aanlandingsplaatsen en de locaties van de suppleties.

## 4 RANDVOORWAARDEN EN AFWEGINGSKADER

Op termijn zullen de negatieve gevolgen van de zandhonger (afname oppervlak buitendijkse habitattypen, afname foerageergebied kustbroedvogels/steltlopers/eenden, afname rustgebied zeehonden) merkbaar worden (Ministerie van Infrastructuur en Milieu | Rijkswaterstaat 2016). Dit heeft gevolgen voor het Natura 2000 gebied Oosterschelde en de daarbij horende instandhoudingsdoelen. Op basis van het eindadvies ANT-Oosterschelde (de Ronde et al. 2013) is een aanpak gekozen om de effecten van de zandhonger in de Oosterschelde aan te pakken (Witteveen+ Bos en Bureau Waardenburg, 2013). De aanpak van de zandhonger in de Oosterschelde start met het suppleren van de Roggenplaat in fase 1 (2015 - 2025). Hiermee worden op korte termijn de instandhoudingsdoelen geborgd; er wordt voorkomen dat buitendijkse habitattypen en het leefgebied van steltlopers en gewone zeehonden verslechteren. De aanpak voor fase 2 (2025 - 2060) wordt gekozen op basis van de evaluatie van de effectiviteit van het suppleren van de Roggenplaat en op dat moment aanwezige kennis over:

- de mate van zeespiegelstijging;
- verdere ontwikkeling van de erosie door de zandhonger;
- de populatieontwikkeling van steltlopers;
- de gemeten effectiviteit van de ingrepen.

De suppletie op de Roggenplaat kan op verschillende manieren ontworpen en aangelegd worden. Wat het beste is – dat wil zeggen het meest voldoet aan de doelstelling binnen de gestelde randvoorwaarden – dient afgewogen te worden. De afweging is zo veel mogelijk gebaseerd op kwantificeerbare indicatoren en waar nodig gebaseerd op kwalitatieve deskundigenoordelen. In de Variantenstudie Roggenplaat suppletie (van der Werf et al. 2016) is een afwegingskader ontwikkeld dat gebruikt is om de keuze te kunnen maken tussen de suppletievarianten, maar wat ook als basis kan dienen voor het monitoringplan.

Het afwegingkader is afgeleid door vijf vragen te beantwoorden, waarbij literatuur en gesprekken met projectdeelnemers als informatiebron zijn gebruikt:

1. Wat is het doel van de suppletie?
2. Welke indicatoren geven dat doel (het beste) weer?
3. Welke natuurlijke processen beïnvloeden de indicatoren?
4. Hoe beïnvloedt de suppletie de indicatoren?
5. Welke neveneffecten heeft de suppletie?

Het doel van de Roggenplaat suppletie kan nader gespecificeerd worden tot (van der Werf et al. 2016):

- In 2035 is de foerageerfunctie van de Roggenplaat voor steltlopers gelijk of vergelijkbaar met de foerageerfunctie van de Roggenplaat in 2010.

De foerageerfunctie betreft met name de foerageerfunctie van 14 Natura 2000 doelsoorten – 13 steltlopers en de bergeend – die foerageren op de intergetijdengebieden in de Oosterschelde en waarvoor instandhoudingsdoelen zijn vastgelegd:

1. Bergeend (*Tadorna tadorna*)
2. Bontbekplevier (*Charadrius hiaticula*)
3. Bonte Strandloper (*Calidris alpina*)
4. Groenpootruiter (*Tringa nebularia*)
5. Kanoet (*Calidris canutus*)
6. Kluut (*Recurvirostra avosetta*)
7. Rosse Grutto (*Limosa lapponica*)
8. Scholekster (*Haematopus ostralegus*)
9. Steenloper (*Arenaria interpres*)
10. Strandplevier (*Charadrius alexandrinus*)
11. Tureluur (*Tringa totanus*)
12. Wulp (*Numenius arquata*)
13. Zilverplevier (*Pluvialis squatarola*)
14. Zwarte Ruiter (*Tringa erythropus*)

De **foerageerfunctie** is gedefinieerd als het aantal vogels dat *in potentie* gebruik kan maken van de Roggenplaat en valt uiteen in drie variabelen: 1) Het areaal intergetijdengebied, 2) De foerageertijd, ofwel hoeveel tijd per dag de vogels op het intergetijdengebied kunnen foerageren, en 3) de voedselbeschikbaarheid, ofwel de hoeveelheid en kwaliteit van het voedsel waarop de vogels foerageren (Figuur 7). Het areaal intergetijdengebied en de foerageertijd bepalen het oppervlak geschikt foerageerhabitat en kunnen gecombineerd worden tot de indicator **Areaal droogvalduur**. Uit de ANT studie (de Ronde et al. 2013) is bekend dat areaal met droogvalduur tussen 40% en 80% van de tijd belangrijk is om in de energiebehoefte van de vogels te voorzien. Voor het afwegingskader is gekozen voor een indeling in klassen 0-20%, 20-50%, 50-80%, en 80-100%. **Het areaal met droogvalduur 50-80%** wordt als belangrijkste doelindicator gebruikt (van der Werf et al. 2016a).

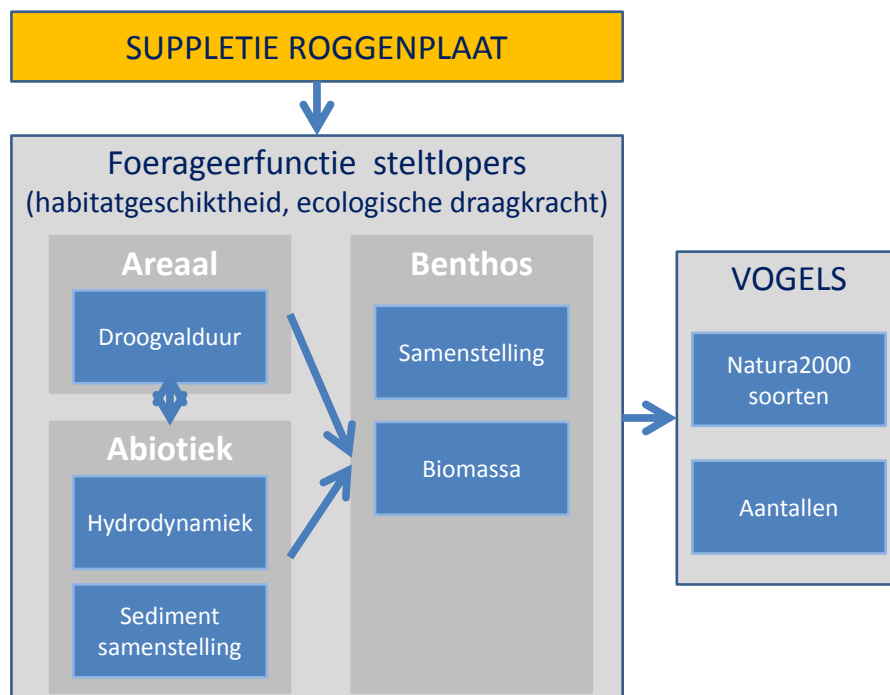
**Voedselbeschikbaarheid of (oogstbaar) voedselaanbod** (biomassa, densiteit, soortensamenstelling van met name bodemdieren) is in de variantenstudie niet meegenomen als doelindicator (niet onderscheidend tussen de onderzochte varianten) maar is binnen de monitoring een cruciaal element om het uiteindelijke doel, de foerageerfunctie en habitatgeschiktheid van de Roggenplaat voor steltlopers, te kunnen beoordelen en evalueren. Voedselbeschikbaarheid hangt van een heleboel factoren af, waaronder droogvalduur, hydrodynamiek, sedimentsamenstelling, maar ook de ruimtelijke verdeling. Er bestaan ook grote seizoenale verschillen en verschillen tussen jaren.

De foerageerfunctie kunnen we ook vertalen naar oppervlak geschikt foerageergebied, wat het areaal aan droogvallend habitat is waar een bepaalde vogelsoort voldoende voedsel kan vinden (i.e. opnametijd en -snelheid is voldoende hoog) zodat in de dagelijkse energiebehoefte kan worden voorzien. Dit zal van soort tot soort verschillen, omdat soorten verschillen in dieet, gedrag, metabolisme, etc.

De suppletie zal de doelindicatoren beïnvloeden en de monitoring is zo opgesteld dat de hoofddoelstelling van het project geëvalueerd kan worden. Tevens beoogt de monitoring en het bijhorende onderzoek ook de nodige

kennis te ontwikkelen voor een flexibel, klimaatbestendig en kosteneffectief kustmanagement. De monitoring focust op de morfologische en ecologische ontwikkeling van de Roggenplaat in zijn geheel en van de suppleties in het bijzonder. In het volgende hoofdstuk worden de aparte monitoringsonderdelen in detail uitgewerkt. Het monitoringsplan heeft een looptijd 2017 – 2024. Er wordt onderscheid gemaakt tussen evaluatievragen en kennisvragen. De evaluatievragen zijn met name gericht op het beantwoorden van de hoofddoelstelling van het project, namelijk het behoud van de (huidige) foerageerfunctie van de Roggenplaat voor de komende 25 jaar (2010 tot 2035). De kennisvragen geven nadere onderbouwing van de evaluatievragen en moeten inzicht geven in de oorzaken van het wel/niet halen van de doelstellingen. Ze zijn tevens essentieel om gericht kennis te ontwikkelen voor toekomstig sedimentbeheer van onze Deltawateren. Beide vragen zijn nodig om de doelstellingen van het project Suppletie Roggenplaat te evalueren en te realiseren.

De Roggenplaat is ook een belangrijk kweekgebied voor mosselen en langs de randen komen mosselpercelen voor. Een aanvullende risicomonitoring zal uitgevoerd worden om mogelijke neveneffecten van de suppleties op de kweekpercelen op te volgen. De risicomonitoring richt zich vooral op de mogelijke korte-termijn effecten (2 jaar) (Wijsman & Kraan, in prep.). De risicomonitoring kijkt vooral naar de ontwikkeling op de kweekpercelen, maar ook naar de voedseltoevoer vanuit de Pijpen naar de kweekpercelen. Daarnaast is voor de risicomonitoring belangrijk om te weten hoe het gesuppleerde sediment zich verspreid over de Roggenplaat en of er aeolisch transport optreedt (Wijsman & Kraan, in prep.) Dit monitoringsplan levert een bijdrage aan de risicomonitoring en wordt zoveel mogelijk gecombineerd en op elkaar afgestemd.



*Figuur 7. Conceptueel schema met de belangrijkste indicatoren t.b.v. de Roggenplaat suppletie monitoring.*

## 5 MONITORINGONDERDELEN SUPPLETIE ROGGENPLAAT

### 5.1 MORFOLOGISCHE ONTWIKKELING (AREAAL DROOGVALDUUR) ROGGENPLAAT

De morfologische ontwikkeling en met name het **Areaal droogvalduur** is een centrale doelindicator voor het evalueren van de Roggenplaat suppletie. Areaal droogvalduur wordt bepaald door de bodemligging te combineren met de cumulatieve verdeling van de waterstand.

**Evaluatievraag: Hoe verandert het areaal droogvalduur in de periode 2017-2024 op de gehele Roggenplaat?**

Voorgestelde metingen: LIDAR, RTK metingen, multibeam (geultjes)

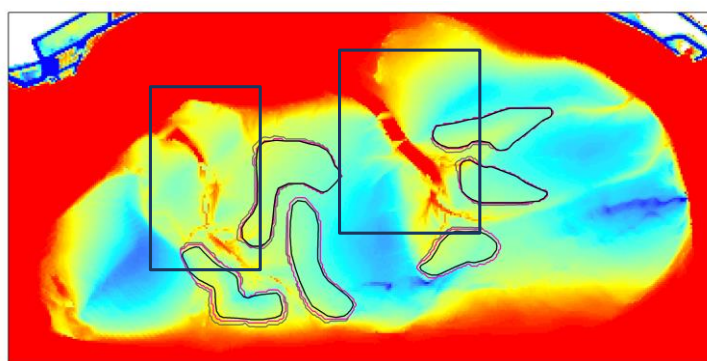
De bodemligging van de Oosterschelde wordt driejaarlijks opgemeten. Voor het intergetijdengebied wordt hiervoor gebruik gemaakt van LIDAR. LIDAR (Light Detection And Ranging of Laser Imaging Detection And Ranging) is een meting van de afstand tussen vliegtuig of helikopter en het grondoppervlak, waarmee in combinatie met de plaatsbepaling van het vliegtuig de hoogte van het grondoppervlak kan worden gemeten. In de periode 2017-2024 zijn LIDAR opnames gepland in 2019 en 2022 (Tabel 5-1). Om de veranderingen op de Roggenplaat van jaar tot jaar te kunnen opvolgen zullen in de tussenliggende jaren aparte LIDAR opnames van de Roggenplaat uitgevoerd worden: 2017, 2018 (voor- en najaar), 2020, 2021 en 2023 (Tabel 5-1).

RTK (GPS-RTK) metingen worden reeds uitgevoerd in het kader van de RWS lange termijn monitoring van de slikken en platen van de Oosterschelde. RTK staat voor Real Time Kinematic. Naast de afstand correcties voor de satellieten wordt ook extra draaggolfinformatie doorgezonden vanaf de basisontvanger zodat een nauwkeurigheid van 2 cm kan worden behaald. RTK metingen gebeuren bij laagwater en worden lopend uitgevoerd door langsheen een raai op vastgestelde afstanden de hoogte te meten. Op de Roggenplaat liggen zes raaien (2x3) die jaarlijks eenmaal (in de periode april - september) opgemeten worden (Tabel 5-1). Deze RTK metingen zijn aanvullend op de LIDAR metingen en kunnen gebruikt worden om de LIDAR metingen te valideren.

De ontwikkeling van de twee grote afwateringsgeulen (Figuur 8) bepaald mede de ontwikkeling van de morfologie van de Roggenplaat en zullen in dezelfde periode als de LIDAR opnames ingemeten worden door RWS met multibeam (Tabel 5-1). Dit gebeurt met een RWS meetschip bij hoogwater.

**Tabel 5-1. Fysische metingen t.b.v. de indicator droogvalduur Roggenplaat: LIDAR, multibeam en RTK. Groen: extra metingen t.b.v. monitoring Roggenplaat. Oranje: reguliere RWS metingen. De metingen worden in een bepaald kwartaal (Q) uitgevoerd en nemen 1-2 meetdagen per kwartaal in beslag (zie tekst).**

	2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024			
Q	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
LIDAR		■				■				■				■				■				■				■				■		
M-beam		■				■				■				■				■				■				■				■		
RTK		■				■				■				■				■				■				■				■		



**Figuur 8. De twee grote afwateringsgeulen van de Roggenplaat. De ontwikkeling van deze geulen zal met multibeam metingen opgevolgd worden.**

**Kennisvragen: Welke processen liggen aan de grondslag van de veranderingen in areaal droogvalduur op de Roggenplaat?**

- **Wanneer en waar treedt vooral erosie op (bijv. bij stormen)?**
- **Hoe verplaatst het sediment zich over de Roggenplaat? (zie ook 5.3)**
- **Zijn er niet-gesuppleerde gebieden (geulen, intergetijdengebied) die beïnvloed worden door de aanwezigheid van de suppleties?**

Voorgestelde metingen:

- aanvullende RTK metingen (aanvullend aan bestaand meetprogramma) + SED sensoren voor morfologie
- wave loggers + ADCPs voor stroming en golven
- drone opnamen voor ruimte dekkende beelden en hoogtemetingen

Aanvullende RTK metingen zullen uitgevoerd worden die over de suppleties en ongesuppleerde delen van de Roggenplaat heen lopen en inzicht moeten geven in de ontwikkeling van de suppleties en aangrenzende niet-gesuppleerde delen (Figuur 9). Deze metingen geven ook inzicht in de ontwikkeling van de suppleties (zie 5.2). Een extra raai in het oostelijke deel moet inzicht geven in de autonome ontwikkeling van dit deel van de Roggenplaat, in aanvulling op de bestaande RWS RTK raaien. RTK metingen worden in de eerste drie jaren na de aanleg van de suppletie 4x per jaar uitgevoerd (per kwartaal 1 opname, in de maanden maart – juni – september - december), vanaf 2021 2x per jaar (september en maart) (Tabel 5-2). Indien extreme events (stormen) zich voordoen, kan besloten worden een extra RTK meting uit te voeren. De RTK metingen worden uitgevoerd bij geschikt laagwater door een team van een 4tal mensen. Per meting worden 1-2 dagen voorzien. Indien metingen in de periode september tot half mei binnen 600 meter van het centrum van één van de twee zeehondenrustplaatsen worden uitgevoerd, wordt er die dag niet gemeten binnen 600 m afstand van het centrum van de andere zeehondenrustplaats langs de andere geul. In de periode half mei – augustus wordt altijd een afstand aangehouden van minstens 800 meter tot het centrum van de zeehondenrustplaatsen. In deze periode zijn een aantal RTK raaien dus korter. Het gaat meer bepaald om de meting die in juni wordt uitgevoerd. Hiermee wordt verstoring van de zeehonden tot een minimum beperkt.

Naast RTK metingen zullen op een aantal locaties SED sensoren geplaatst worden. SED sensoren (Surface Elevation Dynamics sensoren, ontwikkeld door NIOZ) meten continu veranderingen in hoogte en kunnen inzicht verschaffen onder welke omstandigheden veranderingen in bodemhoogte optreden (erosie, sedimentatie). Deze kunnen de hele periode meten (Tabel 5-2). Figuur 9 geeft aan waar SED sensoren bij benadering zullen geplaatst worden, maar de definitieve keuze van de locaties wordt gemaakt na de aanleg. SED sensoren worden bij laag water geplaatst en kunnen een lange periode autonoom meten (tot > 1 jaar). Wel dienen de sensoren regelmatig schoongemaakt worden ter voorkoming van biofouling. SED sensoren worden in januari 2018 geplaatst, waarna ze in maanden maart, mei (vóór 15 mei), juni, juli, augustus (na 15 augustus), september, oktober en december worden gecontroleerd en schoongemaakt. Hierbij wordt ook steeds de hoogte van de sensor gecontroleerd. In december/januari worden de instrumenten meegenomen naar het labo en de data uitgelezen en batterijen vervangen. Daarna worden de instrumenten teruggeplaatst. Alle SED sensoren bevinden zich op een afstand > 600 meter van het centrum van de zeehondenrustplaatsen.

Er zullen tevens drones (UAV – Unmanned Aerial Vehicles) ingezet worden om onder meer hoogtemetingen uit te voeren. Hoogtemetingen met drones is volop in ontwikkeling, en verschillende manieren kunnen gebruikt worden, bijv. via fotografie of LIDAR. Zo kan een drone volgens een vooraf gedefinieerde route vliegen en met een camera overlappende foto's van het op te meten gebied maken. Met behulp van speciale data processing software kunnen individuele foto's dan aan elkaar aangesloten worden waardoor een orthofoto en een 3D-surfacemodel ontstaat. Deze worden tevens aangesloten op het landelijke coördinatenstelsel. Deze methode is nu nog relatief nieuw en innovatief, maar veelbelovend voor de toekomst. Een andere methode is door een LIDAR sensor te bevestigen aan een drone, welke LIDAR metingen vanuit een vliegtuig zou kunnen vervangen (zie boven). Binnen het NIOZ zijn 3 gecertificeerde drone operators aangesteld, en ook bij Wageningen UR is

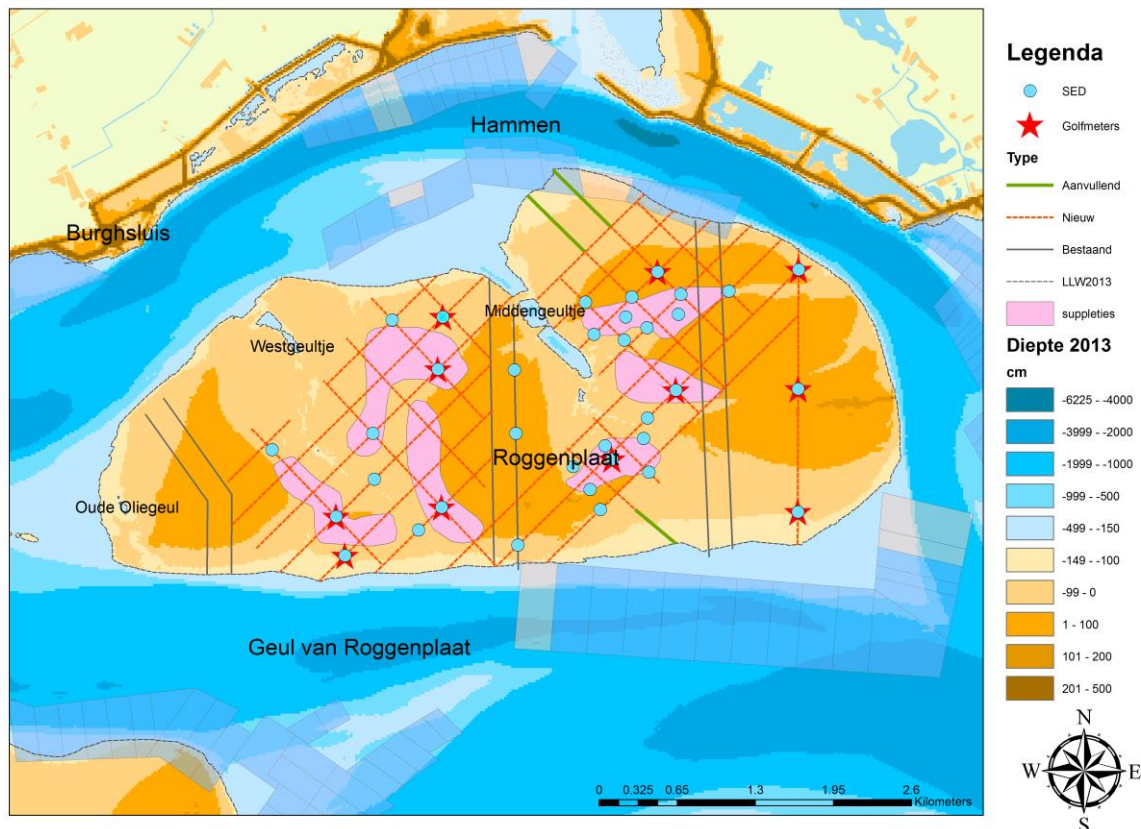
veel ervaring voorhanden. Door de drone meetmethode mee te laten lopen met de RTK en SED metingen in dit project, hebben we een unieke validatie case, en een kans om de diverse punt en lijn metingen tenminste voor een aantal deelgebieden naar een ruimte dekkend beeld te vertalen. Waar nodig kan er sporadisch met de laser-scanner aanvullende metingen worden uitgevoerd. Er wordt altijd een afstand aangehouden van minstens 600 meter tot het centrum van de zeehondenrustplaatsen. Mogelijke verstoring wordt gemonitord en geëvalueerd, maar wanneer voldoende hoog gevlogen wordt zou verstoring wel eens minder kunnen zijn dan verstoring door het uitvoeren van metingen door meetploegen op de plaat. Bij gebleken succes kunnen de drones (een deel van) de RTK metingen overnemen. Tevens kunnen de drones gebruikt worden om eco-elementen zoals oesterriffen en mosselbanken in kaart te brengen, of zelfs vogels te tellen. Drones kunnen ook nog met andere sensoren worden uitgerust, bijv. voor het meten van primaire productie. Deze ontwikkelingen worden op de voet gevolgd en waar interessant ingezet binnen de Roggenplaat monitoring.

Golf- en stroommetingen zullen op een aantal locaties uitgevoerd worden ten behoeve van het vergroten van systeemkennis van de Roggenplaat, in het bijzonder de impact van de suppleties op de waterbeweging, en als validatiemateriaal voor numerieke modellering. Golfmetingen zullen gedaan worden in 2018 en 2019 onder verschillende weersomstandigheden met een focus op stormachtige condities. Figuur 9 geeft aan waar golfmetingen zullen uitgevoerd worden, maar de definitieve keuze van de locaties wordt gemaakt na de aanleg. Golfmeters worden geplaatst en kunnen een lange periode autonoom meten. De instrumenten worden uitgelezen en batterijen vervangen om de zes tot acht weken. Stroommetingen met ADCP's gedurende een springtij/doodtij cyclus zullen door RWS uitgevoerd worden in 2018 en eventueel 2019 op nog nader te bepalen locaties. Hierbij moet gedacht worden aan locaties op de suppleties, tussen de suppleties, etc. De exacte locaties zullen bepaald worden na de aanleg van de suppleties. Stroommetingen gebeuren op locaties waar ook golven gemeten worden. ADCP's worden bij laagwater door een meetploeg van RWS geplaatst en weer opgehaald. Het gaat steeds om één velddag. Alle instrumenten bevinden zich op een afstand > 600 meter van het centrum van de zeehondenrustplaatsen.

Daarnaast zullen ook stroommetingen in de belangrijkste afwateringsgeul (Pijpen) uitgevoerd worden op hetzelfde moment als de stroommetingen op de plaat. Hiervoor zal een meetframe met ADCP worden afgezonken in de geul. Het frame wordt afgezonken bij hoogwater. Deze meting is t.b.v. de T0 nog niet uitgevoerd en voorgesteld wordt om deze alsnog in 2017, vóór de aanleg, uit te voeren, omdat uit de variantenstudie bleek dat de stroming in de Pijpen mogelijk beïnvloed wordt door de aanleg van de suppleties.

**Tabel 5-2. Fysische metingen die inzicht moeten geven in de processen die de morfologische ontwikkeling en droogvalduur op de Roggenplaat beïnvloeden. Groen: extra metingen t.b.v. monitoring Roggenplaat. De metingen worden in een bepaald kwartaal (Q) uitgevoerd, de meetinspanning varieert per onderdeel en staat beschreven in de tekst. Stroming G = stroommetingen in de afwateringsgeul met meetframe.**

	2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024							
Q	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
RTK																																				
SED																																				
Golven																																				
Stroming																																				
Stroming G																																				
Drone																																				



**Figuur 9.** RTK transecten en locaties voor SED metingen en golfmetingen t.b.v. de morfologische ontwikkeling van de Roggenplaat en de suppleties.

## 5.2 MORFOLOGISCHE ONTWIKKELING SUPPLETIES

De suppleties zijn aangelegd met als doel om in 2035 nog voldoende areaal met droogvalduur 50-80% te behouden op de Roggenplaat.

**Evaluatievraag:** Hoe ontwikkelen de individuele suppletie-elementen zich morfologisch en is dit afhankelijk van de locatie op de Roggenplaat?

Voorgestelde metingen: gedetailleerde RTK metingen rondom de suppletie-elementen

**Kennisvraag:** Welke processen liggen aan de grondslag van de veranderingen in de suppletie-elementen en is er interactie tussen de afzonderlijke elementen?

- Wanneer treedt vooral erosie op (bijv. bij stormen), hoe spreidt het sediment zich uit?
- Ontstaan luwtes tussen/achter de suppleties, of geulvorming tussen twee nabijgelegen suppleties?

Voorgestelde metingen:

- RTK metingen, SED sensoren op de top en randen van de suppleties
- tussen suppletie-elementen op een aantal geselecteerde locaties ADCPs en druksensoren om stroming en golfhoogte te meten
- drone opnames voor een ruimte dekkend beeld.

De onder 5.1 voorgestelde metingen dragen ook bij aan deze evaluatie- en kennisvragen. Op twee suppletie-elementen, de meest zuidoostelijke en noordoostelijke, zullen tevens bijkomende meetinstrumenten (SED sensoren, ADCPs, golfsensoren) geplaatst worden om de ontwikkeling van deze twee verschillende suppletie-elementen meer in detail op te volgen. De noordoostelijke suppletie ligt meer in de luwte van de Roggenplaat, en wordt lager aangelegd, terwijl de zuidoostelijke suppletie meer geëxponeerd ligt en hoger wordt aangelegd (zie Figuur 9 voor mogelijke locaties voor de instrumenten op deze twee suppleties). De oppervlakte van beide

suppleties is vergelijkbaar, respectievelijk 24 en 28 hectare. De frequentie en timing van metingen is vergelijkbaar met 5.1 (Tabel 5-3) en instrumenten worden op dezelfde momenten geplaatst, schoongemaakt, gecontroleerd en data uitgelezen. Drones zullen tevens ingezet worden om de morfologische ontwikkeling van de suppleties in de tijd te volgen (zie 5.1). Alle instrumenten bevinden zich op een afstand > 600 meter van het centrum van de zeehondenrustplaatsen.

**Tabel 5-3. Fysische metingen die inzicht moeten geven in de morfologische ontwikkeling van de suppleties en de onderliggende processen. Groen: extra metingen t.b.v. monitoring Roggenplaat. De RTK raaien zijn dezelfde als in Tabel 5-2. De metingen worden in een bepaald kwartaal (Q) uitgevoerd, de meetinspanning varieert per onderdeel en staat beschreven in de tekst.**

	2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024							
Q	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
RTK																																				
SED																																				
Golven																																				
Stroming																																				
Drone																																				

### 5.3 SEDIMENT- & SUSPENSIE-TRANSPORTMETINGEN ROGGENPLAAT

#### Kennisvragen:

- **Waar gaat het gesuppleerde sediment naar toe: blijft het op de plaat, of wordt een deel (relatief snel) afgevoerd via de afwateringsgeulen naar de getijgeulen en de ondiepe randen van de plaat.**
- **Beter begrip krijgen van het morfologisch functioneren van een getijdenplaat, alsook als validatie voor de numerieke modellen.**

Eén van de belangrijkste vragen is of het gesuppleerde zand op de plaat blijft, of dat een deel relatief snel wordt afgevoerd via de krekken naar de getijgeulen cq. mosselpercelen. Daarom stellen we voor suspensietransportmetingen te doen. Dergelijke metingen zijn zeer waardevol ter vergroting van het begrip van de Roggenplaat, alsook als validatiemateriaal voor numerieke modellen (via activiteit 3 zo ook bijdragend aan onderzoeksvraag 2). Deze metingen zouden tamelijk uniek zijn; het aantal detail zandtransportmetingen op intergetijdengebieden is zeer beperkt. Aangezien deze suspensietransportmetingen ook kunnen helpen met het inschatten van zandtransport richting de mosselpercelen, dragen ze ook bij aan de risicomonitoring.

Het suspensietransport zal worden gemeten door het combineren van tijdseries van snelheidsmetingen met tijdseries van zwevend stof concentraties op een aantal locaties in de waterkolom. Voorstel is om vanaf 2 meetframes metingen te doen met een aantal OBS-en (puntmetingen concentraties), 1 AZTM (puntmeting snelheden en concentraties), Vectrino (puntmeting snelheden) en ADCP (verticaal snelheidsprofiel), alsook waterstanden met een druksensor. Deze meetframes zullen ontworpen, gebouwd en getest moeten worden. Sommige meetinstrumenten kunnen wellicht ter beschikking worden gesteld, andere zullen gehuurd moeten worden. Het bodemtransport wordt zo niet gemeten, maar deze bijdrage is naar verwachting kleiner dan de bijdrage van suspensietransport aan het totale zandtransport (gebaseerd op Delft3D berekeningen).

Er zal gedurende ~3 periodes van ~4 weken worden gemeten voorafgaand aan de suppletieaanleg, i.e. najaar 2017. Dit geeft dus suspensietransporten op 6 locaties. Deze metingen zullen worden herhaald in het najaar 2018, als de suppleties aangelegd zijn. De frames met de instrumenten worden bij laag water geplaatst en na 4 weken weer opgehaald. De locaties bevinden zich > 600 m van het centrum van de zeehondenligplaatsen.

Sediment transport zal ook worden gemeten middels grote simpele sediment vallen, die regulier worden geleegd. Deze vallen maken het mogelijk om te kwantificeren hoeveel sediment er gedurende verschillende periodes langs een bepaald punt is gekomen, en vanuit welke hoek het sediment is aangevoerd. Doordat het een goedkope meetmethode betreft, is het mogelijk in ruimtelijke patronen en langs raaien te meten. De metingen zullen daarom nabij de in Figuur 9 aangegeven meetpunten worden uitgevoerd.



## 5.4 VOEDSELBESCHIKBAARHEID ROGGENPLAAT

### **Evaluatievraag: Hoe ontwikkelt de voedselbeschikbaarheid (i.e. bodemdieren) zich op de Roggenplaat na uitvoering van de suppletie?**

De draagkracht van een getijdenplaat voor steltlopers wordt primair bepaald door het voedselaanbod. De hoeveelheid geschikt voedsel dat aanwezig is, maar ook de bereikbaarheid van dat voedsel bepalen welke soorten en in welke dichtheden deze soorten kunnen voorkomen. Voor steltlopers zijn bodemdieren het belangrijkste voedsel. Bodemdieren stellen vaak specifieke eisen aan hun omgeving. Droogvalduur, dynamiek, en sedimentsamenstelling bepalen in belangrijke mate het voorkomen. De aantallen en biomassa's van bodemdieren variëren binnen een jaar en kunnen ook van jaar tot jaar sterk variëren, afhankelijk van allerlei factoren zoals temperatuur, predatie, enz.

Bodemdieren kunnen op verschillende manieren bemonsterd worden. De traditionele methode, die ook binnen MWTL wordt gebruikt, is het nemen van één of meerdere sediment cores op een locatie (tegenwoordig wordt binnen MWTL een mengmonster van 2 cores met diameter 10 cm, 25-30 cm diep). De inhoud wordt in het veld over een zeef met een maaswijdte van 1 mm gespoeld, en het residu gefixeerd in pH-geneutraliseerde formaline voor latere analyse in het laboratorium. Alle informatie m.b.t. de meetlocatie zoals datum, tijd, monsternummer, steekdiepte, sediment beschrijving, aantal potten en overige opmerkingen worden vastgelegd in een monsterformulier. In het laboratorium wordt het monster verder gesorteerd, alle individuen gedetermineerd tot het laagst mogelijke taxonomische niveau, geteld en gewogen t.b.v. asvrij drooggewicht bepaling. De biomassa wordt uitgedrukt als asvrij drooggewicht (AFDW), en bepaald op volgende wijzen:

- Door het direct bepalen van het AFDW;
- Door gebruik te maken van conversiefactoren die de relatie beschrijven tussen lengte en AFDW, hoogte en AFDW of natgewicht en AFDW.

Bij voorkeur dient het hele monster geanalyseerd te worden. In het geval een of meerdere soorten in heel hoge dichtheden voorkomen, is het nemen van een deelmonster toegestaan.

Uit deze benthos data worden parameters afgeleid zoals soortenrijkdom, diversiteit, densiteit (aantal individuen per core of per m<sup>2</sup>), en biomassa (asvrijdrooggewicht per core of per m<sup>2</sup>). Deze informatie kan dan verder vertaald worden naar beschikbaar voedsel voor steltlopers, op basis van het dieet van een welbepaalde soort.

Standaard wordt bij de MWTL methode ook een sedimentmonster genomen voor sedimentsamenstelling (korrelgrootteverdeling). Voor de analyse van de sedimentkarakteristiek wordt met een steekbuisje een monster van 3 cm diep genomen. Het monster wordt diepgevroren bewaard voor latere analyse van de korrelgrootte. Analyse gebeurt via laser diffractie methode (Malvern, MWTL protocol). Sedimentsamenstelling is ook een belangrijke parameter bij het verder ontwikkelen en valideren van het modelinstrumentarium.

Recent wordt in de Oosterschelde en Westerschelde ook een aanvullende methode gebruikt om beter inzicht te krijgen in de ruimtelijke verspreiding van in het veld herkenbare bodemdiersoorten, de zogenaamde veldmethode, ontwikkeld door RWS-CIV (Edwin Parea). Via een snelle screening, visueel door het bekijken van het sediment oppervlak en door enkele scheppen in het sediment, wordt de aanwezigheid van bepaalde soorten bepaald. Dit gebeurt door zowel te kijken naar de sporen die soorten nalaten (bijv. de pierenhoopjes van de wadpier) als de aanwezigheid van de soorten zelf. Het gaat met name om in het veld gemakkelijk te herkennen soorten. RWS heeft hiervoor een protocol opgesteld. Beide methodes, de MWTL methode en de veldmethode, leveren specifieke informatie en zijn aanvullend aan elkaar. De MWTL methode levert informatie over de voedselbeschikbaarheid op een bepaalde locatie, inclusief de biomassa. Maar de ruimtelijke dekking is eerder gering. Met de veldmethode kan een betere ruimtelijke dekking verkregen worden omwille van het snelle karakter van de veldmeting. Beperking is dat vooral gescoord wordt op aanwezigheid van een soort (en voor twee soorten, wadpier en kokkel, een indicatie van de aantallen), en er geen informatie beschikbaar is over aantallen of biomassa's. Tevens is het aantal soorten dat in het veld gemakkelijk en snel kan worden herkend beperkt. De veldmethode (RWS-CIV) wordt voorgesteld om de ontwikkeling van de suppleties nader op te volgen (zie 5.6).

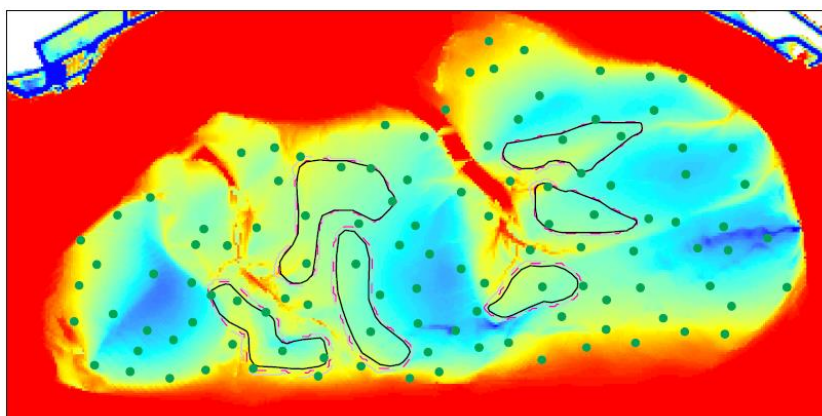
Voorgestelde metingen voedselbeschikbaarheid Roggenplaat: Bodemdierenbemonstering (MWTL methode) in 2018 (1 jaar na aanleg van de suppletie), 2020 (3 jaar na aanleg), en 2022 (5 jaar na de aanleg)

Om inzicht te krijgen in het voedselaanbod op de Roggenplaat voor steltlopers zal op een 115tal locaties het macrobenthos bemonsterd worden (MWTL methode). Dit zal drie keer in de tijd gebeuren: 1 jaar na aanleg van de suppletie (2018), 3 jaar (2020) en 5 jaar (2022) na aanleg (Tabel 5-4). Deze bemonstering is ook in 2015 uitgevoerd als onderdeel van de T0 (zie Ysebaert et al. 2016 voor meer details) op dezelfde locaties (Figuur 10). Ook in 2007, 1989 en 1985 zijn grotendeels dezelfde locaties bemonsterd. De verdeling van de locaties over de plaat zorgt voor een goede spreiding met betrekking tot droogvalduur, oriëntatie en ruimtelijke variatie. De locaties die binnen de suppleties vallen worden opgenomen binnen de ecologische evaluatie van de suppleties (zie 5.6). Naast bodemdieren wordt ook sediment bemonsterd voor analyse van de korrelgrootteverdeling. De bemonstering gebeurt in het najaar (tweede helft september, begin oktober), en neemt 2 tot 3 meetdagen in beslag met min. zes mensen (3-4 teams). Indien er binnen 600 meter van het centrum van één van de zeehondenrustplaatsen gemonsterd wordt, wordt er die dag niet gemonsterd binnen 600 m afstand van het centrum van de andere zeehondenrustplaats langs de andere geul.

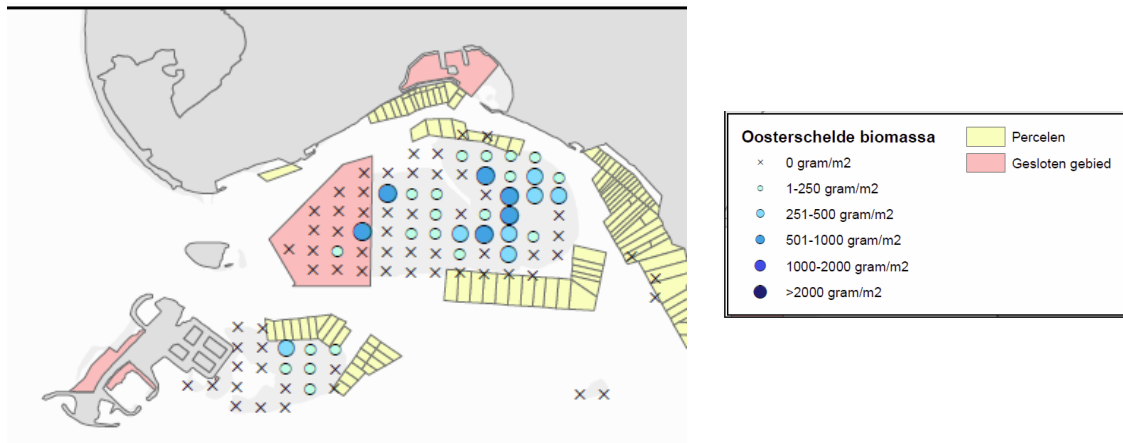
Daarnaast zal gebruik gemaakt worden van de WOT bestandopnames van Wageningen Marine Research om inzicht te krijgen in de schelpdierbestanden (met name kokkel en oester) op de Roggenplaat. Deze metingen worden uitgevoerd in de Waddenzee, Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van de Wettelijke Onderzoekstaken (WOT Visserij) ‘Schelpdieren’. De kokkelbestandsopname wordt jaarlijks uitgevoerd om te kunnen bepalen hoeveel er gevist mag worden en is daarnaast ook van belang voor evaluatie van beheersmaatregelen en effectstudies in het kader van bijvoorbeeld Natura 2000 en de natuurbeschermingswet. De kokkelbestandsopname wordt sinds 1990 uitgevoerd in de Oosterschelde. In de Ooster- en Westerschelde wordt de bemonstering uitgevoerd met behulp van vaartuigen van de Rijksrederij (MS Regulus en MS Luctor) door IMARES in samenwerking met de visserijkundig ambtenaren van het ministerie van EZ en de bemanning van de schepen. Op elk station wordt een benthos monster genomen met een kokkelschepje (van Asch et al. 2016), waarbij voor de plaatsbepaling gebruik is gemaakt van GPS-apparatuur in combinatie met het navigatieprogramma MaxSea TimeZero. Wanneer locaties te voet of vanuit de bijboot zijn bemonsterd, is gebruik gemaakt van een hand-GPS (Garmin). De kokkel survey op de Roggenplaat bestaat uit 72 meetpunten (Figuur 11, zie bijv. van Asch et al. 2016). Metingen worden uitgevoerd in het voorjaar – vroege zomer (Tabel 5-4). Naast kokkels worden ook de aanwezigheid van andere schelpdieren zoals nonnetje en venusschelp gemonitord. Voor oesterriffen: zie 5.5. Oesterriffen.

**Tabel 5-4. Bodemdieren en voedselkwaliteit Roggenplaat. Groen: extra metingen t.b.v. monitoring Roggenplaat (115 locaties, MWTL methode). Rood: WOT kokkel en oester survey door Wageningen Marine Research. De metingen worden in een bepaald kwartaal (Q) uitgevoerd, de meetinspanning varieert per onderdeel en staat beschreven in de tekst.**

	2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024			
Q	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Benthos																																
Kokkel																																
Oester																																



**Figuur 10. Macrobenthos locaties t.b.v. de bepaling van het voedselaanbod op de Roggenplaat. De 115 locaties op deze kaart zijn in 2015 bemonsterd (zie Ysebaert et al. 2016).**



**Figuur 11. Meetpunten kokkel survey Roggenplaat. De kokkel biomassa refereert naar het jaar 2016 (van Asch et al. 2016).**

**Kennisvraag: Is het voorkomen van de bodemdiergemeenschap gerelateerd aan (lokale) factoren zoals droogvalduur, hydrodynamiek en sedimentsamenstelling? Is de voedselbeschikbaarheid gerelateerd aan regionale (systeem) factoren zoals primaire productie?**

Het voorkomen van het macrobenthos zal in relatie gebracht worden met verschillen in droogvalduur, hydrodynamiek en sedimentsamenstelling. Correlatieve verbanden zullen onderzocht worden tussen verschillen in omgevingsvariabelen en verschillen in de bodemdiergemeenschap. Dit zal gebruikt worden om de habitatgeschiktheid van de Roggenplaat voor steltlopers te bepalen. Daarnaast kan de primaire productie van de Oosterschelde bepalend zijn voor de totale biomassa aan bodemdieren in de Oosterschelde. Primaire productiemetingen vormen geen onderdeel van dit monitoringsplan en wordt momenteel ook niet meer gemeten in de Oosterschelde. Indien besloten wordt om in andere kaders primaire productie in de Oosterschelde te meten kan dit meegenomen worden in de evaluatie. Dit kan inzicht geven in de trends in bodemdieren over de jaren heen.

## 5.5 OESTERRIFFEN

Op de Roggenplaat is een aantal natuurlijke Japanse oesterriffen aanwezig, langs de geulen en in het noorden langs de plaatrand. Deze riffen zijn vitaal en kenmerken zich door een grote soortenrijkdom. Het gaat in de meeste gevallen om gemengde banken van oesters met mosselen. Gezien deze ecologische waarde en het vermogen van oesterriffen om het onderliggende sediment te beschermen tegen erosie, was het niet wenselijk om bovenop de bestaande riffen te suppleren (van der Werf et al. 2016a). De gebieden met natuurlijk riffen werden om die reden uitgesloten. Dat wil niet zeggen dat de oesterriffen mogelijk beïnvloed worden door de suppleties, bijv. door inspoelen van suppletiezand in de riffen.

**Evaluatievraag: Hoe ontwikkelen de oesterriffen zich in de periode 2018 – 2024 op de Roggenplaat?**

Metingen: WOT oester survey van Wageningen Marine Research

Om de ontwikkeling van de oesterriffen op te volgen zal in eerste instantie gebruik gemaakt worden van de WOT survey naar mossel- en oesterbanken op droogvallende slikken en platen die door Wageningen Marine Research jaarlijks wordt uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Schelpdieren'. De survey behelst het bepalen van het areaal en het bestand aan mossel- en oesterbanken (zie bijv. van den Ende et al. 2016). Als onderdeel van het WOT-programma heeft dit onderzoek tot doel de informatie over de aanwezige schelpdierbestanden in de Nederlandse kustwateren, en meer in het bijzonder de litorale mossel- en oesterbestanden, te actualiseren en beschikbaar te maken voor het beleid. Het inmeten van de oester en mosselbanken vindt te voet plaats tijdens laagwater, hierbij worden de contouren van de banken geregistreerd met GPS apparatuur. Binnen de beschikbare tijd worden zoveel mogelijk banken bezocht. Voor het bepalen van het totale areaal aan mossel en oesterbanken wordt voor de niet bezochte banken uitgegaan van gegevens uit

eerdere jaren. Het aanwezige bestand op de droogvallende platen in de Oosterschelde wordt gekwantificeerd op basis van bodem monsters die zijn verzameld binnen een gestratificeerd grid in de oester en mosselbanken. Figuur 12 geeft weer waar momenteel oesterriffen voorkomen op de Roggenplaat. Er zal in het kader van de WOT survey extra aandacht geschonken worden aan de ontwikkeling van de oesterriffen op de Roggenplaat. Metingen worden uitgevoerd in het voorjaar – vroege zomer (Tabel 5-4). Wanneer veranderingen geconstateerd worden die mogelijks te maken hebben met de suppleties zal nader onderzoek uitgevoerd dienen te worden, eventueel via studentenonderwerpen. Dit is verder niet opgenomen in dit monitoringsplan.



**Figuur 12. Oesterriffen aanwezig in het mondingsgebied van de Oosterschelde (2015). Bron: van den Ende et al 2016.**

**Kennisvraag: Hebben oesterriffen nog een rol in het vasthouden van (gesuppleerd) sediment op de Roggenplaat?**

Voorgestelde metingen: een aantal RTK raaien die over de oesterriffen heen lopen

De RTK raaien uit 5.1 lopen over een aantal oesterriffen en zullen gebruikt worden om het mogelijke effect van de oesterriffen op te volgen. Indien nodig worden een aantal extra raaien over de oesterriffen heen geplaatst, afhankelijk van de ontwikkeling van de suppleties en de oesterriffen. Daarnaast kan eventueel via studentenonderwerpen meer in detail gekeken worden naar de rol van de oesterriffen. Drone opnames zullen hier ook voor ingezet worden.

## 5.6 ECOLOGISCHE ONTWIKKELING SUPPLETIES

De suppleties zijn aangelegd met als doel om in 2035 nog voldoende areaal met droogvalduur 50-80% te behouden op de Roggenplaat. Maar daarnaast moeten de suppleties ook bijdragen aan de voedselbeschikbaarheid voor steltlopers. Na aanleg zal op 238 ha geen voedsel voorkomen, omdat alle bodemleven vernietigd is door de suppleties. Het herstel zal enkele jaren duren, en mogelijk ontwikkelt zich er ook een andere bodemdiergemeenschap omdat de omstandigheden op de suppleties veranderd zijn (droogvalduur, sedimentsamenstelling, ...).

**Evaluatievraag: Hoe ontwikkelt de bodemdiergemeenschap zich op de afzonderlijke suppletie-elementen?**

**Kennisvraag: Is de ontwikkeling van de bodemdieren gerelateerd aan, droogvalduur, hydrodynamiek, sedimentdynamiek, etc.?**

Voorgestelde metingen: combinatie van meer gedetailleerde en frequente bodemdieren bemonsteringen (MWTL en veldmethode)

MWTL bemonstering zal uitgevoerd worden volgens een stratified random design: 3 zones per suppletie-element (top van de suppletie, geëxponeerde zijde en luwe zijde), 3 replica's per zone per suppletie, 54 locaties in totaal (MWTL methode, zie boven). De exacte positie van deze locaties zal bepaald worden na de aanleg. Twee suppletie-elementen zullen in meer detail opgevolgd worden (20 locaties per suppletie). Dit zijn ook de suppleties waar meer gedetailleerde fysische metingen worden uitgevoerd. Het gaat om de noordoostelijke en zuidoostelijke suppleties (zie 5.2). Ook voor deze locaties zullen de exacte posities na de aanleg bepaald worden. Indien mogelijk wordt ook op deze locaties bemonsterd tijdens de kokkel survey voor het bepalen van de ontwikkeling van de schelpdierbestanden op de suppleties. Dit wordt verder met Wageningen Marine Research opgepakt.

Daarnaast wordt de veldmethode (RWS-CIV methode, zie boven) gebruikt om een betere inschatting te krijgen van de ruimtelijke ontwikkeling op de suppletie-elementen. Dit design dient in nader overleg met RWS-CIV bepaald te worden en wordt door RWS-CIV uitgevoerd.

Deze bemonsteringen gebeuren in het najaar (tweede helft september, begin oktober) van 2018, 2019, 2020, 2021 en 2022 (Tabel 5-5). Kort na de aanleg van de suppleties (Q1 of Q2 2018) worden de locaties tevens bezocht om na te gaan of er nog bodemleven aanwezig is na aanleg.

**Tabel 5-5. Benthos ontwikkeling suppleties. Groen: extra metingen t.b.v. monitoring Roggenplaat. De metingen worden in een bepaald kwartaal (Q) uitgevoerd, de meetinspanning varieert per onderdeel en staat beschreven in de tekst.**

	2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024							
Q	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Benthos suppleties																																				

## 5.7 FOERAGEERFUNCTIE ROGGENPLAAT VOOR STELTLOPERS EN BERGEEND

**Evaluatievraag: Hoe wordt de Roggenplaat gebruikt door steltlopers in ruimte en tijd? Welke soorten komen voor en in welke aantallen?**

**Kennisvraag: Hoe worden de suppleties benut door deze vogels?**

Voorgestelde metingen: maandelijkse integrale laagwatertellingen van de Roggenplaat, met aandacht voor het gebruik van de individuele suppletie-elementen door watervogels.

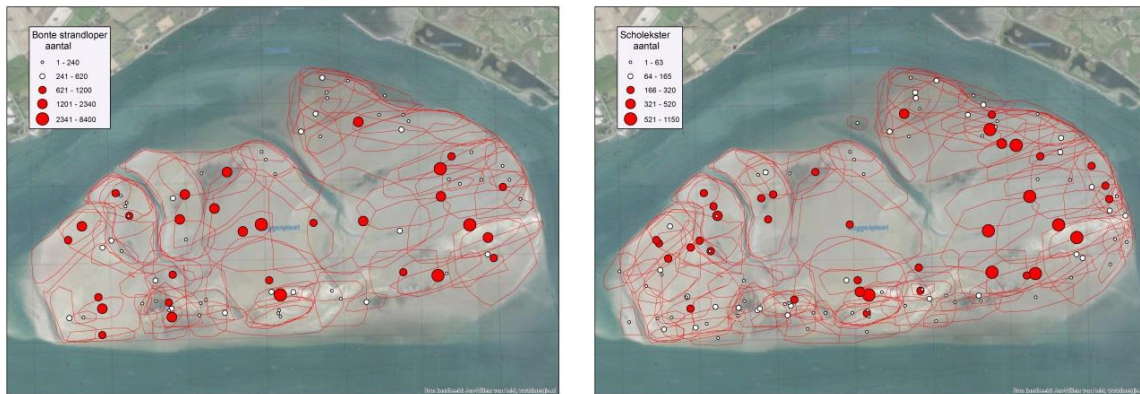
Integrale laagwatertellingen kunnen inzicht verschaffen van het gebruik en de verspreiding van watervogels op de Roggenplaat. In de winter van 2015 is gestart met deze laagwatertellingen (Arts et al. 2016b, van der Werf et al. 2016a, b). Figuur 13 geeft een voorbeeld van zo'n telling en toont de verspreiding van twee steltlopersoorten in de winter 2015-2016 rond laagwater. Voor elke soort is de verspreiding in november, december, januari en februari in één kaart weergegeven. Dit geeft een beeld van waar de verschillende soorten het meest voorkomen op de Roggenplaat gedurende de winterperiode.

Tellingen worden uitgevoerd vanaf een boot met minstens twee ervaren vogeltellers. De boot dient stabiel en over een voldoende hoog waarnemingsplatform te beschikken (bijv. de Hammen van de Rijksrederij). De tellingen gebeuren 1-2 uur na hoogwater, 3-4 na hoogwater, en rond de laagwaterperiode (5-6 uur na hoogwater). Tijdens de tellingen worden alle steltlopers en eendachtigen (met name bergeend en rotgans) tot op soort geteld en gekarteerd op kaarten waar ze voorkomen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen foeragerende en niet-foeragerende vogels. Bij de monitoring van de vogels houdt de boot minstens 600 m afstand tot het centrum van de zeehondenrustplaatsen, tijdens de zoogperiode in de periode half mei – augustus 800 m.

Tellingen worden 8x per jaar uitgevoerd, gedurende het winterhalfjaar (oktober – maart), tijdens de voorjaarsstrek (mei) en éénmaal in de zomer (augustus) (Tabel 5-6). Er zal worden getracht om onderscheid te maken tussen de suppleties en de niet-gesuppleerde delen. Hiervoor zal een aangepast protocol worden gemaakt na de aanleg en een eerste visuele inspectie.

**Tabel 5-6. Laagwatertellingen watervogels. Groen: extra metingen t.b.v. monitoring Roggenplaat. De metingen worden in een bepaald kwartaal (Q) uitgevoerd, de meetinspanning varieert per onderdeel en staat beschreven in de tekst.**

	2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024							
Q	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
LW tellingen																																				



**Figuur 13. Voorbeeld van de verspreiding van twee foeragerende steltlopers (bonte strandloper en scholekester) in de periode november 2015 – februari 2016 op de Roggenplaat (zie ook van der Werf et al. 2016a,b, Arts et al. 2016b).**

**Kennisvraag: Is de verspreiding van steltlopers gerelateerd aan factoren zoals droogvalduur, sedimentsamenstelling (vocht) en voedselkwaliteit?**

De resultaten van de integrale laagwatertellingen zullen in relatie gebracht worden met het voorkomen en de ruimtelijke verspreiding van het voedsel, de droogvalduur, enz. Samen met de voedselvoorkeur (prooikeuze) van de steltlopers zal hiermee de habitatgeschiktheid van de Roggenplaat voor de verschillende soorten steltlopers in kaart gebracht worden en over de tijd geëvalueerd. Dit gebeurt in de integratie (synthese) en evaluatie fases van het project.

**Kennisvraag: Hoe verhoudt de ontwikkeling van de vogelstand op de Roggenplaat zich tot de ontwikkelingen in de overige deelgebieden van de Oosterschelde?**

De aantallen en trends op de Roggenplaat (mondingsgebied Oosterschelde) worden vergeleken met de hoogwatertellingen uit het MWTL programma voor de volledige Oosterschelde.

## 5.8 FOERAGEERFUNCTIE SUPPLETIES

**Kennisvraag: Hoe worden de suppleties benut door steltlopers in vergelijking tot niet-gesuppleerde delen van de Roggenplaat?**

De laagwatertellingen kunnen een idee geven over hoe de suppleties gebruikt worden door steltlopers, maar het is nog onduidelijk hoe goed de observaties zullen zijn vanop een schip en of het onderscheid tussen de gesuppleerde delen en niet-gesuppleerde duidelijk te maken is. Recent worden meer en meer camera's ingezet om observaties te doen aan vogels of andere soorten. Experimenten in binnen- en buitenland met goedkope (wildlife) camera's lijken nuttige waarnemingen op te leveren. Deze kunnen relatief eenvoudig op een staaf bevestigd worden die boven het water uitsteekt. We stellen voor een aantal van deze camera's te installeren op de twee contrasterende (noordoost en zuidoost) suppletie-elementen waar we reeds meer in detail de morfologische en ecologische ontwikkelingen opvolgen, om daarmee ook het gebruik door vogels op te volgen. Camera's worden dusdanig geïnstalleerd dat ze een permanent kwadraat (pq) kunnen opvolgen. Per suppletie worden een zestal pq's gemarkeerd, alsmede een paar referentie pq's op niet gesuppleerde delen in de buurt

van de suppleties. De camera's kunnen ook ingezet worden voor andere observaties zoals morfologische ontwikkeling, wierontwikkeling, etc. Dit zijn tevens interessante studentenonderwerpen.

Er bestaan ook meer geavanceerde camerasystemen die vogels en hun gedrag kunnen observeren, zoals bijv. de meetpaal die ontwikkeld is in de Waddenzee in het project Mosselwad (<https://www.sovon.nl/nl/content/mosselwad>). Deze meetpaal kan geautomatiseerd beelden en video's vastleggen van de morfologie, hydrodynamica en vogel predatie op mosselbanken en werd ontwikkeld aan het Fysisch Geografisch Laboratorium van de Universiteit Utrecht. Het systeem bestaat uit een stelbare camera op een paal met een registratiesysteem. Er zal nader onderzocht worden of deze meetpalen ook kunnen ingezet worden op de Roggenplaat, maar valt momenteel buiten het huidige monitoringsplan.

## 5.9 ZEEHONDEN

In de Oosterschelde vormt de Roggenplaat de belangrijkste ligplaats voor de Gewone Zeehond, met name in de Middengeul (Pijpen) en Westgeul. De Roggenplaat is de enige belangrijke lig- en zoogplaats van Gewone Zeehond jongen in de Oosterschelde (Arts et al. 2015, 2016a). De Gewone Zeehond baart jongen in de zomer. Pups worden waargenomen in de maanden april t/m augustus. De Grijze Zeehond wordt in de Oosterschelde waargenomen op de Roggenplaat en Galgenplaat. Op de Roggenplaat is vooral de Westgeul een belangrijk liggebied (Arts et al. 2015, 2016a). De Grijze Zeehond baart jongen in de winter. Pups worden waargenomen in de maanden november t/m april maar in de Oosterschelde worden geen pups waargenomen (Arts et al. 2015, 2016a).

### **Evaluatievraag: Ondervinden zeehonden op de Roggenplaat hinder tijdens de aanleg van de suppletie?**

Voorgestelde metingen: frequente tellingen van het aantal zeehonden + gedrag tijdens de aanleg

Zeehonden zijn verstoringgevoelig en er kan mogelijk een verstoring optreden van de zeehonden tijdens de aanleg van de suppletie (neveneffect, zie van der Werf et al. 2016a). Er zullen tijdens de aanleg regelmatig extra observaties gedaan worden vanop een schip en vanop land over de aanwezigheid van zeehonden in de Middengeul (Pijpen) en Westgeul (Tabel 5-7). Dit zal o.a. onderdeel vormen van een studentenonderzoek.

**Tabel 5-7. Zeehonden observaties tijdens de aanleg. Groen: extra metingen t.b.v. monitoring Roggenplaat. De metingen worden in een bepaald kwartaal (Q) uitgevoerd, de meetinspanning varieert per onderdeel en staat beschreven in de tekst.**

	2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024			
Q	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Zeehonden observaties																																

### **Evaluatievraag: Hoe ontwikkelt de zeehondenpopulatie zich op de Roggenplaat in de periode 2018 – 2024 (in vgl. tot de OS en Delta populatie)?**

Metingen: jaarlijkse MWTL tellingen zeehonden

Er wordt niet direct een effect verwacht van de suppletie na aanleg, tenzij de geulen(randen) waar de zeehonden rusten dusdanig veranderen dat ze niet meer geschikt zijn als ligplaats. De MWTL zeehonden tellingen, opgenomen in het biologisch monitoring programma van de Zoute Rijkswateren, zullen gebruikt worden om de evolutie van de zeehonden aantallen op de Roggenplaat te plaatsen t.o.v. de trends in de gehele Oosterschelde en Delta populatie (Arts et al., 2016a). Deze vliegtuigtellingen gebeuren bij laagwater. Tot het seizoen 1994/1995 waren de tellingen nog onregelmatig, daarna vrijwel maandelijks. Vanaf 2014/2015 gebeuren er geen vliegtuigtellingen meer in september en oktober. In november wordt alleen de Voordelta geteld. In elk kwartaal van het jaar vinden er dan ook tellingen plaats (Tabel 5-8).

**Tabel 5-8. Zeehonden tellingen vanuit het MWTL programma worden gebruikt om de evolutie van de zeehondenpopulatie op te volgen. Oranje: MWTL zeehonden tellingen.**

	2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024							
Q	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Zeehonden MWTL																																				

## 5.10 PROEVEN OPTIMALISATIE SUPPLETIE

**Kennisvraag: Kan de rekolonisatiesnelheid van een suppletie bevorderd worden door het ‘primeren’ van de suppletie met een levende bodemdiergemeenschap?**

Onderzoek heeft aangetoond dat i) de kolonisatiesnelheid van lege habitats (na suppleren) sterk van soort tot soort kan verschillen, en ii) dat de creatie van dergelijke lege habitats exoten de kans kan bieden om zich te vestigen. Door het aanbrengen van een bodemdierengemeenschap in een nieuw “leeg” habitat, willen we het toekomstig herstel en ontwikkeling van dat habitat i) versnellen en ii) in een gewenste richting te sturen (d.w.z., (invasieve) exoten buiten houden). Hiervoor zullen drie plots met een schaal van 50 x 50 m geprimed worden (zie van der Werf et al. 2016b). De drie priming plots zijn gelokaliseerd op het noordoostelijk gelegen suppletie-element.

Als onderdeel van de monitoring volgend op de zandsuppletie Roggeplaat, zullen de test-priming locaties specifiek opgevolgd worden. Om de effecten van de test-priming te monitoren, zal er standaard op 5 locaties per priming-gebied worden gemonsterd voor bodemdieren (MWTL methode):

- 3 x 5 = 15 locaties in 3 priming gebieden
- 3 x 5 = 15 locaties in 3 referentie gebieden (hiervoor wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de bemonsteringen uit 5.6)

Daarnaast wordt aanvullend met de veldmethode extra informatie verzameld over een aantal karakteristieke soorten. De bemonstering zal op verschillende momenten in de tijd worden uitgevoerd, om daarmee de effectiviteit van de priming te bepalen (Tabel 5-9):

- bepalen van de aangebrachte benthos → meten direct na priming (priming + referentie gebied)
- bepalen van de overleving van de benthos → meten 2 en 4 maanden na priming
- *Opmerking: bij te lage overleving van de priming zullen de priming plots niet verder apart gemonitord worden*
- bemonstering voor lange-termijn effecten
  - o Benthos gemeenschap → meten 1, 2 en 3 jaar na priming, in augustus / september, samen met de reguliere monitoring

Alle meetlocaties en instrumenten bevinden zich op een afstand > 600 meter van het centrum van de zeehondenrustplaatsen.

Behalve bodemdieren zullen ook de morfologische effecten van priming worden gemeten, door te kijken naar i) bodemcompactie en ii) vervlakken van sediment reliëf. Dit zal idealiter worden gedaan door

- het nemen van bodemmonsters voor bulkdichtheid en korrelgrote, tijdens de benthos bemonstering
- de inzet van de laser scanner om daarmee regelmatig vlakdekken de hoogte veranderingen te meten
- de inzet van SED-sensoren om daarmee continue de veranderingen in bodemhoogte te meten

**Tabel 5-9. Priming. Groen: extra metingen t.b.v. monitoring Roggeplaat. De metingen worden in een bepaald kwartaal uitgevoerd, de meetinspanning varieert per onderdeel en staat beschreven in de tekst. De najaarsbemonsteringen (Q3) worden enkel uitgevoerd na succesvolle eerste ontwikkelingen.**

	2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024			
Q	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Priming																																
Priming bemonstering																																



## 6 MITIGERENDE MAATREGELEN T.A.V. VERSTORING

Monitoringsactiviteiten kunnen tot verstoring leiden van zeezoogdieren en vogels. In het monitoringsplan is hieraan de nodige aandacht besteed en een aantal zaken zijn in acht genomen om verstoring te voorkomen. Hierover is bij de verschillende onderdelen aandacht aan besteed. Onderscheid dient gemaakt te worden tussen monitoringsactiviteiten die bij laagwater op de plaat uitgevoerd worden, activiteiten bij laag water vanop een meetschip, activiteiten bij hoog vanop een meetschip, en activiteiten vanuit de lucht. Hoe deze activiteiten zoveel mogelijk gemitigeerd worden t.a.v. verstoring wordt hieronder samengevat.

### *Monitoringsactiviteiten bij laagwater op de plaat*

Met name rustende zeehonden en foeragerende steltlopers kunnen door deze monitoringsactiviteiten op de Roggenplaat beïnvloed worden. Er zijn twee belangrijke zeehondenligplaatsen op de Roggenplaat, nabij de twee grote afwateringsgeulen in het noorden van de plaat. Vooral tijdens de zoogperiode tussen half mei en half september moet verstoring vermeden worden. Daarom worden in deze periode geen enkele monitoringsactiviteiten uitgevoerd op een afstand < 800 m. Buiten deze zoogperiode wordt erop gelet dat monitoringsactiviteiten nooit tegelijkertijd bij de twee zeehondenligplaatsen plaatsvindt. Dit geldt met name voor de RTK metingen en de benthos bemonsteringen in het najaar. Alle instrumenten die (tijdens laag water) op de Roggenplaat geplaatst en bezocht worden bevinden zich op een afstand > 600 m van het centrum van de zeehondenligplaatsen. Hiermee wordt verstoring tot een minimum herleid.

Daarnaast kunnen de monitoringsactiviteiten invloed hebben op foeragerende steltlopers. Bij daglicht wordt doorgaans voor wandelaars een verstoringsafstand van 200 m aangehouden (Krijgsveld et al. 2008). Dit betekent dat een meetploeg die zich op de Roggenplaat bevindt maximaal zo'n 12.5 ha tijdelijk verstoort. Er wordt maximaal met 4 teams of meetploegen gewerkt op de Roggenplaat, wat potentieel een verstoring van zo'n 50 ha met zich meebrengt. Dit vertegenwoordigt slechts 3.4 % van de gehele Roggenplaat (1460 ha groot). De vogels die hier aanwezig zijn kunnen gemakkelijk uitwijken naar andere delen van de Roggenplaat. Meetploegen zullen niet op alle delen van de Roggenplaat tegelijk actief zijn, maar zich concentreren in de westelijke dan wel oostelijke helft van de plaat, waardoor maximale uitwijkmogelijkheden voor de vogels geboden wordt. Tijdens de meeste meetdagen zal de volledige laagwaterperiode benut worden, waarbij in de meeste gevallen meetploegen zich continu verplaatsen, waardoor verstoring op één locatie slechts tijdelijk is. Ingeschat wordt dat op jaarbasis maximaal 25-30 meetdagen op de Roggenplaat bij laagwater zullen uitgevoerd worden (Tabel 6-1). De meeste metingen gebeuren buiten de zoogperiode van de zeehonden en vallen buiten de overwinteringsperiode (nov, dec, jan en feb) van steltlopers. De belangrijkste meetperiode betreft de tweede helft van september – begin oktober, wanneer de hoeveelheid beschikbaar voedsel maximaal is en dus gemakkelijk kan worden uitgeweken naar andere geschikte plekken.

**Tabel 6-1. Inschatting van het aantal meetdagen per maand op en rond de Roggenplaat in het kader van het monitoringsprogramma.**

<b>MONITORINGSACTIVITEITEN per jaar</b>	Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Activiteiten bij laagwater op de plaat	2	1	3	1	1	2	1	1	6	5	1	3
Activiteiten bij laagwater vanop meetschip	1	1	1		1			1		1	1	1
Activiteiten bij hoogwater vanop meetschip					1					3		

### *Monitoringsactiviteiten bij laagwater vanaf een meetschip*

Monitoringsactiviteiten bij laagwater vanaf een meetschip betreffen de laagwatertellingen van de vogels op de Roggenplaat. Hiertoe wordt 8x per jaar met een schip rond de Roggenplaat gevaren en de aantallen vogels in kaart gebracht. Dit leidt verder niet tot verstoring van foeragerende vogels. Het schip blijft op een afstand van minimaal 600 m van de zeehondenligplaatsen en veroorzaakt daarmee dus ook geen verstoring.

### *Monitoringsactiviteiten bij hoogwater vanaf een meetschip*

Monitoringsactiviteiten bij hoogwater vanaf een meetschip betreft het multi beamen van de twee grote afwateringsgeulen en het plaatsen van meetframes in deze geulen. Dit gebeurt met een RWS schip bij hoogwater en veroorzaakt daarmee geen verstoring van rustende zeehonden of foeragerende steltlopers.

### *Monitoringsactiviteiten vanuit de lucht*

LIDAR metingen en zeehondentellingen gebeuren vanuit een vliegtuig die verder geen verstoring veroorzaken van foeragerende steltlopers of rustende zeehonden. Drones worden in toenemende mate ingezet voor monitoring van natuurgebieden. Drones kunnen ingezet worden voor allerlei observaties, zoals het bepalen van de hoogteligging, het voorkomen van eco-elementen zoals mosselbanken en oesterriffen, het bepalen van primaire productie, het voorkomen van vogels, etc. De ontwikkeling is volop gaande en kan enerzijds tot een veel betere ruimtelijke en temporele dekking leiden, en anderzijds tot een betere kostenefficiëntie. In het kader van de monitoring van de Roggenplaat wordt voorgesteld volop in te zetten op deze nieuwe technieken, want ze kunnen goedkope, vlakdekkende informatie opleveren die een belangrijke aanvulling zijn op de punt of raai metingen. Ze kunnen de verstoring door meetploegen limiteren. De verstoring door drones lijkt uit eerdere proeven van RWS mee te vallen, maar dit zal mede onderzocht en geëvalueerd worden. Inzet van drones wordt in ieder geval gelimiteerd tot een afstand > 600 m van het centrum van de zeehondenligplaatsen.

## 7 (MODEL-DATA)INTEGRATIE EN EVALUATIE

Een belangrijke doelstelling van het monitoringsproject Roggenplaat suppletie is de integratie van de fysische en ecologische metingen. Enkel dan kan een gefundeerde bijdrage geleverd worden aan een toekomstig duurzaam sedimentbeheer van de Nederlandse getijdenwateren. In de integratie en evaluatie wordt aandacht besteed aan:

- Kan op basis van de geconstateerde trends een uitspraak gedaan worden over de periode 2024 – 2035? M.a.w., zijn de geobserveerde trends sterk genoeg voor een extrapolatie van de ontwikkeling over de gehele ontwerp levensduur?
- Kan op basis van de waarnemingen ontwerpregels gemaakt worden voor toekomstige suppleties wat betreft de ecomorfologische ontwikkeling?

Een belangrijk onderdeel van de integratie betreft de verdere ontwikkeling, validatie en toepassing van het opgebouwde modelinstrumentarium t.b.v. de variantenstudie (Delft3D model, van der Werf et al. 2016a,b). De grote meerwaarde van het gebruik van dit model is de mogelijkheid voor het genereren van data op locaties en voor condities waaronder niet gemeten is. Het model zal verder gevalideerd worden aan de hand van de nieuwe metingen van de stroomsnelheden, golfhoogte, suspensietransport, sedimentsoortering en morfologische ontwikkeling. Hierna kan het model worden ingezet voor scenario-onderzoek, zoals b.v. waarheen het gesuppleerde sediment verdwijnt en wat de dominante zandtransportprocessen zijn. Hiernaast kan het model worden gebruikt om de abiotiek en de biotiek te relateren, bijvoorbeeld door het correleren van de berekende bodemschuifspanning en de gemeten bodemdierenontwikkeling. Hierna zal verkend worden in hoeverre het model geschematiseerd kan worden om bij te dragen aan een meerjarige voorspelling van de morfologische ontwikkeling na het einde van de monitoringsperiode (2024). Daarnaast kan het model bijdrage aan de inschatting van de effecten van de suppleties op de mosselpercelen (risicomonitoring).

De integratie zal ook alle kennis benutten en bundelen die is opgedaan rond eerdere suppletieprojecten in de Oosterschelde: Galgenplaat suppletie, Schelphoek suppletie, en Veiligheidsbuffer Oesterdam, om zo tot een gedegen visie te komen over toekomstig sedimentbeheer in de Oosterschelde.

Elk jaar zal een datarapport opgesteld worden van de in dat jaar verzamelde data, in 2018 volgt een eerste evaluatiemoment, waarin de allereerste ontwikkelingen zullen worden gerapporteerd (syntheserapport 1), in 2021 een tweede evaluatiemoment (syntheserapport 2), waarin de ontwikkelingen drie jaar na aanleg zullen worden gerapporteerd (Tabel 7-1). Het laatste jaar (2024) wordt voorzien voor de integratie en evaluatie, inclusief de doorkijk naar 2035 (eindrapport). Datarapporten worden tevens beschikbaar gesteld voor de risicomonitoring die de mogelijke effecten van de suppleties op de omliggende mosselpercelen opvolgt. Indien nodig zullen data momentaan beschikbaar gesteld worden indien de risicomonitoring hiertoe aanleiding geeft.

Tabel 7-1. Datarapportage, interim evaluatie en eindrapportage.

	2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024			
Q	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Data rapportage																																
Interim evaluatie																																
Eindrapport																																

Elk jaar wordt het datarapport besproken met de projectgroep, en waar nodig wordt de monitoring bijgestuurd.

Voorgesteld wordt ook om in 2021 een workshop te organiseren om de eerste resultaten te presenteren en in 2024 een eindconferentie te houden. Een apart budget moet hiervoor opgesteld worden vanuit het voorziene budget voor communicatie. Inzet van mensen en logistiek zijn niet opgenomen in dit monitoringsprogramma.

## 8 BUDGET EN KOSTEN

Bovenstaand monitorings- en onderzoeksplan geeft weer wat uitgevoerd dient te worden om een gefundeerd antwoord te kunnen geven op de vraag of de gestelde doelstellingen van het project gehaald worden (zie hoofdstuk 1). Indien onvoldoende budget beschikbaar is kunnen bepaalde onderdelen geschrapt worden, dan wel verminderd in aantal locaties of meetfrequentie. Dit zal vooral een effect hebben op de kennisontwikkeling in het algemeen, en meer bepaald op het begrijpen van de onderliggende processen en mechanismen van de ecomorfologische ontwikkeling van getijdenplaten en suppleties op getijdenplaten t.b.v. toekomstig sedimentbeheer in de Deltawateren.

## 9 INPASSING ONDERWIJS

De case ‘Roggenplaat’ biedt veel aanknopingspunten voor het onderwijs aan de HZ University of Applied Sciences (HZ). Ook voor universiteiten vormt de Roggenplaat suppletie een interessante case. Voor RWS is inbedding van de Roggenplaat case in het onderwijs interessant omdat hiermee professionals met ervaring in delta vraagstukken worden opgeleid.

### 9.1 INZET VAN STUDENTEN

In overleg worden studenten waar mogelijk ingezet. Immers, daardoor wordt o.a. de overdracht van de kennis naar het onderwijs gefaciliteerd. Dit houdt ook in dat docenten/hoogleraren worden betrokken in de begeleiding van studenten in het veld en in het lab. Uitgangspunt is dat de kwaliteit van projectresultaten niet mag afhangen van studenten; zij bevinden zich in een onderwijsomgeving. Overigens kunnen (groepen van) studenten wel degelijk worden ingezet voor veldwerk en soortgelijke activiteiten, mits het onderwijskundige aspect duidelijk behouden blijft. Door de projectpartners kunnen (deel)vragen binnen het onderzoek worden gedefinieerd die door studenten in de vorm van minoren, stage- of afstudeeronderwerpen worden opgepakt.

### 9.2 ONDERWIJSMODULES

De HZ zal deze case gebruiken voor het implementeren van deltabeheervraagstukken, en meer bepaald sediment beheer in estuaria en delta’s, binnen het curriculum. Van de partners kan inhoudelijke onderbouwing en input worden gevraagd. Een aantal voorbeelden van mogelijke modules: hydrodynamiek en morfodynamiek in relatie tot de historische ontwikkeling van de Roggenplaat; benthos, voedselwebben, en vogels; geotechnisch onderzoek op de Oosterschelde, etc.

## 10 REFERENTIES

- Arts, F.A., Lillipaly S., Strucker, R.C.W. 2015. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2013/2014. RWS Centrale Informatievoorziening BM 15.08.
- Arts F.A., S. Lilipaly & R.C.W. Strucker. 2016a. Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2014/2015. Rapport BM 16.09. RWS Centrale Informatievoorziening, Lelystad.
- Arts F.A., S. Lilipaly, M. Hoekstein, R. Strucker & P. Wolf 2016b. Vogeltellingen Roggenplaat Oosterschelde. Datarapport november 2015 t/m februari 2016. Delta Project Management, Vlissingen.
- De Ronde, J.G., Mulder, J.P.M., Van Duren, L.A., Ysebaert, T.J.W. 2013. Eindadvies ANT Oosterschelde, Deltares rapport 1207722-000-ZKS-0010.
- Krijgsveld K.L., R.R. Smits & J. Van der Winden 2008. Verstoringgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie. Rapport 08-173. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Lievense P., M. Schrijver & E. Van Zanten 2016. Risico beoordeling van de Roggeplaat suppletie. Effecten van zandwinning en –suppletie op schelpdierpercelen. Versie 8, definitief ontwerp. Rijkswaterstaat Kust en Zee.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat. 2016. Natura 2000 Beheerplan Deltawateren 2016 – 2022 – Oosterschelde. Rijkswaterstaat.
- van Asch M., K. Troost, A. Blanco-Garcia, E.B.M. Brummelhuis, D. van den Ende en C. van Zweeden. 2016. Yerseke, IMARES Wageningen UR (University & Research centre), IMARES rapport C080/16. 35 blz.;
- van den Ende D., E. Brummelhuis, C. van Zweeden, M. van Asch en K. Troost. 2016. Mosselbanken en oesterbanken op droogvallende platen in de Nederlandse kustwateren in 2015: bestand en arealen. Wageningen, IMARES Wageningen UR (University & Research centre), IMARES rapport C168/15. 45 blz.; 10 tab.; 23 ref.
- van der Werf, J., Boersema, M., Nolte, A., Schrijvershof, R., Stronkhorst, J., De Vet, L., Walles, B., Ysebaert, T. 2016b. Definitief ontwerp Roggenplaat suppletie. Centre of Expertise Delta Technology, Deltares rapport 1220324-000-ZKS-0009.
- van der Werf, J., Boersema, M., Nolte, A., Schrijvershof, R., Stronkhorst, J., De Vet, L., Walles, B., Ysebaert, T. 2016a. Variantenstudie Roggenplaat suppletie. Centre of Expertise Delta Technology, Deltares rapport 1220324-000-ZKS-0008.
- Van Zanten, E., Adriaanse, L.A., 2008. Verminderd getij. Verkenning naar mogelijke maatregelen om het verlies van platen, slikken en schorren in de Oosterschelde te beperken, Rijkswaterstaat rapport.
- Witteveen+Bos, 2011. MIRT-Verkenning Zandhonger Oosterschelde. Ontwerp-structuurvisie, Witteveen+Bos rapport RW1809-28/torm/231.
- Ysebaert et al. 2016. T0-rapportage Roggenplaat suppletie. Centre of Expertise Delta Technology, Imares rapport.

## 11 DANKWOORD

Dit monitoringplan is mede tot stand gekomen dankzij input van verschillende experts van de kennisinstellingen en Rijkswaterstaat.

Dit onderzoek is mede gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van het KennisBasis programma System Earth Management in het project KB-24-001-015.

Het opstellen van dit monitoringsplan is gefinancierd binnen het Interreg V programma Vlaanderen-Nederland (project Smartsediments), het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: [www.grensregio.eu](http://www.grensregio.eu)