Monitoringsplan bagger- en stortwerkzaamheden Zandkreekgeul

Effecten voor visserij en schelpdierkweek

Auteur(s): Jeroen Wijsman & Sarah Smith

Wageningen University &
Research rapport C062/20

Monitoringsplan bagger- en stortwerkzaamheden Zandkreekgeul

Effecten voor visserij en schelpdierkweek

Auteur(s): Jeroen Wijsman, Sarah Smith

Wageningen Marine Research
Yerseke, juli 2020

Wageningen Marine Research rapport C062/20

Keywords: Baggeren, suppletie, zwevend stof, Oosterschelde, schelpdierkweek.

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
T.a.v.: Alice van Goudswaard - de Kooning
Postbus 2232
3500 GE Utrecht

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/526092>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Foto omslag: Jeroen Wijsman

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut
binnen de rechtspersoon Stichting
Wageningen Research, hierbij
vertegenwoordigd door Ir. Drs. M.T. van
Manen, directeur bedrijfsvoering

KvK nr. 09098104,
WMR BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

Wageningen Marine Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor
gevolgschade, 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.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag weergegeven en/of
gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden
zonder schriftelijke toestemming van de uitgever of auteur.

A_4_3_1 V30 (2020)

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
1.1 Achtergrond	7
1.2 Probleemstelling	8
1.3 Aanpak	8
1.4 Leeswijzer	9
1.5 Dankwoord	9
2 Beschrijving werkzaamheden	10
3 Visserij en schelpdierkweek	11
4 Mogelijke effecten voor schelpdierkweek en visserij	13
4.1 Effecten van werkzaamheden	13
4.2 Habitataantasting	13
4.3 Vertroebeling	14
4.4 Sedimentatie	16
4.5 Verontreiniging	17
5 Risico's voor schelpdierkweek en visserij	19
5.1 Zorgpunten	19
5.2 Risico inventarisatie	19
5.2.1 Verlies habitat	20
5.2.2 Vertroebeling	21
5.2.3 Sedimentatie	23
5.2.4 Verontreiniging	25
6 Monitoring effecten	26
7 Monitoringsactiviteiten	27
7.1 Registratie baggervolumes	28
7.1.1 Achtergrond	28
7.1.2 Doel	29
7.1.3 Methode	29
7.1.4 Resultaat	29
7.2 Metingen zwevend stof	30
7.2.1 Achtergrond	30
7.2.2 Doel	30
7.2.3 Methode	30
7.2.4 Resultaat	32
7.3 Veilinggegevens	33
7.3.1 Achtergrond	33
7.3.2 Doel	33
7.3.3 Methode	33
7.3.4 Resultaat	34
7.4 Zakboekjes	34
7.4.1 Achtergrond	34
7.4.2 Doel	34

7.4.3	Methode	34
7.4.4	Resultaat	34
7.5	Bemonstering mosselpercelen	35
7.5.1	Achtergrond	35
7.5.2	Doel	35
7.5.3	Methode	35
7.5.4	Resultaat	36
7.6	Invangsucces en ontwikkeling oesterbroed op invangpercelen.	36
7.6.1	Achtergrond	36
7.6.2	Doel	36
7.6.3	Methode	36
7.6.4	Resultaat	36
7.7	Calamiteitenmonitoring	37
8	Planning	38
9	Communicatie	39
10	Conclusies	40
11	Kwaliteitsborging	41
	Literatuur	42
	Verantwoording	43

Samenvatting

Om problemen voor de scheepvaart te voorkomen als gevolg van verzanding van de vaargeul van de Zandkreek zal de geul worden uitgebaggerd. De baggerwerkzaamheden zijn gepland in de eerste drie maanden van 2021. In totaal zal er ca. 125 000 m³ worden gebaggerd vanuit de Zandkreekgeul. Het gebaggerde slib zal deels gestort worden op de stortlocatie O10 in het Engelsche Vaarwater en een deel van het gebaggerde slib (50 000 tot 100 000 m³) zal mogelijk gebruikt worden voor een suppletie op de slikken van het Verdrongen Land van Zuid-Beveland. Deze suppletie betreft een natuurcompensatieproject van Natuurmonumenten.

In het gebied waar de bagger- en suppletiewerkzaamheden zullen plaatsvinden liggen mosselpercelen, vaste vistuigvakken en oesterpercelen. Zo liggen in de Zandkreek mosselpercelen die voornamelijk worden gebruikt voor het bewaren van mosselzaad en halfwasmosselen, visvakken waar met vaste vistuigen gevist wordt op o.a. paling en kreeft en percelen die worden gebruikt voor de invang van oesterbroed. De mosselpercelen langs de Galgenplaat in het Engelsche vaarwater zijn een belangrijk productiegebied voor consumptiemosselen. Ook liggen er in het Engelsche vaarwater een aantal vaste-vistuig vakken en worden er oesters gekweekt op tafels. In de Kom van de Oosterschelde waar de suppletie plaatsvindt op de slikken van het Verdrongen Land van Zuid-Beveland liggen oesterkweekpercelen voor consumptie oesters en wordt er ook gevist op paling en kreeft.

Zowel schelpdierkwekers als vaste-vistuig vissers zijn bezorgd dat de geplande bagger- en suppletie werkzaamheden kunnen leiden tot negatieve effecten (sterfte, verminderde groei, kwaliteit of rendement) voor schelpdieren op hun percelen of vissen in de visvakken, met als mogelijk gevolg dat hun bedrijfsvoering wordt geschaad. In 2019 en 2020 zijn studies uitgevoerd door Deltares (Van Duren et al., 2019; Ysebaert et al., 2020) waarbij op basis van modelberekeningen is gekeken naar de verspreiding van slib met de waterbeweging en de sedimentatie van het slib naar de bodem voor verschillende bagger- en stortscenario's. Tevens zijn de effecten op natuur- en gebruiksfuncties ingeschat. De modelberekeningen laten zien dat er een beperkte verhoging van de zwevend stof concentratie is te verwachten (max 12 mg l⁻¹) en een beperkte sedimentatie van slib (max 0.7 mm per week in de Zandkreek en max 2 mm per week in het Verdrongen Land van Zuid-Beveland) op de kweekpercelen. Monitoring is van belang om vast te kunnen stellen of de modelberekeningen kloppen en ongewenste situaties zich inderdaad niet gaan voordoen.

Dit plan van aanpak beschrijft de monitoringsactiviteiten die worden voorgesteld om eventuele negatieve effecten op de schelpdierpercelen en visvakken in kaart te brengen en te kwantificeren. Dit plan van aanpak is mede tot stand gekomen door inbreng van vertegenwoordigers van de mosselsector, de oestersector en vaste-vistuig vissers.

Om de effecten van de baggerwerkzaamheden in de Zandkreek, het storten in het Engelsche Vaarwater en de aanleg van de suppletie in het Verdrongen Land van Zuid-Beveland op een eventuele schade op de percelen en in de visvakken te kunnen aantonen is een uitgebreid monitoringprogramma nodig vanwege de veelheid aan mogelijke oorzaak-effect relaties. De voorgestelde monitoring bestaat uit een 6-tal onderwerpen:

1. Registratie baggervolumes;
2. Metingen zwevend stof;
3. Analyse veilinggegevens mosselkweek;
4. Analyse zakboekjes;
5. Bemonstering mosselpercelen;
6. Invangsucces en ontwikkeling oesterbroed op de oesterkweekpercelen.

Communicatie met de kwekers is hierbij van groot belang omdat zij het gebied goed kennen en er regelmatig aanwezig zijn. Vroege terugkoppeling van tussentijdse resultaten van de monitoring aan de kwekers en het betrekken van de kwekers in de monitoring helpt bij een vroegtijdige signalering van

eventuele effecten. Mochten er toch onverwachte effecten gesignaleerd worden kan in het kader van de calamiteiten monitoring worden besloten aanvullende monitoring uit te voeren of een type monitoring in een specifiek gebied te intensiveren.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De vaargeul van de Zandkreek is in de loop der jaren sterk verzand. Omdat dit tot problemen leidt voor de scheepvaart zal de geul worden uitgebaggerd. In totaal zal er ca. 125 000 m³ worden gebaggerd vanuit de Zandkreekgeul. De baggerspecie zal worden gestort in stortvak O10 (Figuur 1), dat zich bevindt in het Engelsche Vaarwater. Deze locatie is door Rijkswaterstaat gekozen op basis van een modelstudie uitgevoerd door Deltares (van Duren et al., 2019) waarbij gekeken is naar verschillende verspreidingsscenario's en de effecten daarvan in de waterkolom en op de bodem in vergelijking tot verschillende natuurfuncties en gebruikersfuncties. Er zijn plannen bij Natuurmonumenten om een deel van de baggerspecie (50 000 tot 100 000 m³) te gebruiken voor een suppletie in het Verdrongen Land van Zuid-Beveland (Rattekaai, Figuur 2) (Ysebaert et al., 2020). Indien deze suppletie doorgaat zal er dus minder slib worden gestort in het stortvak O10. De planning is om de werkzaamheden uit te voeren in de eerste drie maanden van 2021. Er zal daarbij gebruik worden gemaakt van een kraanschip en/of een kleine sleephopperzuiger.

Figuur 1: Overzicht van de Zandkreek. De hoeveelheid die moet worden weggebaggerd (m). Ook zijn de schelpdierpercelen, vaste visvakken en de stortlocatie O10 aangegeven.

Figuur 2: Overzicht van de suppletielocatie in het Verdrunken Land van Zuid-Beveland in de Oosterschelde. In oranje de locatie van de geplande suppletie. De kleurschakering geeft drie mogelijke volumes weer van de suppletie (50 000 m³, 75 000 m³ en 100 000 m³ baggerspecie). Ook zijn de (verhuurde en onverhuurde) oesterpercelen weergegeven.

1.2 Probleemstelling

In de Zandkreek, inclusief de vaargeul en nabij de stortlocatie in het Engelsche Vaarwater liggen mossel-, oesterbroedpercelen en enkele vaste visvakken. Bij de suppletielocatie op de slikken van het Verdrunken Land van Zuid-Beveland liggen er in de nabijheid oesterpercelen (incl. oestermandjes en zakken op tafels) en enkele vaste visvakken. De werkzaamheden dienen zo min mogelijk hinder of schade te veroorzaken bij de overige gebruikers, met name de schelpdierkwekers en vaste vistuig vissers.

De belanghebbende perceelhouders hebben aangegeven dat ze graag zouden zien dat er monitoring wordt uitgevoerd om de eventuele effecten van de werkzaamheden in kaart te brengen. Rijkswaterstaat heeft Wageningen Marine Research gevraagd om hiertoe een monitoringsplan op te stellen.

1.3 Aanpak

Om te komen tot een gedragen monitoringsplan is het van belang dat er rekening wordt gehouden met de zorgpunten die leven binnen de sector en een inschatting van de risico's. Als basis is er een lijst met mogelijke zorgpunten opgesteld door Rijkswaterstaat, Natuurmonumenten en Wageningen Marine Research, in samenwerking met vertegenwoordigers vanuit de schelpdiersector (PO Mossel en Nederlandse Oester Vereniging) en de visserijsector (Beroepsvissers op de Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta). Deze zorgpunten zijn besproken met de betrokken stakeholders tijdens een (online) stakeholderbijeenkomst op 29 mei 2020. Voor ieder van de zorgpunten is een risico inschatting gemaakt op basis van expert judgement en modelvoorspellingen die zijn gedaan door Deltares (Van Duren et al., 2019; Ysebaert et al., 2020). Ook deze zijn besproken tijdens de (online) stakeholderbijeenkomst op 29 mei 2020. Het monitoringsplan is vervolgens gericht op de meest relevante zorgpunten.

1.4 Leeswijzer

In dit document zijn de potentiële risico's van de baggerwerkzaamheden in de Zandkreekgeul en de suppletie in het Verdrongen Land van Zuid-Beveland voor de visserij en schelpdierkweek in het gebied geïnventariseerd. In hoofdstuk 2 wordt er een korte beschrijving gegeven van de geplande werkzaamheden en in hoofdstuk 3 wordt een overzicht gegeven van de visserij en schelpdierkweek in de buurt van de werkzaamheden. In hoofdstuk 4 zijn voor een viertal onderwerpen (Habitataantasting, Vertroebeling, Sedimentatie en Verontreiniging) de potentiële effecten van de werkzaamheden op de schelpdierkweek en visserij uitgewerkt. Dit is verder uitgewerkt in de risico inventarisatie van hoofdstuk 5. Er is daarbij een inschatting gemaakt van de risico's op basis van expert judgement en modelberekeningen die zijn uitgevoerd. Tevens is er op 29 mei 2020 een stakeholder bijeenkomst georganiseerd waar mosselkwekers, oesterkwekers en vaste vistuig vissers hun zorgen hebben kunnen uiten over de geplande bagger- en suppletie werkzaamheden in de Zandkreek en het Verdrongen Land van Zuid-Beveland. In hoofdstuk 6 wordt, op basis van een theoretisch voorbeeld de BACI aanpak uitgelegd en wordt besproken waarom het van belang is goede T_0 en referentiemetingen uit te voeren. Uiteindelijk zijn er een 6-tal monitoringsactiviteiten voorgesteld die in hoofdstuk 7 worden beschreven. Voor ieder onderwerp is een stukje achtergrond informatie gegeven en is achtereenvolgens het doel, methode en verwachte resultaat beschreven. In hoofdstuk 8 is een tijdsplanning voorgesteld. De communicatie wordt besproken in hoofdstuk 9 en de conclusies zijn verzameld in hoofdstuk 10.

1.5 Dankwoord

Dank gaat uit naar iedereen die betrokken is bij de totstandkoming van dit monitoringplan. Alice van Goudswaard-de Kooning, Eric van Zanten, Frank Gijzel (allen RWS), Mark Mandemakers en Robert Stoop (Natuurmonumenten) hebben het project begeleidt. Verder willen we de overige deelnemers aan de stakeholderbijeenkomsten, Jaap de Rooij (Nederlandse Oestervereniging), Addy Risseeuw (PO mossel), Frank Mous (Vereniging van beroepsvissers Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta), Hans Nelis, Jos Steketee, Jan Kees Vette, Flip Sinke Pieter Geijzen, Piet Verwijs (schelpdierkwekers), Frans van Zijderveld (Natuurmonumenten), Marcel Hintzen, Yuri de Nooijer (allen RWS), Gert-Jan van Veen (LNV-RVO) en Nathalie Steins (Voorzitter, Wageningen Marine Research) danken voor hun waardevolle inbreng tijdens de bijeenkomsten.

2 Beschrijving werkzaamheden

De baggerwerkzaamheden zijn gepland in de eerste drie maanden van 2021. In totaal zal er 125 000 m³ (*in situ*) worden gebaggerd, voornamelijk langs de randen van de geul (zie de laagdikte in Figuur 1 voor een ruimtelijk beeld waar wordt gebaggerd). De baggerwerkzaamheden zullen worden uitgevoerd met een kleine sleephopperzuiger of met een kraanschip. De baggerspecie wordt gelost op de stortlocatie door het openen van bodemkleppen, -schuiven of -deuren, zodat de lading naar de bodem valt. Na het storten zinkt het merendeel van de baggerspecie in de vorm van een dichtheidsstroming snel naar beneden. Een klein deel mengt echter direct op en wordt direct meegenomen met de getijstrooming. De specie die op de bodem van de stortlocatie terecht is gekomen zal voor een deel weer in suspensie komen onder invloed van golven en getijstrooming en alsnog bijdragen aan een verhoogde slibconcentratie in de waterkolom (Van Duren et al., 2019).

Een deel van het gebaggerde slib (50 000 tot 100 000 m³) kan mogelijk worden gebruikt voor een natuurcompensatieproject van Natuurmonumenten in het Verdrunken Land van Zuid-Beveland (Project Natuur Impuls Oosterschelde). Hiervoor is reeds een (concept)monitoringsplan opgesteld (Ysebaert et al., 2020). Als onderdeel hiervan heeft Deltares berekeningen uitgevoerd voor de verspreiding en sedimentatie van slib in het gebied. Monitoring van de effecten op de kweekpercelen is geen onderdeel van het monitoringplan van Ysebaert et al. (2020), en is onderwerp van voorliggend monitoringplan.

3 Visserij en schelpdierkweek

In de Zandkreek, waar de baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd, vinden buiten de scheepvaart ook andere gebruiksactiviteiten plaats. Zo liggen er mosselpercelen, vaste vistuigvakken en percelen die worden gebruikt voor de invang van oesterbroed (Figuur 1).

Van de mosselpercelen ligt een aantal droogvallend in het litoraal en wordt in verband met predatie door vogels slechts beperkt ingezet door de mosselkwekers. Jaarlijks wordt er een kleine 6 000 mosselton aan consumptiemosselen (gemiddelde periode 2010 tot en met 2017) geleverd van de mosselpercelen in de Zandkreek (Figuur 3). De percelen worden, vanwege de relatief beschutte ligging, voornamelijk gebruikt voor het bewaren van mosselzaad en halfwasmosselen.

Figuur 3: Gemiddelde aanvoer (mosselton per jaar) over de jaren 2010 – 2017 vanuit de verschillende perceelblokken in de Zandkreek en in de nabijheid van stortlocatie O10. Zandkreek zijn alle mosselpercelen in de Zandkreek; GPwest is het perceelblok aan de westzijde van de Galgenplaat; GPzuid is het perceelblok aan de zuidzijde van de Galgenplaat en Goese Sas is het perceelblok tussen Goese Sas en Kattendijke (Data mosselveiling).

In het westelijk deel van de Zandkreek, nabij de Katse Heule liggen enkele visvakken. In deze visvakken wordt met vaste vistuigen (fuiken, kreeftenkorven en kubben) gevist op onder andere paling en kreeft (Wijsman en Goudswaard, 2015). Het kreeftenseizoen loopt ieder jaar van de laatste donderdag in maart tot en met 15 juli. In de periode van 1 september tot en met 30 november mag er niet op paling worden gevist.

Aan de kant van Zuid-Beveland bevinden zich in de Zandkreek droogvallende percelen die worden gebruikt voor de invang van oesterbroed. Hiervoor worden oesterschelpen en lege mosselschelpen uitgezaaid die als substraat moeten dienen voor het oesterbroed (Wijsman en Van den Ende, 2015). Als het oesterbroed 1 tot 2 jaar is wordt het opgevisst en verplaatst naar de oesterkweekpercelen in de Kom van de Oosterschelde om verder te worden opgekweekt tot consumptie oesters.

In het Engelsche Vaarwater, waar de stortlocatie O10 ligt, bevinden zich mosselkweekpercelen langs de west- en zuidzijde van de Galgenplaat (respectievelijk GPwest en GPzuid in Figuur 3). Vooral het perceelblok aan de westzijde van de Galgenplaat is een belangrijk kweekgebied voor consumptiemosselen. Gemiddeld wordt er per jaar (periode 2010 tot en met 2017) ongeveer 42 000 mosselton geproduceerd in dit gebied (~ 15% van de totale aanvoer uit de Oosterschelde). Ook liggen er mosselpercelen tussen het Goese Sas en Kattendijke (Goese Sas in Figuur 3), uit dit gebied wordt

jaarlijks 460 mosselton geleverd. Langs de geul in het Engelsche Vaarwater liggen een aantal visvakken die worden gebruikt om te vissen op paling en kreeft en ook wordt er door sleepnetvisser gevestigd in de geul. Op de slikken bij Kats en Goese Sas worden er oesters gekweekt op tafels.

In de buurt van de suppletie locatie op de slikken van het Verdrongen Land van Zuid-Beveland liggen geen mosselpercelen. Wel liggen er in de nabijheid een groot aantal litorale en sublitorale oesterkweekpercelen (Figuur 2). Ook wordt er met vaste vistuigen gevestigd op paling en kreeft.

4 Mogelijke effecten voor schelpdierkweek en visserij

4.1 Effecten van werkzaamheden

Het baggeren in de Zandkreekgeul en storten van slib op de stortlocatie, alsmede de aanleg van de suppletie op de slikken van het Verdronken Land van Zuid-Beveland zal leiden tot verstoringen in het systeem, zowel op de bodem als in de waterkolom. Om de gevolgen van de bagger- en stortwerkzaamheden voor de natuur (Natura-2000 doelen) in kaart te brengen is door Arcadis een passende beoordeling opgesteld (Van Kuijk, 2020). In deze passende beoordeling zijn een zevental effecten uitgewerkt die kunnen optreden als gevolg van de werkzaamheden en die in potentie een impact kunnen hebben op de Natura-2000 doelen van het gebied (Ministerie van EZ, 2015).

- Habitataantasting;
- Vertroebeling;
- Sedimentatie;
- Verontreiniging;
- Verstoring door onderwatergeluid;
- Verstoring boven water;
- Verzuring en vermesting.

Vier van deze effecten (habitataantasting, vertroebeling, sedimentatie en verontreiniging) zijn mogelijk ook relevant voor visserij en schelpdierkweek in het gebied. Deze vier effecten worden in de volgende paragrafen verder uitgewerkt. Voor de overige drie effecten: verstoring door onderwatergeluid, verstoring boven water en de uitstoot van NO_x en CO₂ door de schepen kan worden aangenomen dat deze geen directe schadelijke gevolgen zullen hebben voor de visserij en schelpdierkweek in het gebied en worden in dit rapport niet verder behandeld.

4.2 Habitataantasting

Door het baggeren in de Zandkreekgeul wordt de huidige bodem met alles wat erop en erin zit aangetast. In Figuur 1 is in termen van laagdikte aangegeven hoeveel sediment er op de verschillende locaties wordt weggebaggerd. In totaal wordt er in de Zandkreek over een oppervlakte van 15.4 ha sediment weggebaggerd. De dikte van de laag die wordt verwijderd varieert van 0.1 tot 3.9 meter en is gemiddeld 0.8 meter.

Het areaal dat zal worden weggebaggerd bevindt zich grotendeels in het gebied waar zich mosselpercelen en vaste vistuigvakken bevinden (zie Figuur 1 en Tabel 1). Van twee mosselpercelen (ZK37 en ZK65) wordt bijna 20% van het totale oppervlak weggebaggerd, maar deze percelen zijn niet verhuurd en worden momenteel dus niet gebruikt. Van de overige mosselpercelen wordt gemiddeld minder van 11% van het oppervlak weggebaggerd.

Tabel 1: *Hoeveelheid sediment (oppervlak, gem. en max. laagdikte) dat van de percelen en vaste vistuigvakken (ZK55 en ZK56) wordt weggehaald.*

Perceel	Oppervlak perceel (ha)	Gem. laagdikte (m)	Max laagdikte (m)	Oppervlak weggebaggerd (ha)	Percentage weggebaggerd (%)
ZK055*	37.5	1	3.9	4.2	11.2
ZK37	14.4	0.9	2	2.8	19.4
ZK65	7.2	0.6	1.6	1.3	18.1
ZK59	6.2	1	1.9	0.6	9.7
ZK61	6.5	0.9	1.9	0.6	9.2
ZK57	5.8	0.9	1.8	0.5	8.6
ZK63	6.8	0.6	1.7	0.6	8.8
ZK55	5.5	0.6	1.5	0.6	10.9
ZK39	9.4	0.3	1.1	1	10.6
ZK056*	0.6	0.9	3.4	0.3	50.0
ZK53	5.2	0.3	1	0.3	5.8
ZK47	4.2	0.2	0.6	0.1	2.4
ZK41	7.0	0.2	0.5	0.2	2.9
ZK51	4.9	0.2	0.8	0.1	2.0
ZK49	4.5	0.3	0.6	0.1	2.2
ZK45	4.3	0.3	0.7	<0.1	<2.3
ZK43	4.7	<0.1	0.1	<0.1	<2.1

* Vaste-vistuig vak

Door de baggerwerkzaamheden zijn de betreffende delen van de mosselpercelen tijdelijk niet geschikt voor mosselkweek. Na de werkzaamheden kunnen de percelen weer worden gebruikt voor mosselkweek. Omdat deze delen uitsluitend in de vaargeul liggen worden ze in de praktijk mogelijk ook minder gebruikt door de kwekers. In de vaste-vistuig vakken (ZK055 en ZK056) wordt ook een deel van de bodem weggebaggerd. Hiermee kan ook een deel van het kreeften habitat worden aangetast. Omdat de baggerwerkzaamheden zich beperken tot de vaargeul zullen dit niet de belangrijke visgebieden binnen de visvakken zijn. Het is echter wel mogelijk dat er in de vaargeul kreeften zitten die met het vistuig buiten de vaargeul worden gevangen.

Ook op de stortlocatie O10 en de mogelijke suppletielocatie op de slikken van het Verdrongen Land van Zuid-Beveland wordt de bodem aangetast doordat deze wordt bedolven onder een laag baggerspecie. De oppervlakte van de suppletie is, afhankelijk van de hoeveelheid specie die hier zal worden gesuppleerd, tussen de 10 ha (ca 50 000 m³) en 20 ha (ca 100 000 m³) en de oppervlakte van de stortlocatie O10 (1.2 ha). Het effectieve oppervlakte van stortlocatie O10 zal in de praktijk groter zijn (ca 3 ha) omdat een deel van de specie zal afstromen langs de helling van de door eerder gestorte baggerspecie gevormde "stortbult" (Van Duren et al., 2019).

4.3 Vertroebeling

Over het algemeen is de Oosterschelde een relatief helder watersysteem. De achtergrond slibconcentratie in de Oosterschelde varieert sterk per seizoen, locatie, getij, golfwerking en biologische terugkoppelingen (e.g. filtratie door schelpdieren). In het westelijk deel van de Oosterschelde is de gemiddelde concentratie van het zwevend stof in de geul tijdens de winterperiode ongeveer 15 mg l⁻¹. De Kom in het oostelijk deel van de Oosterschelde is van nature helderder met gemiddelde zwevend stof concentraties in de winterperiode van 10 mg l⁻¹ in de geul (De Vries, 2014).

Tijdens de bagger- en stortwerkzaamheden komt een deel van het sediment in suspensie en kan leiden tot verhoogde zwevend stof concentraties van de waterkolom. Het te baggeren sediment in de Zandkreek is slibrijk en bestaat gemiddeld voor ca 46% uit slib (< 64µm). De meest grove sedimenten die worden weggebaggerd bevinden zich in het oosten, in de monding van de Zandkreek (Anonymous, 2019).

In de modelberekeningen van Deltares (Van Duren et al., 2019) is aangenomen dat 5% van het slib tijdens baggeren vrijkomt. Indien met een hopper wordt gewerkt zonder overvloed is dit percentage veel lager. Als het sediment wordt gestort op de stortlocatie zal het merendeel van de baggerspecie als een dichtheidsstroming naar de bodem zakken. Een klein deel zal met het water mengen en worden meegevoerd met de getijstrooming en leiden tot vertroebeling van het water. Een deel, voornamelijk van de slibfractie, van de specie die op de bodem van stortvak O10 wordt aangebracht, maar ook van de specie die op de suppletielocatie wordt aangebracht, zal eroderen onder invloed van golven en getijstrooming en alsnog bijdragen aan de vertroebeling van het water (Ysebaert et al., 2020).

Door Deltares zijn berekeningen uitgevoerd van de verhoging van de zwevend stof concentratie tijdens en direct na de werkzaamheden (Van Duren et al., 2019; Ysebaert et al., 2020). In de berekeningen is dus rekening gehouden met slib dat vrijkomt tijdens baggeren in de Zandkreek, storten op stortlocatie O10 en de resuspensie van het gesedimenteerde slib van stortlocatie O10 door de getijstrooming. De verhoging in zwevend stof varieert sterk met het dagelijks getij, de springtij-doodtij cyclus en het weer (wind). De hoogste concentratieverhogingen bij het storten van baggerspecie op stortlocatie O10 worden berekend tegen het eind van de modelleerperiode (dag 83, Figuur 4). De berekeningen zijn uitgevoerd voor een baggervolume van 130 000 m³. Over het algemeen zijn de concentratieverhogingen beperkt (< 5 mg l⁻¹). Op enkele locaties op de Galgenplaat, aan de zuidzijde van de Zandkreek en bij Kattendijke zijn concentratieverhogingen van meer dan 5 mg l⁻¹ berekend. De maximale concentratieverhoging van het zwevend stof die door het model is voorspeld is 12 mg l⁻¹. Gemiddelde concentraties per week zijn aanzienlijk lager en komen zelden boven 5 mg l⁻¹ (Van Duren et al., 2019). Indien een deel van de baggerspecie wordt gebruikt voor de suppletie op de slikken van het Verdrunken Land van Zuid-Beveland kan worden verwacht dat dit zal leiden tot een beperktere toename van zwevend stof concentraties dan berekend.

Figuur 4: Overzicht van de met het model berekende concentratieverhoging van slib in de waterkolom op dag 83 na storten van de baggerspecie (gebaseerd op Van Duren et al., 2019). Berekeningen zijn uitgevoerd voor het scenario waarbij 130 000 m³ wordt gestort op stortlocatie O10 vanuit een hopper. In dit scenario wordt er geen baggerspecie gestort op locatie O01.

De berekende toename in concentraties van zwevend stof bij de suppletielocatie op de slikken van het Verdrunken Land van Zuid-Beveland (scenario 100 000 m³) is over het algemeen groter dan bij stortlocatie O10, maar beperkt zich in hoofdzaak tot het litoraal (Figuur 5). Boven een aantal oesterpercelen wordt door het model berekend dat de suppletie zal leiden tot een (weekgemiddelde) toename van de zwevend stof concentraties van meer dan 5 mg l⁻¹. Boven de meeste oesterpercelen is de verhoging van de zwevend stof concentratie minder dan 3 mg l⁻¹. In het rapport van Deltares

(Van Duren et al., 2019) is aangegeven dat de effecten van een concentratieverhoging van $< 5 \text{ mg l}^{-1}$ verwaarloosbaar zijn. Een concentratieverhoging tussen de 5 en 10 mg l^{-1} kan leiden tot beperkte effecten voor gebruiksfuncties.

Figuur 5: Overzicht van de met het model berekende (weekgemiddelde) concentratieverhoging van slib in de waterkolom in week 9 bij de suppletie (gebaseerd op Ysebaert et al., 2020). Berekeningen zijn uitgevoerd voor de variant van een suppletie van 20 ha (ca. $100\,000 \text{ m}^3$).

4.4 Sedimentatie

Het slib dat in suspensie is gekomen tijdens de werkzaamheden zal uiteindelijk ook weer naar de bodem zakken en kan daarmee een laagje slib op de bodem vormen. Sedimentatie kan effect hebben op bodemdieren. Een te grote sedimentatie kan leiden tot verstikking van de bodemdieren (Birklund en Wijsman, 2005).

In Bijkerk (1988) is een overzicht gegeven van de maximale sedimentatiesnelheden voor een aantal bodemdieren. Voor de bedekking met slib zijn de maximaal tolereerbare sedimentatiesnelheden voor de gevoeligste bodemdieren geschat op 2.5 mm per week . Door Deltares zijn de modelberekeningen ook gebruikt om sedimentatie in te schatten. In Figuur 6 is de door het model berekende dikte van de sliblaag te zien in week 14 (maximale dikte van de sliblaag). Hierbij is aangenomen dat $1 \text{ kg (droge stof) m}^{-2}$ slib overeenkomt met een laagdikte van 2.5 mm (Van Duren et al., 2019). In de figuur is te zien dat het slib dat vrijkomt van de stortlocatie O10 voornamelijk zal worden afgezet op de mosselpercelen in de Zandkreek en bij het Goese Sas. In de Zandkreek is de laagdikte minder dan 4 mm . Op enkele mosselpercelen bij het Goese Sas is de laagdikte maximaal 5 mm . De maximale ophogingssnelheid op deze locatie is ongeveer 0.6 mm week^{-1} .

In de buurt van de suppletie op de slikken van het Verdrongen Land van Zuid-Beveland is er meer sedimentatie van slib dan in de Zandkreek (Figuur 8, scenario $100\,000 \text{ m}^3$). De meeste sedimentatie vindt plaats op het slik in de buurt van de suppletie en aan de rand van de Mosselkreek (sliblaag $> 10 \text{ mm}$). Ook op enkele oesterpercelen rond de mosselkreek wordt door het model een sliblaag afkomstig van de suppletie van ca 5 mm berekend. Over het algemeen is de dikte van de sliblaag afkomstig van de suppletie die wordt afgezet op de oesterpercelen minder dan 2 mm .

Figuur 6: Overzicht van de dikte van de sliblaag (mm) op de bodem na 14 weken als gevolg van de bagger- en stortwerkzaamheden (gebaseerd op Van Duren et al., 2019). Berekeningen zijn uitgevoerd voor het scenario waarbij 130 000 m³ wordt gestort op stortlocatie O10 vanuit een hopper. In dit scenario wordt er geen baggerspecie gestort op locatie O01.

Figuur 7: Overzicht van de dikte van de sliblaag (mm) op de bodem na 14 weken als gevolg van de suppletie (gebaseerd op Ysebaert et al., 2020). Berekeningen zijn uitgevoerd voor de variant van een suppletie van 20 ha (ca. 100 000 m³).

4.5 Verontreiniging

Het besluit bodemkwaliteit (BBK) maakt dat er geen verontreinigde baggerspecie mag worden verspreid. Er is daarom in 2019 een onderzoek uitgevoerd naar de verontreinigingen van het te baggeren sediment in de Zandkreek. Al het sediment dat is geanalyseerd bleek tot klasse A te behoren (Anonymous, 2019). Dit betekent dat alle specie die op de stortlocatie en op de

suppletielocatie zal worden verspreid van dusdanige kwaliteit is dat er geen effecten van verontreinigingen zijn te verwachten (Van Kuijk, 2020).

5 Risico's voor schelpdierkweek en visserij

5.1 Zorgpunten

Om te kunnen komen tot een gedegen monitoringsplan waarmee de potentiële effecten van de werkzaamheden in kaart kunnen worden gebracht, is eerst een inventarisatie gemaakt van de mogelijke zorgen die leven bij de relevante stakeholders. Op basis van ervaringen uit het verleden (e.g. De Mesel et al., 2009; Wijsman en Kraan, 2017) en de verwachte effecten die zijn weergegeven in hoofdstuk 4 heeft Wageningen Marine Research, in samenwerking met Rijkswaterstaat en Natuurmonumenten, een eerste aanzet gemaakt van de mogelijke zorgpunten die er kunnen leven bij de schelpdierkwekers en vissers (Tabel 2). Op 29 mei 2020 zijn deze zorgpunten besproken tijdens een stakeholderbijeenkomst georganiseerd voor vertegenwoordigers vanuit de schelpdiersector (PO Mossel en Nederlandse Oester Vereniging) en de visserijsector (Beroepsvissers op de Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta). In verband met de maatregelen m.b.t. de verspreiding van het COVID-19 virus is deze bijeenkomst middels videoconferentie gedaan. Met vertegenwoordigers van de visserijsector is achteraf telefonisch overleg geweest omdat deze niet aanwezig konden zijn bij de bijeenkomst. Op basis van deze zorgpunten is er een risico-inventarisatie uitgevoerd. De resultaten van de risico-inventarisatie is vervolgens gebruikt, maar was niet leidend, bij het opstellen van het monitoringsplan.

Tabel 2: *Inventarisatie zorgpunten schelpdiersector en visserij. De zorgpunten zijn onderverdeeld naar een viertal oorzaken (verlies habitat, vertroebeling, sedimentatie en verontreiniging), zie hoofdstuk 4.*

Oorzaak	Zorgpunten
Verlies habitat	1: (Tijdelijk) verlies kweekareaal mosselkwekers Zandkreek; 2: Verminderde kreeftenvangsten in de Zandkreek door verlies kreeftenhabitat;
Vertroebeling	3: Verminderde groei en kwaliteit van de mosselen op de percelen in de Zandkreek door toename van vertroebeling; 4: Verminderde groei en kwaliteit van de mosselen op de percelen in het Engelsche Vaarwater door toename van vertroebeling; 5: Verminderde groei en kwaliteit van de oesters op de percelen in de Kom door toename van vertroebeling in de Pietermanskreek;
Sedimentatie	6: Sterfte van mosselen op de percelen in de Zandkreek door verhoogde sedimentatie; 7: Sterfte van mosselen op de percelen in het Engelsche Vaarwater door verhoogde sedimentatie; 8: Sterfte van het ingevangen oesterbroed op invangpercelen in de Zandkreek; 9: Sterfte van de oesters op de percelen in de Kom door verhoogde sedimentatie; 10: Verminderde invang van oesterbroed op de invangpercelen in Zandkreek door verhoogde sedimentatie;
Verontreiniging	11: Verontreiniging die vrijkomt uit het slib kan worden opgenomen door de schelpdieren en kreeften waardoor deze niet kunnen worden verkocht.

5.2 Risico inventarisatie

Rijkswaterstaat is voornemens om een monitoringsproject op te zetten om de eventuele effecten in kaart te brengen. Bij dergelijke ingrepen in een natuurlijk systeem zijn er vele mogelijke oorzaak – effect relaties die in potentie kunnen leiden tot schade voor medegebruikers van het gebied (e.g. Wijsman en Kraan, 2017). Omdat het niet effectief is om alle processen in detail te monitoren is het van belang dat er slimme keuzes worden gemaakt op welke processen en parameters de monitoring bij voorkeur moet worden ingezet. Een risico-inventarisatie kan hierbij behulpzaam zijn.

Het risico kan worden ingeschat uit de kans dat een effect optreedt en de impact die het heeft voor de gebruiker. In dit hoofdstuk is een overzicht gegeven van de belangrijkste risico's zoals die worden gezien vanuit de beschikbare kennis waarbij rekening is gehouden met de zorgen die er leven binnen de sectoren. Uitgangspunt bij deze risico inventarisatie zijn de zorgpunten uit Tabel 2.

Voor alle zorgpunten is een risico inschatting gemaakt waarbij, op basis van expert judgement en gebruik makend van voorgaande studies en modelberekeningen, zowel de kans als de impact semi-kwantitatief is ingeschat. Deze risico inschatting is vervolgens getoetst met de stakeholders tijdens de bijeenkomst op 29 mei 2020.

De kans is gedefinieerd als de kans dat de werkzaamheden (baggeren, storten of suppleren) leiden tot een (negatief) effect voor de schelpdierkweek en/of visserij. Deze kans is geclassificeerd in een vijftal klassen, waarbij door middel van de percentages een orde van grootte inschatting wordt gegeven van de kans dat er effect optreedt:

- Zeer onwaarschijnlijk (kans minder dan 1%);
- Onwaarschijnlijk (kans tussen 1% en 5%);
- Redelijk (kans tussen 5% en 50%);
- Waarschijnlijk (kans tussen 50% en 95%);
- Vrijwel zeker (meer dan 95%).

De impact is gedefinieerd als de mate van schade die optreedt voor de schelpdierkweek of visserij. Dit kan betrekking hebben op een individuele visser, meerdere bedrijven of zelfs de gehele sector. De schade kan zich uiten in extra kosten die worden gemaakt, verminderde vangsten of verminderde rendementen doordat de groei vermindert of grotere sterfte plaatsvindt. De impact is ingeschat in de volgende klassen:

- Zeer klein (de impact is zo klein dat het vrijwel niet meetbaar is);
- Beperkt (mogelijk beperkte achteruitgang in rendement voor een of meerdere bedrijven die valt binnen de jaarlijkse variatie);
- Aanzienlijk (aanzienlijke vermindering van de rendementen van een of meerdere bedrijven);
- Groot (grote financiële gevolgen voor een of meerdere bedrijven);
- Zeer groot (merkbaar voor de hele sector).

In de volgende paragrafen zijn risico-inschattingen gemaakt voor alle zorgpunten. De zorgpunten zijn daarbij onderverdeeld op basis van een viertal oorzaken: verlies habitat, vertroebeling, sedimentatie en verontreiniging (zie Tabel 2).

5.2.1 Verlies habitat

1: (Tijdelijk) verlies kweekareaal mosselkwekers Zandkreek

De baggerwerkzaamheden vinden voor een deel plaats op de mosselpercelen in de Zandkreek. Doordat er wordt gebaggerd op de percelen zijn deze tijdelijk niet te gebruiken voor de mosselkweek. In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de oppervlaktes die worden weggebaggerd van de percelen en vaste vistuigvakken.

Kans: Vrijwel zeker.

De kans dat er een (tijdelijk) verlies optreedt van het kweekareaal voor de mosselkwekers is vrijwel zeker omdat de baggerwerkzaamheden deels zullen plaatsvinden op verhuurde percelen.

Impact: Beperkt.

De impact van het tijdelijk verlies van kweekareaal voor de mosselkwekers in de Zandkreek wordt ingeschat als beperkt. In de praktijk is vaak slechts een deel van het perceel door de kweker in gebruik voor de kweek van mosselen. Soms liggen delen van het perceel te droog waardoor de mosselen kunnen worden opgegeten door vogels, of zijn de omstandigheden (beschutting, voedselbeschikbaarheid) niet geschikt om mosselen te kweken. In de Zandkreek wordt alleen gebaggerd in de vaargeul (Figuur 1). Deze delen van de percelen zijn vaak minder geschikt vanwege de hoge sedimentatie en vaarbewegingen van overige boten. De duur van de baggerwerkzaamheden

is beperkt. De betreffende kwekers zijn op de hoogte van de werkzaamheden en hebben hierdoor maatregelen kunnen nemen. Het is te verwachten dat de kwaliteit van de percelen zich binnen afzienbare tijd weer herstelt naar de situatie van voor het baggeren.

2: Verminderde kreeftenvangsten in de Zandkreek door verlies kreeftenhabitat.

Kreeften verschuilen zich vaak tussen harde substraten zoals oesterbanken, stortsteen en veenbanken. De kreeften kunnen worden gevangen met de vaste vistuigen zoals fuiken, kubben en korven als ze hun schuilplaats verlaten om naar voedsel te zoeken. De kwaliteit van een visvak voor de visserij op kreeft is afhankelijk van de aanwezigheid van geschikt kreeftenhabitat. Als de geschikte habitats voor de kreeften verdwijnen door de baggerwerkzaamheden kan dit leiden tot verminderde vangsten. Naast de visserij op kreeft worden de visvakken ook gebruikt voor de visserij op paling.

Kans: Onwaarschijnlijk

De baggerwerkzaamheden vinden deels plaats binnen twee bestaande vaste vistuigvakken in de Zandkreek (ZK055 en ZK056). In de overige visvakken wordt niet gebaggerd. Er is een kans dat er met de baggerwerkzaamheden ook schuilplaatsen voor kreeften verdwijnen. Maar omdat voornamelijk gebaggerd wordt in sedimentatiegebieden die over het algemeen minder geschikt zijn als schuilplaats voor kreeften (omdat de eventueel aanwezige harde substraten worden begraven onder een sliblaag) wordt de kans onwaarschijnlijk geacht.

Impact: Beperkt

Binnen visvak ZK055 is de verwachting dat de betere kreeftenhabitats buiten het gebied liggen waar gaat worden gebaggerd (4.2 ha van het totale perceeloppervlak van 37.5 ha). Mogelijk zullen kreeften last ondervinden door het baggeren, maar omdat ze mobiel zijn kunnen ze vluchten naar andere locaties binnen het visvak. Visvak ZK056 is een klein visvak (0.6 ha) dat vrijwel voor de helft wordt weggebaggerd. Het is niet duidelijk of de kreeften die hier worden gevestigd hun schuilplaats binnen het vak hebben of in de omgeving.

5.2.2 Vertroebeling

Gedurende de stakeholderbijeenkomst zijn door de vertegenwoordigers van de scheldierkweek zorgen geuit over de kans dat vertroebeling een effect zal hebben op de schelpdierkweek en de impact daarvan op de sector. Hoewel de modelberekeningen van Deltares laten zien dat verhoging in zwevend stof beperkt is waardoor kan worden verwacht dat het effect op schelpdieren verwaarloosbaar is (Van Duren et al., 2019), is duidelijk dat vertroebeling een belangrijk zorgpunt is bij de stakeholders.

3: Verminderde groei en kwaliteit van de mosselen op de percelen in de Zandkreek door toename van vertroebeling.

Tijdens het baggeren in de Zandkreek en vervolgens storten van de baggerspecie op stortlocatie O10 zal slib vrijkomen in de waterkolom waardoor de concentraties zwevend stof in de Zandkreek zullen toenemen. Vervolgens zal door erosie van de gestorte baggerspecie op stortlocatie eie O10 bijkomend slib vrijkomen in het water. Als de concentraties zwevend stof in het water te hoog worden kan de voedselopname van de mosselen op de percelen in de Zandkreek verminderen. Als dit lang duurt kan de groei en de kwaliteit van de mosselen hierdoor afnemen.

Kans: Onwaarschijnlijk

Tijdens het baggeren, maar vooral ook als gevolg van erosie op de stortlocatie O10 kan er slib vrijkomen in het water waardoor de slibconcentraties in de Zandkreek tijdelijk toenemen. Door Deltares zijn er uitgebreide modelberekeningen uitgevoerd waarmee de verhoging van zwevend stof concentratie in de tijd en ruimte is berekend (Van Duren et al., 2019). De resultaten van de modelberekeningen met een baggervolume van 130 000 m³ dat wordt gestort op stortlocatie O10 zijn ook weergegeven in Figuur 4. De toename van vertroebeling boven de mosselpercelen in de Zandkreek is beperkt (< 4 mg l⁻¹), boven de achtergrondconcentratie van ca 15 mg l⁻¹ in de winterperiode (De Vries, 2014).

Mosselen filteren het slib samen met het voedsel (algen) uit het water. Als de concentraties slib in het water te hoog worden gaan de mosselen pseudofaeces produceren en vermindert de voedselopname. Als dit lange tijd aanhoudt kan dit effect hebben op de groei van de mosselen en op de kwaliteit (vleespercentage). In Van Duren et al. (2019) is aangegeven dat een tijdelijke verhoging van ca 10 mg l⁻¹ bij een achtergrondwaarde van 15 mg l⁻¹ geen effect zal hebben op de groei of overleving van mosselen. Mosselen zijn in staat concentraties zwevend stof van meer dan 100 mg l⁻¹ goed te overleven maar bij dergelijke concentraties zijn wel effecten op de groei te verwachten (Prins en Smaal, 1989). De verhoging van de zwevend stof concentratie zal zich beperken tot de winterperiode. In deze periode zijn de mosselen vanwege de lage watertemperaturen weinig actief en hebben dan ook weinig voedsel nodig. Ze zijn dan ook minder gevoelig voor verhoging van de zwevend stof concentratie in het water.

Impact: Zeer klein

De mosselpercelen in de Zandkreek worden, vanwege de relatief beschutte ligging, voornamelijk gebruikt als bewaarpercelen en minder als productiepercelen. Dit wordt ook geïllustreerd door de beperkte levering van de percelen in de Zandkreek naar de veiling (Figuur 3). De kwekers verplaatsen de mosselen van de bewaarpercelen vaak eerst naar productiepercelen buiten de Zandkreek alvorens ze naar de veiling worden gebracht. Op de productiepercelen kunnen de mosselen groeien en toenemen in vleesgewicht waarna ze worden verkocht.

4: Verminderde groei en kwaliteit van de mosselen op de percelen in het Engelsche Vaarwater de door toename van vertroebeling

Tijdens het baggeren en storten, maar ook door erosie van het sediment dat is gestort op stortlocatie O10 zal er slib vrijkomen in het water waardoor de concentraties zwevend stof in het Engelsche Vaarwater toenemen. Als de concentraties zwevend stof in het water te hoog worden kan de voedselopname van de mosselen op de percelen in het Engelsche Vaarwater verminderen waardoor de groei en de kwaliteit afneemt.

Kans: Onwaarschijnlijk

Ook de berekende toename van de zwevend stof concentratie boven de mosselpercelen in het Engelsche Vaarwater is beperkt (< 4 mg l⁻¹, zie Figuur 4) en zal voornamelijk in de winterperiode optreden. Hierbij kan dezelfde redenatie worden aangehouden als onder zorgpunt 3. Het is daarom onwaarschijnlijk dat deze beperkte toename in zwevend stof concentratie zal leiden tot verminderde groei en kwaliteit van de mosselen op de percelen in het Engelsche Vaarwater.

Impact: Aanzienlijk

Een vermindering van de groei en kwaliteit van de mosselen op de percelen in het Engelsche Vaarwater heeft wel meer impact voor de mosselkwekers dan een vermindering van de groei en kwaliteit van de mosselen op de percelen in de Zandkreek. De percelen aan de westzijde van de Galgenplaat (GPwest in Figuur 3) zijn namelijk belangrijke productiepercelen voor de mosselsector. De verminderde groei en kwaliteit van de mosselen kan effect hebben op de prijs die er wordt betaald aan de veiling. Ook kan het ertoe leiden dat de mosselen langer op de percelen moeten blijven liggen voordat de kwaliteit (i.e. vleespercentage) goed genoeg is voor de verkoop.

5: Verminderd groei en kwaliteit van de oesters op de percelen in de Kom door toename van vertroebeling in de Pietermanskreek.

Door erosie van slib vanaf de suppletie op de slikken van het Verdrongen Land van Zuid-Beveland kan de concentratie zwevend stof in de Pietermanskreek toenemen. Langs de Pietermanskreek liggen een aantal oesterpercelen. Net als mosselen filteren oesters het water om voedsel te verzamelen. Een tijdelijke verhoging van het zwevend stof in het water kan leiden tot verminderde voedselopname en daardoor tot verminderde groei, wat uiteindelijk leidt tot een afname van het rendement. Tevens is het mogelijk dat door de suppletie de aanvoer van voedsel wordt verminderd. De intergetijdengebieden in de Kom hebben mogelijk een belangrijke rol in de voedselproductie voor de oesters (benthische diatomeeën). De suppletie kan lokaal effect hebben op de productie van diatomeeën, maar omdat de oppervlakte van de suppletie beperkt is ten opzichte van het totale areaal intergetijdengebied in het Verdrongen Land van Zuid-Beveland zal dit effect verwaarloosbaar zijn. Ook kan de suppletie, door het

verleggen van stroomgeulen effect hebben op de aanvoer van voedsel van de slikken naar de oesterpercelen.

Kans: Onwaarschijnlijk

De modelberekeningen van Deltares laten zien dat de (weekgemiddelde) verhoging van de zwevend stof concentratie in de Pietermanskreek minder is dan 4 mg l⁻¹. De relatieve toename in zwevend stof concentratie in de Pietermanskreek is echter groter dan in de Zandkreek en het Engelsche Vaarwater, omdat de achtergrond concentratie van het zwevend stof in de winterperiode lager is in de Kom (ca 10 mg l⁻¹) (De Vries, 2014). De concentraties zwevend stof zijn dermate laag dat het niet de verwachting is dat dit effect zal hebben op de voedselopname en daarmee de groei en kwaliteit van de oesters. Omdat de suppletie in de winter wordt aangelegd zal het niet veel effect hebben op de productie van diatomeeën (voedsel voor de oesters), en het is de verwachting dat de diatomeeën zich in het voorjaar weer snel zullen ontwikkelen op de slibrijke suppletie.

Impact: Beperkt

De prijs van de oesters is minder afhankelijk van het vleespercentage dan die van mosselen. Wel kan het zijn dat als de oesters minder hard groeien ze langer op de percelen moeten blijven liggen voordat ze kunnen worden verkocht. Grootte en vorm van de oester is wel van belang voor de prijs. Voor de oesterkweek is de winterperiode (december), vlak voor de geplande werkzaamheden de belangrijkste periode voor de verkoop. Het is van belang dat de oesters op dat moment van dusdanige kwaliteit zijn zodat ze voor een goede prijs kunnen worden verkocht.

5.2.3 Sedimentatie

6: Sterfte van mosselen op de percelen in de Zandkreek door verhoogde sedimentatie.

Het slib dat vrijkomt tijdens de baggerwerkzaamheden en van de stortlocatie O10 kan bezinken op de mosselpercelen in de Zandkreek. Mosselen kunnen tot op zekere hoogte redelijk goed tegen sedimentatie omdat ze mobiel zijn en naar boven kunnen kruipen. Echter als de sedimentatie te hoog wordt zullen ook de mosselen begraven worden en kunnen afsterven.

Kans: Onwaarschijnlijk

De modelberekeningen van Deltares (Van Duren et al., 2019)(Figuur 6) laten zien dat er beperkte sedimentatie zal optreden op de mosselpercelen in de Zandkreek en bij Goese Sas. Mosselen kunnen tot op zekere hoogte redelijk goed tegen sedimentatie omdat ze mobiel zijn en naar boven kunnen kruipen. Alleen als de sedimentatie te hoog (orde van grootte van een cm per maand, Bijkerk, 1988) wordt zullen de mosselen worden begraven en afsterven.

Impact: Beperkt

De percelen in de Zandkreek en bij Goese Sas, waar de meeste sedimentatie wordt voorspeld worden beperkt gebruikt door mosselkwekers. Wegens de beschutte ligging worden de percelen wel gebruikt voor het bewaren van halfwas en zeer beperkt voor consumptiemosselen.

7: Sterfte van mosselen op de percelen in het Engelsche Vaarwater door verhoogde sedimentatie.

Het slib dat vrijkomt tijdens de baggerwerkzaamheden en van de stortlocatie O10 kan ook bezinken op de mosselpercelen in het Engelsche Vaarwater. Mosselen kunnen tot op zekere hoogte redelijk goed tegen sedimentatie omdat ze mobiel zijn en naar boven kunnen kruipen. Echter als de sedimentatie te hoog wordt zullen ook de mosselen begraven worden en kunnen ze afsterven.

Kans: Onwaarschijnlijk

De modelberekeningen van Deltares (Van Duren et al., 2019)(Figuur 6) laten zien dat er vrijwel geen sedimentatie optreedt op de belangrijkste productiepercelen in het Engelsche Vaarwater.

Impact: Aanzienlijk

Als er te veel sedimentatie optreedt op de percelen in het Engelsche Vaarwater aan de westkant van de Galgenplaat waardoor er mosselen sterven door begraving, zal de impact aanzienlijk zijn omdat dit een belangrijk kweekgebied is voor mosselkwekers.

8: Sterfte van het ingevangen oesterbroed op invangpercelen in de Zandkreek.

Het slib dat vrijkomt tijdens de baggerwerkzaamheden en van de stortlocatie O10 kan bezinken op de oester invang percelen, waardoor het ingevangen oesterbroed begraven wordt en kan afsterven. Oesters zijn sessiel en kunnen niet migreren. De enige manier om begraving te voorkomen is groeien. Zeker voor oesterbroed is dat niet altijd mogelijk.

Kans: Onwaarschijnlijk

De modelberekeningen van Deltares (Figuur 6) laten zien dat de sedimentatie zeer beperkt is (minder dan 3 mm over een periode van 14 weken) op de percelen die worden gebruikt voor de invang van oesterbroed. Het oesterbroed wordt ingevangen in de zomerperiode en het kan soms nog 1 à 2 jaar op deze percelen blijven liggen om verder uit te groeien op de percelen in de Kom of op tafels. Het is de verwachting dat de oesters die in de zomer van 2019 en 2020 zijn ingevangen op het moment dat de werkzaamheden worden uitgevoerd (winter 2020- 2021) groot genoeg zijn om een sliblaag van maximaal 3 mm over een periode van 14 weken te overleven. Het is daarom onwaarschijnlijk dat er sterfte van belang zal optreden op de percelen die worden gebruikt voor de invang van oesterbroed.

Impact: Aanzienlijk

Een aantal oesterkwekers zijn afhankelijk van oesterbroed van de Zandkreek. Eventuele impact van het verlies van jonge oesters op deze percelen is groter dan van verminderde broedinvang. Dit omdat de jonge oesters al langer (0.5 – 1.5 jaar) op de percelen liggen waardoor er meer kosten zijn gemaakt.

8: Sterfte van de oesters op de percelen in de KOM door verhoogde sedimentatie.

Het slib dat vrijkomt na de aanleg van de suppletie kan bezinken op de oesterpercelen langs de Pietermanskreek, Mosselkreek en Windgat in de Kom. Oesters zijn sessiel en kunnen niet migreren als ze bedekt worden met een laag slib. Wel kunnen ze door te groeien boven het slib uitgroeien.

Kans: Onwaarschijnlijk

De modelberekeningen van Deltares (Ysebaert et al., 2020)(Figuur 7) laten zien dat er beperkte (maximaal 5 mm over een periode van 14 weken) sedimentatie zal optreden op de oesterpercelen in de Kom. Er kan worden aangenomen dat de oesters deze sedimentatie kunnen overleven.

Impact: Aanzienlijk

Als er te veel sedimentatie optreedt op de percelen in de Kom waardoor er mosselen sterven door begraving, zal de impact aanzienlijk zijn omdat dit een belangrijk kweekgebied is voor oesterkwekers.

10: Verminderde invang van oesterbroed op de invangpercelen in Zandkreek door verhoogde sedimentatie.

De oesterbroed invang percelen worden door oesterkwekers gebruikt om oesterbroed in te vangen. Hiervoor worden schelpen (mosselen of oesters) gebruikt als substraat. Als de vers uitgezaaide schelpen worden bedekt met een laagje slib is de invang van oesterbroed minder efficiënt.

Kans: Zeer onwaarschijnlijk

De modelberekeningen van Deltares (Figuur 6) laten zien dat de sedimentatie van slib in de Zandkreek voornamelijk plaatsvindt op de mosselpercelen in de geul. Er is slechts (minder dan 3 mm) sedimentatie op de percelen die worden gebruikt voor de invang van oesterbroed. De invang van oesterbroed vindt voornamelijk plaats in de zomerperiode, als de oesterlaven zich gaan hechten op harde substraten. De sedimentatie van slib zal voornamelijk plaatsvinden in de winter en het vroege voorjaar, als het substraat voor de invang van oesterbroed nog niet is uitgezaaid over de percelen.

Impact: Aanzienlijk

De invangpercelen voor oesterbroed in de Zandkreek zijn relatief belangrijk voor de sector. Een afname in de hoeveelheid oesterbroed kan zich vertalen naar minder opbrengsten omdat het kan leiden tot minder voorraden bij kwekers die afhankelijk zijn van de invang van oesterbroed in de Zandkreek.

5.2.4 Verontreiniging

11: Verontreiniging die vrijkomt uit het slib kan worden opgenomen door schelpdieren en kreeften waardoor deze niet kunnen worden verkocht.

Schelpdieren zoals oesters en mosselen filteren een grote hoeveelheid water en verwijderen slibdeeltjes > ca 5 µm (Wijsman en Smaal, 2017). Verontreinigingen die gebonden zijn aan de slibdeeltjes kunnen worden opgenomen en accumuleren in het lichaam. Bij te hoge concentraties aan verontreinigingen (bijvoorbeeld zware metalen) zijn de schelpdieren niet geschikt voor consumptie.

Kans: Zeer onwaarschijnlijk

Het slib van de baggerlocatie is onderzocht en niet verontreinigd (Klasse A, Anonymous, 2019; Van Kuijk, 2020). Het is gebiedseigen materiaal dat in de loop van de jaren in de geul is bezonken. Het is daarom zeer onwaarschijnlijk dat de baggerwerkzaamheden leiden tot verontreiniging van de schelpdieren en kreeften.

Impact: Groot

Als er via het slib verontreinigingen in de mosselen of kreeften terecht komen zal het effect groot zijn. Issues met betrekking tot voedselveiligheid komen snel in het nieuws en kunnen leiden tot een negatief imago van het product. Dit kan impact hebben op de sector als geheel.

6 Monitoring effecten

Voor het aantonen van (schadelijke) effecten van een ingreep kan worden gekozen voor een BACI (Before/After en Control/Impact) aanpak (Underwood, 1992). Bij deze aanpak wordt er gemonitord in gebieden waarvan het vermoeden bestaat dat ze worden beïnvloed door de werkzaamheden (Impact) en in één of meer 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 vóór de ingreep (Before) en na of tijdens de ingreep (After). De situatie vóór de ingreep wordt doorgaans wel de T_0 -meting genoemd. Deze T_0 -meting dient in een representatieve periode te worden uitgevoerd die recht doet aan de temporele variatie als gevolg van getij, weerscondities, seizoenen en jaren. Dit kan verschillen per variabele die wordt gemeten.

In Figuur 8 is een theoretisch voorbeeld gegeven van een BACI monitoring van een willekeurige grootheid waarbij er een ingreep wordt gedaan (pijl) die effect heeft op de grootheid in het impact gebied, maar niet in de (3) referentiegebieden. De waarde van de grootheid varieert over de tijd (ook in de referentiegebieden) en tussen de gebieden. Als gevolg van de ingreep neemt in dit voorbeeld de waarde van de grootheid af in het impact gebied. Om dit effect statistisch te kunnen aantonen is het van belang dat er voldoende metingen worden uitgevoerd in zowel het controle en impactgebied als ook in de T_0 . Het aantal metingen dat hiervoor nodig is is afhankelijk van de variantie van de metingen en de grootte van het effect (power) van de ingreep op de grootheid (Wijsman, 2017).

Figuur 8: Theoretisch voorbeeld voor een BACI analyse. De pijl geeft het moment van een ingreep weer. De lijnen geven de werkelijke ontwikkeling en de stippen de metingen van een willekeurige grootheid. In dit voorbeeld zijn er 3 referentiegebieden (Control) en 1 impact gebied. In ieder gebied zijn er 4 meetmomenten in de T_0 (Before) en 4 meetmomenten na de ingreep (After) (naar Underwood, 1992).

Bij de monitoring is het ook van belang dat er een goede keuze wordt gemaakt van de grootheden die kunnen worden gemeten. Bij de keuze van de grootheid zijn de volgende zaken van belang:

- Doet de grootheid recht aan één of liever meer van de zorgpunten die zijn opgesteld?
- Maakt de grootheid onderdeel van de oorzaak – gevolg keten?
- Staan de kosten van de monitoring in verhouding tot de risico's die er zijn?
- Is de grootheid goed te meten?
- Is het verwachte effect groot genoeg in relatie tot de autonome variantie?
- Is het haalbaar om voldoende gegevens te verzamelen over de T_0 situatie?

7 Monitoringsactiviteiten

In dit hoofdstuk worden de monitoringsactiviteiten beschreven die kunnen worden uitgevoerd om de mogelijke effecten van de baggerwerkzaamheden in de Zandkreek, stort op stortlocatie O10 in het Engelsche Vaarwater en de suppletie op de slikken van het Verdrongen Land van Zuid-Beveland op de schelpdierkweek en visserij activiteiten in kaart te brengen. Hierbij is rekening gehouden met de lijst van zorgpunten die is opgesteld (Tabel 2) en de inschatting van de risico's. Van belang is dat de risico-inschatting niet alleen leidend is geweest voor de voorgestelde monitoringsactiviteiten. Er is uitdrukkelijk ook rekening gehouden met de zorgen die geuit zijn door de stakeholders tijdens de bijeenkomst van 29 mei 2020.

Uit de risico inventarisatie is gebleken dat de grootste risico's zitten in een verminderd rendement van de mosselpercelen in het Engelsche Vaarwater als gevolg van vertroebeling (zorgpunt 4) en de verhoogde sedimentatie (zorgpunt 7) en het verminderd rendement van het ingevangen oesterbroed op de invangpercelen in de Zandkreek (zorgpunt 8). Tijdens de bijeenkomst van 29 mei zijn door de stakeholders tevens zorgen geuit over het verlies aan kweekareaal in de Zandkreek (zorgpunt 1) en verminderde groei en kwaliteit van oesters nabij de suppletie (zorgpunt 5).

Rekening houdend met deze zorgpunten worden de volgende onderdelen voorgesteld voor de monitoring:

1. Registratie baggervolumes;
2. Metingen zwevend stof;
3. Analyse veilinggegevens mosselkweek;
4. Analyse zakboekjes;
5. Bemonstering mosselpercelen;
6. Invangsucces en ontwikkeling oesterbroed;

Ieder van deze onderwerpen richt zich op meerdere van de zorgpunten uit Tabel 2. Tabel 3 geeft aan hoe de verschillende monitoringsactiviteiten bijdragen in het aanleveren van relevante data voor de verschillende zorgpunten. In de volgende paragrafen worden deze verschillende onderdelen verder uitgewerkt.

Tabel 3: Overzicht van hoe de monitoringsactiviteiten aanhaken op de verschillende zorgpunten. De zwarte vlakken worden gedekt door de voorgestelde monitoring. De grijze vlakken worden beperkt gedekt.

	Registratie baggervolumes	Metingen zwevend stof	Veilinggegevens mosselkweek	Analyse Zakboekjes	Bemonstering mosselpercelen	Invangsucces en ontwikkeling oesterbroed
1. (Tijdelijk) verlies kweekareaal mosselkwekers Zandkreek						
2. Verminderde kreeftenvangsten in de Zandkreek door verlies kreeftenhabitat						
3. Verminderde groei en kwaliteit van de mosselen op de percelen in de Zandkreek door toename van vertroebeling						
4. Verminderde groei en kwaliteit van de mosselen op de percelen in het Engelsche Vaarwater door toename van vertroebeling						
5. Verminderde groei en kwaliteit van de oesters op de percelen in de Kom door toename van vertroebeling in de Pietermanskreek;						
6. Sterfte van mosselen op de percelen in de Zandkreek door verhoogde sedimentatie;						
7. Sterfte van mosselen op de percelen in het Engelsche Vaarwater door verhoogde sedimentatie						
8. Sterfte van het ingevangen oesterbroed op invangpercelen in de Zandkreek						
9. Sterfte van de oesters op de percelen in de Kom door verhoogde sedimentatie						
10. Verminderde invang van oesterbroed op de invangpercelen in Zandkreek door verhoogde sedimentatie;						
11. Verontreiniging die vrijkomt uit het slib kan worden opgenomen door de schelpdieren en kreeften waardoor deze niet kunnen worden verkocht						

Het laatste zorgpunt wordt niet gedekt door de voorgestelde monitoring. Het slib is onderzocht en hieruit blijkt dat het niet is verontreinigd (Van Kuijk, 2020). Vanuit voedselveiligheidsoogpunt is er wel een monitoringsprogramma vanuit de NVWA waarbij wordt gemonitord op verontreinigingen in schelpdieren (<https://www.nvwa.nl/onderwerpen/schelpdieren>).

7.1 Registratie baggervolumes

7.1.1 Achtergrond

Door Rijkswaterstaat is er een gedetailleerde berekening gemaakt hoeveel sediment er in welke delen van de Zandkreek worden weggebaggerd (Figuur 9). Een deel van het sediment wordt weggebaggerd op mosselpercelen en vaste vistuig vakken (Tabel 1).

Figuur 9: Hoeveelheid sediment (laagdikte, m) die wordt weggebaggerd in de Zandkreekgeul.

7.1.2 Doel

Verifiëren of de aannemer de geplande hoeveelheden op de juiste locaties verwijderd. Inzicht in de hoeveelheid en samenstelling sediment dat er wordt gestort op de stortlocatie O10 en de suppletielocatie in het Verdrongen Land van Zuid-Beveland.

7.1.3 Methode

De aannemer houdt een gedetailleerde registratie bij van zijn werkzaamheden. Er wordt bijgehouden hoeveel sediment er uit de geul wordt weggehaald (inclusief het vak) en waar het wordt gestort (stortlocatie O10 of de suppletielocatie in het Verdrongen Land van Zuid-Beveland). Alle vaarbewegingen worden gelogd in de plotter (inclusief datum en tijdstip). Om de samenstelling van het sediment te verifiëren wordt door de aannemer van ieder transport een monster genomen uit de beun. Dit monster wordt geanalyseerd op korrelgrootte verdeling.

Door middel van multibeam kan de bodem in detail in kaart worden gebracht. Door multibeam opnames te maken voorafgaand en na afloop van de werkzaamheden kan er worden onderzocht of de gebaggerde volumes en arealen overeenkomen met de planning.

7.1.4 Resultaat

Het verschil tussen de multibeam opname vooraf (december 2021) en na afloop (april 2021) van de werkzaamheden en de registraties van de aannemer geeft een indruk waar en hoeveel materiaal er is weggebaggerd. Dit kan worden vergeleken met de plannen uit Figuur 9. De registratie van de aannemer geeft inzicht in zijn activiteiten en de hoeveelheden sediment die zijn weggehaald en waar het materiaal terecht is gekomen.

7.2 Metingen zwevend stof

7.2.1 Achtergrond

Slib kan vrijkomen tijdens baggeren in de Zandkreekgeul en tijdens het storten, maar kan ook vrijkomen door erosie van de stortlocatie O10 en van de suppletie in het Verdrongen Land van Zuid-Beveland, waarna het met de getijstrooming verder kan worden verspreid. Door Deltares zijn uitgebreide modelberekeningen uitgevoerd met van de bagger- en stortwerkzaamheden in het Engelsche Vaarwater (Van Duren et al., 2019) en de suppletie in het Verdrongen Land van Zuid-Beveland (Ysebaert et al., 2020). De modelberekeningen laten zien dat de toename in de zwevend stof concentratie boven de kweekpercelen en vaste vistuig vakken beperkt is. Hoewel de modellen die zijn gebruikt *state-of-the-art* zijn, zijn er in het model een aantal aannames gemaakt met betrekking tot de samenstelling van het slib, het gedrag van het slib tijdens storten, de valsnelheid, kritieke schuifspanning, etc. Het effect van schelpdieren op het vastleggen van het slib is in de modellen niet meegenomen. Ook zijn in het model realistische meteorologische omstandigheden uit het verleden gebruikt omdat de weerscondities ten tijde van de werkzaamheden niet zijn te voorspellen. Ten slotte zijn de berekeningen van de bagger- en stortwerkzaamheden in het Engelsche Vaarwater uitgevoerd voor de situatie dat alles wordt gestort op stortlocatie O10. Als een deel van het slib wordt gebruikt voor de suppletie zal er minder worden gestort op de stortlocatie O10. Het is daarom goed om de resultaten van de modelberekeningen in het veld te verifiëren met behulp van metingen.

7.2.2 Doel

Het doel van deze monitoring is om te onderzoeken of de toename in concentraties en de verspreiding van het zwevend stof als gevolg van de werkzaamheden overeenkomen met de voorspellingen met de modellen. Als de modellen kloppen is de verwachting dat het weinig effect zal hebben op de groei en ontwikkeling van de schelpdieren (Van Duren et al., 2019). Als de concentraties gedurende langere tijd veel hoger zijn dan voorspeld kan het mogelijk wel consequenties hebben voor de groei en ontwikkeling op de percelen.

7.2.3 Methode

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). Deze turbiditeitsmeters kunnen aan meetpalen of onder boeien worden bevestigd en geplaatst op strategische locaties. Vanwege de verschillen in waterdiepte is er voor gekozen om de sensoren in dit project te bevestigen aan boeien. Hierdoor meten de sensoren op een vaste afstand (ca 3 meter) onder het wateroppervlak. Rijkswaterstaat zal deze metingen uitvoeren. De meters dienen regelmatig (maandelijks) te worden schoongemaakt om ervoor te zorgen dat eventuele aangroei van organismen het signaal niet kan beïnvloeden. Meetgegevens worden rechtstreeks verzonden naar een server vanwaar deze kunnen worden ingelezen en geanalyseerd.

Er wordt geadviseerd om een zevental meetboeien met turbiditeitsmeters te plaatsen: vier meetboeien in het middengebied van de Oosterschelde nabij de Zandkreek en het Engelsch Vaarwater (Figuur 10) en drie meetboeien in de Kom van de Oosterschelde (Figuur 11). De voorgestelde coördinaten voor de meetboeien zijn gegeven in Tabel 4.

Middengebied

In het middengebied worden vier meetboeien geplaatst. Drie meetboeien (ZS1, ZS2 en ZS3) liggen rond de Stortlocatie O10 in het Engelsche Vaarwater en in de Zandkreek (Figuur 10). Er is geen boei gelegd in de stortlocatie O10 omdat het slib opwervelt van de bodem en boven in de waterkolom waar de boei meet zal dit mogelijk in mindere mate gemeten worden. Alle boeien liggen zoveel als mogelijk (net) buiten de vaargeul zodat ze geen obstakel vormen voor de scheepvaart. Meetboei ZS1 ligt op een afstand van ongeveer 800 meter ten noorden van de stortlocatie O10, in de buurt van het perceelblok aan de westzijde van de Galgenplaat. Dit perceelblok is een belangrijk kweekgebied voor mosselen. Tijdens de eb zal deze locatie mogelijk verhoogde slibconcentraties hebben door slib dat

vrijkomt van de stortlocatie. Tijdens de vloed zal deze locatie mogelijk worden beïnvloed door de afwateringsgeul van de Galgenplaat. Vanuit modellering die is uitgevoerd door Deltares (Van Duren et al., 2019) blijkt dat er een (zeer beperkte) verhoging van het zwevend stof kan worden verwacht in dit gebied ten noorden van de stortlocatie O10. Meetboei ZS2 ligt ca 800 meter van de stortlocatie aan de noordzijde van de ingang van de Zandkreekgeul. Deze locatie is mogelijk representatief voor het in- en uitstromende water van de Zandkreekgeul. Meetboei ZS3 ligt in de Zandkreek aan de zuidzijde van de vaargeul op een afstand van ca 2300 meter van de stortlocatie. Deze locatie meet voornamelijk de eventuele verhoging van slib dat vrijkomt tijdens de baggerwerkzaamheden. Door Deltares is met modelberekeningen aangetoond dat de baggerwerkzaamheden vrijwel niet leiden tot verhoging van het zwevend stof in de Zandkreekgeul (zie Figuur 4, Figuur 10), maar zou goed zijn om dit te valideren in het veld. Daarnaast liggen in de buurt van deze locatie ook belangrijke percelen voor de invang van oesterbroed.

Boei ZS4 ligt in het Brabantsche Vaarwater. Deze locatie kan worden gezien als een referentielocatie. Het is de verwachting dat deze locatie niet wordt beïnvloed door het storten van baggerspecie op stortlocatie O10. Het is niet de verwachting dat de (gemiddelde en dynamiek in) slibconcentratie in het Engelsche Vaarwater hetzelfde is dan in het Brabantsche vaarwater. Daarom is het van belang een goede nulmeting uit te voeren, m.a.w. zo spoedig mogelijk starten (zomer 2020) met de metingen zodat de verschillen in zwevend stof concentraties tussen locatie ZS4 en de overige locaties kunnen worden onderzocht.

Kom van de Oosterschelde

In de Kom liggen drie meetboeien (ZS5, ZS6 en ZS7)(Figuur 11). Deze boeien zijn geplaatst om de effecten van de suppletie op de slikken van het Verdrongen Land van Zuid-Beveland te volgen. ZS5 ligt op de plaats waar de twee belangrijkste afwaterende geulen van de suppletie (het Windgat en de Mosselkreek) samenkomen, op ca 2 km van de suppletie. Deze locatie is gekozen omdat deze ook in de buurt ligt van de oesterpercelen. Ook laten de modelberekeningen van Deltares hier een lichte verhoging in zwevend stof concentratie zien als gevolg van de suppletie. Locatie ZS6 ligt op 4 km van de suppletie en de verwachting is dat deze minder zal worden beïnvloed door de suppletie dan ZS5. De meetboei op locatie ZS7 kan worden gezien als een referentie voor de meetboeien ZS5 en ZS6.

Figuur 10: Voorgestelde monitoringslocaties (ZS1 tot en met ZS4) voor het meten van zwevend stof concentraties in het Middelgebied van de Oosterschelde. In de figuur is de stortlocatie O10 aangegeven en de voorspelde verhoging van het zwevend stof op dag 83 (Van Duren et al., 2019).

Figuur 11: Voorgestelde monitoringslocaties (ZS5, ZS6 en ZS7) voor het meten van zwevend stof concentratie in de Kom van de Oosterschelde. In de figuur is de gemiddelde voorspelde verhoging van de zwevend stof concentratie in week 9 weergegeven (Ysebaert et al., 2020).

Tabel 4: Voorgestelde coördinaten van de locaties van de meetboeien (WGS84 en Rijksdriekhoek)

Locatie	Longitude	Lattitude	X_RD	Y_RD
ZS1	3.924316	51.55912	53559	397704
ZS2	3.911129	51.55174	52628	396902
ZS3	3.891306	51.5481	51245	396525
ZS4	3.965331	51.57485	56437	399398
ZS5	4.148387	51.46728	68922	387200
ZS6	4.128666	51.48145	67579	388799
ZS7	4.166771	51.48537	70233	389191

Gebruik satellietdata

Met behulp van satellietdata kan een ruimtelijk beeld worden gecreëerd van de ruimtelijke verspreiding van het slib in het water. Op basis van de Sentinel 2 (resolutie 10-20 meter) kan een beeld worden verkregen van de zwevend stof concentratie in het water en indien gewenst ook van de concentratie Chl-*a* (maat voor de voedselconcentratie). Omdat de satellietdata met terugwerkende kracht kunnen worden verzameld is het ook mogelijk om de nul-situatie te beschrijven.

Ter validatie van de satellietdata kan gebruik worden gemaakt van de metingen van de verschillende meetboeien die zijn geplaatst (zie hierboven). Eventueel zou er ook gebruik kunnen worden gemaakt van de metingen in het veld om de satellietdata te verifiëren.

7.2.4 Resultaat

Door zo spoedig mogelijk te beginnen met de zwevend stof metingen op de 6 locaties (zomer 2020) kan een indruk verkregen worden van de variatie in zwevend stofgehalten in de periode voorafgaand aan de werkzaamheden (T_0). Uit de metingen tijdens en na de werkzaamheden kan worden onderzocht of een toename in zwevend stof is te meten en overeenkomt aan de voorspellingen. Indien uit de metingen blijkt dat de toename aan zwevend stof veel hoger uitvalt dan is voorspeld met de modellen, kan dit mogelijk ook effect hebben op de schelpdierkweek.

De satellietgegevens leveren een ruimtelijk beeld van de slibconcentratie in het water (bovenste laag). Dit kan worden vergeleken met de T_0 situatie. Hiermee kan een beeld worden verkregen van de toename in zwevend stof concentraties in het water. Een probleem is wel dat de opnames afhankelijk zijn van de afwezigheid van wolken op het moment dat de satelliet overkomt. Tevens kan het beeld worden verstoord als de bodem zichtbaar is. Het is dus de vraag of de beelden voor de Pietermanskreek bruikbaar zijn. Met de satellietbeelden wordt de absolute concentratie gemeten. Met de modellen is de toename in concentratie berekend. Er moet dus een methode worden bedacht om te corrigeren voor de referentie achtergrondwaarde.

7.3 Veilinggegevens

7.3.1 Achtergrond

Alvorens de mosselen van een perceel worden verkocht via 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 in het Engelsche Vaarwater en de Zandkreek en in nader te specificeren referentiegebieden. Eventuele nadelige effecten van de baggerwerkzaamheden zullen zich mogelijk ook openbaren in deze veilinggegevens.

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

Oesters worden niet via de veiling verhandeld. Kreeften worden wel verhandeld via de veiling, maar de gegevens zijn niet zo gedetailleerd dat ze zijn te herleiden naar het visvak. Voor deze soorten kan er dus geen zinnig gebruik worden gemaakt van veilinggegevens.

7.3.2 Doel

Het doel van deze monitoring is inzicht te verkrijgen in eventuele verschillen in de opbrengsten en kwaliteit van de mosselen die worden geleverd van de mosselpercelen in de periode vóór en ná de werkzaamheden.

7.3.3 Methode

Op de veiling wordt van iedere partij een inschatting gemaakt van de totale vracht en wordt er een monster genomen dat wordt onderzocht op een aantal parameters zoals het percentage tarra, de grootte van de mosselen en vleesgewicht. De resultaten worden opgeslagen in een database. Indien de PO mossel hiertoe toestemming geeft zouden de veilinggegevens kunnen worden geactualiseerd en geanalyseerd.

Er zal gebruik worden gemaakt van de veilinggegevens vanaf 2000. De veilinggegevens bevatten bedrijfsgevoelige informatie en dienen met zorg te worden behandeld en geanalyseerd. In de rapportages dienen de gegevens te worden geanonimiseerd. Dit kan worden gedaan door bijvoorbeeld 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 maar ook informatie of er tussentijds is weggevisst of bijgezaaid. Ook de maatregelen die de kweker heeft ondernomen om bijv. predatoren te bestrijden kunnen effect hebben op de kwaliteit van de mosselen aan de veiling. Het is daarom van belang om de gegevens uit de zakboekjes (zie paragraaf 7.4) te gebruiken bij de interpretatie van de gegevens van de veiling.

Het is van belang om vooraf alvast een poweranalyse uit te voeren op de gegevens zoals ook is gedaan in het kader van de Roggenplaat suppletie (Wijsman, 2017). Deze analyse geeft inzicht in het aantal leveringen van een perceel dat nodig is om een bepaald effect te kunnen aantonen.

7.3.4 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 werkzaamheden (Wijsman, 2017). Er zal vooraf moeten 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. Dit kan met behulp van de power analyse.

7.4 Zakboekjes

7.4.1 Achtergrond

Kwekers en vissers houden vaak zelf een registratie bij (zogenaamde zakboekje) van hun activiteiten en vangsten. Ook worden er door sommige kwekers regelmatig zelf monsters genomen om de ontwikkeling van de schelpdieren over de tijd te volgen. De registratie gebeurt veelal in zelf ontwikkelde systemen. In het kader van het project PROFMOS is er een mosselzakboekje ontwikkeld waarin mosselkwekers op een uniforme wijze hun gegevens kunnen noteren (Capelle et al., 2020).

7.4.2 Doel

De gegevens uit de zakboekjes kunnen worden gebruikt om de rendementen van mosselen op de percelen en de vangsten in de visvakken te achterhalen. Tevens bieden ze een mogelijkheid om de veilinggegevens goed te kunnen interpreteren. Voor mosselen bijvoorbeeld hangt de kwaliteit soms nauw samen met de afkomst van de mosselen en de kweekactiviteiten die er hebben plaatsgevonden (zie paragraaf 7.3).

7.4.3 Methode

Vissers en kwekers stellen met terugwerkende kracht (vanaf 2015) hun zakboekjes beschikbaar. Omdat er geen uniformiteit zit in deze zakboekjes dienen ze te worden vertaald naar uniforme grootheden zoals rendement (kg schelpdieren opgevest per kg schelpdieren uitgezaaid) en Catch per Unit of Effort (e.g. aantal kreeften per uur per fuik). Dit moet niet alleen gedaan worden voor de percelen en de visvakken die onder invloed staan van de werkzaamheden, maar ook voor een representatief referentiegebied (e.g. Dortsman als referentiegebied voor mosselen in het Middengebied).

Het is ook mogelijk dat vissers hun inspanning en vangsten registreren op hiervoor ontwikkelde vangstregistratieformulieren. Het is dan echter niet eenvoudig om (met terugwerkende kracht) voldoende gegevens te verkrijgen voor een nulmeting.

7.4.4 Resultaat

De gegevens kunnen inzicht geven in de rendementen van de percelen en de Catch per Unit of Effort (CpUE) van de vaste-vistuig vakken over de tijd en of er sprake is van een afname op het moment van de werkzaamheden. De monitoring kan inzicht geven in de activiteiten van de kwekers en vissers op de percelen. Dit kan helpen bij de interpretatie van specifieke metingen op de percelen en de veilinggegevens. Ten slotte kunnen de resultaten duidelijk maken of de kweker of visser anticipeert op de werkzaamheden door zijn kweekactiviteiten (zaaien, predatorbestrijding, oogsten) of visserijactiviteiten aan te passen.

Net als de analyse van de veilinggegevens kunnen deze gegevens gebruikt worden om eventuele schade te kwantificeren. Het is van belang dat de zakboekjes op een uniforme en correcte wijze worden ingevuld. Causale verbanden kunnen hiermee niet worden vastgesteld en daarvoor zijn aanvullende metingen nodig die zich richten op de processen.

7.5 Bemonstering mosselpercelen

7.5.1 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 werkzaamheden zijn aanvullende metingen nodig die zich richten op de processen (e.g. metingen van zwevend stof).

Omdat de tijd relatief kort is tot de werkzaamheden (eerste drie maanden van 2021) is het niet mogelijk om een bruikbare nulmeting uit te voeren naar de ontwikkeling van de mosselen op de percelen in het onderzoeksgebied. In de perceelmonitoring die is uitgevoerd bij de Roggenplaatsuppletie (Wijsman en Kraan, 2017) is er een nulmeting uitgevoerd van bijna twee jaar. Alleen een meting in de periode van de zomer tot en met december is onvoldoende representatief om een beeld te krijgen van de ontwikkeling van de mosselen op de percelen. Wel is het raadzaam om een bemonstering uit te voeren op de percelen in het impactgebied en een referentiegebied voor de werkzaamheden (december 2020) en vlak na de werkzaamheden (april 2021).

7.5.2 Doel

Het doel van deze bemonstering is te onderzoeken of er bovenmatige sterfte of afname in vleesgewichten is opgetreden op de mosselpercelen tijdens de werkzaamheden.

7.5.3 Methode

De bemonstering wordt bij voorkeur uitgevoerd met behulp van de MS Luctor van de Rijksrederij door de vakdeskundige visserij van het ministerie van LNV (Gert-Jan van Veen). Zij zijn bevoegd om monsters te nemen van de kweekpercelen. De bemonstering zal worden gedaan met een 1 meter mosselkor (overeenkomstig met de bemonstering van de mosselpercelen rond de Roggenplaat). 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 dat zal worden geanalyseerd op:

- Aantal levende mosselen
- Bustal
- Stukstal
- Aantal peulen
- Aantal oude schelpresten
- Lengtes van de mosselen
- Versgewicht (na drinken)
- Gekookt vleesgewicht

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

De bemonstering wordt uitgevoerd op alle bezaaide percelen in het Engelsche Vaarwater en in de Zandkreek. Voor de bemonstering is de medewerking van de betreffende kwekers van belang om aan te geven welke delen van de percelen zijn bezaaid.

7.5.4 Resultaat

De resultaten van de individuele bemonsteringen zullen worden gerapporteerd in een overzichtelijke memo die snel na de bemonstering zal worden teruggekoppeld naar de betreffende kwekers en in geaggregeerde vorm aan RWS.

7.6 Invangsucces en ontwikkeling oesterbroed op invangpercelen.

7.6.1 Achtergrond

Voor de invang van oesterbroed worden er in de zomer (begin juli tot half augustus) schelpen op de percelen uitgestrooid. Het oesterbroed gebruikt deze schelpen als substraat om zich op te vestigen. De oesterbroedjes die zich hebben gehecht aan het substraat worden na één of twee jaar opgevist en uitgezaaid op de dieper gelegen productiepercelen. Als er een laagje slib wordt afgezet op de schelpen voordat de broedjes zich hebben gevestigd kan dit effect hebben op de invang. Ook kan het oesterbroed dat in het jaar ervoor is ingevangen dood gaan als deze bedekt worden onder een laag slib.

7.6.2 Doel

Kwantificering van invang en ontwikkeling van oesterbroed op de invang percelen en onderzoeken of er in de zomerperiode slib is afgezet op de het substraat.

7.6.3 Methode

Visuele inspecties tijdens laag water op een droogvallend perceel dat is ingezaaid met schelpen in de zomer (2020 en 2021). Verspreid over het perceel dat ca 1 maand geleden is ingezaaid met verse schelpen worden foto's gemaakt. Visueel wordt gekeken of er zich slib heeft afgezet op de schelpen. Dit wordt gedaan in de zomer van 2020 en de zomer van 2021. Medewerking van de kweker is van belang om de juiste gebieden te selecteren waar schelpen zijn uitgezaaid.

In het najaar (oktober/november) van 2020 en 2021, en in het voorjaar van 2021 (1-2 maand na uitvoering werkzaamheden) worden er monsters genomen op het droogvallend oester-invang perceel. Tijdens laagwater worden er (5) kwadranten (1 m²) neergelegd op verschillende locaties op de percelen (Bagget et al., 2014). De keuze van de locaties zal in overleg met de betreffende oesterkwekers worden gemaakt. Alle levende oesters en schelpen binnen het kwadrant worden verzameld en meegenomen naar het lab. Per monster worden het aantal broedjes geteld. Van alle oesters wordt de lengte gemeten. Indien de monsters te groot zijn om in het geheel uit te werken wordt er een sub-sample genomen.

7.6.4 Resultaat

Lengte-frequentie verdelingen van de oesters op de oester-invang percelen. Aan de hand van de lengte frequentieverdeling kunnen de verschillende cohorten uit elkaar worden gehaald en kan de groei worden bepaald. Ook kunnen deze data een indruk geven van de overleving van het broed en de jonge oesters.

7.7 Calamiteitenmonitoring

Als uit de reguliere monitoring blijkt dat er zich potentieel schadelijke effecten voordoen, of als er meldingen zijn van kwekers of vissers, kan er worden besloten om de monitoring in een bepaald gebied te intensiveren of nieuwe monitoring op te starten. Deze monitoring is erop gericht gegevens te verzamelen met betrekking tot de calamiteit. 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 To monitoring beschikbaar is. Men zal het hierbij moeten doen met de gegevens uit de reguliere monitoring of andere monitoringsprogramma's. Van belang voor de calamiteitenmonitoring is dat er duidelijke communicatielijnen zijn zodat een melding snel bij relevante personen komt.

8 Planning

In Tabel 5 is een voorlopige tijdsplanning opgesteld voor de verschillende monitoringsactiviteiten.

Tabel 5: Concept tijdsplanning voorgestelde monitoring.

	2010						2011										
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Baggerwerkzaamheden																	
1.1 Registratie volume/samenstelling specie door aannemer																	
1.2 Multibeam Zandkreekgeul																	
2.1 Metingen zwevend stof																	
2.2 Satellietdata	<i>Tijdens werkzaamheden en met terugwerkende kracht vanaf 2017</i>																
3.1 Veilinggegevens mosselkweek	<i>Doorlopend met terugwerkende kracht vanaf 2000</i>																
4.1 Zakboekjes	<i>Doorlopend met terugwerkende kracht vanaf 2015</i>																
5.1 Bemonstering mosselpercelen																	
6.1 Visuele inspectie invangpercelen																	
6.2 Bemonstering oesterbroed																	

9 Communicatie

Rijkswaterstaat wil de betreffende kwekers en vissers graag goed betrokken houden bij de opzet en uitvoering van de monitoring. Dit is van belang voor een gedragen monitoring. Daarnaast is de betrokkenheid van de kwekers en vissers bij de monitoring ook belangrijk voor de kwaliteit van de monitoring. Kwekers en vissers kennen het gebied immers goed en zijn vaak zelf aanwezig 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 werkzaamheden. Om die reden is het van belang om een communicatieplan te hebben zodat het voor vissers en 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 baggerwerkzaamheden, stortactiviteiten en de suppletie zelf en de diverse activiteiten daaromheen. De verantwoordelijkheid voor deze communicatie 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 gebruikers. De direct betrokken gebruikers die percelen en visvakken hebben rondom de betreffende gebieden (Zandkreek, Engelsche Vaarwater en Verdrongen Land van Zuid-Beveland) (groep 1) en de rest van de gebruikers (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 gebruikers uit groep 2 zal in overleg gaan met de secretarissen van de betreffende verenigingen (PO mossel, Nederlandse Oester Vereniging en de vereniging Beroepsvissers op de Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta).

.

10 Conclusies

Het baggeren van de Zandkreekgeul en het storten van slib op de stortlocatie, alsmede de aanleg van een suppletie op de slikken van het Verdronken Land van Zuid-Beveland kunnen in potentie effecten hebben op de schelpdierkweek en visserij in het gebied als gevolg van het (tijdelijk) verlies van habitat, vertroebeling van het water, verhoogde sedimentatie en het vrijkomen van verontreiniging in het water. Omdat de toename in vertroebeling beperkt is (doorgaans minder dan 5 mg l^{-1}), de verwachte sedimentatie maximaal 5 mm bedraagt over een periode van 14 weken en het gebaggerde materiaal niet is vervuild zijn de risico's beperkt. Hoewel er gebruik is gemaakt van *state-of-the-art* modellen is het onvermijdbaar dat er aannames zijn gemaakt bij het draaien van deze modellen. Het is daarom van belang om de resultaten in de praktijk te toetsen door middel van monitoring.

Uit de risico inventarisatie is gebleken dat de grootste risico's zitten in een verminderd rendement van de mosselpercelen in het Engelsche Vaarwater als gevolg van mogelijke vertroebeling en verhoogde sedimentatie en het verminderd rendement van het ingevangen oesterbroed op de invangpercelen in de Zandkreek. Tijdens de stakeholdersbijeenkomst is er ook aangegeven dat er zorgen zijn over effecten waarvan de risico's laag zijn ingeschat. De monitoring richt zich daarom niet uitsluitend op de zorgpunten met de hoogste risico's.

De voorgestelde monitoring bestaat uit een 6-tal onderwerpen die zich elk richten op één of meerdere zorgpunten. Registratie van de baggervolumes en samenstelling van de specie is van belang om te verifiëren dat de hoeveelheden en kwaliteit van de specie die is gebaggerd, gestort en gesuppleerd, overeenkomen met de planning. Metingen van zwevend stof concentraties is een belangrijk onderdeel omdat de meeste effecten op de kweekpercelen worden verwacht als gevolg van een toename van het zwevend stof. De modelberekeningen voorspellen dat deze toename beperkt is en geen effect zullen hebben op de groei en ontwikkeling van de mosselen en oesters op de percelen. Als de concentraties veel hoger zijn kan dit echter wel leiden tot effecten. De veilinggegevens zijn een belangrijke bron van informatie om veranderingen in rendementen van de mosselen op de consumptiepercelen aan te tonen. Voor halfwasmosselen, oesters, kreeft en paling zijn veilinggegevens niet te gebruiken en moet er worden uitgegaan van de registratie door de schelpdierkwekers en vissers zelf in de vorm van zakboekjes. Het invangsucces en de ontwikkeling van het oesterbroed op de invangpercelen in de Zandkreek geven inzicht in het rendement van de invangpercelen.

Een BACI aanpak biedt de mogelijkheid om de effecten van een ingreep te kwantificeren in een dynamisch systeem. Het is daarbij van belang dat er een goede T_0 wordt uitgevoerd en dat er ook metingen worden uitgevoerd op één of meerdere referentielocaties. De tijd tot de uitvoering van de werkzaamheden (eerste drie maanden van 2021) is beperkt en het is niet voor alle onderwerpen (bijvoorbeeld de perceelbemonsteringen) mogelijk om een representatieve T_0 meting uit te voeren. Het advies is echter om de percelen wel te bemonsteren voor en na de werkzaamheden om de situatie in ieder geval vast te leggen.

Vroege terugkoppeling van tussentijdse resultaten van de monitoring naar de stakeholders 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.

11 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. Dit certificaat is geldig tot 15 december 2021. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV GL.

Literatuur

- Anonymous (2019) Waterbodemonderzoek. Zandkreek te Kats. MH Poly Consultants & Engineers B.V., Rapport, 19 pagina's.
- Bagget, L. P., S. P. Powers, R. Brumbaugh, L. D. Coen, B. DeAngelis, J. Greene, B. Hancock en S. Morlock (2014) Oyster Habitat Restoration. Monitoring and Assessment Handbook. Arlington, VA, USA, The Nature Conservancy.
- Bijkerk, R. (1988) Ontsnappen of begraven blijven, De effecten op bodemdieren van een verhoogde sedimentatie als gevolg van baggerwerkzaamheden. Rijkswaterstaat, dienst getijdenwateren, Rapport.
- Birklund, J. en J. W. M. Wijsman (2005) Ecological effects of aggregate extraction, Pages J1-J11 in L. C. Van Rijn, R. L. Soulsby, P. Hoekstra, en A. G. Davies, eds. Sandpit. Sand transport and morphology of offshore sand mining pits. Process knowledge and guidelines for coastal management. Amersfoort, Aqua Publications.
- Capelle, J. J., A. B. Blanco, E. Hartog, R. T. Trouwborst, T. J. Bouma, C. Bertolini, L. Van Duren en J. W. M. Wijsman (2020) Onderzoek naar innovatie en rendementsverbetering mosselproductie: INNOPRO. Yerseke, Wageningen Marine Research.
- De Mesel, I., J. Craeymeersch, J. W. M. Wijsman en A. Van Gool (2009) Proefsuppletie Galgenplaat Oosterschelde. Monitoring effect op productiviteit van mosselpercelen. Eindrapport. Wageningen IMARES, Rapport nummer: C143/09, 39 pagina's.
- De Vries, I. (2014) Waterkwaliteiten Deltawateren. Datarapport Oosterschelde. Deltares, Rapport nummer: 1209393-000, 64 pagina's.
- Ministerie van EZ (2015) Beperking toegankelijkheid in de Deltawateren Toegangsbeperkingsbesluiten voor de Natura 2000-gebieden in de Deltawateren ex art. 20 Natuurbeschermingswet 1998, Rapport, 46 pagina's.
- Prins, T. C. en A. C. Smaal (1989) Carbon and nitrogen budgets of the mussel *Mytilus edulis* L. and the cockle *Cerastoderma edule* ((L.) in relation to food quality. Scientia Marina 53: 477-482.
- Underwood, A. J. (1992) Beyond BACI: The detection of environmental impacts on populations in the real, but variable, world. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 161: 145-178.
- Van Duren, L., J. A. Cado van der Lelij, J. Hanssen, S. Gaytan Aguilar en T. Van Kessel (2019) Modelstudie effecten slibpluim Zandkreek. Deltares, Rapport nummer: 11203112-002-ZKS-0004, 43 pagina's.
- Van Kuijk, B. (2020) Conditionering baggeren Zandkreekgeul. Passende Beoordeling en Soortbeschermingstoets. Arcadis, Rapport, 57 pagina's.
- Wijsman, J. W. M. en P. C. Goudswaard (2015) Passende Beoordeling vaste vistuigvisserij in de Oosterschelde. Wageningen IMARES, Rapport nummer: C127/15, 69 pagina's.
- Wijsman, J. W. M. en D. Van den Ende (2015) Risicobeeld oestertransporten in relatie tot mariene invasieve exoten. IMARES, Rapport nummer: C066/15, 38 pagina's.
- Wijsman, J. W. M. (2017) Poweranalyse van de vleespercentages van mosselen aan de veiling. Onderzoek naar de mogelijkheden om eventuele effecten van de Roggenplaatsuppletie op de mosselweek aan te tonen aan de hand van de veilingdata. Wageningen Marine Research, Rapport nummer: C114/17, 34 pagina's.
- Wijsman, J. W. M. en M. Kraan (2017) Plan van aanpak risicomonitoring Roggenplaatsuppletie; Monitoring effecten op de nabijgelegen mosselweekpercelen. Wageningen Marine Research, Rapport nummer: C037.17, 51 pagina's.
- Wijsman, J. W. M. en A. C. Smaal (2017) The use of shellfish for pre-filtration of marine intake water in a reverse electro dialysis energy plant. Inventory of potential shellfish species and design of conceptual filtration systems. Wageningen Marine Research, Rapport nummer: C078/17, 31 pagina's.
- Ysebaert, T., B. Walles, J. Van der Werf, T. Van Kessel, L. De Vet, J. Hansen, L. Van Duren, T. Bouma en J. Stronkhorst (2020) Natuur Impuls Oosterschelde. Toepassingsmogelijkheden van slibrijk sediment voor de natuurbouw. Wageningen Marine Research, Rapport, 137 pagina's.

Verantwoording

Rapport C062/20

Projectnummer: 4313100127

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.J.W. Ysebaert
Senior onderzoeker

Handtekening:

Datum: 8 juli 2020

Akkoord: Dr. Ir. T.P. Bult
Directeur Wageningen Marine Research

Handtekening:

Datum: 8 juli 2020

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

Bezoekers adres:

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden

Wageningen Marine Research levert met kennis, onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en advies een wezenlijke bijdrage aan een duurzamer, zorgvuldiger beheer, gebruik en bescherming van de natuurlijke rijkdommen in zee-, kust- en zoetwatergebieden.

Wageningen Marine Research is onderdeel van Wageningen University & Research. Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband tussen Wageningen University en Stichting Wageningen Research en heeft als **missie**: 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'