



Ecologisch Gericht Suppleren; Meetplan geïntegreerde ecosysteem survey 2018

Auteur: Ralf van Hal

Wageningen University &
Research rapport C029/18

Ecologisch Gericht Suppleren; Meetplan geïntegreerde ecosysteem survey 2018

Auteurs: Ralf van Hal,

Publicatiedatum: 25 april 2018



Van Hal. R. 2018. Ecologisch Gericht Suppleren; Meetplan geïntegreerde ecosysteem survey 2018. Wageningen Marine Research rapport C029/18, 33 pp.

DOI nummer:

Dit rapport is te downloaden van: <https://doi.org/10.18174/448315>

Keywords: zandsuppleties, benthos, juveniele vis

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
T.a.v.: Petra Damsma
Postbus 2232
3500 GE Utrecht

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

Foto omslag: Martin Baptist

© 2018 Wageningen Marine Research Wageningen UR

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

De Directie van Wageningen Marine Research is niet aansprakelijk voor
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.
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven
en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd
worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder
schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1 V24

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	5
1.1 Achtergrond	5
1.2 Eerdere werkzaamheden in 2016 en 2017	8
1.3 Geïntegreerde ecosysteem survey in 2018	8
1.4 Randvoorwaarden	9
2 Methode	10
2.1 Meetstrategie	10
2.1.1 Doelsoorten vis	10
2.1.2 Stratificatie in bemonsteringen	10
2.1.3 Ruimtelijke dekking	10
2.1.4 Temporele dekking	11
2.1.5 Abiotische en biotische habitatvariabelen	12
2.1.6 Bemonsteringsinstrumenten	13
2.2 Meetplan	17
2.2.1 De raaien binnen een kustvak	17
2.2.2 Beschrijving bemonsteringen	18
2.2.3 Bemonsteringsintensiteit	21
2.2.4 Verzamelde gegevens	22
2.2.5 Personele inzet	23
2.2.6 Databeheer en –management	23
2.3 Samenhang andere onderzoeken	24
3 Kwaliteitsborging	25
Literatuur	26
Verantwoording	30
Bijlage 1 Bemonsteringslocaties	31

Samenvatting

Suppleties van zand op vooroever of strand worden in opdracht van Rijkswaterstaat uitgevoerd om de Nederlandse kust tegen erosie te beschermen en om voldoende zand in het kustfundament te houden. Een groot deel van de suppleties vindt plaats in of nabij de kuststrook die binnen de Natura2000 regelgeving wordt beschermd, de Noordzeekustzone. Het is dus van belang de eventuele effecten van deze praktijk op de natuur zorgvuldig te bestuderen, zodat dit effect kan worden afgezet tegenover het algemene nut voor de maatschappij. Betere kennis van de effecten kan leiden tot beperking van eventuele schade aan- en mogelijk zelfs tot versterking van- gewenste natuurwaarden en ecosysteemdiensten. Tot nog toe is er relatief weinig aandacht geweest voor de gevolgen van suppleren op vispopulaties in vergelijking met benthos, terwijl de kinderkamerfunctie van de ondiepe kustzone een zeer belangrijke economische ecosysteemdienst levert. Kennis van de habitatfactoren die het voorkomen van juveniele vis in kinderkamers bepalen leidt tot een verbeterd inzicht van de gevolgen van suppleties op vispopulaties en van de voedselketen van viseters in de ondiepe kustzone.

In overleg met natuurorganisaties en de kennisinstituten Deltares en Wageningen Marine Research is in 2016 het document 'Ecologische effecten van zandsuppleties' (Herman *et al.*, 2016) geschreven met als doel onderzoek te formuleren naar ecologische effecten van zandsuppleties. In het onderdeel 'uitvoeringsplan' (deel C in Herman *et al.* 2016) zijn 3 onderzoeklijnen (ook wel Krachtlijnen genoemd) gedefinieerd, te weten: Vooroever, Duinen en Waddenzee. Het hier beschreven meetplan voor een survey in 2018 valt onder de onderzoeklijn Vooroever. De onderzoeksvraag die in dit meetplan wordt behandeld volgt uit de prioritering van de krachtlijn Vooroever: (Cumulatieve) gevolgen van reguliere suppleties op samenstelling en functioneren van het ecosysteem van de vooroever. Deze onderzoeksvraag luidt: "Wat zijn de cumulatieve gevolgen van reguliere suppleties op samenstelling en functioneren van het ecosysteem van de ondiepe vooroever van de Nederlandse kust?"

Conform het plan van aanpak voor dit programma (Herman *et al.*, 2016) wordt voorgesteld om een survey uit te voeren in de vooroever (0 tot 10-12 m diepte), waarbij benthos, vis en habitatkarakteristieken worden bemonsterd. Deze geïntegreerde ecosysteem survey is daarmee een onderdeel van een groter pakket van geplande dataverzameling in het kader van Ecologisch Gericht Suppleren II. Het hoofddoel van de survey is om data te verzamelen over het voorkomen van (juveniele) vis in relatie tot relevante omgevingsvariabelen, zowel abiotisch als biotisch. De survey zal inzicht verschaffen in het functioneren van het kustecosysteem en kennis opdoen over de wisselwerking met biotische en abiotische omgevingsvariabelen. De resultaten van de survey zullen dienen voor het opstellen van habitatmodellen voor juveniele vis om hiermee effecten van suppleties te kwantificeren.

Dit rapport beschrijft de meetstrategie, de meetmethoden, de te meten variabelen (vis, benthos en omgevingsvariabelen) en de bemonsteringslocaties voor de ondiepe geïntegreerde ecosysteem survey 2018.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Suppleties van zand op vooroever of strand worden in opdracht van Rijkswaterstaat uitgevoerd om de Nederlandse kust tegen erosie te beschermen en om voldoende zand in het kustfundament te houden. Deze strategie wordt sinds enige decennia in Nederland toegepast en bestrijdt en voorkomt op effectieve en natuurlijke wijze erosie van de zandige kust, zodat deze voldoende bescherming biedt en ruimte biedt aan diverse functies (Mulder *et al.* 2011).

Een groot deel van de suppleties vindt plaats in of nabij de kuststrook die binnen de Natura2000 regelgeving wordt beschermd, de Noordzeekustzone. Het is dus van belang de eventuele effecten van deze praktijk op de natuur zorgvuldig te bestuderen, zodat dit effect kan worden afgezet tegenover het algemene nut voor de maatschappij. Betere kennis van de effecten kan leiden tot het beperken van eventuele schade aan- en mogelijk zelfs tot versterken van- gewenste natuurwaarden en ecosysteemdiensten. Bij de Zandmotor bijvoorbeeld worden additionele ecosysteemdiensten gecreëerd zoals ruimte voor recreatie, rust- en foerageerlocaties voor vogels en een uitbreiding van het grondwater aquifer ten behoeve van drinkwaterwinning. Ook in andere kustsystemen worden natuurlijke oplossingen voor kustveiligheid gecombineerd met de versterking van natuur en ecosysteemdiensten (Temmerman *et al.* 2013, Van Slobbe *et al.* 2013, De Vriend *et al.* 2015).

Rijkswaterstaat is opdrachtgever voor een meerjarig onderzoeksprogramma Ecologisch Gericht Suppleren II/Natuurlijk Veilig. In overleg met natuurorganisaties en de kennisinstellingen Deltares en Wageningen Marine Research is in 2016 het document 'Ecologische effecten van zandsuppleties' (Herman *et al.*, 2016) geschreven met als doel onderzoek te formuleren naar ecologische effecten van zandsuppleties. In het onderdeel 'uitvoeringsplan' (deel C in Herman *et al.* 2016) zijn drie onderzoekslijnen (ook wel Krachtlijnen genoemd) gedefinieerd, te weten: Vooroever, Duinen en Waddenzee. De pilot in 2016 en de survey in 2017 vallen onder de onderzoekslijn Vooroever.

De onderzoeksvraag die in dit meetplan wordt behandeld volgt uit de prioritering van de Krachtlijn Vooroever van het onderzoeksprogramma Ecologisch Gericht Suppleren II: (Cumulatieve) gevolgen van reguliere suppleties op samenstelling en functioneren van het ecosysteem van de vooroever. Herman *et al.* (2016) schrijven op p.70:

(Cumulatieve) gevolgen van reguliere suppleties op samenstelling en functioneren van het ecosysteem van de vooroever

Allereerst blijkt uit de beschrijving van kennisvragen in hoofdstuk 3 dat er veel vragen liggen over de cumulatieve effecten van suppleties op de fysische en ecologische processen van de vooroever. Hierbinnen liggen verschillende vragen met een fysische koppeling, bijvoorbeeld over de rol van de korrelgrootte voor benthos en vis, de lange termijn effecten van suppleties op het sorteringsmechanisme, de relatie tussen bankdynamiek en benthos. Daarnaast liggen er verschillende vragen over ecologische processen zoals over voedselwebinteracties en het belang van de vooroever voor vis. Vanwege het brede spectrum aan vragen wat er ligt op het gebied van de lange en middellange termijn effecten van suppleties op de ecologie van vooroever en de samenhang tussen deze vragen, wordt er voorgesteld om hier het zwaartepunt te leggen binnen het aankomend onderzoek. Hoewel wij voorstellen verschillende onderdelen van het kuststelsel een substantieel deel te laten uitmaken van het aankomende programma, heeft het beantwoorden van genoemde vragen over de vooroever een sterke monitoringscomponent. Gezien het criterium "haalbaarheid tijd en budget" zal er daarom een keuze in het zwaartepunt gemaakt moeten worden.

De onderzoeksvraag voor het programma luidt: "Wat zijn de cumulatieve gevolgen van reguliere suppleties op samenstelling en functioneren van het ecosysteem van de ondiepe vooroever van de Nederlandse kust?". De vraag richt zich op reguliere suppleties, op de middellange termijn en op de ruimtelijke schaal van regio's van de Nederlandse kust, die mogelijk veranderingen veroorzaken in de benthische fauna, de visfauna en de kinderkamer van vispopulaties. Tevens onderzoekt het programma of die eventuele effecten voorspelbaar zijn, en ontwikkelt daarvoor het instrumentarium. Deze krachtlijn werkt met een aantal hypothesen die zijn samengevat op p. 74 van Herman *et al.* (2016):

- **Regelmatige suppleties** leiden tot een verandering van fysische karakteristieken in het habitat, met name **korrelgrootteverdeling, steilheid van de vooroever, diepte en bankdynamiek**, waardoor de gemeenschappen in de jaren na suppletie niet terugkeren naar de uitgangssituatie maar naar een gewijzigde samenstelling die in overeenstemming is met de gewijzigde fysische habitatkarakteristieken. Dit geldt zowel voor benthos als vis.
- De vooroever is van groot **belang voor de ontwikkeling van vispopulaties**, omdat hij als kinderkamer fungeert. Veranderingen in de kinderkamerfunctie van de vooroever hebben een significant effect op de populaties, ook al treden ze slechts op in een ruimtelijk beperkte fractie van het verspreidingsgebied van de (adulte) populatie.
- Er zijn ruimtelijke gradiënten in de habitats van de vooroever langs de Nederlandse kust, van Zeeland tot de Waddenzee, die zich reflecteren in de **samenstelling van de gemeenschappen van benthos en vis**, en die de gevoeligheid van deze gemeenschappen voor suppleties beïnvloeden. Gradiënten kunnen scherp zijn bij geulen en buitendelta's en door deze landschapselementen worden bepaald. Een betere habitatclassificatie verbetert de voorspelbaarheid van effecten van (herhaalde) suppleties.

De kinderkamerfunctie van de ondiepe kustzone levert een belangrijke economische ecosysteemdienst en is van groot belang voor de voedselketen van viseters in de ondiepe kustzone. Herman *et al.* (2016) schrijven op p. 63:

Vispopulatie in de vooroever

Vispopulaties hebben een groot verspreidingsgebied, waarvan de vooroever slechts een beperkt deel is. Populatie-effecten van suppletie zijn slechts te verwachten als de kuststrook een buitenproportioneel groot belang heeft voor de populatie als geheel of tijdens een bepaald deel van de levenscyclus, zoals het geval kan zijn voor de kinderkamerfunctie van juveniele vis (Teal *et al.* 2011). Dit **belang van de vooroever voor vis** moet worden onderzocht in het kader van de ontwikkeling van de gehele populatie. Een verkennende aanpak middels habitat-geschiedtheidsmodellering is als eerste stap gezet (Glorius *et al.* 2012, Van de Wolfshaar *et al.* 2012), waarmee een opmaat is gegeven naar populatiedynamische modellering zoals in Van de Wolfshaar *et al.* (2015), maar deze benaderingen zijn beperkt in hun toepasbaarheid omdat te weinig veldgegevens over voorkomen van vis in de kustzone beschikbaar zijn. Deze modellering is een methodiek om vast te stellen of fysische veranderingen in de relatief nauwe kuststrook relevant zijn voor vispopulaties en dus visserij, of niet. Claims dat suppleties een negatief effect hebben op de ontwikkeling van vispopulaties in de Nederlandse kustwateren, moeten kritisch worden onderzocht. Hiervoor is het van belang dat het voorkomen van vis (niet alleen bodemsoorten maar ook pelagische soorten), en in het bijzonder juveniele vis, in de vooroever wordt onderzocht in relatie met overige parameters zoals sedimentsamenstelling, benthos (als voedsel), morfologie en dynamiek (**reactie vis op suppleties**).

Ter beantwoording van de onderzoeksvraag is in het plan van aanpak (Herman *et al.*, 2016) voorgesteld om (onder andere) een survey uit te voeren in de vooroever (0 tot 10-12 m diepte) langs

de gehele Nederlandse kust, waarbij benthos, vis en habitatkarakteristieken worden meegenomen. Deze geïntegreerde ecosysteem survey is daarmee een onderdeel van een groter pakket van geplande dataverzameling in het kader van Ecologisch Gericht Suppleren II zoals dat is beschreven in Herman *et al.* (2016). Het doel van de survey is om data te verzamelen over het voorkomen van (juvenile) vis in relatie tot relevante omgevingsvariabelen, zowel abiotisch als biotisch. De resultaten van de survey zullen dienen voor het uitbreiden van de habitatmodellen voor juvenile vis (Glorius *et al.* 2012, Van de Wolfshaar *et al.* 2012) om hiermee effecten van suppleties te kwantificeren. De uitbreiding is een versterking van de diepte relatie en de toevoeging van de verwachte relatie met sedimenteigenschappen en morfodynamiek.

Data verzameling: Opvolgen van respons van benthos en juvenile vis langs de Nederlandse kust

Doordat bemonsteringsintensiteit bij het volgen van slechts enkele suppleties beperkt is, wordt als aanvulling/alternatief hierop voorgesteld om een survey uit te voeren in de vooroever (0 tot 10-12 m diepte) langs de gehele Nederlandse kust, waarbij benthos, vis en habitatkarakteristieken worden meegenomen. Deze kustlangse monitoring zet een eerste stap in het verkrijgen van een landelijke database, gekoppeld aan habitatkarakteristieken. Zij zal bijdragen aan een habitatclassificatie van de Nederlandse kust, en een inzicht geven in de biodiversiteit van de verschillende habitattypes. Daarnaast zal zij de basis vormen voor een beter inzicht in het belang van de kust als kinderkamer voor vis. Data uit het opvolgen van suppleties zullen met deze dataset gekoppeld worden. Er zou tevens later in het programma eenzelfde kustlangse monitoring kunnen plaatsvinden, om deze dataset verder te versterken.

Er is weinig bekend over de functie van de ondiepe vooroever als kinderkamer voor juvenile vis en over (de grootte van) eventuele effecten van suppleties hierop. Deze ondiepe (<12 meter diepte) zone valt slechts beperkt binnen de bestaande monitoringsprogramma's (WOT schelpdieren en DFS). De DFS komt tot een diepte van minimaal 6-8 meter. Tevens is de timing van de DFS (najaar) en het gebruikte tuig niet geschikt voor de 0-groep soorten (met name tarbot, griet, tong en schol). De (juvenile) visbemonstering zal worden gekoppeld aan de benthosbemonstering. Het voorstel is om te starten met een integrale bemonstering uit te voeren in de vooroever (0 tot 12 meter) langs de gehele Nederlandse kust. Gedurende een periode van 3 weken aan het begin van de zomer (mei/juni) zal de Nederlandse kust worden afgegaan met een onderzoekschip. Het voorstel is om deze bemonstering uit te voeren in 2017, maar om in 2016 alvast een pilot uit te voeren op één locatie, met name om de methode voor visbemonstering in combinatie met de andere bemonsteringen te testen. Na 2017 zullen individuele suppleties worden opgevolgd. Op basis van de resultaten van de pilot kan het plan voor 2017 verder worden uitgewerkt en geoptimaliseerd. Om ook zicht te krijgen in de (cumulatieve) effecten van zandsuppleties dienen tijdens de bemonstering ook de habitatkarakteristieken goed in kaart te worden gebracht. Hiertoe zullen aanvullende parameters worden verzameld of berekend zoals sedimentsamenstelling, diepte, morfodynamiek.

De informatie zal in de eerste plaats leiden tot een beter begrip van het belang van de ondiepe vooroever voor juvenile vis. Dit relatieve belang moet duidelijker worden vastgesteld voordat kan worden overgegaan tot het kwantificeren van de effecten van zandsuppleties op de kinderkamerfunctie. Op dit ogenblik is hierover zeer weinig bekend. De resultaten van de survey zullen tevens toelaten habitatmodellen voor juvenile vis vast te stellen, die op vergelijkbare wijze als de modellen voor benthos kunnen worden gebruikt om effecten van suppletie vast te stellen en te kwantificeren.

Dit rapport beschrijft de meetstrategie, de meetmethoden, de te meten variabelen (vis, benthos en omgevingsvariabelen) en de bemonsteringslocaties voor de ondiepe geïntegreerde ecosysteem survey 2018. Zoals in het kader beschreven was het de intentie om een al uitgevoerde suppletie op te volgen, echter is hiervoor geen geschikte locatie gevonden. Waardoor de 2018 survey nu wordt ingestoken als aanvulling op de verzamelde gegevens in 2017.

1.2 Eerdere werkzaamheden in 2016 en 2017

Conform het uitvoeringsplan is eerst een pilot uitgevoerd in 2016 (Couperus *et al.* 2017). De pilot was gericht op methoden en logistiek, niet op het verzamelen van data. Om een goed beeld van de relaties tussen het voorkomen van vis en (a)biotische factoren te krijgen, is het van belang dat er simultaan puntmetingen gedaan worden aan verschillende onderdelen van het systeem. Daarvoor moeten verschillende methoden tegelijkertijd gehanteerd worden. Er was weinig ervaring met een dergelijke geïntegreerde ecosysteem survey. Dit geldt in het bijzonder voor de ondiepe kustgebieden. De ondiepe kustzone is nog niet vaak bestudeerd vanwege de slechte toegankelijkheid. Het is al snel te ondiep voor schepen, maar te diep om te kunnen lopen. Het doel van de pilot was om ervaring op te doen met het gecombineerd toepassen van diverse bemonsteringstechnieken in ondiepe kustwateren en om een inschatting te maken van benodigde tijd. De belangrijkste bevindingen van de pilot survey (Couperus *et al.* 2017) zijn samengevat in Baptist *et al.* 2017.

Op basis van de bevindingen in de pilot is de geïntegreerde ecosysteem survey in 2017 ingericht. Deze is uitgevoerd in de periode 12 juni t/m 7 juli 2017 (vier weekreizen van maandag t/m vrijdag). Waarbij niet de gehele kust, maar vier vooraf geselecteerde kustvakken (Zuid-Holland, Noord-Holland, Texel en Ameland) langs de Nederlandse kust zijn bemonsterd. Deze kustvakken zijn kenmerkend voor de Nederlandse kustregio's Hollandse kust en Waddenkust. In ieder van deze gebieden waren vijf raaien met zeven monsterlocaties van strand tot 10 meter diepte gepland. Deze monsterlocaties werden bemonsterd voor vis: boomkor, zegen en akoestisch; voor benthos en sediment: steekbuizen, boxcore en 3d-stereocamera; voor zoöplankton: WP2-net; en voor omgevingsvariabelen: CTD, Secchi-schijf en multimeter. Vanwege de weersomstandigheden, welke snel beperkend zijn voor werken in de kustzone, zijn de gebieden Texel en Ameland niet volledig bemonsterd. Met name in het gebied Ameland zijn de ondiepste stations in zijn geheel niet bemonsterd. Pelagisch vissen ter ondersteuning van de akoestische gegevens is niet uitgevoerd omdat het onderzoeksschip Luctor niet kon worden aangepast om dit te faciliteren.

1.3 Geïntegreerde ecosysteem survey in 2018

De geïntegreerde ecosysteem survey zal uitgevoerd worden in de week van 18-22 juni. Voor de keuze van het gebied zijn de volgende afwegingen gevolgd:

1. Opvolgen van een al uitgevoerde suppletie; hiervoor geen geschikte locatie gevonden.
2. Zoekgebied Wadden. Een deel van de surveystations in 2017 bij de Waddeneilanden Texel en Ameland zijn als gevolg van slecht weer niet bezocht. Bovendien pleitte één van de partners van Natuurlijk Veilig, de Waddenvereniging, voor een meetinspanning bij de Waddeneilanden. Vandaar de voorkeur voor zoekgebied Wadden.
3. Zoekgebied Eierlandse Gat. Omdat we proberen om efficiënt om te gaan met rijksmiddelen en er vanuit LNV een meetinspanning is gewenst in het Eierlandse Gat in verband met het zenderen van Grote Sterns, werd geopperd om raaien langs Texel en in het Eierlandse Gat te leggen. Bemonstering in het gat is nu onderdeel van een andere meetinspanning geworden.
4. Zoekgebied Ameland. Omdat we de nadruk willen leggen op het verzamelen van gegevens over vis werd geopperd om de raaien te leggen in een gebied waarin we al veel weten over benthos. Het zoekgebied werd verlegd naar Ameland-midden waar de benthosstations van EGS1 (Damsma *et al.* 2017; Dalfsen & Holzhauer 2014) liggen.
5. Zoekgebied Schiermonnikoog. Omdat bleek dat er bij Ameland-midden een vooroeversuppletie gaat plaatsvinden was bemonstering hier niet mogelijk en is er gekozen voor een vergelijkbaar gebied Schiermonnikoog waar ook EGS1 benthosstations (Damsma *et al.* 2017; Dalfsen & Holzhauer 2014) liggen.

Hiermee is de keus gevallen op het kustvak bij Schiermonnikoog. Hier zijn net als tijdens de survey in 2017 raaien gepland loodrecht op de kust. Er zijn zes raaien met zeven monsterlocaties van strand tot 10 meter diepte gepland. De ondiepere stations zijn gepland op dezelfde locaties als de EGS1 survey, de diepste 2 locaties op iedere raai, liggen dieper dan de monsterlocaties van de EGS1 survey, maar zijn daarmee vergelijkbaar met de bemonstering in 2017.

1.4 Randvoorwaarden

Vergunningen

Er is een vergunning nodig voor de Wet natuurbescherming (Wnb) om onderzoek te doen in Natura 2000-gebied Noordzeekustzone buiten de reguliere monitoringprogramma's. De vergunningaanvraag beschrijft mogelijke versturende gevolgen op de beschermde natuur en moet zijn voorzien van een AERIUS berekening voor de stikstofemissie van het onderzoeksschip. De vergunning is aangevraagd maar nog niet verleend ten tijde van het schrijven van dit meetplan.

Voor het verzamelen van materiaal van vissen (zoals weefselmonsters) is een ontheffing nodig onder de Wet op Dierproeven omdat vissen gewervelde dieren zijn. Een projectplan is ingediend voor de 2017 survey met een langere looptijd. Hiervoor moet jaarlijks een vernieuwd proefplan ingediend worden, deze is opgesteld maar moet nog worden ingediend.

Voor het inzetten van een onderzoeksvaartuig van de Rijksrederij is een vaaraanvraag noodzakelijk. Deze is ingediend in 2017 en de survey is opgenomen in het vaarprogramma van de Luctor. Er was 1 week (week 25) aangevraagd met eventueel een reserveweek (week 26). Die reserveweek is vervolgens geschrapt omdat die niet vanwege de kosten niet wenselijk was. Nu het kustvak Schiermonnikoog is geworden, ligt er echter de discussie dat het 2 dagen heen en 2 dagen terugvaren is van Yerseke naar Lauwersoog en dat er ook nog tijd nodig is om het schip te beladen. Daardoor is de vaaraanvraag als nog aangepast en is er de mogelijkheid gecreëerd om in de week voorafgaande te kunnen laden en naar de Waddenzee te varen en ook na afloop van de 5 dagen bemonsteren is tijd beschikbaar gemaakt zodat de Luctor terug kan naar haar thuishaven.

Mogelijk is er een ontheffing nodig om op het strand van Schiermonnikoog aan te mogen landen met de rubberboot. Dit zal worden onderzocht en worden aangevraagd.

Weersgevoeligheid

Voor de uitvoer van een survey in ondiepe kustwateren is goed weer (weinig wind en beperkte golfhoogte) nodig. Het risico bestaat dat de survey niet volledig uitgevoerd kan worden door slecht weer. Er is een prioritering aangebracht in bemonsteringslocaties en –methodes zodat in het geval van slecht weer een coherente (zij het kleinere) dataset verzameld wordt (Tabel 2).

Daarnaast is er een back-up plan om eventueel de ondiepste locaties die lopend of met rubberboot bemonsterd worden vanaf het strand uit te voeren. Hiervoor is echter wel een 4x4 met trailer en ontheffing om op het strand te rijden noodzakelijk. Hieraan wordt gewerkt om deze als back-up beschikbaar te hebben, eventueel kan dit ook in de weken na de survey nog plaatsvinden.

Mogelijkheid hiervoor is dit te organiseren via van de Lee, deze aannemer heeft de vergunning om het strand te opereren en voert vaker werkzaamheden uit. Of via Natuurmonumenten.

2 Methode

In dit hoofdstuk wordt eerst de meetstrategie in hoofdlijnen gepresenteerd (paragraaf 2.1), daarna wordt het meetplan verder uitgewerkt (paragraaf 2.2). De posities van de stations worden Bijlage 1 gegeven.

2.1 Meetstrategie

2.1.1 Doelsoorten vis

De doelsoorten voor bodemvissen zijn schol, tong, schar, griet en tarbot. Er is een verwachte directe connectie tussen zandsuppleties en het habitat van deze demersale soorten, namelijk het zand waar deze soorten op en in leven. Daarnaast is ook pelagische vis onderdeel van de survey. Pelagische vis is een zeer belangrijke speler in het ecosysteem. De geschatte biomassa pelagische vis langs de kust is 40-60 maal groter dan die van demersale vis (Couperus *et al.*, 2016) en het is voedsel voor vogels, zeezoogdieren en roofvis. De doelsoorten voor pelagische visbemonstering zijn zandspiering (één van de belangrijkste prooidieren voor vogels, en heeft een directe relatie met het sediment omdat ze daar een groot deel van het jaar ingegraven zitten), haring en sprout (ecologisch en commercieel belangrijk). Demersale vis zal worden bemonsterd door middel van boomkorren. Het voorkomen van pelagische vis zal worden bepaald door middel van beelden van visechosounders.

De focus van de bemonstering ligt op juveniele vis (fase na het larvale stadium en voor geslachtsrijpheid) en in het bijzonder op de 0-groep vis (vis in hun eerste levensjaar). De lengte van 0-groep juvenielen verschilt tussen soorten en verandert in de tijd. In juni-juli is naar verwachting de lengterange van 0-groep juvenielen van de doelsoorten 3-15 cm. Daarom zal voor alle vistuigen een kleine maaswijdte (1 cm gestrekt) in de kuil gehanteerd worden.

2.1.2 Stratificatie in bemonsteringen

Er worden in de beschikbare tijd zoveel mogelijk metingen gedaan, omdat grote variatie in de samenstelling van de visvangsten verwacht wordt. Om het oplossend vermogen van de studie-opzet zo hoog mogelijk te maken, wordt gekozen voor een gestratificeerde opzet naar diepte en sediment. Overige abiotische omgevingsvariabelen die naar verwachting invloed hebben op het voorkomen en/of de vangbaarheid van vis (zoals tij, weer, zicht, saliniteit, stroming) worden geregistreerd, maar niet meegenomen in de stratificatie. Stratificatie op tij is overwogen, maar dit zou het aantal locaties dat bemonsterd kan worden binnen de beschikbare tijd beperken. Een grove stratificatie op tij (alleen vloed vs. eb) zou betekenen dat maar de helft van het aantal stations bemonsterd kan worden. Om zicht-gerelateerde variatie in de vangbaarheid van vis te reduceren zou het wenselijk zijn om alleen 's nachts te vissen. Echter, vanwege praktische en veiligheidsredenen wordt hier niet voor gekozen.

2.1.3 Ruimtelijke dekking

Ten einde een zo hoog mogelijke precisie te bereiken in de beschrijving van de relatie tussen fysische factoren en soortvoorkomen is een zo hoog mogelijk aantal monsters gewenst. Echter, de beschikbare onderzoekstijd is de beperkende factor voor het aantal stations dat bemonsterd kan worden. Volgens

het plan van aanpak (Herman *et al.*, 2016) is het de bedoeling dat de survey de habitat-karakteristieken van de gehele kust in kaart brengt. Dit is van belang omdat deze daadwerkelijk verschillen, zowel binnen als tussen de regio's (Delta, Hollandse kust en Waddenkust (Stolk 1989)). De korrelgroottes langs de kust van de Waddeneilanden bijvoorbeeld laten grote verschillen zien, zowel op grote schaal als op kleine schaal.

Het is het onwaarschijnlijk dat binnen de beschikbare tijd random gekozen stations langs de Nederlandse kust de aanwezige variatie in diepte en sediment zullen weerspiegelen. Daarom is gekozen voor een naar diepte en sediment gestratificeerde opzet. Er is één kustvak, Schiermonnikoog, geselecteerd in aanvulling op de survey in 2017. Naast de afweging beschreven in paragraaf 1.3, is het kustvak zo gekozen dat ze vanaf een haven gemakkelijk te bereiken is. Aangezien het schip elke nacht naar een haven terug moet keren is dit een belangrijke randvoorwaarde.

Binnen het kustvak zijn raaien dwars op de kust gekozen om een dieptestratificatie te bewerkstelligen. Tevens zijn de raaien en de stations op de raaien zodanig gekozen dat de variatie in sedimentsamenstelling binnen een vak gemaximaliseerd wordt. En er overlap is met de EGS1 bemonstering (Dalfsen & Holzhauer 2014).

Het aantal raaien dat in één vaarweek (kustvak) bemonsterd kan worden is afhankelijk van het aantal bemonsteringsinstrumenten dat toegepast wordt en het aantal stations per raai. Een tijdsraming, gebaseerd op de ervaringen opgedaan tijdens de pilot in 2016 en de survey in 2017, wijst uit dat bemonstering van vier raaien per vaarweek mogelijk is bij de voorgestelde bemonsteringsinstrumenten en -intensiteit, inclusief een beperkte marge van een halve dag per week voor tegenslagen. Indien de extra ruimte die in het programma is ingebouwd niet nodig blijkt te zijn, dan is het mogelijk om extra stations te bemonsteren. Hiervoor zijn een vijfde en zesde raai aangewezen.

De voorgestelde aanpak waarbij de monsterpunten grote gradiënten in de omgevingsvariabelen diepte en sediment omspannen is de beste aanpak om correlaties aan te tonen tussen het voorkomen van vis en deze omgevingsvariabelen. Deze variabelen zijn sleutelfactoren bij het opstellen van een habitatmodel omdat ze kunnen wijzigen als gevolg van zandsuppleties (Guillén & Hoekstra 1997, Speybroeck *et al.* 2006, Ojeda *et al.* 2008, Huisman *et al.* 2014) en omdat ze waarschijnlijk een rol spelen in de verspreiding van demersale vis (Rogers 1992, Jager *et al.* 1993, Wennhage & Pihl 1994, Abookire & Norcross 1998, Gibson & Robb 2000, McConnaughey & Smith 2000, Stoner & Ottmar 2003, Post *et al.* 2017) en zandspiering (Tien *et al.*, 2017).

De bemonstering in 2018 is aanvullend op de werkzaamheden in 2017 en oudere gegevens uit andere programma's. De intentie is de gegevens te samen te gebruiken in een habitatmodel. De verschillende kustvakken, evenals de raaien binnen de vakken, verschillen in hun (cumulatieve) suppletiegeschiedenis. Mocht deze suppletiegeschiedenis de relatie tussen omgevingsfactoren en het voorkomen van soorten beïnvloeden dan kan er geen zuivere relatie voor het habitatmodel voor middellange termijn effecten worden gevonden. De verwachting is dat wanneer een suppletie langer dan een jaar geleden heeft plaatsgevonden die effecten hiervan niet meer van invloed zijn op deze studie. In deze studie wordt gekeken naar 0-jarige vis, die zich in de lente vanuit een larvaal stadium vestigt in de ondiepe kustzone en hierbij, volgens de hypothese, een geschikt habitat opzoekt. De prooi-soorten van deze vissen zijn niet de grote individuen en langlevende soorten, maar juist de kleine individuen en opportunistische soorten. Deze soortgemeenschap heeft zich, naar verwachting, na een jaar na suppleren weer hersteld.

2.1.4 Temporele dekking

De survey wordt éénmaal in het jaar uitgevoerd en elke locatie wordt éénmaal bemonsterd binnen de week van de survey. Hiermee is de survey beperkt tot het onderzoeken van de verspreiding van (juvenile) vis in relatie tot (a)biotische omgevingsvariabelen, dus het kinderkamer*habitat*. Voor een volledige evaluatie van de kinderkamer*functie* is het ook belangrijk om processen zoals groei, mortaliteit en migratie te onderzoeken. Om deze processen te kunnen onderzoeken zal er herhaald

bemonsterd moeten worden binnen de periode dat de ondiepe kustzone als kinderkamer gebruikt wordt, dus meerdere keren van juni tot en met oktober. Dit is echter geen onderdeel van deze studie.

Er is gekozen voor een survey in juni op grond van de fenologie van de doelsoorten. Er zijn verschillen tussen de doelsoorten in de periode waarin ze zich als 0-groep vis in de ondiepe kustzone bevinden. Bovendien zijn er verschillen tussen jaren. De meeste van de doelsoorten paaien op zee en de larven komen met zeestromingen, soms ondersteund door gedrag, naar de kust. Wanneer ze paaien en wanneer ze aankomen in kustwateren verschilt niet alleen tussen soorten, maar ook tussen jaren (met tot wel 2 maanden verschil tussen jaren voor een soort, Bolle *et al.* 2009).

In juni zullen naar verwachting alle doelsoorten als 0-groep vis aangetroffen worden in de vangsten. Bij een bemonstering eerder in het jaar is er een grotere kans dat 0-groep tong, tarbot, griet en schar gemist worden omdat deze soorten dan nog in het larvale stadium zijn. Later in het jaar trekt de 0-groep van de meeste soorten naar dieper water. Het te bemonsteren gebied is dus maar een beperkte tijd van het leven relevant voor de soort. De verwachting is wel dat dit een kritieke periode is, die niet zo maar in een andere diepere habitat doorgebracht kan worden. De resultaten uit deze survey, zijn echter uitsluitend representatief voor deze periode van het jaar, en de geplande habitat modellering kan daardoor uitsluitend en indicatie geven over mogelijke effecten in deze periode.

2.1.5 Abiotische en biotische habitatvariabelen

De verspreiding van juveniele vis in de ondiepe kustzone wordt bepaald door verschillende habitatvariabelen. Naast diepte en sedimenteigenschappen wordt de habitatkwaliteit beïnvloed door de beschikbaarheid van voedsel, de aanwezigheid van predatoren, watertemperatuur, zoutgehalte, zuurstofgehalte, bodemstructuur en hydrografische omstandigheden (Rogers, 1992; Gibson, 1994). Er is gesuggereerd dat sedimenttype een goede voorspeller is voor de kwaliteit van een habitat, omdat dit samenhangt met de dichtheid aan bodemdieren en de mogelijkheid voor de vissen om zich in te graven (Champalbert *et al.* 1992; Rogers 1992; Stoner & Ottmar, 2003). Jonge platvissen voeden zich voornamelijk met vlokreeftjes, roeipootkreeftjes, borstelwormen en kleine tweekleppigen (Braber & De Groot 1973; Beyst *et al.* 1999; Cabral 2000). Een hoge dichtheid aan deze bodemdieren wordt in het algemeen gevonden bij fijnere korrelgroottes (Van Hoey *et al.*, 2004). Bovendien zouden bodemdieren makkelijker op te graven zijn door juveniele vis in fijn sediment vergeleken met grof sediment (Amezcuca *et al.*, 2003).

Voor pelagische vis is de sedimentsamenstelling waarschijnlijk van minder groot belang, hoewel zandspiering een voorkeur heeft voor grof sediment (Tien *et al.* 2017). Zoöplanktonbemonstering zal gegevens verkrijgen over het voedselaanbod voor (kleine) pelagische vissen.

De geïntegreerde ecosysteem survey in 2018 is er op gericht om de verspreiding en dichtheid aan juveniele vis te relateren aan de volgende lokale habitatvariabelen:

- Sediment (korrelgroottesamenstelling)
- Waterdiepte
- Zeewatertemperatuur
- Saliniteit
- Troebelheid / Zichtdiepte
- Voedsel voor demersale vis (kleine bodemdieren)
- Voedsel voor pelagische vis (zoöplankton)
- Bodemstructuur

Daarnaast worden de volgende omgevingsvariabelen geregistreerd tijdens de bemonsteringen:

- Tijdfase
- Windrichting en –kracht
- Bewolgingsgraad

2.1.6 Bemonsteringsinstrumenten

Tabel 1 geeft weer welke bemonsteringsinstrumenten zullen worden ingezet in elke dieptezone om informatie over vis en habitatvariabelen te verzamelen. Herman *et al.* (2016) hebben aan de hand van de criteria uit hoofdstuk 3 deel B een aantal geprioriteerde kennisleemtes benoemd in Tabel 2.1 op p. 75. De geprioriteerde kennisleemtes voor zowel het fysisch-morfologisch als het ecologisch onderzoek zijn:

- Bankendynamiek
- Residuele korrelgrootte
- Voedselweb vooroever
- Belang vooroever voor vis
- Species pool benthos

De ‘Bankendynamiek’ is een benoemde kennisleemte die niet in deze survey kan worden opgenomen omdat dit morfodynamische studie vereist, maar de hiermee samenhangende parameters diepte en ‘Residuele korrelgrootte’ van de kustzone worden wel bemonsterd. Ook zullen er (delen van) het ‘voedselweb van de vooroever’ worden bemonsterd. De nadruk in de survey wordt gelegd op de kennisleemte ‘Belang vooroever voor vis’ en hiermee samenhangend de ‘Species-pool van benthos’ die als prooi dienen voor vis. Daarnaast is in Tabel 1 een aanvullend onderscheid gemaakt tussen demersale en pelagische vis omdat hier verschillende bemonsteringsinstrumenten voor nodig zijn.

De keuze van de bemonsteringsinstrumenten is gebaseerd op de bevindingen van de pilot 2016 (Couperus *et al.* 2017). Sommige instrumenten werden ongeschikt bevonden en daarom worden nu alternatieven voorgesteld voor de survey in 2017.

Tabel 1 Bemonsteringsinstrumenten vertaald naar de prioritaire kennisleemtes uit Herman *et al.* (2016).

Bemonsteringsinstrument	Korrelgrootte	Voedselweb	Vis vooroever (demersaal)	Vis vooroever (pelagisch)	Species pool benthos	Overige variabelen
Zone 0-1 m (lopend)						
korte steekbuis	X	X			X	
2 m boomkor (licht)			X			
strandzegen			(X)	X		
temperatuur en saliniteit						X
Zone 1-3 m (rubberboot)						
verlengde steekbuis	X	X			X	
2 m boomkor			X			
CTD & Secchi						X
Zone 3-10 m (Luctor)						
boxcore	X	X			X	
3 m boomkor (DFS)			X			
echolood				X		
zoöplanktonnet		X				
CTD & Secchi						X
stereocamera						X

Benthos en sediment

De bemonsteringen met de MWTL boxcore (0.078 m²) en steekbuizen (diameter ~10 cm) dienen voor het verzamelen van gegevens over benthos (voedsel voor demersale vis) en sediment (korrelgroottesamenstelling). De boxcore wordt ingezet vanaf de Luctor.

Lopend op het strand worden korte steekbuizen gebruikt. Deze bestaan uit PVC buizen met een interne diameter van 103 mm, voorzien van een rubber stop en een handvat. Het bemonsterd oppervlakte per steekbuismonster is 0.00833 m².

Vanaf de rubberboot worden verlengde RVS-steekbuizen met aluminium steel van 2,5 m lengte toegepast. De RVS-buizen hebben een interne diameter van 105 mm en zijn voorzien van een gewapende rubberslang en kraan aan de bovenzijde. Het bemonsterd oppervlakte per steekbuismonster is 0.00866 m². Deze steekbuizen worden normaal gesproken ingezet bij de SIBES-survey waarin jaarlijks meer dan 5.000 monsterpunten worden bezocht in allerlei typen sediment. Daarnaast zal een verlengde sedimentsteekbuis worden gebruikt om een sedimentmonster te nemen vanaf de rubberboot. De diameter van de sedimentsteekbuis is 49 mm. De werkzaamheden met de verlengde steekbuizen waren in 2017 niet succesvol verlopen. Er toen in het veld besloten te duiken om deze monsters te verzamelen. Echter uitgebreidere uitleg, en hopelijk de mogelijkheid om te testen, over het gebruik van de verlengde steekbuis zou moeten leiden tot het nemen van de monsters met deze methode.



In de pilot zijn andere bemonsteringstechnieken toegepast: kokkelschepje, kleine Van Veenhapper en grote Van Veenhapper (Couperus *et al.* 2017). Deze methoden zijn ongeschikt bevonden omdat de uitvoering fysiek te zwaar was en omdat de stratificatie van het sediment verstoord werd.

Demersale vis

Demersale vis wordt in alle drie dieptezones bemonsterd met een boomkor en een maaswijdte van 1 cm gestrekt (in de kuil). Aan boord van de Luctor zal de 3 m boomkor van de Demersal Fish Survey (DFS) gebruikt worden. Dit tuig heeft één wekker en een klossenpees. De maaswijdte in de kuil is normaliter 2 cm gestrekt, maar voor dit onderzoek wordt een fijnmazige binnenkuil geplaatst van 1 cm gestrekt. Vanaf de rubberboot zal een 2 m boomkor gebruikt worden zonder wekkerketting en klossenpees, maar met een ketting op de onderpees. Vanaf het strand wordt een lichtere 2 m boomkor ingezet die lopend kan worden voortgetrokken. Een korte trekduur van vijf minuten wordt gekozen om een relatief klein oppervlak te bemonsteren en zodoende de ruimtelijke resolutie te vergroten.

Idealiter zou dezelfde boomkor gebruikt moeten worden in alle dieptezones, maar dit is in de praktijk onmogelijk. We veronderstellen dat de vangstefficiency (per bemonsterde oppervlakte) van de verschillende boomkorren gelijk is, hoewel dit in werkelijkheid mogelijk niet het geval is.

Pelagische vis

De boomkor is niet geschikt voor het kwantitatief bemonsteren van pelagische vis. Er wordt wel pelagische vis aangetroffen in boomkorvangsten, maar deze zijn waarschijnlijk gevangen bij het uitzetten of halen van het net. Daarom worden andere bemonsteringstechnieken ingezet voor pelagische vis.

De meest gangbare manier om dichtheden van pelagische vis te schatten is toepassing van een visecho. Het principe van deze methode is dat het totale oppervlakte van gereflecteerd geluid (*Area scattering coefficient, m^2/nm^2*) die wordt toegekend aan een vissoort, wordt gedeeld door het – experimenteel bepaalde of gemodelleerde – akoestische oppervlak van één vis van gemiddelde lengte (*Backscattering cross-section, σ_{bs}* ; deze wordt vaak logaritmisches weergegeven als *Target Strength, TS*) (Simmonds, 2005).

Om dichtheden te kunnen schatten, is het niet voldoende om alleen maar echogrammen te verzamelen. Er moet regelmatig gevist worden op vis om informatie te verzamelen over de soortsaamenstelling en om lengte- en gewichtsgegevens te verzamelen. Technisch is het echter niet mogelijk om aan boord van de Luctor te vissen met een pelagisch net. De echo's van de verzamelde echogrammen worden daarom niet toegekend aan soorten aan de hand van de soortsaamenstelling in pelagische trekken.

De Nederlandse kustzone is betrekkelijk ondiep voor echointegratie. Waar in reguliere visserij surveys meestal 38 kHz, wordt toegepast, zal tijdens dit onderzoek gebruikt worden gemaakt van hogere frequenties: 200 kHz in de towed body en vanuit de boeg. Een 38 kHz transducer heeft een “nearfield” zone (zone onder transducer waarin de metingen onnauwkeurig zijn doordat de geluidsgolven beïnvloed worden door de vorm van de transducer) van 9 m: hierdoor zouden de gegevens van bijna de gehele diepte zone onbruikbaar zijn. De nearfield van een 200 kHz transducer is 55 cm. Voorafgaand aan, tijdens of direct na de survey worden de ecosystemen gekalibreerd volgens het voorgeschreven protocol van de fabrikant (SIMRAD EK60 manual). Dit vindt plaats in water van minimaal 3 m diepte, zonder stroming en met een fysische saamenstelling vergelijkbaar met het te onderzoeken gebied. De echo apparatuur wordt ingezet volgens de gangbare methoden van echointegratie (Simmonds and Maclannan, 2005). De transducers van het echolood worden bevestigd en gesleept zoals beschreven in Couperus *et al.* (2017).

De akoestische data die wordt verzameld tijdens de boomkorbemonstering met de Luctor, zullen worden geanalyseerd met postprocessing software: Simrad LSSS of Marec Echoview. Er wordt een gecombineerde pelagische index berekend (*Area scattering coefficient, m^2/nm^2*), zonder dat gesplitst wordt naar soort. Indien de pelagische vis betrekkelijk regelmatig en in kleine school-eenheden verspreid is en er voldoende zekerheid is om de scholen op soort te brengen, zullen dichtheden berekend worden aan de hand van het beviste oppervlak en de trekduur.

Voor het opwerken van de akoestische gegevens worden TS-lengte relaties gebruikt uit literatuur voor haring en sprot (Van der Kooij *et al.*, 2016), zandspiering (Kubilius, 2012) en makreel (Scouling *et al.*, 2016).

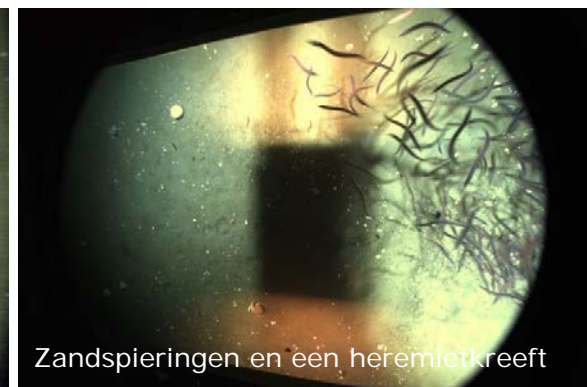
In de 0-1 m zone wordt “pelagisch” gevist met een strandzegen. De strandzegen bestaat uit een centraal deel met een ‘zak’ en twee ‘vleugels’ aan de zijkanten en wordt voortgetrokken aan beide zijden door twee of meer personen. Het net wordt vanaf de oever in ca. 80 cm diep water uitgezet, 5 minuten parallel aan de kustlijn gesleept en wordt dan het strand opgetrokken. De zegen reikt van de bodem tot het wateroppervlakte en is daarom niet specifiek een pelagisch vistuig, het is aannemelijk dat er ook demersale vis gevangen wordt welke geregistreerd zal worden. Er zal een trekduur van vijf minuten aangehouden worden, hoewel de realiteit is dat er ook effectief wordt gevist op het moment dat het net van en naar het strand wordt gesleept. Deze tijd wordt zo beperkt mogelijk gehouden.

Zoöplankton

Zoöplankton wordt bemonsterd met een WP2 net. Op het diepste station van elke raai zal een verticale zoöplanktontrek uitgevoerd worden. Deze meting verschaft inzicht in zoöplankton verspreiding op een grotere schaal. Variaties in zoöplankton binnen een raai worden wel verwacht, door gradiënten en hydrodynamische processen zoals de kusttrivier, maar het is praktisch onhaalbaar om op elk station een zoöplanktonmonster te nemen mede door de hoge troebelheid van het ondiepe kustwater.

Bodemkarakteristieken

Met een stereocamera kunnen bodemkarakteristieken en bodemdieren vastgelegd worden. Het geeft een visueel beeld van de omgevingskenmerken van een monsterlocatie. De informatie kan worden omgezet naar kwalitatieve en deels kwantitatieve data die ingezet kan worden voor de statistische analyse van de meetpunten. Ter illustratie worden hieronder enkele foto's uit Glorius *et al.* (2014) en Bos *et al.* (2014) getoond.



De beelden geven bovendien een beeld van de homogeniteit van bodem. Hoewel de demersale vistrekken kort zijn, bestrijken ze een relatief groot oppervlak (ca. 600-900 m²). De visvangsten worden als één waarneming geregistreerd en gelinkt aan sediment- en benthosmonsters die een veel kleiner oppervlak bestrijken. Deze benadering gaat uit van een homogene verdeling over het beviste oppervlak. De beelden kunnen gebruikt worden om te zien in hoeverre deze aanname klopt.

De camera zal, op elk van de Luctor stations, een transect "stempelen" (d.w.z. een reeks foto's maken). De camera is te zwaar om vanuit de rubberboot te gebruiken.

De stereocamera verschaft geen informatie over bodemstructuren op een grotere schaal. Hiervoor zouden akoestische methoden zoals de multi-beam ingezet moeten worden, waarmee een dicht netwerk van transecten bevaren wordt. Hier is een extra platform voor nodig want dit kan niet gecombineerd worden met de bemonsteringen vanaf de Luctor of de rubberboot. In het Zandmotor project zijn jetski's hiervoor ingezet. Een dergelijke bemonstering is niet opgenomen in dit project, deels vanwege kosten, maar vooral omdat het buiten de hoofdvraag van deze studie ligt.

Zoutgehalte, watertemperatuur, diepte en troebelheid / doorzicht

CTD's zullen worden bevestigd op de 3 m boomkor (Luctor) en de 2 m boomkor (rubberboot). CTDs meten standaard conductiviteit (proxy voor saliniteit), watertemperatuur en druk (diepte). Daarnaast zal een extra sensor voor turbiditeit (troebelheid) toegevoegd worden aan de CTD's.

Met een Secchi-schijf worden metingen van zichtdiepte gedaan vanaf de Luctor en de rubberboot. Turbiditeit en zichtdiepte zijn niet recht evenredig met elkaar en de relatie tussen beide parameters verschilt afhankelijk van waterkwaliteitsparameters (zoals saliniteit). Derhalve geven de Secchi-schijf metingen extra informatie, ondanks dat dit een vrij grove meettechniek is.

Watertemperatuur en saliniteit zullen lopend op het strand worden bepaald met een multimeter, eventueel wordt deze ook ingezet vanaf de rubberboot.

Onderzocht is of de CTDs ook uitgerust kunnen worden met een chlorofylsensor maar dit blijkt (te) duur te zijn (ca. €5000 per CTD). Er zal derhalve geen chlorofylsensor worden ingezet.

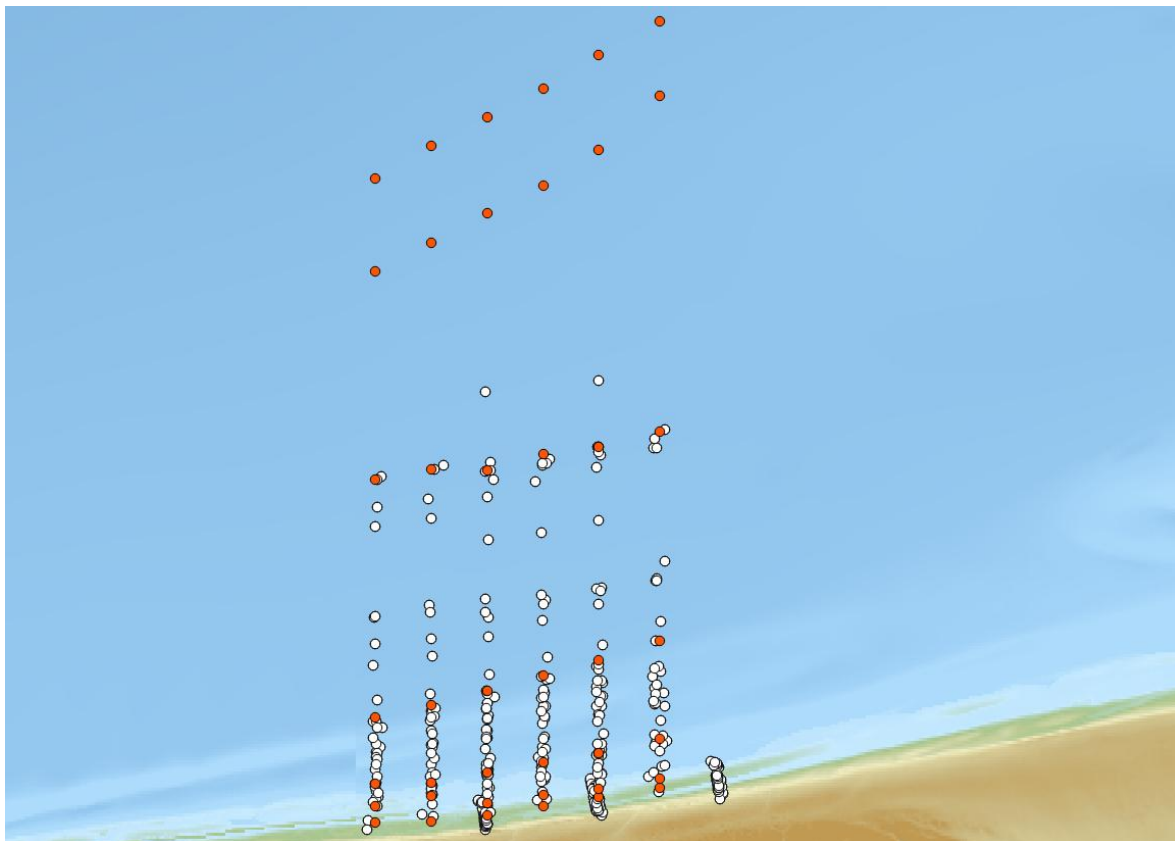
2.2 Meetplan

2.2.1 De raaien binnen een kustvak

In het kustvak liggen zes raaien (Figuur 1), die enerzijds de variatie in korrelgrootte en diepte zoveel mogelijk weerspiegelen, en anderzijds rekening houden met de benodigde hoeveelheid vaartijd. Het vaarplan is om vier raaien in één vaarweek te bemonsteren. Mocht het mogelijk zijn om extra stations te bemonsteren is een vijfde en zesde raai per kustvak aangewezen.

In navolging van de pilot (Couperus *et al.*, 2017), is elke raai verdeeld in drie dieptezones: 0-1 m (lopend vanaf strand), 1-3 m (rubberboot) en 3-10 m (Luctor). Er zijn zeven stations geplaatst op elke raai: één in de 0-1 m dieptezone, twee in de 1-3 m dieptezone en vier in de 3-10 m diepte zone. De stations zijn genummerd beginnend met het kustvaknummer (5), dan een raainummer (1 t/m 6) en dan een locatie-op-de-raai nummer (1 t/m 7).

Figuur 1 toont de ligging van de raaien en stations t.o.v. van de EGS1 stations. De stationsdata worden gepresenteerd in Bijlage 1. Deze planning is niet gebaseerd op recente bathymetry ook is hierin geen rekening gehouden met zandbanken loodrecht op de kust. In het veld zal worden bepaald of bij het betreffende tij de diepte voldoende is zodat de bemonsteringslocatie daadwerkelijk wordt uitgevoerd in de gewenste diepte zone.



Figuur 1. Posities van raaien en stations in het kustvak Schiermonnikoog (oranje). De witte locaties zijn de bemonsterde stations in EGS1.

2.2.2 Beschrijving bemonsteringen

Benthos en sediment

In de 2018 survey zullen benthos en sediment bemonsterd worden met korte steekbuizen (0-1 m, lopend), verlengde steekbuizen (1-3 m, rubberboot) en een boxcore (3-10 m, Luctor).

Bemonstering wordt uitgevoerd volgens het Voorschrift - RWSV 913.00.B200 "Bemonstering van macrozoöbenthos en bodemsamenstelling in het litoraal en sublitoraal van mariene wateren versie 7". Aanvullende informatie staat hieronder beschreven.

Lopend

Lopend vanaf het strand worden korte steekbuizen en sediment steekbuisjes gebruikt. Een litoraal benthosmonster wordt genomen tot een diepte van 35 cm conform het protocol. Sedimentsteekbuisjes zijn van perspex en hebben een diameter van 25 mm. Een sedimentmonster wordt 8 cm diep gestoken.

Op iedere monsterlocatie worden **twee benthossteekbuismonsters** genomen en één sedimentsteekbuismonster. Het sedimentmonster wordt op het strand in een sedimentpot overgebracht. Twee benthosmonsters worden samengevoegd in één afsluitbare ronde ton en zo snel mogelijk aan boord van de Luctor gebracht. Zeven en conserveren vindt plaats aan boord van de Luctor.

Rubberboot

Vanaf de rubberboot worden verlengde steekbuizen ingezet. In de kustzone kan het lastig zijn om een steekbuismonster te nemen als gevolg van stroming en golven. Een anker zal de rubberboot stabiliseren waarna vervolgens de monsters worden genomen.

Op iedere monsterlocatie worden **twee verlengde benthossteekbuismonsters** genomen en één sedimentsteekbuismonster. Zowel de verlengde benthos- als de verlengde sedimentsteekbuis worden 15-35 cm diep in het sediment gedrukt. Van het sedimentmonster wordt het bovenstaande water voorzichtig afgevoerd waarna het monster in een half opengesneden PVC buis wordt gelegd. Hierna wordt de bovenste 8 cm afgesneden en in een potje bewaard. Het sedimentmonster wordt in de rubberboot in een potje overgebracht. Twee benthosmonsters worden samengevoegd in één afsluitbare ronde ton en zo snel mogelijk aan boord van de Luctor gebracht. Zeven en conserveren vindt plaats aan boord van de Luctor.

Luctor

Vanaf de Luctor wordt een monster genomen met een boxcorer met een monsterdiepte van minimaal 15 cm. Uit ieder boxcore monster wordt één sedimentmonster tot 8 cm diepte met een sedimentsteekbuis van 2,5 cm doorsnede gestoken.

Monsterbehandeling

In Voorschrift - RWSV 913.00.B200 (versie 7) is opgenomen hoe ieder benthosmonster aan boord wordt gezeefd over een gekalibreerde 1 mm zeef en geconserveerd met geneutraliseerde formaldehyde in zeewater oplossing. Hydrozoa (hydropoliepen), Anthozoa (anemonen) en Nudibranchia (zeenaaktslakken), afgekort HAN worden apart verwerkt.

De benthosmonsters (die eventueel in meerdere potten per monsterlocatie zitten) moeten in het laboratorium worden geanalyseerd. Soorten worden gedetermineerd volgens het Voorschrift RWSV A2.107 "Waterbodem marien – Uitzoeken en determineren van Macrozoöbenthos versie 4". Een biomassabepaling vindt plaats volgens het Voorschrift A2.120 "Biomassa bepaling macrozoöbenthos versie 1".

Op het moment van schrijven van het meetplan is er nog discussie gaande of het noodzakelijk is het benthos uit te zoeken, en zo ja op of het vereiste detail niveau in het RWSV noodzakelijk is. Eerste optie is verzamelen maar voorlopig niet uitzoeken, pas als er noodzaak toe is. Tweede optie is verzamelen en uitzoeken tot op het niveau voedsel voor vis en niet het detailniveau in het RWSV voorschrift. De hier onder beschreven uitwerking volgt wel het volledige RWSV voorschrift.

Het gehele monstervolume per monsterlocatie (twee steekbuismonsters of een boxcore-monster) wordt meegenomen naar het lab. *In afwijking van Voorschrift A2.107 kan*, indien nodig bij een monstervolume >4L, een deelmonster worden genomen op het lab. Het gehele monster wordt gedecanteerd ($f=1$) en gezeefd over een 4 mm zeef. De overgebleven zandfractie kan vervolgens in deelmonsters verdeeld worden op gewicht (conform het protocol voor homogeen substraat).

Een controle op de benthos-analyse zal plaatsvinden door het RWS-laboratorium. Per (deel) gebied wordt van het benthos van iedere taxon minimaal 3 exemplaren apart gehouden op 70% ethanol. Samen met de uitzoekformulieren (digitaal) worden deze naar het RWS Laboratorium in Lelystad gestuurd voor her-analyse. De tarra en overgebleven organismen worden minimaal 1 jaar na eindrapportage bewaard in 70% ethanol. Voorafgaand aan het verwijderen wordt de opdrachtgever hiervan in kennis gesteld. De beoordeling door RWS (Joel Cuperus) vindt plaats binnen 2 weken. Het RWS-laboratorium houdt zich het recht voor van een specifiek taxon de gevonden exemplaren (of een aantal daarvan) voor de eigen collectie op te vragen.

De sedimentmonsters zullen door een extern laboratorium worden geanalyseerd. De sediment korrelgrootteverdeling van korrels tussen de 2 en 2000 μm zal worden bepaald door middel van laserdiffractie volgens de Coulter Counter methode. De sedimentmonsters worden niet voor behandeld met zoutzuur en waterstofperoxide omdat op deze wijze de sedimenteigenschappen zoals deze zich in het veld voordoen beter worden weergegeven.

Demersale vis

De visbemonstering verwerking van de vangst gebeurt volgens de protocollen opgesteld in het handboek bestandsopnamen (Van Damme et al., 2017), met de volgende aanpassingen:

- trekduur: 5 min
- maaswijdte kuil: 1 cm gestrekt
- alle vissoorten (soms groepen van soorten): lengtemetingen op de mm nauwkeurig
- alleen doelsoorten (zie 2.1): lengte gestratificeerd subsample samenstellen voor individuele gewichten (0.1 g nauwkeurig)
- zandspierungen (*Ammodytes tobianus* en *A. marinus*) worden aan boord gedetermineerd
- aanpassing van de trekgegevens (zoals programma code, station ID) in overleg met de databasebeheerders

De gegevens worden opgeleverd met naamgeving conform TWN (Taxa Waterbeheer Nederland).

Alle vis en garnalen worden aan boord gedetermineerd tot op soortniveau (met enkele uitzonderingen zoals de grondels van het geslacht *Pomatoschistus* die naar het lab gaan voor determinatie) en gemeten (mm nauwkeurig). Dichtheden (n/ha) worden berekend uit de aantallen per trek, de afgelegde afstand binnen een trek en de breedte van het vistuig. Benthosoorten worden ook voor zover mogelijk uitgezocht tot op soortniveau en vervolgens geteld.

Voor de doelsoorten (zie 2.1.1) worden - in een deelmonster - individuele lengtes en gewichten bepaald en eventueel weefselmonsters genomen. Op basis van de individuele lengtes en gewichten kunnen lengte-gewichtrelaties op het moment van bemonsteren worden gecreëerd waarmee de overige lengtemetingen kunnen worden omgerekend in biomassa (kg/ha).

Pelagische vis

Pelagische vis wordt bepaald door het simultaan toepassen van echolood bij iedere trek met de 3 m DFS boomkor. Het echolood wordt aan de oppervlakte voortgetrokken, zowel op de boeg als uitscherend.

In de 0-1 m zone wordt pelagisch gevist met een strandzegen. Het net wordt vanaf de oever in ca. 80 cm diep water uitgezet, 5 minuten parallel aan de kustlijn gesleept en wordt dan het strand opgetrokken.

Alle gevangen vis en eventueel benthos wordt aan boord gedetermineerd tot op soortniveau. Indien determinatie op soort niet mogelijk is wordt een deelmonster van de onbekende individuen naar het lab gebracht voor determinatie. Alle vissoorten (soms groepen van soorten) worden op de mm nauwkeurig gemeten. Voor de doelsoorten (2.1.1) worden lengte gestratificeerd subsamples samengesteld voor individuele gewichten (0.1 g nauwkeurig). De gewichten worden gebruikt om, middels lengte-gewicht relaties, de dichtheden in biomassa (kg/m²) te bepalen.

Dieetonderzoek DNA

Om een betere link te kunnen leggen tussen de juveniele doelsoorten en het beschikbare voedsel is het voorstel om maaginhouden van enkele doelsoorten te verzamelen als aanvullend project. De intentie is deze magen te verzamelen aan boord en op te slaan om later in samenwerking met een externe partner de maaginhouden te analyseren op basis van DNA. Deze aanvullende werkzaamheden zijn nog niet volledig uitgewerkt. En deze werkzaamheden vereisen waarschijnlijk het aantrekken van een student die veel van deze werkzaamheden als thesis wil uitvoeren.

Zoöplankton

Op het diepste station van elke raai zal een verticale zoöplanktontrek uitgevoerd worden met een WP2 net terwijl het schip stil ligt. Men laat het net gecontroleerd zakken. De daalsnelheid is niet belangrijk voor de bemonstering, maar aangezien deze in betrekkelijk ondiep water plaatsvindt, is het aan te bevelen om het net niet sneller te laten zakken dan 1 m/s tot een halve meter boven de bodem. Direct na het bereiken van de bodempositie wordt het net gehaald met een snelheid van 1 m/s. Het verzamelen van het materiaal uit het net en het conserveren van het materiaal gebeurt volgens het HALA (haringlarven) protocol (Van Damme *et al.*, 2017).

De verzamelde monsters worden aan boord gepreserveerd (4-6% gebufferde formaldehyde oplossing) en in een laboratorium geanalyseerd. Het zoöplankton wordt gedetermineerd tot soortniveau (en stadium) voor copepoden en verder tot op het niveau van taxonomisch hoofdgroepen (Chaetognatha, Rotifera, larven van schelpdieren, etc.). Van elk monster worden alle, tot een maximum van 150, dieren de lengte gemeten per soort/groep. Dit is noodzakelijk aangezien prooidierkeuze afhankelijk is van soortgroep en grootte.

Stereocamera

Met een stereocamera zullen bodemkarakteristieken en bodemdieren vastgelegd worden. De stereocamera wordt ingezet op de wijze beschreven in Glorius *et al.* (2014) en Bos *et al.* (2014). De camera zal, op elk van de Luctor stations, een transect "stempelen" (d.w.z. een reeks foto's maken).

CTD

Een datalogger CTD voorzien van turbidity sensor zal bevestigd worden op de 3 m boomkor (Luctor) en de 2 m boomkor (rubberboot). Daarmee zijn er CTD (Conductivity, Temperature, Depth) en turbidity (troebelheid) gegevens die gepaard gaan met de vismonsters. Deze apparaten worden geïnstalleerd door deskundige technici. De installatie en bediening wordt gedaan volgens de handleidingen van de betreffende apparaten.

Secchi

In de dieptezones 1-3 m en 3-10 m zal, vóór elke boomkortrek, een Secchi-schijf meting vanaf de Luctor of rubberboot uitgevoerd worden. De Secchi-schijf wordt te water gelaten aan de schaduwzijde van het schip / boot tot een waterdiepte waarop de schijf niet meer zichtbaar is. Vervolgens wordt de schijf langzaam opgehaald, totdat deze weer zichtbaar is. Deze waterdiepte wordt genoteerd als secchi-diepte op 0,25 m nauwkeurig. Bij golfslag wordt de schijf gehouden op een diepte waarop deze beurtelings wel en niet zichtbaar is en wordt de gemiddelde waterdiepte op 0,25 m nauwkeurig genoteerd. Indien de tijd het toelaat kan een 2e meting door een 2e persoon uitgevoerd worden. De secchi-diepte is dan de gemiddelde van de twee waarnemingen.

2.2.3 Bemonsteringsintensiteit

De bemonsteringsintensiteit is gebaseerd op de beschikbare vaartijd. Er zijn vier raaien met hoge prioriteit en de andere twee raaien wordt alleen bemonsterd wanneer de tijd het toe laat. Elke raai bestaat uit zeven stations per raai. De zeven stations per raai zijn verdeeld over de dieptezones: één in de 0-1 m dieptezone, twee in de 1-3 m dieptezone en vier in de 3-10 m diepte zone. Welke bemonsteringstechniek toegepast kan worden hangt af van het platform (de dieptezone). Er wordt één zoöplanktonmonster per raai genomen, op het diepste station.

Het bemonsteren van een raai, waarbij alle technieken toegepast worden met een frequentie zoals aangegeven in Tabel 2, kost ongeveer vier uur. Dit is exclusief vaartijd en de tijd die nodig is voor het uitzoeken en verwerken van de vismonsters, het zeven van de benthosmonsters en het opslaan/preserveren van de benthos-, sediment- en zoöplanktonmonsters. Naar verwachting is het grootste knelpunt niet de monsternamen, maar de verwerking van de monsters. In principe is het mogelijk om per dag een raai te bemonsteren, waarbij er dan nog tijd beschikbaar is voor onvoorziene omstandigheden, zoals slecht weer en het verhelpen van eventuele materiële schade.

De hele survey is weersgevoelig; bemonsteringen in ondiepe kustwateren kunnen vanaf een bepaalde golfhoogte niet uitgevoerd worden. Dit geldt voor de bemonsteringen met de Luctor, maar in het bijzonder voor de rubberbootbemonsteringen. Bij suboptimaal weer zullen onvermijdelijk de rubberbootbemonsteringen als eerste afvallen en daarmee ook de strandbemonsteringen omdat het strand bereikt moet worden met de rubberboot. Bij suboptimaal weer zal het ook lastig worden om de stereocamera in te zetten. Bij nog slechter weer zal ook de Luctor niet uit kunnen varen. Indien het voltooiën van het programma in gedrang komt door uitval van vaartijd dan zijn de in te zetten meetinstrumenten geprioriteerd (Tabel 2) naar hoge en lage prioriteit. Hierbij kan er gekozen worden om maar een type bemonstering (bijv. vissen met de boomkor omdat je hiermee het langst kunt doorgaan) uit te voeren zolang het weer niet gunstig genoeg is om de andere bemonsteringen uit te voeren.

Indien er geen of weinig tegenslagen zijn dan is misschien mogelijk om een vijfde en zesde raai te bemonsteren. De posities van de stations op deze raai zijn al vastgelegd (zie 2.2.2 en Bijlage 1).

Tabel 2 Bemonsteringsintensiteit per bemonsteringstechniek.

Bemonsteringstechniek	Aantal stations per raai	Aantal stations per kustvak	Totaal	Prioriteit (1=hoog, 2=laag)
Zone 0-1 m (lopend)				
korte steekbuis*	1	4	16	1
2 m boomkor (licht)	1	4	16	1
strandzegen	1	4	16	2
temperatuur en saliniteit	1	4	16	1
Zone 1-3 m (rubberboot)				
verlengde steekbuis*	2	8	32	1
2 m boomkor	2	8	32	1
CTD & Secchi	2	8	32	1
Zone 3-10 m (Luctor)				
Boxcore*	4	16	64	1
3 m boomkor (DFS)	4	16	64	1
echolood	4	16	64	2
zoöplanktonnet	1	4	16	2
CTD & Secchi	4	16	64	1
stereocamera	4	16	84	2

* De technieken om bodemonsters te nemen hebben hoge prioriteit omdat de sediment gegevens noodzakelijk zijn. Echter de benthos gegevens komende uit dezelfde monsters hebben een lagere prioriteit.

2.2.4 Verzamelde gegevens

Tabel 3 geeft een overzicht van de verwachte data voor elke parameter, uitgaande van de bemonsteringsintensiteit gegeven in Tabel 2. De impliciete aanname hierbij is dat verschillende bemonsteringstechnieken voor dezelfde parameter geen effect zullen hebben op de waarneming. Dit is plausibel voor benthos en sediment, maar minder waarschijnlijk voor vis. De drie verschillende boomkorren voor de drie verschillende dieptezones hebben mogelijk een verschillende vangstefficiëntie. Hierdoor zijn de effecten van diepte en tuig niet van elkaar te onderscheiden. Het is echter niet mogelijk om hetzelfde vistuig in alle dieptezones te gebruiken.

Tabel 3 Verzamelde gegevens voor elke parameter (na bewerken van de data)

Parameter	eenheid	n per kustvak	n totaal
Sediment			
korrelgrootte D50, D10, D90	µm	28	112
korrelgrootteverdeling in fracties 2-2000 µm	%	28	112
Benthos			
dichtheid per soort/groep	n/m ²	28	112
biomassa per soort/groep	g AFDW/m ²	28	112
Demersale vis			
dichtheid per soort	n/ha	28	112
lengteverdeling per soort	mm	28	112
biomassa per soort (alleen doelsoorten)	kg/ha	28	112
Pelagische vis			
dichtheid per soort (Luctor & strand)	n/m ²	20	80
biomassa per soort (strand; alleen doelsoorten)	kg/m ³	20	80
lengteverdeling per soort (strand)	mm	~9	~36
Zoöplankton			
dichtheid per soort/groep (1 station per raai)	n/m ³	4	16
lengteverdeling per soort/groep (1 station per raai)	µm	4	16
Abiotiek			
diepte, temperatuur, saliniteit	m, °C, psu	28	112
turbiditeit (CTD rubberboot & Luctor)	ntu	24	96
doorzicht (Secchi rubberboot & Luctor)	m	24	96
bodemkarakteristieken (stereocamera Luctor)	-	16	64

2.2.5 Personele inzet

Voor zowel het veldwerk als het labwerk zullen deskundigen ingezet worden. De personen die ingezet worden voor het veldwerk, inclusief hun gebied van expertise wordt gegeven in Tabel 4.

Tabel 4 Personele bezetting veldwerk

week	rubberboot, vis, CTD	echolood	benthos, sediment, vis	stereocamera, vis, benthos
18-22 juni	André Dijkman	Bram Couperus	Jetze van Zwol	Maarten van Hoppe

*reisleader onderstreept

De korrelgrootte-analyses van de sedimentmonsters worden uitbesteed aan een extern laboratorium, waarschijnlijk NIOZ.

De analyses van de benthosmonsters zullen uitgevoerd worden door Wageningen Marine Research.

De analyses van de zooplanktonmonsters worden uitgevoerd in samenwerking met IFREMER (France).

2.2.6 Databeheer en –management

Een belangrijk aspect in deze studie betreft dataverzameling en derhalve het databeheer van historische en nieuw te verzamelen data. Een vereiste is dat binnen dit programma bemonsterde en verzamelde data na kwaliteitscontrole worden geconsolideerd in een database die voor alle partners toegankelijk is. Alle statistische analyses gebeuren op kwaliteitsgecontroleerde en geconsolideerde data, zodat het circuleren van meerdere versies van eenzelfde dataset wordt voorkomen.

Wageningen Marine Research is verantwoordelijk voor het aanleveren van nieuw te verzamelen data uit de meetcampagne in nader af te spreken format. Alle verzamelde data zal beschikbaar worden gemaakt voor alle onderzoekers (Deltares, Wageningen Marine Research en eventuele

onderaannemers). Daarnaast moeten de convenantpartners (stichting Duinbehoud, stichting De Noordzee, de Vogelbescherming, de Waddenvereniging, LandschappenNL, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, Dunea, PWN en Waternet) erover kunnen beschikken als ze dat willen, in overleg met de kennisinstututen.

Uit vooroverleg komt naar voren dat er gekozen wordt voor opslag van data bij de bronhouder volgens het AQUO-data uitwisselmodel en conform het protocol IMWA-metingen zoals dit ook in het WOZEP wordt gebruikt. Wageningen Marine Research richt een Geoserver in waaruit de data kan worden ingelezen door het Informatie Huis Marien zodat op deze wijze de data via het IHM beschikbaar zijn gesteld.

2.3 Samenhang andere onderzoeken

De kustsurvey wordt uitgevoerd aansluitend aan een monitoringsprogramma van RWS in het Amelandseegat en een programma van LNV in het Eierlandse gat. Deze beide programma's hebben als doelsoort zandspiering. Ook in de kustsurvey wordt eventuele gevangen zandspiering gevangen, en mogelijk kan deze data aanvullende zijn op de beide zandspiering bemonsteringen.

In het Amelandseegat is in 2017 een uitgebreide monitoringscampagne geweest. Een van de onderdelen daarvan was e-DNA in bodemsamples. Deze bemonstering en uitvoering is toen uitgevoerd door Naturalis. Er is contact geweest met Naturalis en er wordt gekeken naar de mogelijkheid om ook tijdens de kustsurvey e-DNA monsters te verzamelen, welke Naturalis zou kunnen verwerken. Overleggen hierover zijn gaande.

3 Kwaliteitsborging

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

Het veldwerk wordt uitgevoerd door ervaren veldmedewerkers die een goede kennis hebben van de aanwezige soorten. Deze kennis wordt jaarlijks intern getoetst. Er worden protocollen gevolgd die ervoor zorgen dat de werkzaamheden op consistente wijze worden uitgevoerd.

De resultaten van de visbemonsteringen worden direct in het WMR invoersysteem Billie Turf ingevoerd, wat de kans op typfouten verkleint. Direct na invoer wordt een print gemaakt van de ingevoerde gegevens, op papier of als xps document. Dit dient als back-up en zal worden gecontroleerd door de reisleader direct na afloop van de trek. In Billie Turf ingevoerde gegevens worden gecheckt volgens standaard procedure op allerlei mogelijke fouten (posities, lengte-gewicht relaties, max en minimale lengtes etc.) alvorens ze in de database van WMR geïmporteerd worden.

De analyses van beide kennisinstituten (Deltares en Wageningen Marine Research) worden geïntegreerd in gezamenlijke rapportages die aansluiten bij / verwerkt worden in de beheerbibliotheek en het Informatiehuis Marien van Rijkswaterstaat. Eén van de eisen voor goedkeuring van meetplannen, werkplannen en rapportages is dat er kwaliteitsborging heeft plaatsgevonden door beide instituten. Kwaliteitsborging van de eindproducten is opgenomen als taak onder de activiteit Projectmanagement EGSII en vindt plaats door reviewers van beide instituten.

Kwaliteitsborging op het veldwerk vindt plaats volgens het eigen kwaliteitssysteem van Wageningen Marine Research. Ook kent WMR een eigen kwaliteitssysteem voor de opslag van data. Kwaliteitsborging van de data wordt door Wageningen Marine Research en Deltares ook getoetst aan het op te stellen dataplan van Ecologisch Gericht Suppleren II. RWS (Joan Staeb) zal nagaan of de data voldoende aansluiten bij de RWS-portalen.

De bemonstering, conservering en opslag van nieuw te verzamelen benthosdata zal worden uitgevoerd volgens RWSV 913.00.B200, versie 5. Alle macrofauna analyses worden uitgevoerd volgens het analyseprotocol; "Marien – uitzoeken en determineren van Macrozoöbenthos, A2.107, versie 4". Een biomassabepaling van benthos vindt plaats volgens het Voorschrift A2.120 "Biomassa bepaling macrozoöbenthos versie 1". Een controle op de benthos-analyse zal plaatsvinden door het RWS-laboratorium. Het fixeren van de benthosmonsters zal op formaldehyde gebeuren. Nadat het monster gespoeld is vindt RWS het wenselijk om alles op ethanol te bewaren i.v.m. de gezondheidsgevaaren. Per (deel) gebied wordt van het benthos van iedere taxon minimaal 3 exemplaren apart gehouden op 70% ethanol. Samen met de uitzoekformulieren (digitaal) worden deze naar het RWS Laboratorium in Lelystad gestuurd voor her-analyse. De tarra en overgebleven organismen worden minimaal 1 jaar na eindrapportage bewaard in 70% ethanol. Voorafgaand aan het verwijderen wordt de opdrachtgever hiervan in kennis gesteld. De beoordeling door RWS (Joel Cuperus) vindt plaats binnen 2 weken. Het RWS-laboratorium houdt zich het recht voor van een specifiek taxon de gevonden exemplaren (of een aantal daarvan) voor de eigen collectie op te vragen.

De analyseresultaten worden gerapporteerd volgens het rapportage protocol: i.80.11 - Rapportageprotocol voor het aanleveren van hydrobiologische analyseresultaten. Eventuele wijzigingen met betrekking tot het opvolgen van deze protocollen zal de opdrachtgever tijdig met de opdrachtnemer communiceren.

De visbemonstering en opslag van visdata gebeurt volgens de protocollen opgesteld in het handboek bestandsopnamen (Van Damme et al., 2017).

Literatuur

Abookire, AA, Norcross, BL (1998) Depth and substrate as determinants of distribution of juvenile flathead sole (*Hippoglossoides elassodon*) and rock sole (*Pleuronectes bilineatus*), in Kachemak Bay, Alaska. *J Sea Res* 39: 113-123.

Amezcuca F, Nash RDM, Veale L (2003) Feeding habits of the order Pleuronectiformes and its relation to the sediment type in the north Irish Sea. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 83: 593–602.

Baptist, M; Bolle, L; Couperus, B; Tulp, I; van Hal, R (2017) Ecologisch Gericht Suppleren: meetplan geïntegreerde ecosysteem survey 2017. Den Helder : Wageningen Marine Research, (Wageningen Marine Research rapport C017/17) - 78

Beyst B, Cattrijsse A, Mees J (1999) Feeding ecology of juvenile flatfishes of the surf zone of a sandy beach. *J. Fish Biol.* 55: 1171–1186.

Bolle LJ, Dickey-Collas M, van Beek JKL, Erfteimeijer PLA, Witte JIJ, van der Veer HW, Rijnsdorp AD (2009) Variability in transport of fish eggs and larvae. III. Effects of hydrodynamics and larval behaviour on recruitment in plaice. *Mar Ecol Prog Ser* 390:195–211

Bos OG, Glorius ST, Coolen JWP, Couperus J, van der Weide BE, Aguera Garcia A, van Leeuwen PW, Lengkeek W, Bouma S, van Hoppe M, van Pelt-Heerschap HML (2014) IMARES rapport C115.14

Braber L, De Groot SJ (1973) The food of five flatfish species (Pleuronectiformes) in the southern North Sea. *Neth. J. Sea Res.* 6: 163–172.

Cabral HN (2000) Comparative feeding ecology of sympatric *Solea solea* and *Solea senegalensis*, within the nursery areas of the Tagus estuary, Portugal. *J. Fish Biol.* 57: 1551–1562.

Champalbert G, Macquart-Moulin C, Howell B (1992) Influence of sediment on the settlement of larvae and juvenile sole, (*Solea solea* L) in laboratory conditions. *Mar. Behav. Physiol.* 21: 255–276.

Couperus B, Baptist M, Burggraaf D, Dijkman-Dulkes A, Perdon J, Post M, Verdaat H (2016) Ecologisch Gericht Suppleren. Verslag pilot multi-method survey 2016. Wageningen Marine Research rapport C007/17: 32.

Couperus B, Gastauer S, Fässler SMM, Tulp I, van der Veer HW, Poos JJ (2016) Abundance and tidal behaviour of pelagic fish in the gateway to the Wadden Sea. *Journal of Sea Research* 109, 42-51.

Dalfsen J.A., Holzhauer H. (2014) Meetplan T0 & T1 Veldcampagne Ameland en Schiermonnikoog 2014. Deltares 1209381-003

Damsma P, Holzhauer H, Vermaas T, vd Valk B, van Duren L, de Backer A. (2017) Ecologisch gericht suppleren I resultaten van het onderzoek.
<https://www.natuurlijkveilig.nl/documenten/publicaties/2017/05/09/resultaten-egs-i>

-
- De Vriend HJ, Van Koningsveld M, Aarninkhof SG, De Vries MB, Baptist MJ (2015). Sustainable hydraulic engineering through building with nature. *Journal of Hydro-environment research* 9(2): 159-171.
- Dickey-Collas M, Bolle LJ, van Beek JKL, Erfteimeijer PLA (2009) Variability in transport of fish eggs and larvae. II. Effects of hydrodynamics on the transport of Downs herring larvae. *Mar Ecol Prog Ser* 390: 183–194.
- Gibson, RN (1994) Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes *Neth. J. Sea Res.* 32: 191–206.
- Gibson RN, Robb L (2000) Sediment selection in juvenile plaice and its behavioural basis. *J Fish Biol* 56: 1258-1275.
- Glorius ST, Van de Wolfshaar KE, Tulp IYM (2012). Abundance patterns of six fish species in the shallow coastal zone in The Netherlands, IMARES report C101/12.
- Glorius ST, Wijnhoven S, Kaag NHBM (2014) Benthos community composition along pipeline trajectory A6-A-Ravn. An environmental baseline study. IMARES report C116.14 & Monitor Taskforce Publication series 2014-05
- Guillén J, Hoekstra P (1997) Sediment Distribution in the Nearshore Zone: Grain Size Evolution in Response to Shoreface Nourishment (Island of Terschelling, The Netherlands). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 45(5): 639-652.
- Herman P, Meijer-Holzhauer H, Vergouwen S, Wijsman J, Baptist MJ (2016) Ecologische effecten van kustsuppleties; Systeembeschrijving (deel A), onderzoeksprioriteiten (deel B) en ontwerp uitvoeringsplan (deel C). Deltares, 100 pp.
- Huisman BJA, Sirks EE, Van der Valk L, Walstra DJR (2014) Time and Spatial Variability of Sediment Gradings in the Surfzone of a Large Scale Nourishment. *J Coast Res: Special Issue 70 - Proceedings of the 13th International Coastal Symposium*: pp 127 – 132.
- Jager Z, Kleef L, Tydeman P (1993) The distribution of 0-group flatfish in relation to abiotic factors on the tidal flats in the brackish Dollard (Ems Estuary, Wadden Sea). *J Fish Biol* 43:31-43.
- Kubilius R, Ona E (2012) Target strength and tilt-angle distribution of the lesser sandeel (*Ammodytes marinus*). *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 69, 1099-1107.
- McConnaughey RA, Smith KR (2000) Associations between flatfish abundance and surficial sediments in the eastern Bering. *Sea Can J Fish Aquat Sci* 57: 2410-2419.
- Mulder JPM, Hommes S, Horstman EM (2011) Implementation of coastal erosion management in the Netherlands. *Ocean & coastal management* 54(12): 888-897.
- Ojeda E, Ruessink BG, Guillén J (2008) Morphodynamic response of a two-barred beach to a shoreface nourishment. *Coastal Engineering* 55: 1185-1196.
- Peck MA, Baumann H, Clemmesen C, Herrmann JP, Moyano M, Temming A (2015) Calibrating and comparing somatic-, nucleic acid-, and otolith-based indicators of growth and condition in young juvenile European sprat (*Sprattus sprattus*). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 471: 217-225.
- Post MHM, Blom E, Chen C, Bolle LJ, Baptist MJ (2017) Habitat Selection of Juvenile Sole (*Solea solea* L.): Consequences for Shoreface Nourishment. *Journal of Sea Research* 122: 19-24.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.seares.2017.02.011>

Rogers SI (1992) Environmental factors affecting the distribution of sole (*Solea solea* L) within a nursery area. *Neth J Sea Res* 29 (1-3): 153-161.

Scouling B, Gastauer S, MacLennan DN, Fässler SMM, Copland P, Fernandes PG (2016) Effects of variable mean target strength on estimates of abundance: the case of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). *ICES Journal of Marine Science. Journal of the Acoustical Society of America*: 140: 3242-3244

Simmonds JE, MacLennan DN (2005) *Fisheries Acoustics: Theory and Practice*, 2nd edition. Blackwell Publishing, Oxford.

Speybroeck J, Bonte D, Courtens W, Gheschiere T, Grootaert P, Maelfait J, Mathys M, Provoost S, Sabbe K, Stienen EWM, Van Lancker V, Vincx M, Degraer S (2006) Beach nourishment: an ecologically sound coastal defence alternative? A review. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst* 16: 419-435.

Stolk A (1989) *Kustverdediging na 1990 (Kustnota 1990): Technisch rapport 1: Zandsysteem Kust. Rijkswaterstaat, RIKZ (Dienst Getijdewateren)*.

Stoner AW, Ottmar ML (2003) Relationships between size-specific sediment preferences and burial capabilities in juveniles of two Alaska flatfishes. *J Exp Mar Biol Ecol* 282:85-101.

Teal LR, Van Keeken OA (2011) *The importance of the surf zone for fish and brown shrimp in The Netherlands. IJmuiden, IMARES report C054/11*.

Temmerman S, Meire P, Bouma TJ, Herman PM, Ysebaert T, De Vriend HJ (2013). Ecosystem-based coastal defence in the face of global change. *Nature* 504(7478): 79-83.

Tien N, Craeymeersch J, Van Damme C, Couperus AS, Adema J, Tulp I (2017) Burrow distribution of three sandeel species relates to beam trawl fishing, sediment composition and water velocity, in Dutch coastal waters. *Journal of Sea Research Volume 127, Pages 194-202*.

Van Damme C, Bolle L, de Boois I, Burggraaf D., Couperus B, van Hal R, Fässler S, Pasterkamp T. (2017). *Handboek bestandsopnamen en routinematige bemonsteringen op het water. Versie 11, augustus 2-17. CVO rapport 17.008*.

Van der Kooij J, Fässler SMM, Stephens D, Readdy L, Scott BE, Roel BA (2015) Opportunistically recorded acoustic data support Northeast Atlantic mackerel expansion theory. *ICES Journal of Marine Science* 73: 1115-1126.

Van de Wolfshaar KE, Glorius ST, Van der Sluis MT (2012) *Habitat suitability rules for the shallow coastal zone in The Netherlands, IMARES report C064/12*.

Van de Wolfshaar KE, Tulp IYM, Wennhage H, Støttrup JG (2015) Modelling population effects of juvenile offshore fish displacement towards adult habitat. *Marine Ecology Progress Series* 540: 193-201.

Van Hoey G, Degraer S, Vincx M (2004) Macrobenthic community structure of soft-bottom sediments at the Belgian Continental Shelf. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 59: 599–613.

Van Slobbe E, De Vriend HJ, Aarninkhof S, Lulofs K, De Vries MB, Dircke P (2013) Building with Nature: in search of resilient storm surge protection strategies. *Natural hazards* 66(3): 1461-1480.

Wennhage H, Pihl L (1994) Substratum selection by juvenile plaice: impact of benthic microalgae and filamentous microalgae. *Neth J Sea Res* 32 (3/4): 343-351.

Verantwoording

Rapport C029/18

Projectnummer: 4316100072

Van Hal. R. 2018. Ecologisch Gericht Suppleren; Meetplan geïntegreerde ecosysteem survey 2018.
Wageningen Marine Research rapport C029/18

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: Martin Baptist

Handtekening:



Datum: 25 april 2018

Akkoord: Tammo Bult
Director Wageningen Marine Research

Handtekening:



Datum: 25 april 2018

Bijlage 1 Bemonsteringslocaties

In 2017 waren de stations genummerd beginnend met het kustvaknummer (1 t/m 4), dan een raainummer (1 t/m 5) en dan een locatie-op-de-raai nummer (1 t/m 7). Deze nummering vast houdend is Schiermonnikoog kustvak 5, met raainummer (1 t/m 6) en dan een locatie locatie-op-de-raai nummer (1 t/m 7).

De positie van ieder station is gegeven in Rijksdriehoekcoördinaten.

Tabel B1.1. Kustvak Schiermonnikoog

Station	X	Y	Diepte(m -NAP)
511	213144	613864	0
512	213144	613985	1
513	213144	614143	3
514	213144	614621	5
515	213144	616323	7
516	213144	617817	9
517	213144	618483	10
521	213549	613871	0
522	213549	614057	1
523	213549	614153	3
524	213549	614704	5
525	213549	616395	7
526	213549	618021	9
527	213549	618719	10
531	213951	613919	0
532	213951	614004	1
533	213951	614224	3
534	213951	614812	5
535	213951	616393	7
536	213951	618233	9
537	213951	618926	10
541	214351	613979	0
542	214351	614063	1
543	214351	614300	3
544	214351	614916	5
545	214351	616509	7
546	214351	618436	9
547	214351	619130	10
551	214749	614048	0
552	214749	614105	1
553	214749	614360	3
554	214749	615030	5
555	214749	616559	7
556	214749	618691	9
557	214749	619374	10
561	215190	614116	0
562	215190	614176	1

563	215190	614466	3
564	215190	615166	5
565	215190	616669	7
566	215190	619082	9
567	215190	619610	10

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

Visitors address

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 5, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden



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

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

The Wageningen Marine Research vision:

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

The Wageningen Marine Research mission

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

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