



Zandspiering in het Amelanders Zeegat

T0-meting voor de uitvoering van een zandsuppletie

Auteur: Ralf van Hal

Wageningen University &
Research Rapport C102.17

Zandspiering in het Amelander Zeegat

T0-meting voor de uitvoering van een zandsuppletie

Auteur(s): Ralf van Hal

Publicatiedatum: 08/12/2017

Wageningen Marine Research IJmuiden, december 2017

Wageningen Marine Research rapport C102/17

Opdrachtgever: RWS WVL
T.a.v.: dr. Cor Schipper
Zuiderwagenplein 2
8224 AD Lelystad

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/428703>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Dit onderzoek is mede uitgevoerd binnen het Kennisbasis Onderzoek in het kader van EZ-
programma's met projectnummer KB-24-002-021.

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

© 2016 Wageningen Marine Research Wageningen UR

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

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

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	5
1.1 Zandspierungen	5
2 Methoden	7
2.1 Gebied	7
2.2 Bemonstering	7
2.3 Verwerking vangst	9
2.4 CTD	9
2.5 Analyse	9
3 Resultaten	11
3.1 Zandspierungen	11
3.1.1 Smelt	11
3.1.2 Kleine zandspierung	11
3.1.3 Noorse zandspierung	14
3.2 Schelpdieren	15
3.3 Gemeenschappen	16
4 Conclusies	18
4.1.1 Samenvattende conclusies	20
5 Dankwoord	21
6 Kwaliteitsborging	21
Literatuur	22
Verantwoording	23
Bijlage 1 Trekgegevens	24
Bijlage 2 Overzicht soorten	27
Bijlage 3 Lengteverdeling schelpdieren	28

Samenvatting

In september 2017 is er een bemonstering van zandspiering uitgevoerd in het Amelander Zeegat. Deze bemonstering was onderdeel van een grotere onderzoekscampagne met als doel een basisbeeld, en uitgangssituatie (T0-situatie), te krijgen van het Amelander Zeegat. De interesse in dit gebied komt voort uit de intentie van RWS daar in 2018 een buitendeltasuppletie als pilot uit te voeren.

Het Amelander Zeegat was door RWS ingedeeld in 8 deelgebieden op basis van diepte, stroming en locatie. Het deelgebied Suppletielocatie is 11 maal bemonsterd met een zandspieringkor en de andere zeven gebieden zijn twee tot vier keer bemonsterd. In het totaal 34 locaties, met 35 trekken omdat één locatie dubbel bemonsterd is. De vangsten met de zandspieringkor zijn op soort gebracht, de vissen en schelpdieren zijn gemeten en de overige soorten geteld. Daarnaast zijn otolieten verzameld van zandspierungen om een indicatie van de leeftijdsverdeling te krijgen.

Er zijn drie soorten zandspierungen gevangen: kleine zandspiering (*Ammodytes tobianus*), Noorse zandspiering (*Ammodytes marinus*) en smelt (*Hyperoplus lanceolatus*). Met de hoogste concentraties in de noordoost locaties van het deelgebied Suppletielocatie. Er zijn maar negen individuen van smelt aangetroffen, van de andere twee soorten respectievelijk 204 en 197. Deze twee *Ammodytes* soorten werden in nagenoeg alle locaties aangetroffen behalve in de Noordzeezijde vooroever van de buitendelta. Daarentegen zijn dat juist de locaties waar de schelpdieren halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*), zaagje (*Donax vittatus*) en nonnetje (*Limecola balthica*) in grote getalen werden aangetroffen.

De verspreiding van kleine zandspiering en Noorse zandspiering laat het verwachte beeld zien dat kleine zandspiering kustgebonden is en dominant in de ondiepere locaties, terwijl Noorse zandspiering, de marine soort, juist dominant is in de diepere locaties. Echter een relatie met diepte, temperatuur of saliniteit is statistisch niet aangetoond, o.a. door het beperkte aantal waarneming en door het beperkte bereik van de abiotische variabelen gemeten tijdens de survey.

De juveniele van beide soorten werden echter geconcentreerd op dezelfde locatie aangetroffen. De enige locaties waar deze 0-jarige zandspiering is aangetroffen zijn de noordoost locaties van het deelgebied Suppletielocatie.

De gemeenschapsanalyse, waarin naast zandspiering en schelpdieren ook een groot deel van de overige aangetroffen soorten is meegenomen, laat ook het onderscheid zien tussen de diepere locaties van de vooroever buitendelta ten opzichte van de overige locaties. Naast de aanwezigheid van nonnetje was dit ook een gevolg van de aanwezigheid van soorten als dwergtong (*Buglossidium luteum*), tong (*Solea solea*) en harnasmannetje (*Agonus cataphractus*) en de afwezigheid van de zandspierungen.

De uitgevoerde bemonstering is een moment opname met een beperkte omvang. De gepresenteerde resultaten zijn lastig te duiden als basisbeeld omdat het bekend is dat er grote verschillen zitten in seizoens- en jaarlijkse verspreiding van soorten in de kustzone en Waddenzee. Het advies is dan ook als de mogelijkheid zich voor doet in 2018 een tweede T0 bemonstering uit te voeren.

1 Inleiding

De opdrachtgever, RWS, is genoodzaakt zand te suppleren in de Nederlandse kustzone om het achterliggende land te beschermen. Zandsuppleties worden doorgaans uitgevoerd op de vooroever, op het strand of langs een geulrand. Er is waargenomen dat de buitendelta's van de Waddeneilanden in volume afnemen. De buitendelta's vervullen een belangrijke rol in de sedimenthuishouding van de Waddenzee en ze bieden een bescherming tegen golven. RWS is van plan een buitendeltasuppletie als pilot uit te voeren in het Amelander Zeegat in 2018. Ecologische kennis over deze buitendelta's is beperkt (Leopold en Baptist, 2016) waardoor het moeilijk is om een inschatting te maken van de effecten van suppleties. Vandaar dat RWS een studie in het Amelander Zeegat naar de kenmerken en natuurwaarden van het systeem van de buitendelta's gaat uitvoeren in het kader van het programma Kustgenese 2.0 met als belangrijkste vraag "Wat zijn de kenmerken en natuurwaarden van het (eco)systeem van de buitendelta's van de Waddenkust en wat zijn mogelijke effecten van suppleties op dit ecosysteem" (Schipper en van Dalen, 2017). De doelstellingen zijn:

- Het mogelijk maken om eventuele effecten van suppleties in het gebied van de buitendelta op het ecologisch functioneren inzichtelijk te maken.
- Het vergroten van de kennis over het (ecologisch) functioneren van het systeem van de buitendelta door de gemeenschappen die daar voorkomen te beschrijven.
- Het verkrijgen van inzicht in de sturende abiotische en biotische factoren die de verspreiding van soorten over de buitendelta en het gebruik ervan door deze soorten kunnen verklaren.

Eén van de onderdelen van deze studie is zandspieringen. Over deze vissoorten in de buitendelta's is weinig bekend. De verwachting is dat ze een aanzienlijk deel van de aanwezige visbiomassa vormen (Couperus e.a., 2016) en gegeten worden door visetende vogels, o.a. grote sterns, in het gebied. Dieetstudies van lokale grote stern populaties hebben laten zien dat zandspiering de helft van het dieet kan vormen (Engels, 2015; van der Beek, 2017). Om een basisbeeld, en uitgangssituatie (TO-situatie), te krijgen van de aanwezigheid en verspreiding van zandspieringen in de buitendelta's is er in september 2017 een bemonstering uitgevoerd in het Amelander Zeegat gericht op deze soorten. De voorliggende rapportage presenteert de resultaten van deze bemonstering. Het resultaat geeft een inzicht in de samenstelling en verspreiding van zandspieringen en een deel van de overige bodem- en visgemeenschap.

1.1 Zandspieringen

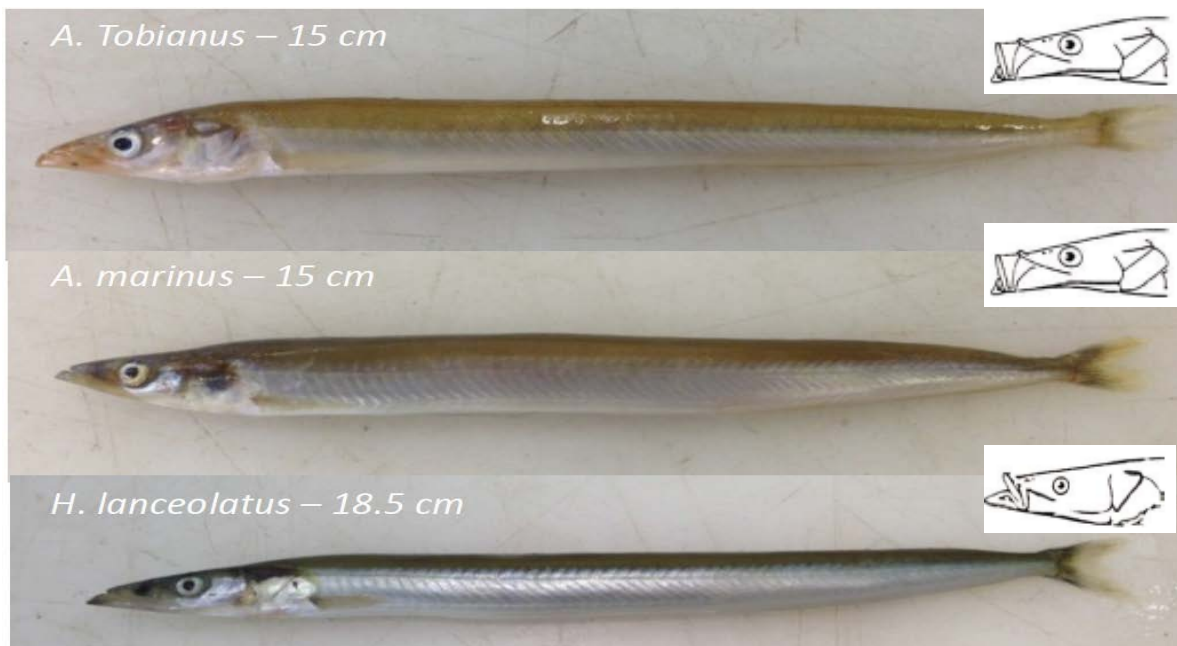
Zandspieringen (Ammodytidae) vormen een familie binnen de baarsachtigen (Perciformes). Algemeen worden er vijf soorten uit deze familie beschreven voor de Noordzee.

- 1) kleine zandspiering (*Ammodytes tobianus*)
- 2) Noorse zandspiering (*A. marinus*)
- 3) Naakte zandspiering (*Gymnammodytes semisquamatus*)
- 4) Smelt (*Hyperoplus lanceolatus*)
- 5) Effen smelt (*Hyperoplus immaculatus*)

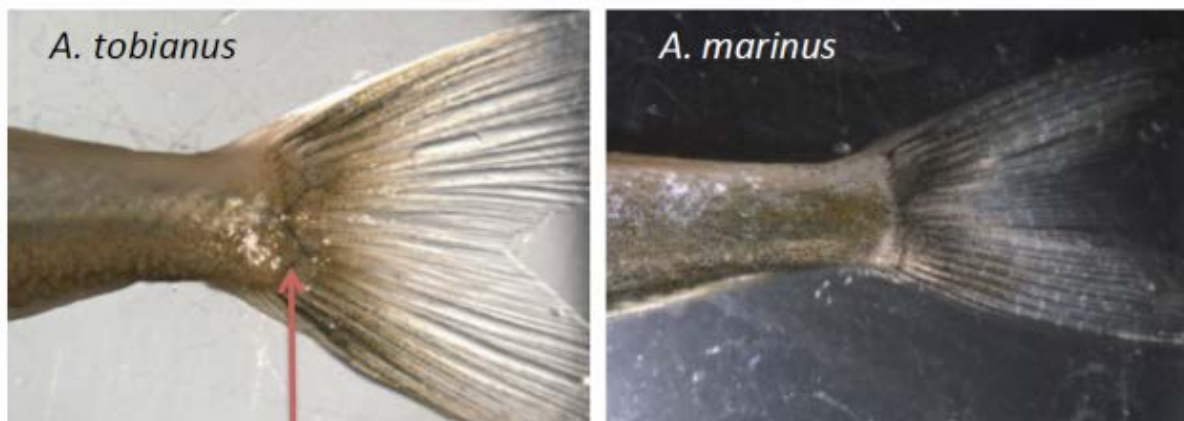
Van deze vijf soorten wordt de effen smelt sporadisch aangetroffen in de noordelijke Noordzee, terwijl de naakte zandspiering de voorkeur geeft aan gravelachtig substraat. Langs de Nederlandse kust worden dus alleen de andere drie soorten verwacht (Figuur 1). De Noorse zandspiering is wijd verspreid in de Noordzee en vormt daar een van de belangrijkste prooi-soorten voor veel roofvissen, zeezoogdieren en vogels (Rindorf e.a., 2000; Engelhard e.a., 2014). Smelt heeft een vergelijkbaar verspreidingsgebied. Samen vormen ze een groot deel van de vangst van de industriële visserij op zandspiering. De kleine zandspiering is meer kustgebonden, maar overlapt daar met de andere twee soorten (Tien e.a., 2017). Alle drie de soorten worden ook aangetroffen in de Waddenzee (<http://www.waddenzeevismonitor.nl/>), en kleine zandspiering werd in grote aantallen aangetroffen in

het Marsdiep (Couperus e.a., 2016), hierdoor is de verwachting dat alle drie ook aangetroffen gaan worden in het Amelandse Zeegat.

De zandspieringen zijn semi-pelagisch, een groot deel van het jaar leven ze ingegraven in het substraat. Alleen tijdens korte paaiperioden en in het voorjaar en begin zomer wanneer ze overdag foerageren, komen ze uit het zand (van Deurs e.a., 2011). De timing van paaien verschilt voor de drie soorten, smelt april-september, Noorse zandspiering december-januari en kleine zandspiering februari-april en september-november. Alle drie leggen ze hun eieren in het zand waar ze vervolgens enkele weken verblijven voordat ze uitkomen. De larven zijn pelagisch en drijven op de stroming naar andere gebieden waar ze zich weer settelen in het zand. In de meeste gevallen zijn de zandspieringen honkvast en verspreiden zich slechts in een beperkt gebied van de zandbank waar in ze zich ingraven. Er vindt ook migratie plaats, waarbij individuele verplaatsing over afstanden van 27-64 km is waargenomen (Gauld, 1990). Door de beperkte migratiedrang is het waarschijnlijk dat zandspiering die wordt aangetroffen in het Amelandse Zeegat zich hier heeft gevestigd als larve en voor langere periode (maximum leeftijd in de zuidelijke Noordzee is 4 jaar (Heessen e.a., 2015)) hier zal blijven en mogelijk ook eieren af zal zetten.



Figuur 1: De drie soorten zandspiering; boven de kleine zandspiering (*Ammodytes tobianus*), midden de Noorse zandspiering (*Ammodytes marinus*) en onder smelt (*Hyperoplus lanceolatus*). De bek van smelt klapt niet uit als je deze opent waardoor, deze goed is te onderscheiden van de andere twee. Het verschil tussen kleine en Noorse zandspiering is minimaal (zie voor dit verschil Figuur 2).



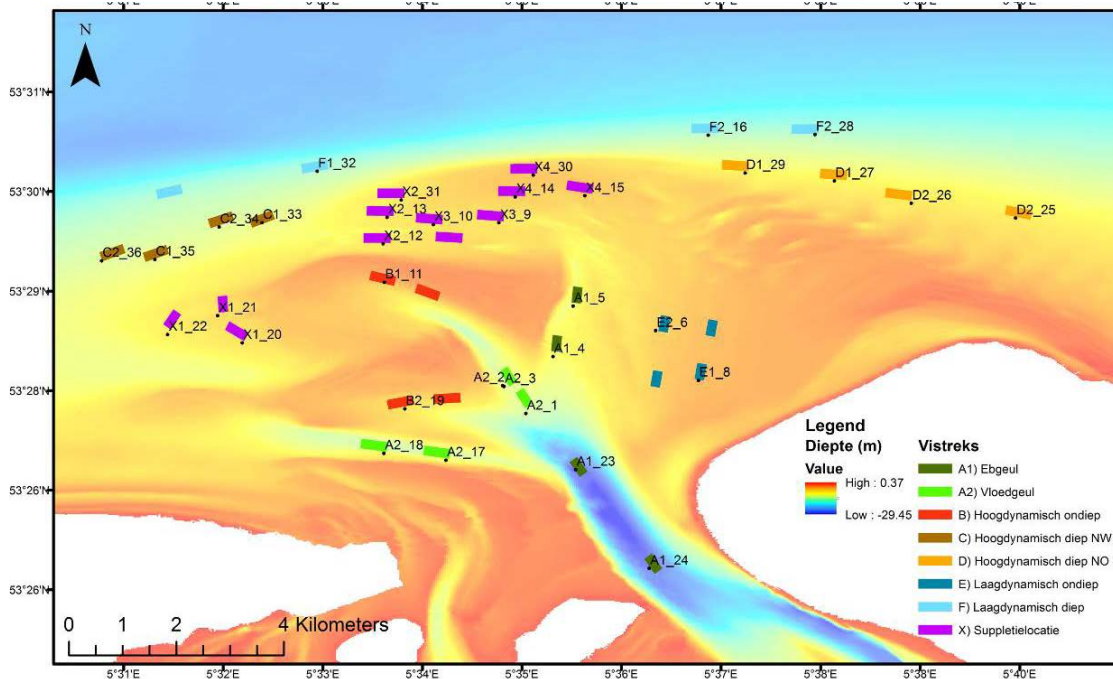
Figuur 2: Het verschil tussen de twee soorten zandspiering is de M-vormige pigmentatie band bij kleine zandspiering, terwijl bij Noorse zandspiering het ontbreken van pigmentatie (witte vlekken) zichtbaar is.

2 Methoden

Een uitgebreide beschrijving van de methode is te vinden in het meetplan (van Hal en Couperus, 2017). De bemonstering is uitgevoerd tijdens drie nachten in de week van 18 tot 22 september 2017, een gedetailleerde beschrijving van de testdag (7 september) en de veldwerkzaamheden tijdens deze nachten is te vinden in de veldwerkrapportage (van Hal, 2017).

2.1 Gebied

Het studiegebied ligt tussen de Waddeneilanden Terschelling en Ameland, en wordt het Amelander Zeegat genoemd. Door RWS is het te bemonsteren gebied ingedeeld in acht verschillende deelgebieden op basis van diepte, stroming en locatie. Het belangrijkste deelgebied is waar de zandsuppletie gepland is (Figuur 3, Suppletielocatie in paars). Hier zijn 12 vistrekken gepland. In de andere deelgebieden zijn elk vier vistrekken gepland. De helft van het aantal vistrekken per deelgebied moet volgens de opdracht van RWS uitgevoerd worden, de andere helft was ingetekend voor het geval er tijd was om deze uit te voeren.



Figuur 3: Bathymetrische kaart van het Amelander Zeegat met de geplande vistrekken per deelgebied (gekleurde lijnen) en uitgevoerde trekken (gebiedsnummer_treknummer).

De ondiepe deelgebieden zijn bij laagwater niet goed te bereiken en kunnen dan niet bemonsterd worden. De overige deelgebieden zijn ook bij laagwater te bemonsteren. Er is gekozen om de vistrekken niet te laten overlappen met de bemonstering voor sediment en benthos omdat bevisen waarschijnlijk effect heeft op de resultaten van de benthosbemonstering.

2.2 Bemonstering

Zandspiering zit het grootste deel van het jaar ingegraven. Zelfs overdag tijdens de periode dat ze foerageren is er kans dat een deel in de bodem blijft (van Deurs e.a., 2011). Daarom is er gekozen voor een bemonsteringsmethode waarbij de zandspiering in de bodem bevestigd wordt. Het gebruikte vistuig is een aangepaste schelpdierkor gebaseerd op het tuig gebruikt in een Engelse studie naar

zandspiering (Brown & May Marine Ltd., 2012). Het gebruikte tuig is aangepast op basis van advies van de tuigen en nettenmakers van CIV Den Oever (Figuur 4, Tabel 1).

Tabel 1: specificaties van de zandspieringkor.

Breedte	1,30 m
Hoogte	0,50 m
Gewicht zonder net	270,5 kg
Kuil	Maaswijdte 6 mm halve maas Garendikte 210/12
Buitennet	Maaswijdte 12 mm halve maas Garendikte 210/30
Kettingmat	Ringen 7 mm dik Buitendiameter 37 mm
Lengte van de tanden	10 cm uitstekend



Figuur 4: De zandspieringkor hangend met de kettingmat achter de tanden (linker figuur), de kor staand op de tanden (middelste figuur) en één van de tanden met een totale lengte van 15 cm, waarvan 10 cm uitstekend om in de bodem door te dringen (rechterfiguur).

Om er zeker van te zijn dat tijdens de bemonstering de zandspiering in de bodem zat is er gekozen om 's nachts te bemonsteren. Ook de zandspiering die eventueel in september nog uit te bodem zou komen om overdag te foerageren is 's nachts in de bodem aanwezig.

De bemonstering werd uitgevoerd in de nachten van 18-19 september, 19-20 september en 21-22 september. De nacht van 20-21 september was het te slecht weer om de bemonstering te kunnen uitvoeren. De bemonstering werd uitgevoerd met het kraanwerkschip, voormalig kokkelschip, de WR82 "Gerdia". De diepgang van dit schip is 0,5 m, waardoor bij beperkte diepte bemonsterd kon worden. Het schip wordt voortgestuwd door 2 waterjets achter en 1 waterjet voor, waarmee tijdens de bemonstering een snelheid van ongeveer 1 knoop werd aangehouden. Tijdens de trekken was het tuig bevestigd aan de kraan (Palfinger PK 66000D) op het dek met een maximale reikwijdte van 19,3 m. Deze lengte werd niet volledig ingezet, tijdens het uitzetten van het net werd de kraan maar beperkt uitgezwaaid, waardoor het net op een afstand van 1 á 2 m naast het schip afzonk. De hoeveelheid lijn van de kraan kon niet worden bepaald, maar nadat het tuig de bodem raakte werd nog enkele meters gevierd, niet te veel omdat dan het tuig de neiging had veel zand te scheppen. De trekduur varieerde tussen 2 en 7 minuten en de beviste afstand tussen de 95 en 262 m. De variatie werd veroorzaakt door de onbekendheid met het tuig, in het begin werd de afstand en trekduur beperkt uit angst het tuig te beschadigen als er veel zand geschept zou worden, zoals gebeurde tijdens de testdag. De

sedimentsamenstelling zorgde niet voor problemen waardoor de afstand langzaam verlengd is richting de vooraf geplande afstand van 250 m.

2.3 Verwerking vangst

De volledige vangst werd gesorteerd op soort. Vervolgens werden verschillende soortgroepen verschillend behandeld:

- Zandspieringen: gemeten (mm), individueel gewogen (0,5 g), ingevroren voor controle op het lab.
- Grondels: gemeten (cm, naar beneden afgerond, bv. 10,8 cm als 10 cm), ingevroren voor determinatie op het lab.
- Overige vissoorten: gemeten (cm, naar beneden afgerond bijv. 10,8 cm als 10 cm)
- Schelpdieren: gemeten (mm)
- Overige soorten: geteld

Registratie in eerste instantie op papier, vervolgens ingevoerd in het WMR-invoerprogramma Billie8.

De determinatie van de zandspieringen is op het lab gecontroleerd en bleek niet goed gedaan te zijn. Daardoor zijn alle zandspieringen opnieuw gedetermineerd en de ingevoerde data is hierop aangepast. Om de leeftijdssamenstelling te bepalen zijn 5 otolieten per cm-klasse van kleine zandspiering (52 otolieten) en Noorse zandspiering (39 otolieten) verzameld. Vervolgens zijn deze afgelezen en de data is toegevoegd aan de Billie8-files. De ingevoerde data is vervolgens door de databeheerder met behulp van standaardcontroles gecontroleerd op invoerfouten en daarna toegevoegd aan de WMR FRISBE database.

2.4 CTD

Op de metalen kap van de zandspieringkor was een Valeport CTD bevestigd. Tijdens de trekken registreerde deze iedere 10 sec de conductiviteit, temperatuur en diepte. De laatste acht trekken is er door een technisch probleem geen data opgeslagen. De oppervlakte- en bodemwaarden zijn per trek toegevoegd aan de Billie8-files. De gemeten maximumdiepte is ingevoerd als de waterdiepte van de trek.

2.5 Analyse

De vangstgegevens van zandspieringen zijn gerelateerd aan de verzamelde omgevingsfactoren diepte, temperatuur en conductiviteit met behulp van een GAM (Generalized Additive Model). Een GAM is een multivariabele regressie model waarbij geen lineaire vergelijkingen worden gebruikt voor regressiecoëfficiënten van responsvariabelen (zoals in $\alpha \times \text{diepte} + \beta \times \text{temperatuur} + \dots$), maar in plaats daarvan ongespecificeerde functies worden gefit voor de variabelen (zoals $f(\text{diepte}) + f(\text{temperatuur}) + \dots$). Dit type modellen geeft een betere fit voor niet-lineaire relaties zoals in natuurlijke systemen vaak het geval is. Een nadeel van een GAM tegenover een lineair model is dat het gevonden verband niet makkelijk te interpreteren is. Ook is het niet eenvoudig te gebruiken voor het maken van voorspellingen voor nieuwe situaties.

De totale vangstsamenstelling (vissen en bodemdieren) is geanalyseerd met behulp van Principal Component Analysis (PCA) om te bepalen of op basis van de soortensamenstelling de trekken van elkaar zijn te onderscheiden. De soortensamenstelling kan vervolgens worden gebruikt om verklaringen te vinden op basis van locatie of omgevingsfactoren. Voor de PCA zijn alleen de soorten gebruikt die in meer dan vijf trekken voorkwamen, daarnaast zijn de grondelsoorten bij elkaar gevoegd omdat niet alle grondels op soort gebracht waren. Deze keus is gemaakt om de analyses niet te laten leiden door een bij toeval gevangen mogelijk zeldzame soort of door incorrect uitgevoerde determinatie van soorten. Gewone garnaal, die in alle trekken was gevangen is uit de analyse weggelaten omdat de PCA-resultaten hierdoor werden gedomineerd. Dit is niet de intentie omdat de

hoeveelheid garnaal waarschijnlijk meer afhangt van de vangbaarheid per locatie dan de werkelijke abundantie van deze soort. Uiteindelijk zijn 22 soorten meegenomen in de PCA-analyse. Op de meest dominante soorten na bestonden vangsten maar uit enkele individuen per soort per trek. Bijvoorbeeld van de platvissen schol en schar zijn maximaal twee individuen per trek gevangen. De trefkans of de vangbaarheid van veel andere soorten dan zandspiering en de schelpdieren was laag. De resultaten van de PCA worden dus gedreven door de lage trefkans of vangbaarheid. Daarmee zeggen de resultaten weinig over de bodemgemeenschap en daarom zijn de resultaten niet heel uitgebreid uitgewerkt.

3 Resultaten

Van de 40 geplande posities zijn er 34 bemonsterd. Eén locatie is tweemaal bemonsterd waardoor er 35 trekken zijn uitgevoerd verdeeld over acht deelgebieden (Tabel 2). De trekgegevens zijn opgenomen in Bijlage 1.

Tabel 2: verdeling van de trekken over de deelgebieden.

Code	Deelgebied	Aantal trekken
A1	Ebgeul	4
A2	Vloedgeul	4 (+ 1 dubbel)
B	Hoogdynamisch ondiep	2
C	Hoogdynamisch diep NW	4
D	Hoogdynamisch diep NO	4
E	Laagdynamisch ondiep	2
F	Laagdynamisch diep	3
X	Suppletielocatie	11

De trekken zijn uitgevoerd bij watertemperaturen tussen 15,68 en 16,55°C en een saliniteit van 32.31 -34.15 ppt (corresponderend met een conductiviteit van 4.93-5.18 S/m). De temperatuur en saliniteit zijn duidelijk positief gecorreleerd ($R^2=0.97$). Er werd ook een correlatie gevonden met de diepte, waarbij dieper dan 8 m de temperatuur tussen de 16,2 en 16,55°C lag, en in ondieper water de temperatuur afneemt naar 15,68°C. De drie warmste metingen betroffen de drie meest westelijke trekken van het deelgebied suppletielocatie. De twee koudste metingen betroffen de twee noordoostelijke trekken van het deelgebied suppletielocatie. Het deelgebied suppletielocatie is dus niet homogeen in de omgevingsvariabelen watertemperatuur en zoutgehalte.

3.1 Zandspierungen

Er zijn 204 kleine zandspierung, 197 Noorse zandspierung en 9 smelt gevangen. Er waren vijf trekken zonder zandspierungen, allen aan de Noordzezijde van het gebied. Daarnaast waren er een aantal trekken waarin maar één van de drie soorten gevangen is, o.a. andere één trek waarin alleen smelt is gevangen (Figuur 5). De meeste zandspierungen werden gevangen in de trekken in het noordoostelijk deel van het deelgebied Suppletielocatie en in het diepe deel van de ebgeul.

3.1.1 Smelt

Van smelt zijn er maar 9 individuen gevangen in zeven verschillen trekken. In één van de trekken waren drie individuen gevangen (Figuur 5C). Er is een smelt van 196 mm gevangen, de lengte van de andere acht varieerde van 46 tot 91 mm. De acht kleine smelt zijn vermoedelijk allemaal dit jaar uit het ei gekomen, eventueel vorig jaar. Dit is lastig met zekerheid te zeggen vanwege het lange paaiseizoen (april-september) dat bekend is van smelt. Door het lage aantal smelt zijn hier verder geen analyses op uitgevoerd.

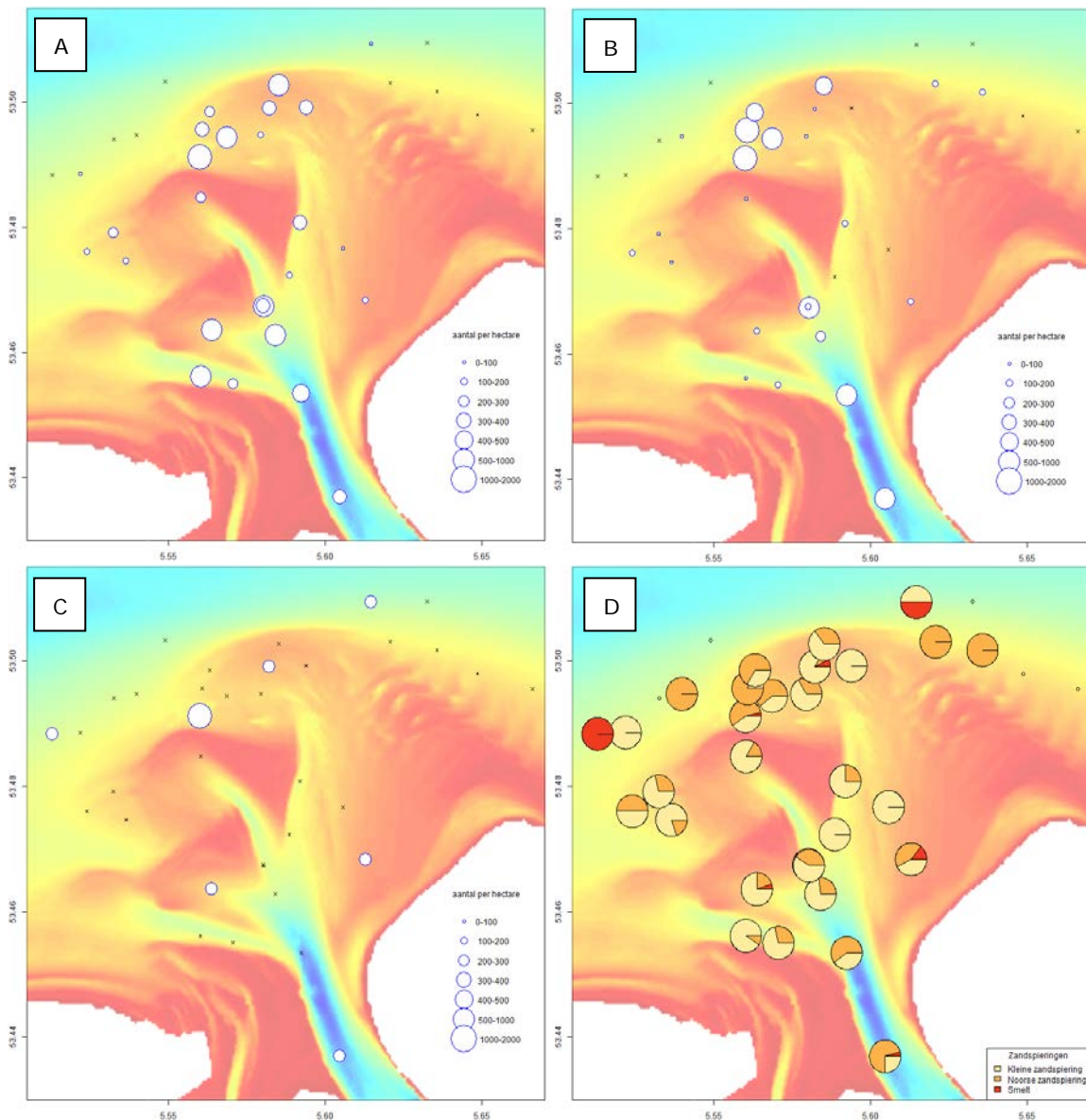
3.1.2 Kleine zandspierung

Met 204 individuen was de kleine zandspierung de meest gevangen vissoort. De kleine zandspierung is in 26 trekken gevangen. De negen trekken waarin ze niet voorkwamen liggen allen aan de Noordzezijde van het gebied (Figuur 5A). In de vier trekken in het deelgebied Hoogdynamisch diep NO zijn ze helemaal niet aangetroffen, in de deelgebieden Laagdynamisch diep en Hoogdynamisch diep NW is er in één van de trekken één kleine zandspierung aangetroffen. Daarentegen waren ze

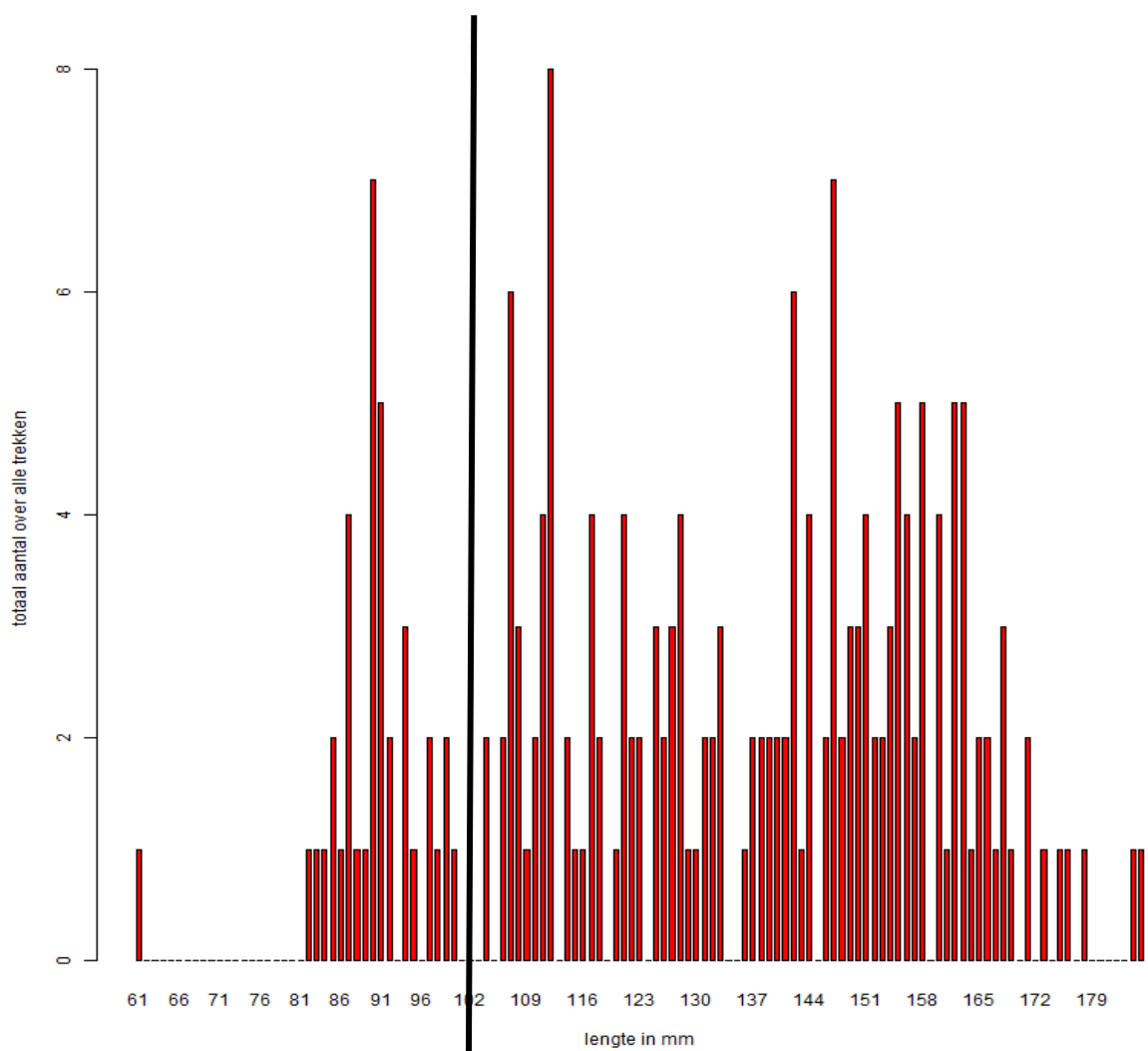
duidelijk aanwezig in de suppletielocatie en in de geulen. In de diepe geul waren ze wel aanwezig maar niet dominant (Figuur 5D), dit waren ze ook niet in de diepere trekken van het deelgebied Suppletielocatie. Ze waren wel dominant in de ondiepere deelgebieden, Hoogdynamisch ondiep en Laagdynamisch ondiep en ook in de ondiepste zandsuppletielocaties. Een statistische analyse (gam) van aantallen per hectare tegen de bemonsterde waterdiepte laat een niet-significante relatie zien (edf=1, $F=0.47$, $P=0.498$). Ook de watertemperatuur en de saliniteit zijn (voor het gemeten bereik aan meetwaarden) geen significante variabelen in het verklaren van de verspreiding van kleine zandspiering.

Kleine zandspiering varieerde in lengte van 61 tot 185 mm (Figuur 6). De kleinste was 61 mm, de eerstvolgende was 82 mm, waarna tot een lengte van 178 mm een groot deel van de mm-classes is gevangen. Er zijn geen duidelijke cohorten waarneembaar. In de leeftijdsgegevens is dit onderscheid duidelijker (Figuur 7). Alles kleiner dan 100 mm was 0 jaar, en alles groter was 1 jaar, op één vis van 184 mm na welke als 2 jaar is gedetermineerd. Op deze manier kijkend naar Figuur 6, maakt het onderscheid tussen de 0- en 1-jarigen wel zichtbaar. Maar ook in de 1-jarigen lijken er meerdere groepen te zijn, wat mogelijk het gevolg is van de twee verschillende paaiperiodes die kleine zandspiering heeft.

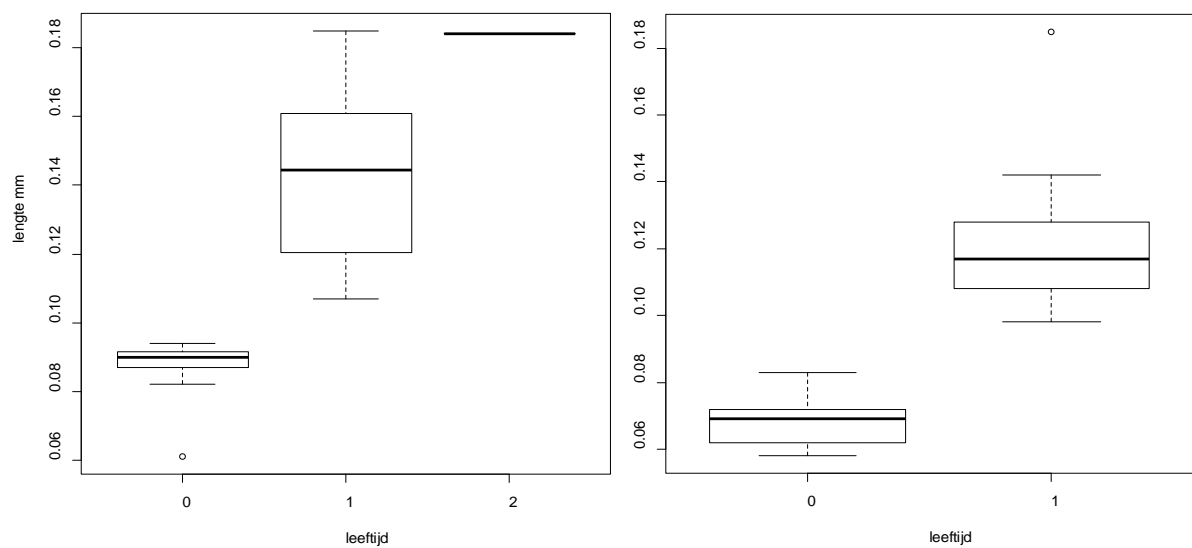
De verschillende leeftijden laten een iets andere verspreiding zien. De kleine 0-jarigen zijn vooral gevangen in het noordoosten van deelgebied Suppletielocatie en twee andere stations (Figuur 8).



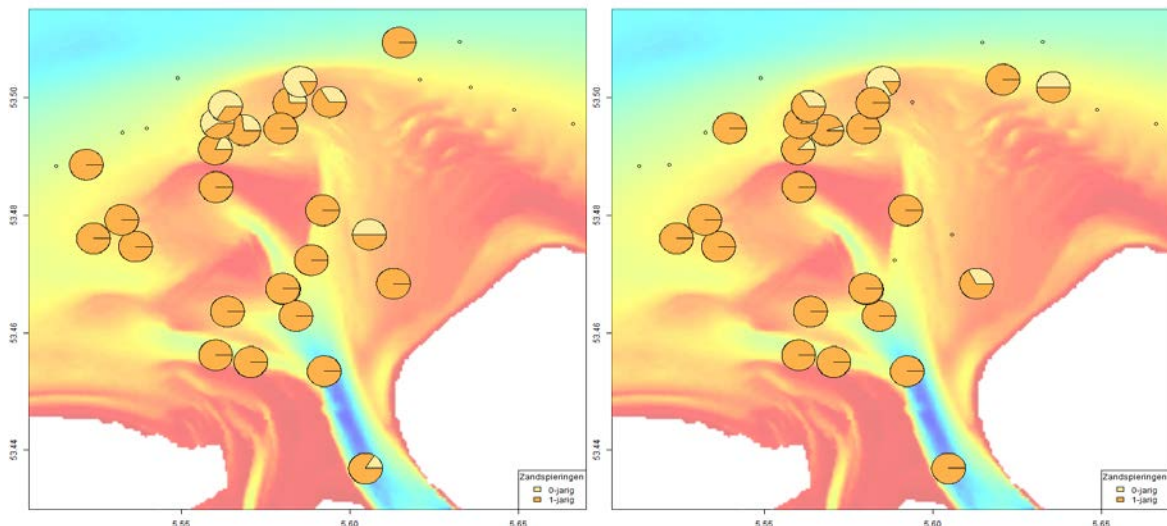
Figuur 5: Aantal zandspierungen per hectare: A) kleine zandspierung; B) Noorse zandspierung, C) smelt, de x in de figuren zijn nulvangsten. D) verhouding in de aantallen per soort per locaties.



Figuur 6: Het aantal per lengte voor kleine zandspiering, gebaseerd op de som van de aantallen over alle trekken. Verticale zwarte lijn is de verdeling tussen 0- en 1-jarigen gebaseerd op de otolieten (Figuur 7).



Figuur 7: Links lengte leeftijd van kleine zandspiering, gebaseerd op 52 otolieten verdeeld over de verschillende lengteklassen. En rechts van Noorse zandspiering gebaseerd op 39 otolieten.

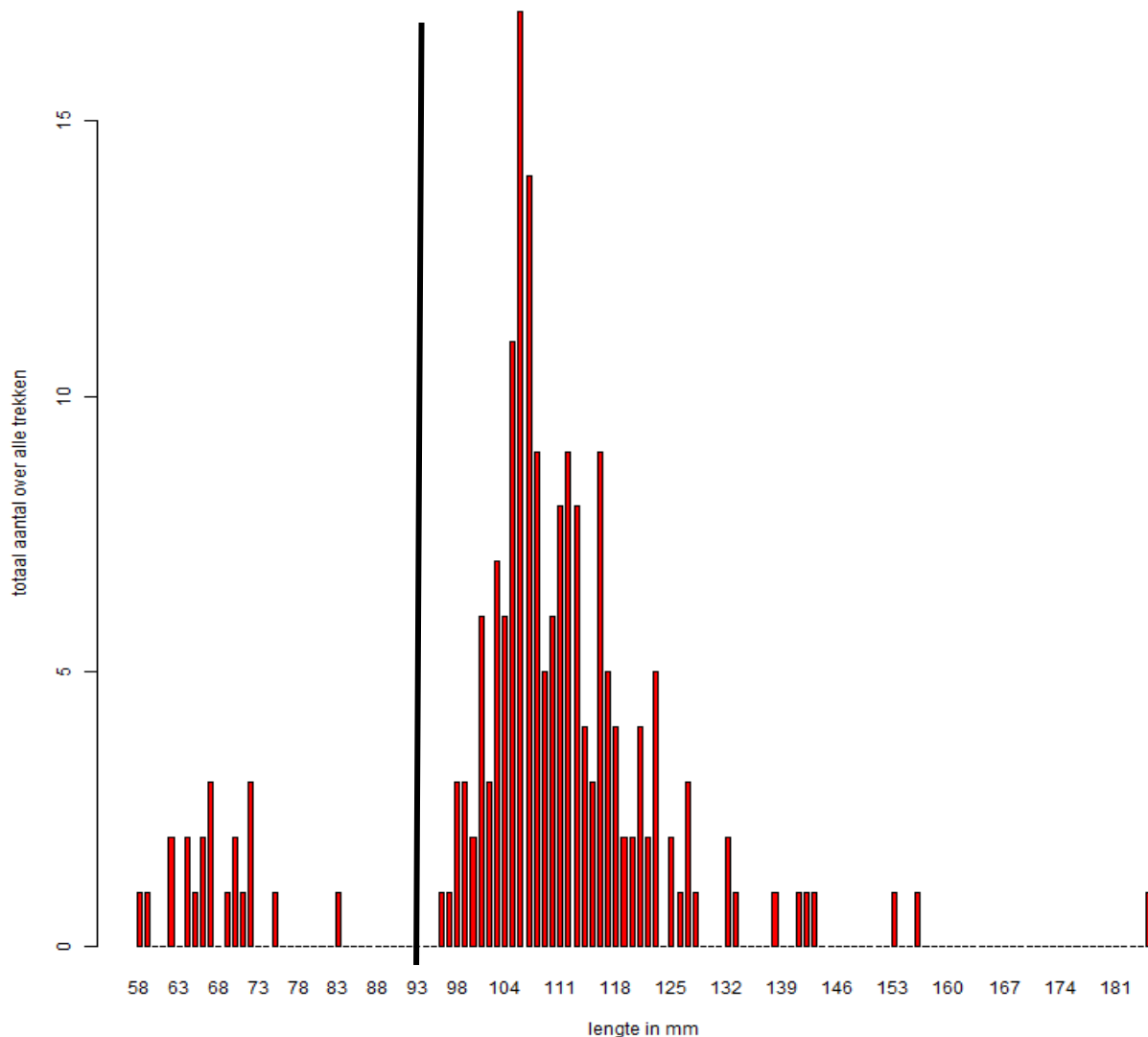


Figuur 8: Leeftijdssamenstelling van de zandspiëring vangsten. Links kleine zandspiëring; rechts Noorse zandspiëring.

3.1.3 Noorse zandspiëring

Er zijn 197 Noorse zandspiëringen gevangen in 24 trekken (Figuur 5B). De 11 trekken waarin ze niet voorkwamen liggen net als bij kleine zandspiëring voornamelijk aan de Noordzezijde. Daarnaast ook een trek in het ondiepere deel van de ebgeul en de daar dichtbijgelegen trek in het deelgebied Laagdynamisch ondiep. Noorse zandspiëring domineerde de trekken aan in het diepere deel van het deelgebied Suppletielocatie en de trekken in de diepe ebgeul (Figuur 5D). Statistische analyse laat echter net als voor kleine zandspiëring geen significante relatie zien met diepte, watertemperatuur of conductiviteit.

Noorse zandspiëring varieerde in lengte van 58 tot 185 mm (Figuur 9). In dit figuur zijn duidelijk twee jaarklassen zichtbaar waarbij de verwachting is dat de grootste wellicht leeftijd 2 jaar zal zijn. Maar op basis van de otolieten wordt ook deze grootste gezien als 1 jaar oud. De Noorse zandspiëring tot ongeveer 90 mm is dus 0-jaar en alles daarboven is 1-jaar (Figuur 7). Net als bij kleine zandspiëring zijn de 0-jarige Noorse zandspiëring vooral gevangen in de noordoostelijke trekken van het deelgebied Suppletielocatie (Figuur 8).



Figuur 9: Het aantal per lengte voor Noorse zandspiering, gebaseerd op de som van de aantallen over alle trekken. Verticale zwarte lijn is de verdeling tussen 0 en 1-jarige gebaseerd op de otolieten (Figuur 7).

3.2 Schelpdieren

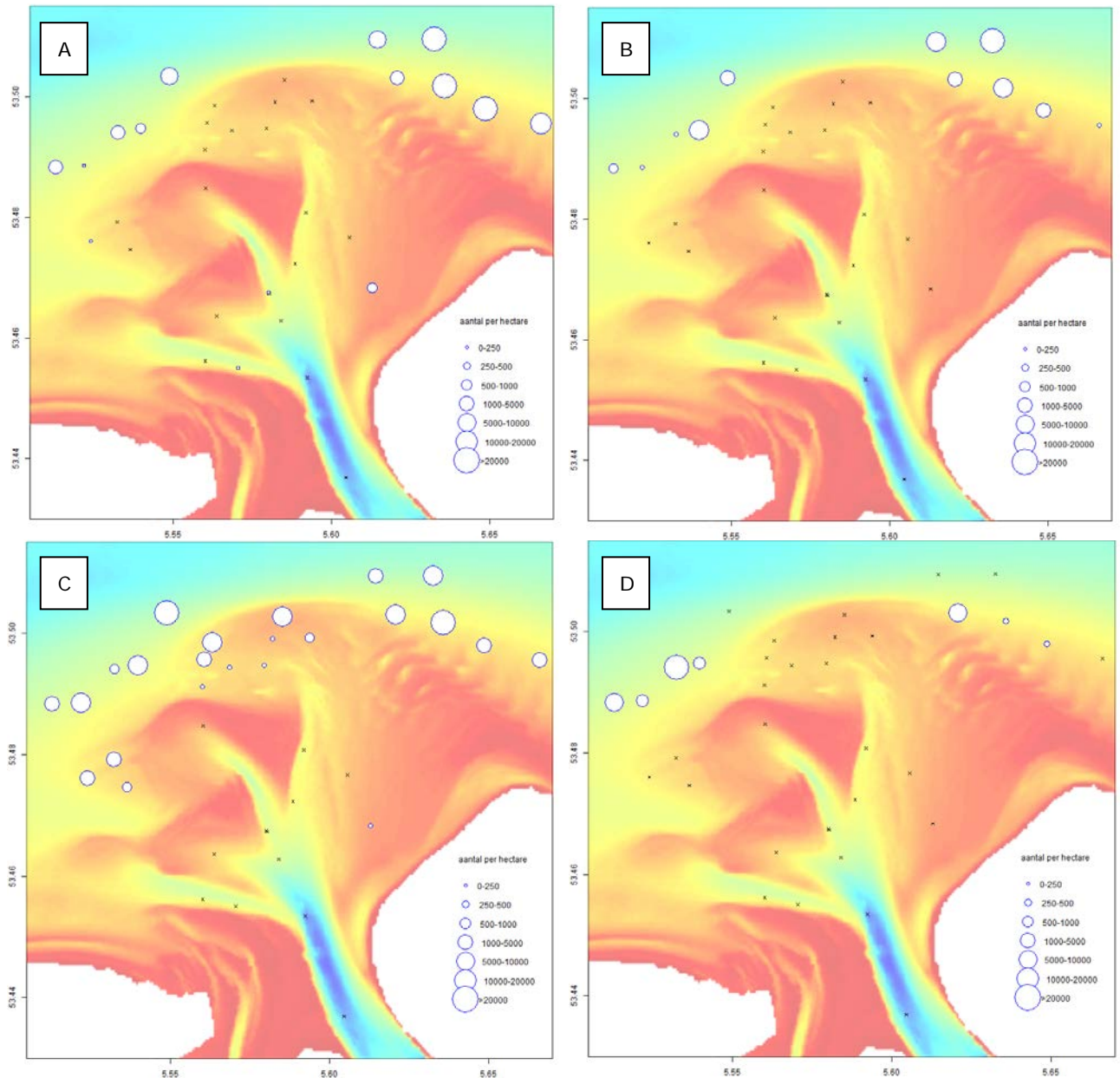
Naast zandspiering werden er ook schelpdieren uit het zand geploegd door het tuig. In totaal werden er zeven verschillende schelpdiersoorten gevangen (Bijlage B), waarvan halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*), zaagje (*Donax vittatus*) en nonnetje (*Limecola balthica*) in grote aantallen gevangen zijn. Ensis werd minder aangetroffen en de andere soorten zijn maar een enkele keer gevangen.

De verspreiding van de vier veel gevangen soorten is duidelijk verschillend van die van de zandspierungen, namelijk voornamelijk in de Noordzeezijde van het gebied. Juist in de trekken waarin geen zandspierungen zijn gevangen zijn wel schelpdieren gevangen. Dit is goed zichtbaar in de trekken van het deelgebied Laagdynamisch diep en Hoogdynamisch diep NO en NW. Het zaagje is ook nog wel gevangen in de suppletielocatie en overlapt daar met de hoogste aantallen zandspiering (Figuur 10).

De hoogste dichtheid halfgeknotte strandschelp was bijna $8,5 \text{ m}^{-2}$, de hoogste dichtheid zaagjes was $0,9 \text{ m}^{-2}$, en die van nonnetjes was $0,5 \text{ m}^{-2}$.

De lengteverdeling van halfgeknotte strandschelp (13-28 mm), nonnetje (8-21 mm) en zaagje (12-34 mm) is weergegeven in Bijlage 3. De lengteverdelingen van halfgeknotte strandschelp en nonnetje lijken één cohort, maar vormen vermoedelijk toch meerdere jaarklassen (Troost e.a., 2017). In de

lengteverdeling van zaagje zijn duidelijk twee cohorten aanwezig, waarbij de piek van iedere cohort net iets groter ligt dan bij de bestandsopname in het voorjaar van 2017 (Troost e.a., 2017).

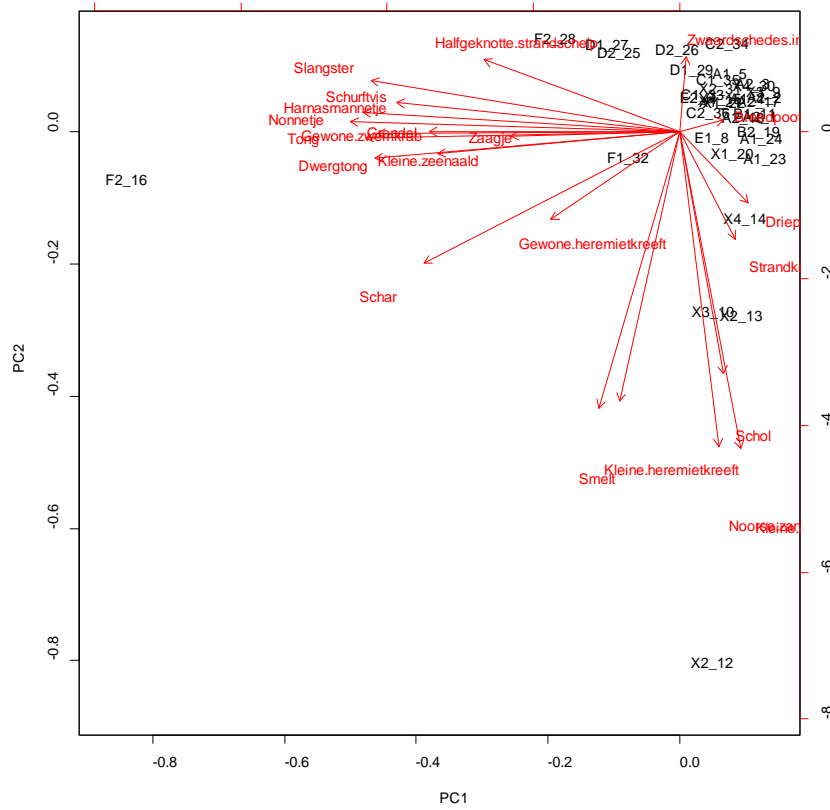


Figuur 10: Aantal schelpdieren per hectare: A) halfgeknotte strandschelp; B) nonnetje, C) zaagje, en D) Ensis sp. De x in de figuren zijn nulvangsten.

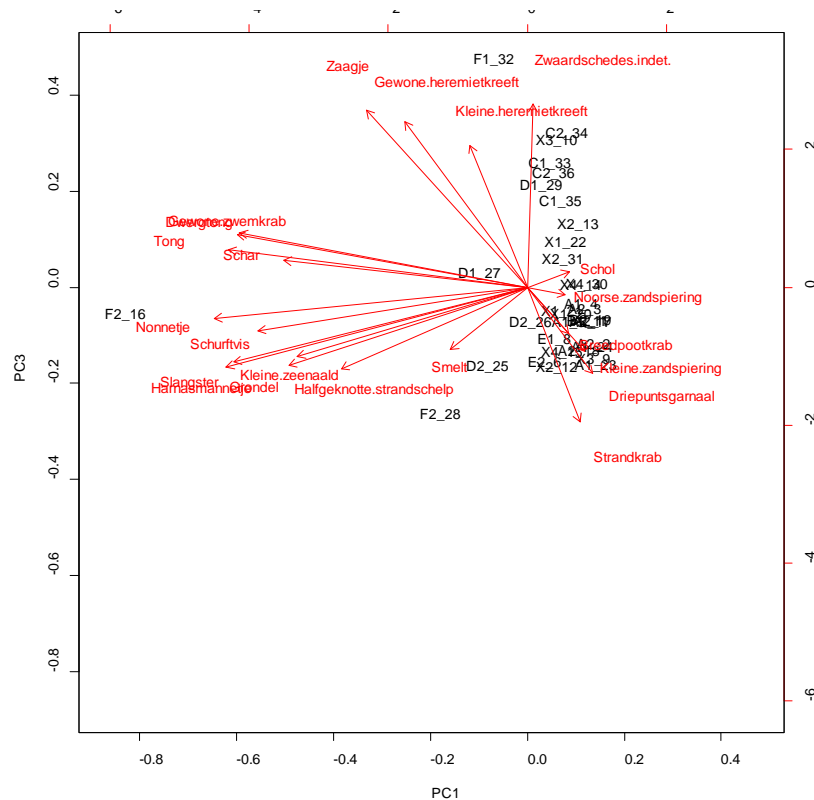
3.3 Gemeenschappen

De gemeenschapsanalyse is gedaan met behulp van Principal Component Analysis (PCA). Deze analyse laat zien dat het grootste verschil zit tussen de trekken van het Laagdynamische diep (F) met de meeste overige trekken. Het deelgebied F is de Noordzee vooroever van de buitendelta. Alleen de trekken van Hoogdynamisch diep NO (D) liggen aan dezelfde kant van de eerste principale component (PC1) als de F-trekken (Figuur 11). Dit verschil zit hem voornamelijk in de aanwezigheid van nonnetje, maar ook in de aanwezigheid van de vissoorten dwergtong (*Buglossidium luteum*), tong (*Solea solea*) en harnasmannetje (*Agonus cataphractus*), schurftvis (*Arnoglossus laterna*) en benthossoorten slangster (*Ophiura ophiura*) en de gewone zwemkrab (*Liocarcinus holtsatus*). Deze soorten komen nagenoeg uitsluitend voor in de trekken uitgevoerd in F en in mindere mate in D. Op de tweede principale component (PC2) worden een aantal locaties uit het deelgebied suppletielocatie (x) afgescheiden van de overige trekken en dat gebeurt op basis van de hoge aantallen kleine en Noorse zandspiering, smelt, schol (*Pleuronectes platessa*) en kleine heremietkreeft (*Diogenes pugilator*). Tezamen verklaren de eerste twee principale componenten 54% (PC1: 36,5%; PC2:

17,5%) van de variantie. De derde principale component (8%) onderscheidt nog de locaties Hoogdynamisch diep NW (C) en verschillende suppletielocaties op basis van de aanwezigheid van zaagje en *Ensis* sp. en de afwezigheid van strandkrab (*Carcinus maenas*) (Figuur 12).



Figuur 11: Resultaten van de eerste twee assen van de PCA, in zwart de trekken en in rood de verklarende soorten.



Figuur 12: Resultaten van de eerste en derde as van de PCA, in zwart de trekken en in rood de verklarende soorten.

4 Conclusies

Het was een geslaagde T0-bemonstering die heeft laten zien dat zandspierungen, en dan met name kleine zandspierung en Noorse zandspierung, wijdverspreid zijn in het Amelanders Zeegat en in de hoogste dichtheden voorkomen in de locaties van de geplande pilotsuppletie. Ze komen echter niet of nauwelijks voor in de diepste gebieden aan de Noordzezijde van het studiegebied. Op deze locaties worden daarentegen juist verschillende schelpdiersoorten als halfgeknotte strandschelp, nonnetje en zaagje aangetroffen. De aanwezigheid van die schelpdieren wordt bevestigd door de voorlopige resultaten van de benthosbemonstering (Verduin en Engelberts, 2017). Het is de vraag of de aanwezigheid van deze "schelpdierbanken" de oorzaak is dat zandspierung hier niet voorkomt, mogelijk dat ze zich niet kunnen ingraven, of dat de fysische omstandigheden zorgen dat ze hier niet voorkomen. De diepte kan niet het probleem zijn, want ze komen op veel meer locaties op de Noordzee voor (Heessen e.a., 2015) en ook in de diepe geul zijn ze aangetroffen. Op basis van de voorlopige resultaten van de benthosbemonstering is het onwaarschijnlijk dat het sediment de sturende factor is, er lijkt namelijk weinig verschil in sedimentsamenstelling te zijn met veel andere bemonsterde locaties (Verduin en Engelberts, 2017).

De gebruikte zandspierungkor was een aanpassing van een eerder gebruikte schelpdierkor (Brown & May Marine Ltd., 2012). De resultaten laten zien dat het tuig geschikt is voor het bemonsteren van zandspierung. De hoogste aantallen per m² in het Amelanders Zeegat (0,13 en 0,17 m²) zijn vergelijkbaar met de gemiddelde dichtheden voor Noorse zandspierung in de Doggerbankbemonstering (0,14-0,21 m²; (Brown & May Marine Ltd., 2012). De hogere dichtheden in de Doggerbankbemonstering zijn waarschijnlijk een gevolg van de geschiktheid voor zandspierung van het gebied en dus niet het effect van vangstefficiëntie van het tuig. In de Voordeltabemonstering met behulp van een benthoschaaf waren de gemiddelde vangsten voor alle drie de soorten iets hoger (Tien e.a., 2017) dan in de huidige bemonstering in het Amelanders Zeegat. De gepresenteerde resultaten kunnen dus niet gebruikt worden voor een absolute schatting van de hoeveelheid zandspierung, het is te onduidelijk wat de vangstefficiëntie van het tuig is. Een aanvullende studie waarbij de zandspierungkor en benthoschaaf naast elkaar gebruikt worden, kan aanvullend inzicht geven met betrekking tot de vangbaarheid.

De vangbaarheid varieerde waarschijnlijk ook per bemonsterde locatie. Er is geprobeerd te vissen op zo vlak mogelijk ondergrond. Er waren echter locaties met zandduinen (enkele meters hoog) waardoor het waarschijnlijk is dat het tuig niet de volledige trekduur op de bodem is geweest. Mogelijk dat een druksensor hierover uitsluiting zou kunnen geven als er nieuwe werkzaamheden gepland worden.

De hoogste dichtheid halfgeknotte strandschelp was bijna 8,5 m⁻². Dit is vergelijkbaar met dichtheden aangetroffen op de locaties het dichtstbij het Amelanders Zeegat van de reguliere bestandsopname schelpdieren in de kustzone uitgevoerd in het voorjaar van 2017 (Troost e.a., 2017). De hoogste dichtheid zaagjes was 0,9 m⁻², wat lager is dan de aantallen aangetroffen in de bestandsopname. De met de zandspierungkor aangetroffen dichtheden schelpdieren geven aan dat ook voor deze soorten het tuig goed lijkt te functioneren. Voor de overige vissoorten lijkt het tuig niet echt geschikt, het was bijvoorbeeld de verwachting hogere aantallen schar, schol en tong aan te treffen. Nu maar maximaal 4 individuen per soort per trek. Als deze getallen worden omgerekend naar dichtheden zijn deze echter vergelijkbaar met dichtheden in de reguliere boomkorsurvey (DFS) in het gebied noord van de Nederlandse eilanden. Maar voor soorten als haring en sprot is het tuig sowieso niet geschikt omdat deze hoger in de waterkolom voorkomen. Er is dus verschil in vangbaarheid tussen soorten, waardoor het net andere verhoudingen soorten vangt dan op de bodem aanwezig is. Dit beperkt het gebruik van de data voor gemeenschapsanalyses, omdat het niet duidelijk is of we een werkelijk effect in het veld bekijken of kijken naar een effect van het tuig.

Het verschil in verspreiding tussen kleine zandspierung en Noorse zandspierung is vergelijkbaar met de resultaten uit de Voordelta (Tien e.a., 2017) en de algemene beschrijving van de twee soorten. Kleine zandspierung is de meer kustgebonden soort en is dominant in de ondiepere locaties, terwijl Noorse

zandspiering de marine soort is die dominant is in de diepere locaties, met name aan de Noordzeezijde. Een echte relatie met diepte is echter niet aangetoond voor de individuele soorten.

Opvallend is de verspreiding van leeftijden van beide zandspieringsoorten. De 0-jarigen lijken zich vooral te concentreren in het deelgebied suppletielocatie. Het is onduidelijk waarom deze verspreiding zich zo manifesteert, en of dit het gevolg is van de specifieke omstandigheden op die locaties. Als dat het geval is, is het waarschijnlijk dat de pilotsuppletie hier veranderingen in tot gevolg heeft, met als mogelijk gevolg dat 0-jarigen zich niet meer zullen vestigen in het gebied. De beschikbare data is echter niet voldoende om harde conclusies te trekken, maar dit vergt wel aandacht in het komende periode. Mogelijk dat uit de overige gegevens verzameld in het overkoepelende project gegevens komen die aantonen wat deze locatie specifiek maakt. Literatuuronderzoek naar de vestigingsomstandigheden van juveniele zandspiering zou inzicht kunnen geven in welke specifieke omstandigheden dit zouden kunnen zijn. Daarnaast is het aan te raden meer bemonsteringen uit te voeren in andere seizoenen en jaren om aan te tonen of dit niet een toevallige momentopname is geweest.

De gepresenteerde gegevens zijn een momentopname van de bodemgemeenschap. Alleenstaand is het lastig te duiden of dit een goede dan wel gemiddelde weergave is van de bodemgemeenschap in het gebied. Het is bekend dat er grote verschillen zitten in seizoens- dan wel jaarlijkse verspreiding van soorten in de kustzone en Waddenzee. Om een goede T0-situatie te beschrijven moeten er meerdere jaren bemonsterd worden alvorens de suppletie uit te voeren, om op die manier een idee te krijgen van de jaarlijkse variatie. Hiervoor lijkt de tijd niet meer beschikbaar, maar het zou eventueel wel in overweging genomen moeten worden mocht de suppletie volgend jaar pas laat in het jaar plaats gaan vinden. In dat geval zou het wellicht mogelijk zijn een tweede jaar als T0 te bemonsteren. In het geval dat verdere studie plaatsvindt na de pilotsuppletie, is er het risico dat eventueel gevonden verschillen niet direct toe te schrijven zijn aan het effect van de suppletie omdat het niet onderscheiden kan worden van de jaarvariatie. Hiervoor kunnen wel de reguliere schelpdiersurvey en de boomkorsurvey voor gebruikt worden, maar deze bestrijken een ander gebied en hebben een andere focus.

Een ander punt met het gebruik van de data in vervolgstudies is het beperkt aantal monsters per deelgebied. Gelukkig is het gelukt meer monsters te nemen dan de in eerste instantie geplande 20, maar nog steeds zijn het maximaal vier monsters per deelgebied, behalve het deelgebied suppletielocatie. Dit is erg weinig voor het uitvoeren van statistische analyses waarbij deelgebied en verschillende verklarende variabelen gebruikt dienen te worden. In het deelgebied suppletielocatie zijn wel meerdere monsters genomen echter, er is grote variatie in deze monsters en er lijkt een duidelijk verschil te zitten tussen de drie westelijke locaties en de overige noordoostelijke locaties waardoor het niet handig zal zijn dit als één gebied te blijven beschouwen in analyses. Het westelijke deel en het noordoostelijke deel van het deelgebied suppletielocatie kan op basis van de gevonden visgegevens het beste als twee verschillende gebieden bekeken worden, mogelijk dat gegevens uit de overkoepelende studie hier ook onderbouwing voor geven. Overige deelgebieden kunnen op deze manier gehandhaafd blijven.

Een belangrijke reden om de zandspiering te onderzoeken is hun rol als voedsel voor vogels en dan met name grote stern. In de Waddenzee broedt de grote stern vanouds op Griend, maar in recente jaren heeft deze soort zich in grote kolonies, dicht bij de Noordzee gevestigd: op de Feugelpölle op Ameland (aan het Amelandse Zeegat) en in Utopia op Texel (aan het Eierlandse Gat; (Leopold en Engels, 2014)). Zandspiering is altijd een belangrijke prooi soort geweest van de grote sterns in de Waddenzee (Veen, 1977; Stienen en Van Beers, 2000). In 2014 is op de Feugelpölle op Ameland faeces van grote sterns verzameld. Zandspieringen (*Ammodytidae*) waren de belangrijkste prooidieren (49% van de gevonden prooi soorten), gevolgd door haringachtigen (25%). Dit beeld was vergelijkbaar op Texel (Engels, 2015; van der Beek, 2017), terwijl het dieet van de jonge sterns (op basis van directe waarnemingen aan aangevoerde prooien) nog een aanzienlijk hoger aandeel zandspieringen bevatte (Engels, 2015). Terwijl de jonge sterns in 2017 juist meer haringachtigen gevoerd kregen (van der Beek, 2017). Zandspieringen zijn dus belangrijke prooien voor de grote sterns in de Waddenzee en Noordzeekustzone. Wáár de vogels deze prooien vangen is echter niet goed bekend. De verwachting is dat de zeegaten belangrijke foerageergebieden zijn voor deze vogels

(Veen, 1977; Baptist en Leopold, 2010), de aanwezigheid van sterns was ook zichtbaar tijdens de zandspierung bemonstering (persoonlijke observatie). De vogels vangen zandspierungen van verschillende leeftijden: net uit het ei gekropen kuikens krijgen bijvoorbeeld hele kleine vissen gevoerd. Het ligt voor de hand dat de grote sterns een uitstekende terreinkennis hebben, en weten waar ze zandspierungen het beste kunnen vangen, en ook waar ze kleine, respectievelijk grote zandspierungen het beste kunnen vangen. Hoe, en waar ze dit doen is onderwerp van studie, onder meer met behulp van geavanceerde gps- en gedragsloggers die in 2018 op een aantal grote sterns, broedend op Texel, zullen worden aangebracht. Hierdoor hopen we een beter beeld te krijgen van de micro-verspreiding van grote sterns, in en rond het Eierlandse Zeegat. De zandspierungen zijn dus een belangrijke prooi-soort, echter het belang van de zandspierungen in het Amelandse zeegat voor de grote sterns, met name de kolonie op de Feugelpölle is onbekend. Eventuele effecten van de geplande suppletie op de zandspierung en de gevolgen daar voor sterns is op dit moment nog niet in te schatten.

4.1.1 Samenvattende conclusies

- Het is een momentopname die lastig te duiden is, omdat het bekend is dat er grote verschillen zitten in seizoens- dan wel jaarlijkse verspreiding van soorten.
- Drie soorten zandspierung zijn gevangen in het Amelandse Zeegat.
- De soorten zandspierung komen verspreid voor in de verschillende deelgebieden van de buitendelta, maar worden niet gevonden in de Noordzeezijde vooroever van de buitendelta.
- In de diepste deelgebieden aan de Noordzeezijde worden wel verschillende schelpdiersoorten aangetroffen, welke in de rest van het gebied nauwelijks voorkomen.
- Dit roept de vraag op of schelpdierbanken en zandspierung op dezelfde locatie kunnen voorkomen.
- De verspreiding van kleine zandspierung en Noorse zandspierung laat het verwachte beeld van kleine zandspierung als kustgebonden soort en Noorse zandspierung als mariene soort zien.
- Hierdoor lijkt diepte een sturende factor in de verspreiding van de twee soorten, maar statistisch is er geen relatie aan te tonen voor het beperkte diepte bereik waarbinnen bemonsterd is.
- Ook voor het beperkte bereik van de abiotische variabelen temperatuur en saliniteit is een relatie met de verspreiding niet statistisch aan te tonen.
- Opvallend is de verspreiding van 0-jarigen van beide zandspierungsoorten; deze komen nagenoeg uitsluitend voor in het deelgebied waarin de pilotsuppletie is gepland.

5 Dankwoord

Onze dank gaat uit naar Sander van Rijswijk van CIV den Oever voor het meedenken over het ontwerp van de zandspieringkor en zijn enthousiasme om met nieuwe ideeën voor het ontwerp te komen. Ook gaat onze dank uit naar de Marko en Arnold Bakker van de WR82 voor hun gastvrijheid aan boord en hun inzet tijdens de testdag en de bemonsteringsdagen om de bemonstering zo goed mogelijk uit te voeren.

En naar Frank Kok en Cor Schipper die vanuit RWS mee zijn gegaan als opstapper en mee hebben geholpen tijdens de uitvoering van de veldwerkzaamheden.

6 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.

Literatuur

- Baptist, M. J. en M. F. Leopold (2010) Prey capture success of Sandwich Terns *Sterna sandvicensis* varies non-linearly with water transparency. *Ibis* 152: 815-825.
- Brown & May Marine Ltd. (2012) Dogger Bank Creyke Beck Environmental Statement Chapter 13. Appendix E - Dogger Bank Sandeel Survey Reports. Document F-ONC-CH-013 Appendix E.
- Couperus, B., S. Gastauer, S. M. M. Fässler, I. Tulp, H. W. van der Veer en J. J. Poos (2016) Abundance and tidal behaviour of pelagic fish in the gateway to the Wadden Sea. *Journal of Sea Research* 109: 42-51.
- Engelhard, G. H., M. A. Peck, A. Rindorf, S. C. Smout, M. van Deurs, K. Raab, K. H. Andersen, S. Garthe, R. A. M. Lauerburg, F. Scott, T. Brunel, G. Aarts, T. van Kooten en M. Dickey-Collas (2014) Forage fish, their fisheries, and their predators: who drives whom? *ICES Journal of Marine Science* 71: 90-104.
- Engels, B. W. R. (2015) Utopia of utopie? De grote stern op Texel: Wat zijn de ecologische knelpunten van het broedgebied Utopia? Onderzoeksrapport Wageningen-IMARES en Hogeschool van Hall-Larenstein.
- Gauld, A. (1990) Movements of lesser sandeels (*Ammodytes marinus* Raitt) tagged in the northwestern North Sea. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 46: 229-231.
- Heessen, H. J. L., J. R. Ellis en N. Daan (2015) Fish Atlas Of The Celtic Sea, North Sea, And Baltic Sea, KNNV uitgeverij.
- Leopold, M. F. en B. W. R. Engels (2014) De grote stern: een zeestern gaat binnendijks. in: J. de Raad (ed.): Texel is anders. Landschap, (cultuur)historie en natuur. Uitgave van Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer, pp 238-247.
- Leopold, M. F. en M. J. Baptist (2016) De buitengewone biologie van de buitendelta's van de Nederlandse Waddenzee. IMARES, (Rapport / IMARES C076/16) - 28 p.
- Rindorf, A., S. Wanless en M. P. Harris (2000) Effects of changes in sandeel availability on the reproductive output of seabirds. *Marine Ecology Progress Series* 202: 241-252.
- Schipper, O. en J. A. van Dalfsen (2017) Meetstrategie en Meetplan T-nulmeting Ecologie Pilotsuppletie Buitendelta Amelander Zeegat. RWS 2017.
- Stienen, E. W. en P. W. Van Beers (2000) Reflections of a specialist: patterns in food provisioning and foraging conditions in Sandwich Terns *Sterna sandvicensis*. *Ardea* 88: 33-49.
- Tien, N. S. H., J. Craeymeersch, C. van Damme, A. S. Couperus, J. Adema en I. Tulp (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* 127: 194-202.
- Troost, K., K. J. Perdon, J. van Zwol, J. Jol en M. van Asch (2017) Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone in 2017. IJmuiden : Stichting Wageningen Research, Centrum voor Visserijonderzoek (CVO), (CVO rapport 17.014) - 38 p. .
- van der Beek, I. (2017) De voedselécologie en verspreiding van de grote sterns (*Thalasseus sandvicensis*) van Texel. Onderzoeksrapport Wageningen-IMARES en Hogeschool van Hall-Larenstein.
- van Deurs, M., J. W. Behrens, T. Warnar en J. F. Steffensen (2011) Primary versus secondary drivers of foraging activity in sandeel schools (*Ammodytes tobianus*). *Marine Biology* 158: 1781-1789.
- van Hal, R. (2017) Brieffrapport veldwerkrapportage. kenmerk 1721693.RH.mw. Wageningen Marine Research.
- van Hal, R. en A. S. Couperus (2017) Uitvoeringsplan Amelanderzeegat, zandspiering bemonstering. draft report. 17-okt-2017.
- Veen, J. (1977) Functional and causal aspects of nest distribution in colonies of the Sandwich Tern (*Sterna s. sandvicensis* Lath.).
- Verduin, E. C. en A. Engelberts (2017) T-nulmeting Benthos buitendelta Amelander Zeegat 2017, Veldrapportage Benthos boxcorer. Eurofins AquaSense.

Verantwoording

Rapport C102/17

Projectnummer: 4316100114

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
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 08/12/2017

Akkoord: Drs. J. Asjes
MT lid Integratie

Handtekening:



Datum: 08/12/2017

Bijlage 1 Trekgegevens

Tabel b1.1: Overzicht van de trekken, datum en tijd. De geplande locatie (y_{start} , x_{start} , y_{eind} , x_{eind}), uitgevoerde coördinaten (lat_s , $long_s$, lat_e , $long_e$), beviste afstand in m, waterdiepte, bodemwatertemperatuur, bodemwaterconductiviteit. De kleuren corresponderen met de gebruikte kleuren in Figuur 3.

Locatie	dag	tijd	y_start	x_start	y_eind	x_eind	lat_s	long_s	lat_e	long_e	Bevist	diepte	temp_b	cond_b
A1_1	18	2054	53.482888	5.5922184	53.480197	5.5919662	53.48083	5.5919	53.48188	5.59225	120	8.9	16.3	5.1
A1_2	18	1955	53.474762	5.5887991	53.472070	5.5885472	53.47235	5.58855	53.47338	5.58843	120	8.8	15.97	5.09
A1_3	19	2137	53.454024	5.5914757	53.451538	5.5932214	53.45343	5.59235	53.45228	5.59312	176	23.2	15.79	5.12
A1_4	19	2219	53.437801	5.6039700	53.435315	5.6057144	53.4369	5.60462	53.43595	5.60513	132	22.8	16.04	5.08
A2_1	19	1856	53.456680	5.5559111	53.456082	5.5603145	53.45617	5.56022	53.4567	5.55855	133	12.6	16.32	5.11
A2_2	19	1824	53.455529	5.5664435	53.454931	5.5708467	53.45502	5.57062	53.4553	5.56873	136	12.3	16.23	5.07
A2_3	18	1922	53.469141	5.5797775	53.466634	5.5814365	53.4675	5.5801	53.46857	5.58005	100	10.4	16.37	5.1
A2_3	18	1933					53.46735	5.58033	53.46825	5.58012	103	10.5	16.39	5.1
A2_4	18	1828	53.465552	5.5824491	53.463045	5.5841078	53.46283	5.584	53.46375	5.58417	110	11.1	16.11	5.07
B1_1	18	2245	53.484832	5.5574525	53.483845	5.5616575	53.4848	5.56032	53.48563	5.56213	153	2.7	16.09	5.04
B1_2			53.482708	5.5651480	53.481293	5.5689940								
B2_1	19	1932	53.463151	5.5603767	53.463956	5.5646872	53.4636	5.56373	53.46337	5.56182	157	7.4	16.43	5.14
B2_2			53.464098	5.5681031	53.464382	5.5725949								
C1_1	21	2225	53.493543	5.5374412	53.494973	5.5412723	53.49478	5.53982	53.49425	5.53843	115	11		
C1_2	21	2318	53.487837	5.5196206	53.489165	5.5235533	53.48862	5.5219	53.4881	5.52065	106	10.5		
C2_1	21	2250	53.493493	5.5305104	53.494775	5.5344864	53.49405	5.53265	53.49373	5.53123	103	11		
C2_2	21	2345	53.487937	5.5123811	53.489305	5.5162749	53.4884	5.51298	53.4888	5.51432	107	11		
D1_1	21	1904	53.501876	5.6327712	53.501577	5.6372642	53.50178	5.63565	53.50227	5.63455	95	8.3	16.31	5.11
D1_2	21	2023	53.503361	5.6163454	53.503063	5.6208386	53.5031	5.62072	53.50325	5.61922	117	8.5		
D2_1	21	1840	53.498697	5.6437027	53.498131	5.6481223	53.49802	5.64852	53.49813	5.6471	120	16.2	16.24	5.08
D2_2	21	1820	53.495752	5.6638328	53.494928	5.6681369	53.49555	5.66598	53.49617	5.66515	106	7.2	16.19	5
E1_1	18	2136	53.467364	5.6125390	53.470044	5.6130295	53.46837	5.61288	53.46967	5.61168	147	3.7	15.81	4.96
E1_2			53.474674	5.6143847	53.477354	5.6148755								
E2_1	18	2114	53.475345	5.6064515	53.478025	5.6069418	53.4767	5.60573	53.47822	5.60645	186	5.5	16.16	5.07
E2_2			53.466159	5.6051475	53.468838	5.6056376								
F1_1	21	2157	53.502660	5.5460236	53.503414	5.5503644	53.50337	5.54905	53.50322	5.54742	113	15		
F1_2			53.498371	5.5217263	53.499307	5.5259654								
F2_1	19	142	53.509404	5.6112312	53.509460	5.6157518	53.50942	5.61453	53.50928	5.6106	262	12.5	16.12	5.11

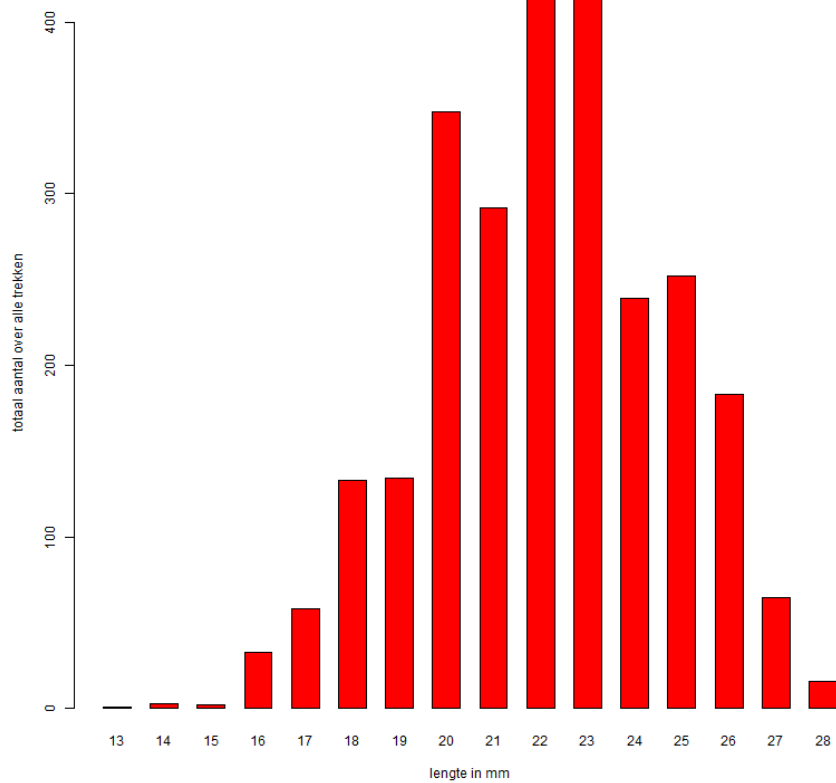
F2_2	21	1943	53.509289	5.6279974	53.509345	5.6325180	53.50953	5.6324	53.50955	5.63093	106	14.4	16.4	5.14
X1_1	19	2021	53.478676	5.5328817	53.481369	5.5327172	53.4792	5.5324	53.4802	5.54925	162	7.1	16.56	5.18
X1_2	19	2008	53.474517	5.5367284	53.476411	5.5335151	53.47467	5.5365	53.47545	5.53492	244	6.8	16.52	5.16
X1_3	19	2038	53.476204	5.5234630	53.478696	5.5251859	53.47605	5.52403	53.47712	5.52318	155	7.9	16.57	5.18
X2_1	18	2340	53.495557	5.5614096	53.495657	5.5568925	53.49567	5.56077	53.49568	5.55903	218	6.3	16.06	5.05
X2_2	18	2300	53.491082	5.5608889	53.491086	5.5563692	53.49123	5.5601	53.49127	5.5567	225	6.4	16.08	5.03
X2_3	21	2117	53.498573	5.5632218	53.498576	5.5587013	53.49858	5.56313	53.49878	5.56165	107	8		
X3_1	18	2205	53.495022	5.5753741	53.494667	5.5798548	53.49477	5.57948	53.49503	5.5777	130	5.7	15.92	5.03
X3_2	18	2220	53.494494	5.5651070	53.494140	5.5695878	53.49447	5.56852	53.49462	5.56565	183	6	15.81	5
X3_3			53.491314	5.5684248	53.491077	5.5729269								
X4_1	19	58	53.498963	5.5789081	53.498885	5.5834268	53.4991	5.5822	53.4991	5.57898	214	3.7	15.48	4.93
X4_2	19	118	53.499945	5.5903779	53.499278	5.5947579	53.49928	5.59385	53.49993	5.59077	220	3.4	15.66	4.93
X4_3	21	2057	53.502668	5.5809462	53.502700	5.5854668	53.50275	5.58522	53.50275	5.58368	105	5.5		

Bijlage 2 Overzicht soorten

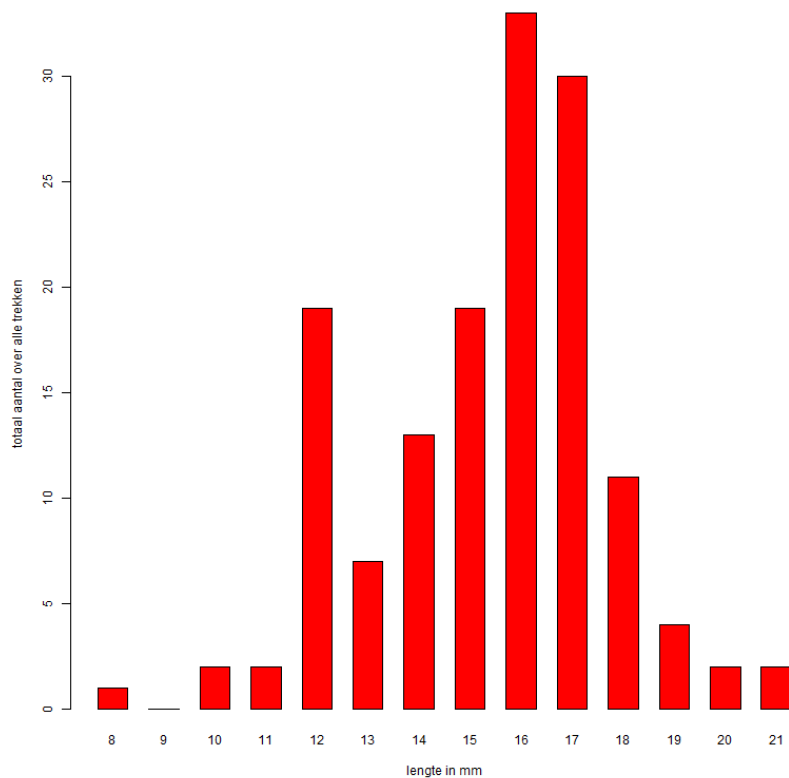
Tabel b2.1: overzicht van alle soorten en het totaal aantal gevangen in alle trekken te samen.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Aantal
Gewone garnaal	<i>Crangon crangon</i>	9531
Halfgeknotte strandschelp	<i>Spisula subtruncata</i>	2619
Gewone zwemkrab	<i>Liocarcinus holsatus</i>	771
Ribkwallen indet.	<i>Pleurobrachiidae</i>	751
Zaagje	<i>Donax vittatus</i>	547
Nonnetje	<i>Limecola balthica</i>	205
Kleine zandspiering	<i>Ammodytes tobianus</i>	204
Noorse zandspiering	<i>Ammodytes marinus</i>	197
Kleine heremietkreeft	<i>Diogenes pugilator</i>	175
Kleine zeenaald	<i>Syngnathus rostellatus</i>	125
Dikkopje	<i>Pomatoschistus minutus</i>	108
Gewone heremietkreeft	<i>Pagurus bernhardus</i>	94
Strandkrab	<i>Carcinus maenas</i>	74
P. lozanoi/minutus	<i>Pomatoschistus lozanoi/minutus</i>	62
Zwaardschedes indet.	<i>Ensis sp.</i>	55
Polychaeta	<i>Polychaeta</i>	47
Sprot	<i>Sprattus sprattus</i>	45
Driepuntsgarnaal	<i>Philocheras trispinosus</i>	27
Schol	<i>Pleuronectes platessa</i>	26
Slangster	<i>Ophiura ophiura</i>	25
Schar	<i>Limanda limanda</i>	24
Tong	<i>Solea solea</i>	18
Harnasmannetje	<i>Agonus cataphractus</i>	16
Breedpootkrab	<i>Portumnus latipes</i>	11
Dwergtong	<i>Buglossidium luteum</i>	11
Haring	<i>Clupea harengus</i>	11
Lozano's grondel	<i>Pomatoschistus lozanoi</i>	9
Smelt	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	9
Zeeanemonen	<i>Anthozoa</i>	7
Schurftvis	<i>Arnoglossus laterna</i>	5
Brokkelster	<i>Ophiothrix fragilis</i>	4
Gevlochten fuikhoorn	<i>Nassarius reticulatus</i>	4
Gewimperde zwemkrab	<i>Liocarcinus navigator</i>	3
Hartegel	<i>Echinocardium cordatum</i>	3
Macropodia spec.	<i>Macropodia sp.</i>	3
Tarbot	<i>Scophthalmus maximus</i>	3
Wijting	<i>Merlangius merlangus</i>	3
Kamster	<i>Astropecten irregularis</i>	2
Pitvis	<i>Callionymus lyra</i>	2
Rode poon	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	2
Tere platschelp	<i>Macomangulus tenuis</i>	2
Vijfdradige meun	<i>Ciliata mustela</i>	2
Zeepaddestoel	<i>Rhizostoma pulmo</i>	2
Blauwpootzwemkrab	<i>Liocarcinus depurator</i>	1
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	1
Driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	1
Glanzende tepelhoorn	<i>Euspira nitida</i>	1
Grondel	<i>Pomatoschistus sp.</i>	1
Kleine pieterman	<i>Echiichthys vipera</i>	1
Kleine slangster	<i>Ophiura albida</i>	1
Kleurige grondel	<i>Pomatoschistus pictus</i>	1
Kompaskwal	<i>Chrysaora hysoscella</i>	1
Zeester	<i>Asterias rubens</i>	1

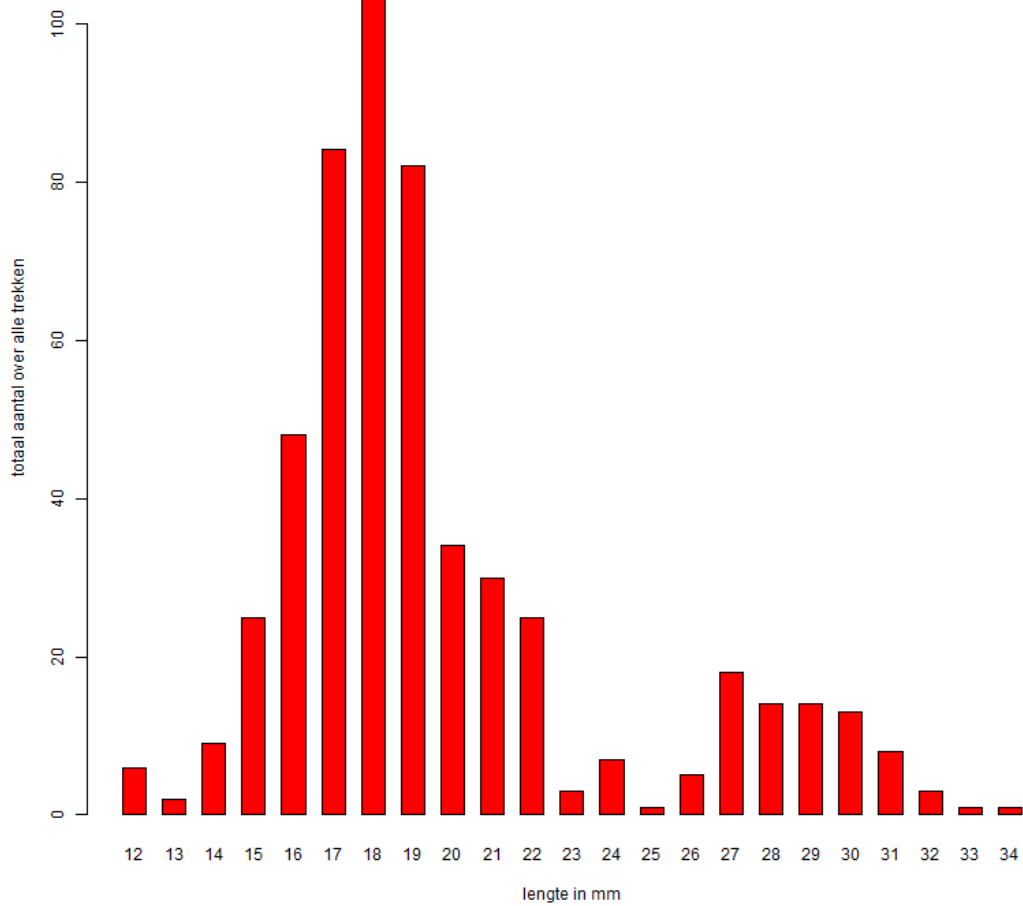
Bijlage 3 Lengteverdeling schelpdieren



Figuur b3.1: Het aantal per lengte voor halfgeknotte strandschelp, gebaseerd op de som van de aantallen over alle trekken.



Figuur b3.2: Het aantal per lengte voor nonnetje, gebaseerd op de som van de aantallen over alle trekken.



Figuur b3.3: Het aantal per lengte voor zaagje, gebaseerd op de som van de aantallen over alle trekken.

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 7, 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.

