

INVLOED VAN DYNAMIEK OP AQUATISCHE VOEDSELBRONNEN (VISSEN, GARNALEN EN BENTHOS) VOOR NATURA2000 VOGELSOORTEN IN DE SLENK VAN DE SLUFTER VAN TEXEL



BLOM, K.H. &
DALHUISEN, C.M.
HOGESCHOOL VAN HALL LARENSTEIN
DIERMANAGEMENT (WILDLIFE)
LEEUWARDEN, 2017



Invloed van dynamiek op aquatische voedselbronnen (vissen, garnalen en benthos) voor Natura2000 vogelsoorten in de slenk van de Slufter van Texel

NULMETING NAAR DE AANWEZIGHEID EN VERSPREIDING VAN VISSSEN,
GARNALEN EN BENTHOS IN DE SLUFTERSLENK

ONDERZOEKSVERSLAG IN HET KADER VAN Afstudeerproject DIERMANAGEMENT, MAJOR
WILDLIFE MANAGEMENT:

AUTEURS: KLAAS HERMANNUS BLOM 911225002
CHRISTEL MICHÈLE DALHUISEN 911230001

BEGELEIDERS: MARCEL REKERS
ARJEN STRIJKSTRA

HOGESCHOOL: VAN HALL LARENSTEIN
AGORA 1
8934 CJ LEEUWARDEN

IN SAMENWERKING MET: STAATBOSBEHEER
CONTACTPERSOON: JITSKE ESSELAAR
HOOGHEEMRAADSCHAP HOLLANDS NOORDERKWARTIER
CONTACTPERSOON: PETRA GOESSEN
VRIJE UNIVERSITEIT AMSTERDAM
CONTACTPERSOON: MAARTEN A. PRINS

DATUM: 16 MAART 2017

Voorwoord

Dit rapport is geschreven als resultaat van een afstudeeropdracht voor de opleiding Diermanagement, met als major Wildlife Management, aan Hogeschool Van Hall Larenstein te Leeuwarden. Tijdens de onderzoeksperiode hebben wij zelfstandig onderzoek uitgevoerd. In dit rapport presenteren wij onze bevindingen.

Tijdens de uitvoering van het onderzoek hebben wij samengewerkt met diverse partijen. Hierbij willen wij iedereen hiervoor danken. In het bijzonder Jordy Koedam die ons tijdens de uitvoering van het onderzoek ondersteund heeft, de studenten van module LDM391VE voor hun ondersteuning en grote hoeveelheid data, en Jitske Esselaar van Staatsbosbeheer die ons toestemming heeft gegeven het onderzoeksgebied te betreden. Daarnaast Maarten A. Prins van de Vrije Universiteit Amsterdam waar wij sedimentanalyses mochten uitvoeren in het laboratorium van de universiteit. Tijdens de uitvoer van de sedimentanalyses zijn wij ondersteund door Martine Hagen en Unze van Buuren. Ook willen wij Henry Kuipers bedanken voor zijn hulp bij het doen van statistische analyses en Inge Koenis voor haar externe begeidersrol. Tot slot bedanken wij onze begeiders Arjen Strijkstra en Marcel Rekers voor hun enthousiaste en professionele begeleiding tijdens ons afstudeerproces.

Herman Blom
Christel Dalhuisen

Leeuwarden, maart 2017

Samenvatting

De slufte van Texel is een kweldervallei die een open verbinding heeft met de zee en welke met enige frequentie (minstens één maal per jaar) overstroomt. Deze slufte heeft een hoge ecologische waarde en dient het hele jaar door als broed- en foerageergebied voor veel vogels en is daarom van belang als Natura2000 gebied.

Door veranderingen in het beheer wordt er verwacht dat de sluftegeul zich naar het noorden zal verplaatsen en dat de opening in de duinenrij groter zal worden. Dit zal met name van invloed zijn op de huidige zonering van zout naar zoet en van nat naar droog. Deze veranderingen hebben mogelijk invloed op de aanwezige vis-, garnaal- en benthos populaties. Dit kan gevolgen hebben op beschermde vogelpopulaties. Daarom is het belangrijk deze aquatische voedselbronnen voor beschermde vogelsoorten in kaart te brengen.

Het doel van het onderzoek is om aan de hand van een nulmeting de aanwezigheid en verspreiding van vissen, garnalen en benthos te verklaren aan de hand van indicatoren voor dynamiek. Indicatoren voor de dynamiek zijn: afstand tot de zee, korrelgrootte, specifieke geleidbaarheid (van de bodem), turbiditeit en zuurtegraad.

De verspreiding van vispopulaties is in kaart gebracht door op twee locaties fuiken uit te zetten in het smalle deel van de geul. De fuiken zijn uitgezet met zowel de opening richting instroom als uitstroom. De fuiken werden, wanneer mogelijk, 24 uur uitgezet, altijd tijdens springtij. Tijdens het uitzetten van de fuiken zijn indicatoren van dynamiek gemeten. In de fuiken zijn vier vissoorten gevangen, waarvan de meeste brakwatergrondels (*Pomatoschistus microps*). Geen van de vissoorten heeft een relatie met een indicator voor dynamiek. Verder zijn er negen benthossoorten gevangen, voornamelijk de strandkrab (*Carcinus maenas*). De gewone strandkrab heeft een significante positieve relatie met de specifieke geleidbaarheid en de turbiditeit en een significante negatieve relatie met de zuurtegraad. Van de garnalen is met name de gewone steurgarnaal (*Palaemon elegans*) gevangen, maar ook de gewone garnaal (*Crangon crangon*) is in grote aantallen aangetroffen. De verspreiding van de gewone garnaal wordt positief significant bepaald door de specifieke geleidbaarheid en significant negatief door de zuurtegraad. De verspreiding van de slijkgarnaal (*Corophium volutator*) wordt significant negatief verklaard door de specifieke geleidbaarheid en de zuurtegraad.

De verspreiding van benthos is onderzocht door het uitvoeren van grondboringen. Langs de gehele slenk is er op elke 10 meter een boring gedaan. Uit de boringen zijn er acht relevante soorten naar voren gekomen, met soorten die onderling afhankelijk van elkaar zijn. Op elke 50 meter is er ook een sedimentmonster genomen. Van deze sedimentmonsters zijn de korrelgrootte en specifieke geleidbaarheid van de bodem bepaald. De afstand tot de zee, korrelgrootte en specifieke geleidbaarheid zijn onderling gerelateerd. Van de benthos heeft de veelkleurige zeeduizendpoot (*Nereis diversicolor/Hediste diversicolor*), het nonnetje (*Macoma balthica*) en de zandkokerworm (*Pygospio elegans*) een positief significante relatie met de afstand tot de zee. De gewone kokkel (*Cerastoderma edule/Cardium edule*) en het wadslakje (*Peringia ulvae*) hebben een significant negatieve relatie met alleen de korrelgrootte. De rode draadworm (*Heteromastus filiformis*) heeft een significant negatieve relatie met de afstand tot zee. De wadpier (*Arenicola marina*) heeft een significant positieve relatie met de specifieke geleidbaarheid van de bodem.

Soorten die een relatie hebben met een indicator voor dynamiek en daardoor gebruikt kunnen worden om veranderingen in de dynamiek in de slenk van de Slufte van Texel zijn:

gewone garnaal (*Crangon crangon*), gewone steurgarnaal (*Palaemon elegans*), zandkokerworm (*Pygospio elegans*), nonnetje (*Macoma balthica*), gewone kokkel (*Cerastoderma edule/Cardium edule*), veelkleurige zeeduizendpoot (*Nereis diversicolor/Hediste diversicolor*), rode draadworm (*Heteromastus filiformis*), wadpier (*Arenicola marina*) en wadslakje (*Peringia ulvae*).

In de toekomst zal er gefocust moeten worden op de soorten die veranderingen in de dynamiek kunnen laten zien. Ook is het aan te bevelen om in toekomstig onderzoek te richten op de biomassa van de voedselbronnen en welke soorten dienen als voedselbron voor de Natura2000 vogelsoorten in de slenk.

Summary

The Slufter of Texel is a marshy valley with an open connection to the sea and which every now and then floods (at least once a year). This tidal inlet is of high ecological value. It serves as a breeding and feeding area for many species of birds and therefore is of high interest as a Natura2000 area. Expected is that the gully will shift to the north and that the opening will become wider. This will mainly be of influence on the current zoning of salt to fresh and wet to dry. Indirectly this can influence the bird populations. The possible changes can influence the fish, shrimp and benthic species which are present. That is why it is important to know the current situation.

The goal of this research is to get information on the presence and distribution of fishes, shrimps and benthic life by conducting a baseline measurement and to explain this distribution by the means of indicators for dynamics. The indicators for dynamics are: proximity to the sea, grain size, specific conductivity (of the sediment), turbidity and acidity.

The distribution of the fishes is looked at by placing traps on two different locations at the smaller part of the gully. Traps were set with their opening towards both inflow and outflow. When possible the traps were left out in the field for 24 hours straight. This always happened during springtide. The indicators for the dynamics were measured when the traps were set. Four fish species were caught in the traps, mostly common gobies (*Pomatoschistus microps*). None of the species has a significant relationship with the indicators for dynamics.

Nine benthos species were caught beside the fishes, of which mostly the shore crab (*Carcinus maenas*). Shore crabs have a significant positive relationship with specific conductivity and turbidity and a significant negative relationship with acidity.

Three shrimp species were caught in the traps. Mostly grass prawns (*Palaemon elegans*) were caught. Other shrimp species that was caught in a decent amount is the common shrimp (*Crangon crangon*). The distribution of common shrimp is significantly positive defined through specific conductivity and significantly negative through acidity. Distribution of corophium (*Corophium volutator*) is significantly negative defined through specific conductivity and acidity.

Distribution of benthic life is studied through sediment drillings. Alongside the gully samples were taken at every 10 meters. Of all the species caught in the drillings, eight of are relevant for this research. These species also have interrelationships with one another. At every 50 meters a sediment sample is taken. These samples are used to study the grain size and the specific conductivity of the sediment. Proximity to the sea, grain size and specific conductivity are related to one another. Estuary ragworm (*Nereis diversicolor*/*Hediste diversicolor*), baltic telling (*Macoma balthica*) and *Pygospio elegans* have a significantly positive relationship with the proximity to the sea. Edible cockle (*Cerastoderma edule*/*Cardium edule*) and laver spire shell (*Peringia ulvae*) have a significantly negative relationship with grain size. *Heteromastus filiformis* has a significantly negative relationship with proximity to the sea. Lugworm (*Arenicola marina*) has a significantly positive relationship with specific conductivity of the sediment.

Species that have a relationship with indicators for dynamics and for this can be used to detect changes in the dynamics in the gully of the Slufter of Texel are: common shrimp (*Crangon crangon*), grass prawn (*Palaemon elegans*), *Pygospio elegans*, baltic telling (*Macoma balthica*), edible cockle (*Cerastoderma edule*/*Cardium edule*), estuary ragworm (*Nereis diversicolor*/*Hediste diversicolor*), *Heteromastus filiformis*, lugworm (*Arenicola marina*) and laver spire shell (*Peringia ulvae*).

In the future there need to be focussed on these species that can detect changes in the dynamics. It is also recommended for future research to focus on the biomass of food sources and which species serves as a food source for Natura2000 birth species in the gully.

Inhoudsopgave

1. Introductie.....	7
1.1. De Slufter van Texel	7
1.2. Veiligheid en natuurbescherming.....	8
1.3. Dynamiek en het voedselaanbod voor vogels	8
1.4. Doel van het onderzoek.....	8
1.5. Onderzoeksvragen.....	9
2. Methode.....	10
2.1. Gebiedsbeschrijving.....	10
2.1.1. Getijden in de Slufter	10
2.2. Onderzoekspopulaties	11
2.2.1. Vissen	12
2.2.2. Garnalen	12
2.2.3. Benthos	13
2.3. Data Collectie.....	13
2.3.1. Inmeten eb- en vloedlijn slenk	13
2.3.2. Uitzetten van fuiken	13
2.3.3. Boren naar benthos	14
3. Resultaten	17
3.1. Inmeten slenk	17
3.1.1. Patroon inmeten slenk	18
3.2. Fuiken.....	18
3.2.1. Indicatoren dynamiek	18
3.2.2. Fuikvangsten	19
3.2.3. Patronen fuiken	23
3.3. Benthos boringen.....	24
3.3.1. Benthos die in lage aantallen zijn waargenomen en een mindere relevantie hebben als voedselbron.....	25
3.3.2. Benthos die in hoge aantallen zijn waargenomen en een relevantie hebben als voedselbron	26
3.3.3. Relatie indicatoren voor dynamiek met verspreiding benthos	27
3.3.4. Patroon benthos parallel langs de slenk	36
4. Discussie.....	38
4.1. Dynamiek in de slufterslenk.....	38
4.2. Benthos (boringen).....	40
4.2.1. Veelkleurige zeeduizendpoot en rode draadworm (cluster 1)	40
4.2.2. Wadslakje, nonnetje, gewone kokkel, strandgaper en zandkokerworm (cluster 2).....	40
4.2.3. Wadpier	41
4.2.4. Verspreiding overige soorten	42

4.2.5. Korrelgrootte en specifieke geleidbaarheid.....	42
4.3. Vissen, garnalen en benthos (fuike).....	42
5. Conclusie.....	44
6. Aanbevelingen	45
7.0 Literatuurlijst.....	46
Bijlage I: Locaties macro benthos boringen en sedimentmonsters	i
Bijlage II: Uitkomsten Generalized Linear Mixed Model indicatoren dynamiek fuiken	ii
Bijlage III: Generalized Linear Mixed Model uitkomsten fuikvangsten in relatie tot indicatoren voor dynamiek.vi	
Bijlage IV: Verspreidingskaarten benthos die in lage aantallen zijn waargenomen en een mindere relevantie .vii	
Bijlage V: Onderlinge relaties benthossoorten.....	ix
Bijlage VI: Uitkomsten Generalized Lineair Model benthossoorten.....	xiv
Bijlage VII: Dwarsdoorsneden	xxiv
Uitkomst benthos dwarsdoorsneden en parallel langs de slenk.....	xxx
Onderlinge relaties benthossoorten dwarsdoorsneden	xxxii

1. Introductie

1.1. De Slufter van Texel

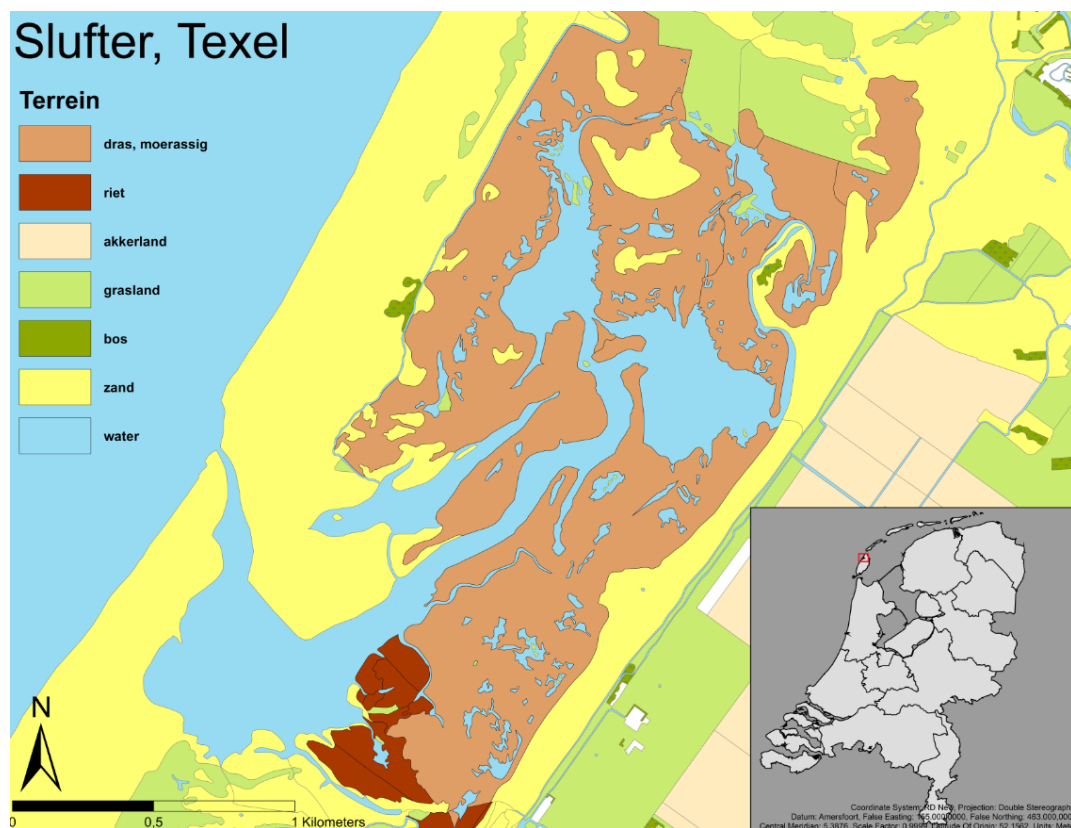
Een slufter bestaat uit kweldervalleien die een open verbinding hebben met de zee en welke met enige frequentie (minstens één maal per jaar) overstroomt. In Nederland zijn twee slufters, namelijk de Slufter van Texel en Het Zwin in Zeeuws-Vlaanderen die zich bevindt op de grens van Nederland en België. (Eysink, Hoekstra & Hoozemans, 1992; Durieux, 2003)

De Slufter van Texel ligt tussen de Muy en de Eierlandse Duinen (*Figuur 1.1*). Het is een kweldergebied ingeklemd tussen twee zanddijken. Deze kwelder ligt aan de Noordzee, waardoor zoutwater door een opening in de duinenrij via de slenk, een geul in het strand, het gebied instroomt. Dit zorgt ervoor dat er alleen planten met een hoge zouttolerantie kunnen groeien. (Ecomare, 2015^a)

De Slufter van Texel is onderdeel van het *Nationaal Park Duinen van Texel* (Nationaal Park Duinen van Texel, 2016). Ook is de Slufter onderdeel van het Natura2000 gebied *Duinen en Lage Land van Texel* (Ministerie van Economische Zaken, 2016).

De Slufter van Texel heeft een hoge ecologische waarde en dient het hele jaar door als broed- en foerageergebied voor veel vogels en is daarom van belang als Natura2000 gebied. Ook heeft de Slufter een functie als slaapplek en hoogwatervluchtplaats voor vogels. (Hofstede, 2003; Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2016)

Ook tijdens vogelmigraties is het gebied van belang. Broedvogels die volgens Natura 2000 beschermd zijn voorkomen in de Slufter zijn: blauwe kiekendief (*Circus cyaneus*), bontbekplevier (*Charadrius hiaticula*), bruine kiekendief (*Circus aeruginosus*), dwergstern (*Sterna albifrons*), eider (*Somateria mollissima*), kleine mantelmeeuw (*Larus fuscus*), kluut (*Recurvirostra avosetta*), roodborsttapuit (*Saxicola rubicola*), slechtvalk (*Falco peregrinus*), tapuit (*Oenanthe oenanthe*), veldleeuwerik (*Alauda arvensis*) en velduil (*Asio flammeus*). (Vogelbescherming Nederland, 2016^a; Directie Regionale Zaken, 2008)



Figuur 1.1: De ligging van de Slufter van Texel in Nederland. Data van kaarten afkomstig van ESRI ArcGIS en PDOK (Publieke Dienstverlening Op de Kaart)

1.2. Veiligheid en natuurbescherming

Vanuit het perspectief van kustbescherming maakt de open verbinding met de Noordzee de Slufter van Texel de kustbescherming kwetsbaar. Zeewater kan door een opening in de duinenrij tot de achterste duinenrij de Zanddijk komen. Om deze zanddijk te beschermen tegen golfafslag werd de opening in de duinenrij beheerd. De monding van de slufteergeul werd in de jaren 1973 t/m 2013 gehouden op 300 tot 400 meter (Van Rooijen & Van Thiel de Vries, 2014; Van der Spek, 2015).

Het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) is verantwoordelijk voor het watersysteembeheer (kwantiteit, kering en waterkwaliteit) en het zuiveringsbeheer (zuivering van afvalwater) in het noordelijke deel van Noord-Holland. In de Slufter van Texel zorgt het HHNK voor een veilig beheer van de Slufter. (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 2016)

Van Rooijen & van Thiel de Vries (2014) hebben in opdracht van het HHNK onderzoek gedaan naar het effect van het loslaten van het beheer op de sluftermonding. Uit het onderzoek blijkt dat een ander beheer en onderhoud van de sluftermonding geen invloed zal hebben op de veiligheid van de zanddijk. Het beheer van de sluftermonding is hierom beëindigd.

Als gevolg van het beëindigen van het beheer van de sluftermonding zullen er waarschijnlijk veranderingen optreden in de Slufter. De monding kan breder worden door het eroderende effect van het in- en uitstromende water en de monding komt noordelijker te liggen. (Van Rooijen & Van Thiel de Vries, 2014) Vanwege het veranderde beheer wil Staatsbosbeheer, die verantwoordelijk is voor het natuurbeheer van de Slufter, de mogelijke gevolgen op aanwezig beschermde fauna en flora in kaart brengen (Dynamisch kustbeheer, 2015).

1.3. Dynamiek en het voedselaanbod voor vogels

De Slufter van Texel is een Natura2000 gebied waar beschermde vogels voorkomen. Veranderingen in het beheer brengen mogelijk veranderingen in de dynamische processen teweeg. Het is daarom noodzakelijk om veranderingen te monitoren. Daarom is gekozen om te kijken naar het aquatisch faunadieet van Natura2000 vogels in de slufterslenk. Om te bepalen of de dynamiek invloed uitoefent op de verspreiding van het aquatisch faunadieet van beschermde vogelsoorten moet de verspreiding van vissen, garnalen en benthos in kaart gebracht worden. Daardoor kan een relatie onderzocht worden met indicatoren voor dynamiek.

Door de mogelijke veranderingen in dynamische processen in de slufterslenk zal de verspreiding van aanwezige vis-, garnaal- en benthossoorten ook veranderen. Benthos zijn in, op of net boven de zeebodem levende organismen (Hardeman, Vellinga & Van der Zee, 2012). Voor benthos geldt dat de abiotische parameters: zout, golven, sedimentsamenstelling, stroming en diepte een positieve invloed hebben op de aanwezigheid (Vlaams Nederlandse Schelde Commissie, 2014; Seiderer & Newell, 1999). Daarom wordt bij de benthos gekeken naar korrelgrootte, specifieke geleidbaarheid (zout) van de bodem en de afstand tot de zee als indicatoren voor de dynamiek. Wat voor benthos geldt, geldt ook voor vis. Vissen worden beïnvloed door het gesuspendeerd sediment, deze zal toenemen wanneer de korrelgrootte van het aanwezige sediment afneemt (De Temmerman & Van Meurs, 2009). Bij onderzoek naar de vissen wordt er gekeken naar de specifieke geleidbaarheid (zout), turbiditeit (gesuspendeerde sediment), pH-waarde (zuurtegraad) en locatie (afstand tot de zee). Daarbij zijn er vissen die voor hun dieet afhankelijk zijn van de aanwezige benthos (De Lange, De Jonge & Peeters, 2005). Met op hun beurt de Natura 2000 vogels die vis en benthos in hun dieet hebben, zie *tabel 2.2* (Lok, Overdijk, Horn & Piersma, 2009; Vogelbescherming Nederland, 2016^a).

1.4. Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is om door een nulmeting de aanwezigheid en verspreiding van vissen, garnalen en benthos te verklaren aan de hand van indicatoren voor dynamiek. Indicatoren voor de dynamiek zijn: afstand tot de zee, korrelgrootte, specifieke geleidbaarheid (van de bodem), turbiditeit en zuurtegraad. Ook wordt de huidige loop van de slenk in kaart gebracht om de exacte locatie van de sluftermonding te bepalen.

1.5.Onderzoeksvragen

Om antwoord te geven op de hiervoor beschreven probleemstelling, is de volgende onderzoeksvraag met bijbehorende deelvragen opgesteld.

Hoofdvraag:

Welke aquatische voedselbronnen (vissen, garnalen en benthos) geven een indicatie van de dynamiek in de slenk van de Slufter van Texel en zouden gebruikt kunnen worden om veranderingen in de dynamiek aan te kunnen tonen?

Deelvragen:

1a: Welke vissoorten zijn aanwezig in de slufferslenk en hoe is de verspreiding van deze soorten?

1b: Welke garnalensoorten zijn aanwezig in de slufferslenk en hoe is de verspreiding van deze soorten?

1c: Welke benthossoorten zijn aanwezig in de slufferslenk en hoe is de verspreiding van deze soorten?

2: Wat is de invloed van indicatoren voor dynamiek op de aanwezigheid en verspreiding van vissen, garnalen en benthos in de slufferslenk?

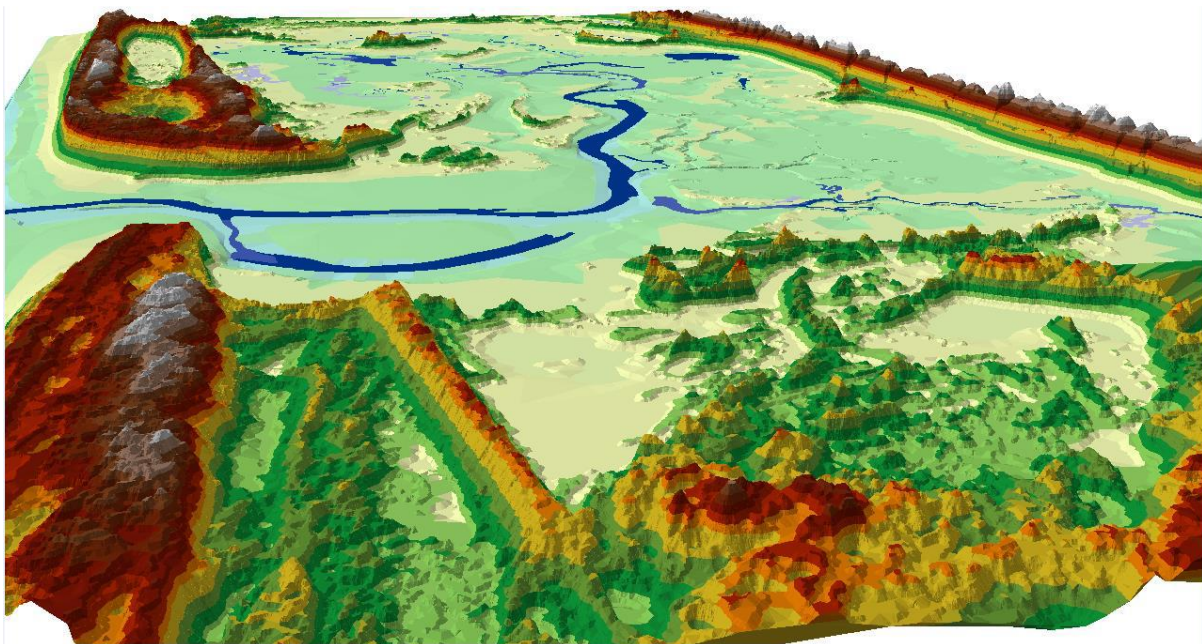
2.Methode

2.1. Gebiedsbeschrijving

De Slufter van Texel is ontstaan in de 19^{de} eeuw, na een doorbraak in de stuifdijk genaamd de Zanddijk. Deze stuifdijk is in 1629-1630 aangelegd om het toenmalige Eijerland in te polderen. Ten westen van deze stuifdijk groeide het land aan. In 1855 werd op anderhalve kilometer van deze stuifdijk een nieuwe stuifdijk aangelegd. Deze verbindt nog altijd de Slufterbollen met de Eierlandse duinen. Deze duinenrij brak in 1855 op drie plaatsen door als gevolg van een zeer zware storm. Door deze duindoorbraak ontstonden er drie sluffers, namelijk de Kleine Slufter, de Grote Slufter en De Muy. De Grote Slufter en De Muy konden dichtgemaakt worden. Bij de Kleine Slufter heeft dit tot driemaal toe kort gewerkt, maar de slufter kwam steeds terug. Die kleine slufter bestaat vandaag de dag nog steeds, maar wordt nu de Slufter genoemd (Figuur 2.1). (Durieux, 2003; Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2016)

De Slufter is ongeveer 400 ha groot (Van Rooijen & Van Thiel de Vries, 2014). Het gebied heeft een variatie in de zoutgradiënt en heeft invloeden van zoetwater. Deze variatie is ontstaan door een drempel in het doorbraak gebied. Het water dat met vloed binnenstroomt, kan door deze drempel niet geheel terugstromen, waardoor er altijd zoutwater in de Slufter aanwezig blijft (Hoekstra en Perdoli, 1992). Vanuit de duinen is er een toevoer van zoetwater dat zich vermengt met het al aanwezige zoutwater (Balke & Arentz, 2013).

Abiotische factoren zoals de getijden en de wind zijn van invloed op de aanwezigheid van de vegetatie. Aan de andere kant is de vegetatie van invloed op erosie- en stromingspatronen door het invangen van zand. (Balke & Arentz, 2013)



Figuur 2.1: 3D hoogtekarte van de Slufter vanuit het zuiden gezien. In deze illustratie zijn de werkelijke hoogtewaarden maal 5. De slenk is in blauw weergegeven. Lagere gebieden zijn groen, hogere gebieden rood en de hoogste gebieden, de toppen van de hoogste duinen, zijn in grijs aangegeven. (Everts en Jak, 2015)

2.1.1. Getijden in de Slufter

Het getij is belangrijk voor de Slufter. Het zorgt ervoor dat het gebied open blijft (Ecomare, 2015^a). Het getij wordt veroorzaakt door de positie van de maan ten opzichte van de aarde. Hierdoor wordt het per etmaal twee keer “eb” en twee keer “vloed”. Eb is in officiële termen de periode tussen hoogwater en laagwater. Vloed is de periode tussen laagwater en hoogwater. (Ecomare, 2015^d)

Wanneer gesproken wordt over eb, gaat het om 2 uur voor en 2 uur na het doodste punt. Bij eb gaat het dus om het laagste waterniveau. Zo gaat het bij vloed om 2 uur voor en 2 uur na het hoogste waterlevel.

Niet alleen de stand van de maan, maar ook de positie van de zon is van invloed op het getij. Wanneer de maan en de zon op één lijn staan met de aarde, wordt er extra hard aan het water getrokken. Het komt tweemaal per maand voor dat de zon en maan in een lijn staan met de aarde. Dit is met “nieuwe maan” en met “volle maan”. Er is dan sprake van “springtij”. Bij springtij is er dus een verhoogde activiteit van het water en is het water bij vloed extra hoog. Tussen nieuwe maan en volle maan bevindt zich “eerste kwartier” en “laatste kwartier”. De maan staat dan niet in een lijn met de zon en aarde en is er een verminderende aantrekkingskracht op het water. Er is dan sprake van “doodtij”. Bij doodtij is het water minder actief en zal het water bij vloed minder hoog komen (Ecomare, 2015^d)

Het moment dat de zon en de maan op een rechte lijn staan met de aarde is slechts een kortdurend moment. Wanneer er in het onderzoeksvoorstel gesproken wordt over springtij en doodtij, dan wordt de week bedoeld waarin de maan en zon op één lijn komen te staan met de aarde. Er is dus ook sprake van dagen die voor en na springtij en doodtij vallen die onder deze term zijn opgenomen.

De activiteit van het water wordt niet alleen door de stand van de zon en maan beïnvloed. Ook de windrichting en windkracht zijn van invloed. Zo is het mogelijk dat met een harde noordwestelijke wind het water in de Slufter bij vloed tijdens doodtij hoger komt te staan dan tijdens een normale vloed tijdens springtij. (Ecomare, 2015^d) Zo komt het ook voor dat een aantal keer per jaar het gebied volstroomt als een badkuip. Dit gebeurt met storm- of springvloed. In dit geval is er sprake van dat het springtij is, het vloed wordt en er krachtige noordwestelijke wind waait. (Van Rooijen & Van Thiel de Vries, 2014; Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2016)

2.2. Onderzoekspopulaties

Om veranderingen in beschermde vogelpopulaties te onderzoeken is het aquatisch fauna dieet van Natura2000 vogels onderzocht. Onder het aquatisch faunadieet worden vissen, garnalen en benthos verstaan. In *tabel 2.2* wordt de relatie tussen vogels, vissen, garnalen en benthos weergegeven.

Tabel 2.2: Natura2000 vogelsoorten en prooikeuze. De hoeveelheid kruisjes geeft aan in welke intensiteit de prooi wordt gegeten. Drie kruisjes betekent dat het stapelvoedsel is van de soort en één kruisje betekent dat de prooi alleen gegeten wordt als de kans zich voordoet. Een prooi met twee kruisjes zit daartussenin. (Synbiosys, 2008^{a,b,c,d,e}) en (Vogelbescherming, 2017^{a,b,c})

Predator:	Eider (<i>Somateria mollissima</i>)	Kluut (<i>Recurvirostra avosetta</i>)	Bontbekplevier (<i>Charadrius hiaticula</i>)	Kleine mantelmeeuw (<i>Larus fuscus</i>)	Dwergstern (<i>Sterna albifrons</i>)	Lepelaar (<i>Platalea leucorodia</i>)
Prooidieren:						
Veelkleurige zeeduizendpoot (<i>Nereis diversicolor</i> /Hediste diversicolor)		xxx	xx	x		x
Rode draadworm (<i>Heteromastus filiformis</i>)				x		
Wadslakje (<i>Hydrobia ulvae</i> /Perningia ulvae)			xx	x		
Nonnetje (<i>Macoma balthica</i>)	xxx			x		
Wadpier (<i>Arenicola marina</i>)		x		x		
Strandgaper (<i>Mya arenaria</i>)				x		
Gewone kokkel (<i>Cerastoderma edule</i>)	xxx			x		
Zandkokerworm (<i>Pygospio elegans</i>)		x		x		
Brakwatergrondel (<i>Pomatoschistus microps</i>)	x			x	xxx	xxx
Gewone garnaal (<i>Crangon crangon</i>)		xx	xx	x	xx	xxx
Gewone steurgarnaal (<i>Palaemon elegans</i>)		xx	xx	x	xx	xxx
Slijkgarnaal (<i>Corophium volutator</i>)		xx	xx	x	xx	xxx
Gewone strandkrab (<i>Carcinus maenas</i>)	xx	x	xx	x	xx	xxx

2.2.1. Vissen

In estuariene systemen komen veelal euryhalie organisme voor. Dit zijn organismen die een grote variatie in zoutgehaltes verdragen kunnen. Deze aanpassing is nodig omdat de saliniteit over de dag verandert tijdens eb en vloed. (Miththapala, 2013) Naast de saliniteit is ook het gesuspendeerde sediment van invloed op visgemeenschappen in estuariene systemen. Zowel saliniteit als het sediment gehalte in de waterkolom zijn van invloed op de troebelheid van het water. Een te hoog troebelheidgehalte in het water kan van negatieve invloed zijn op onder andere broedgerag, overlevingskans bij juveniele vissen, groei en habitatkwaliteit- en diversiteit. (Cattijse, 1997) Veranderingen in de dynamiek in de Slufter zouden kunnen leiden tot hogere of lagere stroomsnelheden en daarmee tot veranderingen in de troebelheid (De Temmerman & Van Meurs, 2009). Invloeden van veranderingen in de dynamiek zouden dan waargenomen kunnen worden door verandering in soorten, populatiesamenstelling en het aantal individuen. Veranderingen binnen de vis- en benthospopulaties kunnen effect hebben op Natura 2000-vogelsoorten in de Slufter. Vogels zoals de Lepelaar en de dwergstern zijn voor hun dieet afhankelijk van kleine vissen, als stekelbaarzen (Lok, Overdijk, Horn & Piersma, 2009; Vogelbescherming Nederland, 2016^a).

2.2.2. Garnalen

Garnalen zijn sterk aangepast aan de wisselende omstandigheden in het kustgebied en getijdengebieden. Ze zijn mobiel en kunnen zich verplaatsen naar de plaatsen waar het getij het meeste voedsel achterlaat. Garnalen eten kleine organismen, uitwerpselen en dode resten van planten en dieren. Als het water waarin zij leven kouder wordt dan 6 graden Celsius trekken ze weg naar warmer water. In strenge winters kunnen ze tot 90 kilometer uit de kust overwinteren.

Overdag graven garnalen zich in de zandbodem in om zich te verstoppen voor predators. Door 's nachts te foerageren blijven ze buiten zicht van soorten die hen bejagen, zoals: schar (*Limanda limanda*), eider (*Somateria mollissima*) en kleine mantelmeeuw (*Larus fuscus*). (Ecomare, 2015^c)

2.2.3. Benthos

De benthische macrofauna neemt een belangrijke plaats in binnen het voedsel web. Benthos zijn ongewervelde organismen die onderscheiden kunnen worden in twee groepen: infauna en epifauna. Infauna zijn organismen die in de bodem leven. Hiertoe behoren wormen en schelpdieren. De tweede groep bestaat uit de organismen die op of net boven de bodem leven: de epifauna. Voorbeelden hiervan zijn krabben en garnalen. (Hardeman, Vellinga & Van der Zee, 2012)

Garnalen behoren tot de benthos. In dit onderzoeksverslag worden ze echter gescheiden behandeld, omdat garnalen op een andere manier worden bemonsterd dan de overige benthos.

Vissen en vogels, al dan niet direct, zijn afhankelijk van benthos. Veranderingen in de slenk kunnen van invloed zijn op de hoeveelheid individuen en het aantal soorten benthische macrofauna die aanwezig zijn in de Slufter. Het gesuspendeerde sediment is van invloed op de troebelheid en saliniteit van het water en daarmee op de benthische fauna. De diversiteit binnen de benthische soorten kan veel zeggen over de saliniteit van het gebied. Er zijn soorten die het goed kunnen doen in zoet, brak of zout water (Bulger, Hayden, Monaca, Nelson, McCormick-Ray, 1993). Behalve het gesuspendeerde sediment is ook de sedimentsamenstelling van de bodem van invloed op de aanwezige benthos (Seiderer & Newell, 1999).

2.3. Data Collectie

2.3.1. Inmeten eb- en vloedlijn slenk

De vegetatie oppervlaktes in de duinen en kwelders kunnen per jaar verschillen. Lage en middelhoge kweldervegetatie heeft in de Slufter de overhand. (Balke & Arentz, 2013) De Slufter is een zeer dynamisch gebied waar de invloeden van de slenk zichtbaar zijn. Water in de slenk verwijdert bij eb sediment, maar laat daarbij met vloed meer sediment achter (Klein Breteler, 2009). De huidige loop van de slenk is in kaart gebracht om in de toekomst veranderingen te kunnen vaststellen. Dit is gedaan door de ligging van de slenk bij eb en vloed gedurende springtij en doortij in te meten. Het inmeten is gedaan met behulp van de spoorfunctie op de GPS. Vervolgens zijn deze sporen in kaart gebracht met behulp van Quantum GIS.

2.3.2. Uitzetten van fuiken

Om de benodigde vissen en garnalen te verkrijgen, is gebruik gemaakt van fijnmazige fuiken (1mm) met de kleinste gaatjes tot 5µm. Deze fuiken zijn uitgezet rondom springtij, om een te lage waterstand waardoor de fuik droog komt te staan te voorkomen. Op twee locaties in de sluftegeul zijn fuiken geplaatst. Per 24 uur zijn twee fuiken uitgezet op één locatie. Hiervoor is gekozen om zuurstofgebrek te voorkomen door overvolle fuiken (Pearson, 2004). Per twee uitgezette fuiken heeft één fuik de opening stroomopwaarts en de tweede de opening stroomafwaarts.

De fuiken worden rondom eb uitgezet en binnengehaald. Reden hiervoor is dat bij vloed het water zo hoog staat dat de fuiken niet bereikbaar zijn.

Figuur 3.1 geeft de twee locaties van de fuiken weer. De fuiken in het noordelijke deel van de Slufter bevinden zich in het afgesloten gedeelte van de Slufter. In het middelste deel zijn de fuiken al vanaf mei uitgezet. In het noordelijke deel pas vanaf halverwege juli, om broedende vogels niet te verstoren (Ecomare, 2015^a).

Vissen zijn gewervelden en moeten om die reden zo snel mogelijk op dezelfde locatie terug worden gezet. Overige soorten zijn voor identificatie zo veel mogelijk in het veld in potjes gedaan om later in het laboratorium geïdentificeerd te worden. Het potje waarin ze meegenomen zijn, is eerst aangevuld met slenkwater. Zodra het kon, werd het slenkwater in de potjes vervangen door alcohol (70%). De fuiken zijn na het uitzetten ter plekke gecontroleerd. De gevangen vis is direct geïdentificeerd en geteld en zo snel mogelijk weer uitgezet.

Voor determinatie werden de volgende bronnen gebruikt:

- Zeegids (Mark van der *et al.*, 2014)
- Veldgids de Nederlandse zeevissen (Sportvisserij Nederland, 2009^a)
- Veldgids de Nederlandse zoetwatervissen (Sportvisserij Nederland, 2009^b)
- Veldgids Waddenzee benthos (NIOZ)

2.3.2.1. Indicatoren voor dynamiek

Om de zuurtegraad, turbiditeit en de specifieke geleidbaarheid te bepalen is bij het uitzetten en het ophalen van de fuiken een watermonster genomen. De potjes waarin de watermonsters genomen zijn, zijn niet steriel. Daarom zijn deze potjes eerst driemaal met het slenkwater gespoeld. Vervolgens werd het potje en het deksel, bij de fuiken, circa 20 cm onder het wateroppervlakte gehouden en onderwater afgesloten. Deze potjes zijn zo koel en donker mogelijk bewaard totdat ze meegenomen konden worden naar het laboratorium.

Voor het meten van de turbiditeit (NTU), de specifieke geleidbaarheid ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en de zuurtegraad (pH) zijn de watermonsters meegenomen naar het laboratorium. De troebelheid van het water werd gemeten met de *2100N Laboratory Turbiditymeter EPA 115 Vac*. De specifieke geleidbaarheid en de zuurtegraad zijn gemeten met de *multiparameter Hanna HI982804-01*. De specifieke geleidbaarheid en de zuurtegraad van het water zijn van invloed op de aanwezigheid van vissen (Pearson, 2004). Daarbij heeft de stand van de maan invloed op de activiteit van het water.

2.3.2.2 Data verwerking

Tijdens het uitvoeren van de toetsen in *IBM SPSS* wordt er gekeken naar significante relaties. Er is sprake van significantie wanneer $p < 0,050$. Bij een waarde van $p > 0,050$ en $p < 0,1$ is er sprake van een trend die neigt naar significantie.

Eerst is er gekeken naar de indicatoren voor dynamiek die verzameld zijn. De verschillen per locatie en per stroomrichting zijn in kaart gebracht en de gemiddelden zijn tegen elkaar uitgezet inclusief de standaarddeviatie. Vervolgens is er gekeken of deze verschillen significant zijn. Dit is gedaan door een *Generalized Linear Mixed Model (GLMM)* uit te voeren in *IBM SPSS*. Dit is voor de locatie (afstand tot de zee), de stroomrichting en de stroomrichting per locatie uitgevoerd.

De soorten vissen, garnalen, benthos en overige zijn bekeken. Doordat de fuiken niet even lang hebben uitgestaan per locatie en per stroomrichting moest dit gecorrigeerd worden. Dit is gedaan door de totale tijd dat de fuiken hebben uitgestaan bij elkaar op te tellen. Dat aantal is gedeeld door de tijd dat de fuiken hebben uitgestaan per stroomrichting en per locatie dat ze zijn uitgezet. Met een simpele kruisberekening is het gemiddelde aantal individuen per uur berekend. De soorten waarvan in totaal minstens twintig individuen zijn gevangen zijn meegenomen in de vervolg toetsen. Met de toetsen is gekeken of er een significante relatie bestaat tussen de soort en de locatie en tussen de soort en de stroomrichting. Deze relatie is getoetst aan de hand van een *GLMM*. Van de soorten waarvan er meer dan twintig individuen gevangen zijn, is er vervolgens getoetst of er een significante relatie bestaat tussen de soort en de indicatoren voor dynamiek. Alle relevante indicatoren voor dynamiek zijn in het begin van de toets meegenomen. Deze factoren zijn: locatie (afstand tot de zee), stroomrichting, zuurtegraad, specifieke geleidbaarheid en troebelheid. Door de *GLMM* door te lopen moet blijken of de indicatoren voor dynamiek van invloed zijn of dat er factoren zijn die afvallen tijdens het toetsen.

2.3.3. Boren naar benthos

Voor benthos onderzoek zijn grondboringen gedaan. Een steekbuis is ideaal om bodemsamples te nemen in kweldergebieden (Bijkerk, 2010). De steekbuis heeft een oppervlakte van 0.0177m^2 die de samples op minstens 25cm diepte kan onttrekken. (Lock & Overbeek, 2015) De boringen zijn uitgevoerd bij eb, wanneer het waterpeil laag genoeg is aan de oostzijde van de slenk. Boringen

vonden plaats aan de oostzijde van de slenk, elke 10 meter een boring (*zie bijlage I: Locaties macro benthos boringen en sedimentmonsters*).

Op elke 50 meter is er een sedimentmonster genomen om de specifieke geleidbaarheid en korrelgrootte te bepalen.

Per boring is het monster gezeefd in een zeef met openingen van 1mm in diameter. Achtergebleven benthos groter dan 1 mm is voorzichtig afgespoeld. Benthos is ter plekke gedetermineerd en geteld. Wat niet determineerbaar was, is voor determinatie meegenomen naar het lab in potjes met alcohol (70%). Bij determinatie werden de volgende bronnen gebruikt:

- Zeegids (Mark van der *et al.*, 2014)
- Veldgids Waddenzee benthos (NIOZ)
- Schelpen van de Waddenzee (Bruyne de *et al.*, 2011)
- Duin, strand en wad (Kremer *et al.*, 2011)
- Seashore of Britain and Europe (Hayward *et al.*, 1999)

2.3.3.1. Indicatoren voor dynamiek

Om de korrelgrootte en de specifieke geleidbaarheid van de bodem te bepalen zijn elke 50 meter diagonaal aan de slenk sedimentmonsters verzameld. De specifieke geleidbaarheid werd gemeten in $\mu\text{S}/\text{cm}$. Om de specifieke geleidbaarheid van de bodem te berekenen werden de bodemmonsters eerst 24 uur gedroogd op 60°C in een broedstovf. Van iedere sample werd 5 gram drooggewicht afgewogen en aangevuld met 30 milliliter demi-water. Dit geheel werd 60 minuten geschud, waarna het 48 uur kon bezinken. Met behulp van de *EC-3: Electrical Conductivity Tester* werd vervolgens de specifieke geleidbaarheid berekend. Deze bepaling is een relatieve meting en kan niet worden vergeleken met zeewater en/of andere saliniteit maatstaven mits dezelfde methode is toegepast op de monsters. (Evertsen & Jak, 2015) Deze methode is gebruikt, omdat met de specifieke geleidbaarheid een grotere variatie kan worden verklaard dan met een saliniteit bepaling. De specifieke geleidbaarheid is afhankelijk van de saliniteit en het opgeloste sediment in het water (Delta Ohm Benelux B.V., 2016; Nelemans, 2015; Cattrijse, 1997).

Om de korrelgroottes te bepalen zijn in samenwerking met de Vrije Universiteit digitale metingen verricht met behulp van een *Laser Diffraction Analyzer (LDA) Sympatec HELOS KR* om de korrelgrootte per monster te bepalen. Dit is verricht met een laser die van elke afzonderlijke korrel de grootte kan bereken. Om dit resultaat te bereiken zijn veel stappen nodig. Om organisch materiaal uit een monster te verwijderen werd 5 ml waterstofperoxide toegevoegd aan het monster in een bekglas. Om de reactie te versnellen werd dit gekookt met demiwater. Monsters met nog niet oplost organische materiaal, werden gezeefd met een 200 μm zeef. Na de reactie, werd het bekglas aangevuld met demi-water tot 150 ml. Om eventuele resten van waterstofperoxide te verwijderen werd dit ingekookt tot 50 ml. Om CaCO_3 te verwijderen van schelpdieren werd 10 ml zoutzuur (10%) toegevoegd en tot het kookpunt gebracht. Na deze reactie werd het bekglas geheel gevuld met demiwater en afgedekt om een nacht te laten rusten. De volgende dag werd het water weggezogen tot 50 ml en aangevuld met demiwater tot 100 ml. Daarna werd om klonteren van sediment deeltjes te voorkomen 300 mg natriumpyrofosfaat toegevoegd. Dit werd wederom tot het kookpunt gebracht en afgekoeld. Daarna was het sedimentmonster gereed om geanalyseerd te worden door de *LDA*.

2.3.3.2. Data verwerking

Om een overzicht te krijgen van de verzamelde benthos is er allereerst een verspreidingskaart gemaakt van alle verzamelde soorten. Dit is gedaan van zowel eigen verzamelde gegevens als wel de verzamelde gegevens van de externe partij die een dag in het veld geholpen hebben. Er is een duidelijk onderscheid aangehouden tussen eigen verzamelde data en dat van de externe partij. Door deze kaarten te maken, is het overzichtelijk geworden welke soorten het meest gevangen zijn en waar en welke soorten meegenomen zullen worden in de verdere analyse. Ook zijn de soorten die als voedselbron dienen voor de wadvogels meegenomen in de analyse. De analyses die zijn uitgevoerd hebben plaatsgevonden voor de eigen data wat verzameld is langs de slenk. Resultaten van de data wat is verzameld in de dwarsdoorsneden is te vinden in *Bijlage VII: Dwarsdoorsneden*.

Tijdens het uitvoeren van de toetsen in *IBM SPSS* wordt er gekeken naar significante relaties. Er is sprake van significantie wanneer $p < 0,050$. Bij een waarde van $p < 0,050$ en $p < 0,1$ is er sprake van een trend wat neigt naar significantie.

Allereerst is er bepaald of de soorten onderling een relatie hebben. Dit is gedaan door het uitvoeren van een *factor analyse* in de *dimension reduction*. Hierbij is ingesteld om alleen de waardes boven de 0,2 mee te nemen in de uitkomst matrix. Verder is er gekozen voor varimax, hierdoor wordt de matrix geroteerd en zal de correlatie tussen de verschillende factoren sterker naar voren komen. Na deze uitvoer zijn de verschillende benthossoorten, die parallel langs de slenk bemonsterd zijn, onderverdeeld in clusters.

Van het sediment zijn de korrelgrootte en specifieke geleidbaarheid van de bodem gemeten. Per relevante benthossoort is er gekeken naar de relatie met deze factoren en ook in relatie tot de derde factor, de afstand tot de zee. De afstand tot de zee is gebaseerd op de afstand dat de slenk aflegt. Deze afstand is 3444 meter. De afstand tot de zee is opgedeeld in 7 groepen. Elke groep beslaat 500 meter, zie *tabel 2.3*. En het zijn deze afstandsgroepen die meegenomen zijn tijdens de uitvoer van de *Generalized Linear Models*.

Om te bepalen of de drie factoren tegelijk in het GNLM gebruikt kunnen worden, om onderlinge beïnvloeding van de factoren te voorkomen, is een collineariteit test uitgevoerd. De toets laat zien of de factoren elkaar niet beïnvloeden ($VIF < 2,5$). De factoren kunnen om die reden allemaal meegenomen worden in de GNLM zonder dat ze elkaar dusdanig zullen uitsluiten.

Tijdens de toetsing is de prioriteit gegeven aan de korrelgrootte om deze significant naar voren te laten komen. Ook als een van de andere factoren al een significante relatie heeft. De kwaliteit van het model wordt weergegeven door de Akaike Information Criterion (AIC-waarde). Een lagere waarde betekent een betrouwbaarder model. Zie *bijlage VI: Uitkomsten Generalized Linear Model benthossoorten* voor de uitkomsten van de GNLM. In alle gevallen is er gekozen om voor een zo laag mogelijke AIC-waarde te gaan.

In de uitkomsten waarbij de afstand tot de zee van invloed blijkt te zijn op de verspreiding van de benthos soort is de relatie met de afstand tot de zee gebaseerd op de *Estimates* uitkomst. Het aflezen hiervan wordt verklaard en ondersteunt door de toepassing van een *Pairwise Comparison* waarbij de relaties tussen de groepen onderling van de betreffende soort bekeken is.

De onderlinge relatie van korrelgrootte, specifieke geleidbaarheid en afstand tot de zee is gemeten aan de hand van een *Pearson correlatie*.

Tabel 2.3: Afstandsgroepen voor de uitvoering van Generalized Linear Models

Groep:	Afstand tot de zee:
1	0 – 500
2	501 – 1000
3	1001 – 1500
4	1501 – 2000
5	2001 – 2500
6	2501 – 3000
7	3001 – 3500

3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten beschreven die tijdens het onderzoek zijn gevonden. Allereerst worden de resultaten van het inmeten van de slenk beschreven, daarna de resultaten van het uitzetten van de fuiken en als laatste de resultaten van de benthos boringen samen met de sedimentresultaten. Na elke resultaten beschrijving volgt een korte patroonbeschrijving die de belangrijkste resultaten nogmaals benoemt.

3.1. Inmeten slenk

Onderstaande resultaten gaan in op het inmeten van de slufferslenk. Tijdens het onderzoek is de waterlijn ingemeten tijdens eb en vloed gedurende springtij, zie *figuur 3.1*. De waterlijn is de uiterste grens van het water tijdens het laagste punt bij eb of het hoogste punt bij een normale vloed.

De vloedlijn tijdens springtij is ingemeten op 03-09-2016 en 17-09-2016. De eb-lijn tijdens springtij is ingemeten op 15-08-2016 en 16-09-2016. Ook is tijdens doottij een gedeelte van de vloedlijn ingemeten. Dit is gedaan op 14-07-2016.

Het wateroppervlak tijdens eb gedurende springtij is 16,032 ha en tijdens vloed 77,336 ha. Dit betekent dat het wateroppervlak tijdens een normale vloed met springtij 4,9 keer zo groot is als bij eb met springtij.

De slenk is grofweg in te delen in drie karakteristieke gebieden op basis van verschil in dynamiek: het brede instroom gebied met een dode zijarm(1), een smalle geul(2) en een breed uitloop gebied(3).

Het instroom gebied met een dode zijarm wordt gekarakteriseerd door een relatief hoge stroomsnelheid en een diepe en smalle geul. De dode zijarm en de hoofdgeul vormen tijdens vloed, gedurende springtij en doottij, één geheel. Tijdens eb, gedurende springtij en doottij, worden deze gescheiden door een zandplaat. De zijarm wordt tijdens eb niet afgesloten van de hoofdgeul. Deze staan in verbinding met elkaar. Het eerste stuk van de slenk tot aan de afsplitsing met de zijarm is een dynamisch gebied. De achtergrondkaart van *figuur 3.1* is van 17-07-2014 en de eb- en vloedlijn tijdens springtij zijn van september 2016, nu is al een verschuiving van de slenk zichtbaar.

Het instroom gebied gaat abrupt over in een smalle geul die zeewater tijdens eb en vloed transporteert tussen het instroom- en uitloopgebied. Dit deelgebied begint op het punt waar de slenk in noordoostelijke richting afbuigt. De smalle geul wordt gekarakteriseerd door zand- en slikplaten.

Het derde deelgebied is het uitloop gebied. Dit is een groot gebied waar tijdens vloed veel zeewater instroomt en waar tijdens eb het zeewater uitstroomt. Het gebied is groter dan op de kaart wordt weergegeven. Door de moeilijke bereikbaarheid van het gebied, is niet alles in kaart gebracht. In het uiterste noordoosten bevindt zich het Diepe Gat (een diep poel).

Tussen de vloedlijn tijdens springtij en doottij is alleen een verschil te zien in gebied 1 (instroomgebied). De vloedlijn kwam tijdens deze metingen tijdens doottij minder ver dan tijdens springtij. De data uit gebied 2 geeft geen verschil tussen springtij en doottij. Gebied 3 is tijdens vloed niet helemaal in kaart gebracht. Het uitloopgebied loopt nog veel verder uit, maar is niet in het geheel te bereiken.



Figuur 3.1: Vloed- en eb lijn van de slenk tijdens springtij. Ook is de vloedlijn tijdens doortijd gedeeltelijk weergegeven. De slenk is verdeeld in drie deelgebieden aangegeven met de zwarte stippellijnen: het brede instroom gebied met een dode zijarm(1), een smalle geul(2) en een breed uitloop gebied(3). Ook zijn de locaties van de fuiken weergegeven: locatie 1 en 2.

3.1.1. Patroon inmeten slenk

De sluferslenk wordt gekarakteriseerd door 3 deelgebieden: het brede instroom gebied met een dode zijarm(1), een smalle geul(2) en een breed uitloop gebied(3). Tijdens de gedane meting was het wateroppervlak bij vloed gedurende springtij 4,9 keer zo groot dan bij eb, dit was tijdens springtij.

3.2 Fuiken

Onderstaande resultaten behandelen de resultaten met betrekking tot de fuiken. Tussen 25-05-2016 en 18-09-2016 is in totaal 22 keer een fuik uitgezet. Op twee locaties zijn deze fuiken uitgezet. Deze locaties zijn weergegeven in *figuur 3.1*.

Op locatie 1 is in totaal 14 keer een fuik uitgezet over de totale tijd van 160 uur en 17 minuten. Hiervan waren 3 keer een instroom- en uitstroomfuik tegelijk, 2 keer alleen een instroomfuik en 6 keer alleen een uitstroomfuik. De instroomfuiken hebben in totaal 51 uur en 43 minuten uitgestaan (zie *tabel 3.3*). De uitstroomfuiken hebben in totaal 108 uur en 34 minuten uitgestaan.

Op locatie 2 zijn 8 fuiken uitgezet over de totale tijd van 189 uur en 46 minuten. Hiervan zijn 4 keer een fuik in de instroomrichting geplaatst en 4 in de uitstroomrichting. Per richting hebben de fuiken 94 uur en 53 minuten uitgestaan.

In *tabel 3.3* zijn de resultaten per locatie en per in- of uitstromende fuik inzichtelijk gemaakt. Allereerst worden de resultaten van de indicatoren voor dynamiek beschreven.

3.2.1. Indicatoren dynamiek

Tijdens het uitzetten van de fuiken zijn indicatoren voor dynamiek gemeten met watermonsters. De resultaten hiervan staan beschreven in *tabel 3.2*. De gemiddelde waarden per locatie (locatie 1 en locatie 2) en per stroomrichting (instroom en uitstroom) worden weergegeven evenals de standaard

deviatie bij deze waardes. Ook wordt er getoetst op de verschillen tussen locatie 1 en 2, tussen instroom en uitstroom, tussen de instroom op locatie 1 en 2, en tussen de uitstroom op locatie 1 en 2. De uitkomsten van de *Generalized Linear Mixed Model* (GLMM) worden getoond in *Bijlage II: Uitkomsten Generalized Linear Mixed Model indicatoren dynamiek fuiken*.

Tabel 3.2: Indicatoren dynamiek fuiken per locatie (locatie 1 en locatie 2) en stroomrichting (instroom en uitstroom). Ook wordt de standaard deviatie per stroomrichting per locatie weergegeven. De laatste vier kolommen laten de relaties tussen locatie 1 & 2 en de relaties tussen in en uitstroom zien. Een groen vakje betekent dat er een significante relatie is waargenomen ($p < 0,05$). (1) betekent een significant hoger verschil op locatie 1 ten opzichte van locatie 2.

Factor	Locatie 1				Locatie 2				Relaties locatie en stroomrichting			
	Instroom	Standaard deviatie	Uitstroom	Standaard deviatie	Instroom	Standaard deviatie	Uitstroom	Standaard deviatie	Significantie locatie 1 en 2	Significantie in- en uitstroom	Significantie instroom locatie 1 en 2	Significantie uitstroomlocatie 1 en 2
Watertemperatuur (°C)	18,3	± 1,7	17,7	± 2,3	20,0	± 0	20,0	± 0,9	0,096	0,686	0,224	0,288
Zuurtegraad (Ph)	7,3	± 0,7	7,1	± 0,6	7,1	± 0,8	7,8	± 0,2	0,445	0,806	0,523	0,679
Turbiditeit (NTU)	25,3	± 24,4	13,6	± 12,2	8,1	± 0,2	4,2	± 2,1	0,012 (1)	0,819	0,078	0,104
Specifieke geleidbaarheid (µS/cm)	42,0	± 3,6	41,4	± 2,1	40,7	± 1,7	37,1	± 6,7	0,009 (1)	0,570	0,171	0,045 (1)

De *Generalized Linear Mixed Model* toetsing laat zien dat er geen significant verschil is in de watertemperatuur en de zuurtegraad tussen locatie 1 en 2. Eveneens is er geen significante relatie gevonden tussen de instroom en uitstroom op locatie 1 en 2, de instroom tussen locatie 1 en 2, en tussen de uitstroom op locatie 2 van de watertemperatuur en de zuurtegraad. De toetsing van de watertemperatuur tussen locatie 1 en 2 laat echter een trend naar significantie zien ($p = 0,096$) waarbij er een hoger verschil is op locatie 2 ten opzichte van locatie 1.

De toetsing van de turbiditeit laat zien dat de waardes op locatie 1 significant hoger zijn ten opzichte van locatie 2. De toetsing van de in- en uitstroom, instroom en uitstroom van locatie 1 en 2 laten geen significante verschillen zien. Echter laat de toetsing van de instroom van locatie 1 en 2 een trend naar significantie zien ($p = 0,078$) waarbij de turbiditeit op locatie 1 hoger is ten opzichte van locatie 2.

De uitkomst van de GLMM laat zien dat op locatie 1 de specifieke geleidbaarheid significant hoger is dan op locatie 2 en dit verschil is met name zichtbaar in de uitstroom tussen de beide locaties.

Van de vier factoren die zouden kunnen dienen als indicator voor de veranderen de dynamiek in de slenk zijn alleen de turbiditeit en de specifieke geleidbaarheid die verspreid over de slenk een significant verschil laat zien.

3.2.2. Fuikvangsten

In totaal zijn 4136 individuen gevangen waarvan 1812 individuen verdeeld over 20 soorten op locatie 1 en 1324 individuen verdeeld over 10 soorten op locatie 2.

De fuiken hebben op locatie 1 in totaal 160 uur en 17 minuten uitgestaan, waar de instroomfuik 51 uur en 43 minuten en de uitstroomfuik 108 uur en 34 hebben uitgestaan. Op locatie 2 hebben de

instroomfuik en de uitstroomfuik beide 94 uur en 53 minuten uitgestaan. In totaal is dit op locatie 2 189 uur en 46 minuten.

Tabel 3.3 toont de resultaten van de fuikenvangsten. De soorten zijn ingedeeld in vier groepen: vissen, garnalen, benthos en overige. Bij de soorten met meer dan 20 individuen is een *Generalized Linear Mixed Model* gemaakt om relaties weer te geven met de locatie (afstand tot de zee), stroomrichting, zuurtegraad, turbiditeit en specifieke geleidbaarheid. Omdat de fuiken niet allemaal even lang hebben uitgestaan, bij in- en uitstroom en per locatie, zijn deze teruggerekend naar vangsten per uur. Dit verklaart de decimalen in de tabel. Ook zijn de totale vangsten per locatie weergegeven. *Bijlage III: Generalized Linear Mixed Model uitkomsten fuikvangsten in relatie tot indicatoren voor dynamiek* toont de uitkomsten van de GLMM.

Tabel 3.3 Aangetroffen individuen per locatie en het aantal gevangen individuen per uur per stroomrichting (instroom en uitstroom) en locatie (locatie 1 en locatie 2). De relatie met de locatie, stroomrichting, zuurtegraad, turbiditeit en specifieke geleidbaarheid van soorten met meer dan 20 gevangen individuen wordt weergegeven in de laatste vijf kolommen. Een groen vakje betekent dat er een significante positieve relatie is getoetst ($p < 0,05$) en een rood vakje betekent dat een significant negatieve relatie is getoetst ($p < 0,05$). (1) betekent een significant hoger verschil op locatie 1 t.o.v. locatie 2. (u) betekent een significant hoger verschil in uitstroom t.o.v. instroom.

Soorten:		Locatie 1:					Locatie 2:					Relaties met indicatoren voor dynamiek:				
		Instroom (aantal per uur)	Standaard deviatie	Uitstroom (aantal per uur)	Standaard deviatie	Totaal gevangen individuen	Instroom (aantal per uur)	Standaard deviatie	Uitstroom (aantal per uur)	Standaard deviatie	Totaal gevangen individuen	Locatie (locatie 1 of 2)	Stroomrichting (in(l) - of uitstroom(u))	Zuurtegraad	Turbiditeit	Specifieke geleidbaarheid
VISSEN	Lozano's grondel (<i>Pomatoschistus lozanoi</i>)	0		0,018	±0,004	2	0		0,021	±0,010	2					
	Grote zeenaald (<i>Syngnathus acus</i>)	0,019	±0,009	0,055	±0,013	7	0,010	±0,005	0,010	±0,005	2					
	Brakwatergrondel (<i>Pomatoschistus microps</i>)	4,078	±1,476	1,511	±0,259	375	1,413	±0,340	0,654	±0,117	196	0,473	0,952	0,064		
	Dikkopje (<i>Pomatoschistus minutus</i>)	0,078	±0,035	0,037	±0,012	8	0		0		0					
GARNALE	Gewone garnaal (<i>Crangon crangon</i>)	0,232	±0,009	2,286	±0,392	260	0,115	±0,051	0,442	±0,130	53	0,820	0,015 (u)	0,048		0,013
	Gewone steurgarnaal (<i>Palaemon elegans</i>)	1,102	±0,212	1,678	±0,229	239	1,181	±0,277	0,749	±0,186	183	0,534	0,765			
	Slijkgarnaal (<i>Corophium volutator</i>)	0,367	±0,115	0,138	±0,030	34	0,169	±0,039	0,105	±0,032	26	0,916	0,087	<0,001		<0,001
BENTHOS	Veelkleurige zeeduizendpoot (<i>Nereisdiversicolor</i> ; <i>Hedistodiversicolor</i>)	0		0,271	±0,016	14	0		0		0					
	Wadslakje (<i>Peringia ulvae</i>)	0		0,046	±0,010	5	0,032	±0,010	0,010	±0,005	4					
	Nonnetje (<i>Malcoma balthica</i>)	0		0,129	±0,027	14	0		0		0					
	Wadpier (<i>Arenicola marina</i>)	0		0,009	±0,003	1	0		0		0					
	Havenpissebed (<i>Ligia oceanica</i>)	0		0,009	±0,003	1	0		0		0					
	Zandzager (<i>Nephtys hombergii</i>)	0		0,018	±0,006	2	0		0		0					
	Gewone kokkel (<i>Cerastoderma edule</i> ; <i>Cardium edule</i>)	0		0,018	±0,006	2	0		0		0					
	Zandkokerworm (<i>Pygospio elegans</i>)	0		0,009	±0,003	1	0		0		0					
	Gewone strandkrab (<i>Carcinus maenas</i>)	7,846	±1,638	2,019	±0,313	625	5,543	±0,840	2,371	±0,457	751	<0,001 (1)	0,630	0,007	0,008	
OVERIGE	Oorkwal (<i>Aurelia aurita</i>)	0,019	±0,009	0,046	±0,012	6	0		0		0					
	Zeedruif (<i>Pleurobrachia pileus</i>)	0,773	±0,232	0,793	±0,112	126	0,010	±0,005	1,106	±0,448	106	0,893	0,241			
	Gewone zeester (<i>Asterias rubens</i>)	0		0		0	0,010	±0,005	0		1					
	Kompaskwal (<i>Chrysaora hysoscella</i>)	0		0,009	±0,003	1	0		0		0					
	Onbekend	0		0,866	±0,275	94	0		0		0					
	Totaal aangetroffen soorten:	10		19		20	9		9		10					
	Totaal aangetroffen individuen:	765		1052		1812	805		519		1324					

3.2.2.1. Vissen

In de fuiken zijn vier vissoorten gevangen: de Lozano's grondel, grote zeenaald, brakwatergrondel en het dikkopje. De Lozano's grondel is twee keer op locatie 1 en twee keer op locatie 2 gevangen. Beide in de uitstroomfuik. De grote zeenaald is zeven keer gevangen op locatie 1 en twee keer op locatie 2. Op locatie 1 zat de grote zeenaald zes keer in de uitstroomfuik en één keer in de instroomfuik. Op locatie 2, één keer in de instroomfuik en één keer in de uitstroomfuik. Het dikkopje is acht keer op locatie 1 waargenomen en niet op locatie 2. In beide fuiken is het dikkopje vier keer waargenomen. Door de laag waargenomen aantallen is het niet mogelijk om een duidelijk verschil tussen locatie 1 en 2 te zien.

Van de brakwatergrondel zijn er genoeg individuen gevangen om verdere toetsen te kunnen uitvoeren. In totaal zijn er 571 individuen van de brakwatergrondel gevangen in de fuiken.

Op locatie 1 zijn 5,589 (73%) individuen per uur gevangen. Op locatie 2 zijn dit er 2,067 (27%) per uur. Op locatie 1 zijn dit 4,078 (73%) per uur in de instroomfuiken 1,511 (27%) per uur in de uitstroomfuik. Bij de instroomfuik op locatie 2 zijn dit 1,413 (69%) per uur brakwatergrondels en de uitstroomfuik 0,654 (31%) per uur.

De toetsing van de brakwatergrondel laat geen significante relatie zien met de locatie, stroomrichting, zuurtegraad, turbiditeit en specifieke geleidbaarheid. Bij de toetsing van de zuurtegraad is er een trend naar significantie zichtbaar ($p=0,064$), dit is een negatieve relatie. Dit houdt in dat naarmate de zuurtegraad toeneemt het aantal brakwatergrondels mogelijk zal afnemen.

Van de vissoorten die gevangen zijn, is het alleen de brakwatergrondel die veelvuldig aangetroffen is. Hierdoor kon worden getoetst met de indicatoren voor dynamiek. Hieruit is geen significante invloeden van de indicatoren voor dynamiek naar voren zijn gekomen. De brakwatergrondel kan dus niet als meetbron dienen voor toekomstige veranderingen in de indicatoren voor de dynamiek.

3.2.2.2. Garnalen

De gewone garnaal, gewone steurgarnaal en slijkgarnaal zijn waargenomen in de fuiken. De drie soorten zijn op beide locaties en in beide stroomrichtingen aangetroffen.

De gewone garnaal is 313 keer waargenomen. Teruggerekend naar vangsten per uur zijn dit 2,518 (82%) per uur op locatie 1, waarvan 0,232 (10%) per uur in de instroomfuik en 2,286 (90%) per uur in de uitstroomfuik. Op locatie 2 zijn 0,557 (18%) per uur gewone garnalen gevangen in de fuiken, waarvan 0,115 (20%) per uur in de instroomfuik en 0,442 (80%) per uur in de uitstroomfuik.

Bij het uitvoeren van de toets is er gebleken dat er een significante relatie bestaat met de stroomrichting, waarbij er meer individuen zijn gevangen bij uitstroom. Met de specifieke geleidbaarheid is er een positieve significante relatie. Dit houdt in dat als de specifieke geleidbaarheid toeneemt, de aantallen gewone garnaal ook zouden moeten toenemen. Bij de zuurtegraad is een negatieve significante relatie gemeten. Dit betekent dat als de zuurtegraad toeneemt, de aantallen gewone garnalen zal afnemen.

De gewone steurgarnaal is 422 keer aangetroffen in de fuiken. Op locatie 1 zijn er 2,780 (59%) per uur gevangen in de fuiken, waarvan 1,102 (40%) per uur in de instroomfuik en 1,678 (60%) per uur in de uitstroomfuik. Op locatie 2 zijn er 1,930 (41%) gewone steurgarnalen per uur gevangen in de fuiken, waarvan 1,181 (61%) per uur in de instroomfuik en 0,749 (39%) per uur in de uitstroomfuik. Bij de gewone steurgarnaal zijn er geen significante relaties naar voren gekomen met de indicatoren voor de dynamiek.

De slijkgarnaal is 60 keer aangetroffen in de fuiken. Op locatie 1 zijn dit er 0,505 (65%) per uur, waarvan 0,367 (73%) per uur in de instroomfuik en 0,138 (27%) per uur in de uitstroomfuik. Op locatie 2 zijn er 0,274 (35%) slijkgarnalen per uur gevangen, waarvan 0,169 (63%) per uur waargenomen in de instroomfuik en 0,138 (27%) per uur in de uitstroomfuik. De toetsen van de slijkgarnaal laat zien dat er een negatieve significante relatie bestaat met zowel de zuurtegraad als met de specifieke geleidbaarheid. Als de zuurtegraad en/of de specifieke geleidbaarheid in waarde toenemen, dan zal de slijkgarnaal in aantallen afnemen. De toets laat verder zien dat er een trend ($p=0,087$) is in de stroomrichting, waarbij er meer individuen worden gevangen bij instroom dan bij uitstroom.

De gewone garnaal en de slijkgarnaal zijn voldoende aangetroffen om te toetsen in relatie tot de indicatoren voor dynamiek. Er is gebleken dat ze kunnen dienen als meetbron voor de zuurtegraad en specifieke geleidbaarheid.

3.2.2.3. Benthos

In de fuiken zijn ook benthos soorten aangetroffen. Daarvan zijn het nonnetje, wadpier, havenpissebed, zandzager, gewone kokkel en zandkokerworm in lage aantallen in de uitstroomfuik op locatie 1 waargenomen (zie tabel 3.3).

De veelkleurige zeeduizendpoot is 14 keer waargenomen in de uitstroomfuik op locatie 1. Dit zijn er 0,271 per uur.

Het wadslakje is 5 keer aangetroffen in de uitstroomfuik op locatie 1, dat zijn er 0,046 per uur. Op locatie 2 is het wadslakje 3 keer gevangen in de instroomfuik en 1 keer in de uitstroomfuik, dat zijn er respectievelijk 0,032 en 0,010 wadslakjes per uur.

De gewone strandkrab is in grotere aantallen waargenomen. Op locatie 1 is dat 9,865 (52%) per uur op locatie 1, waarvan 7,846 (90%) per uur tijdens instroom en 2,019 (10%) per uur tijdens uitstroom. Op locatie 2 zijn er 9,914 (48%) strandkrabben per uur gevangen, waarvan 5,543 (70%) per uur bij instroom en 2,371 (30%) per uur bij uitstroom.

Van de benthos is er alleen van de strandkrab voldoende gevangen om te toetsen op relaties met indicatoren voor de dynamiek. De toets laat zien dat er een significante relatie is met de locatie, waarbij er meer gewone strandkrabben zijn gevangen op locatie 1 ten opzichte van locatie 2. Er is een significante positieve relatie waargenomen met de turbiditeit, wanneer de turbiditeit toeneemt zal het aantal gewone strandkrabben ook toenemen. Met de pH is er echter een negatieve significante relatie. Indien de pH toeneemt wordt verwacht dat de aantallen gewone strandkrabben zal afnemen. Van de benthossoorten die zijn aangetroffen in de fuiken is het de gewone strandkrab die veelvuldig is gevangen en waarmee de relaties tot de indicatoren voor de dynamiek getoetst kan worden. De gewone strandkrab kan als meetbron dienen daar waar het aankomt op veranderende zuurtegraad en turbiditeit van het leefgebied.

3.2.2.4. Overige

Onder overige soorten vallen de oorkwal, zeedruif, gewone zeester, kompaskwal en onbekend. De oorkwal is 6 keer aangetroffen op locatie 1, waarvan 1 in de instroomfuik en 5 in de uitstroomfuik. Dit zijn respectievelijk 0,019 en 0,046 oorkwallen per uur.

De gewone zeester is 1 keer waargenomen in de uitstroomfuik op locatie 2 en de kompaskwal is 1 keer waargenomen in de uitstroomfuik op locatie 1.

Ook zijn 94 onbekende individuen waargenomen. Dit zijn waarschijnlijk juveniele grondels. Deze konden niet geïdentificeerd worden door de geringe grootte van de individuen (± 8 mm). Daarnaast werden ze snel afgebroken in alcohol (70%). Waardoor ze achteraf ook niet gedetermineerd konden worden.

De zeedruif is in totaal 232 keer aangetroffen in de fuiken. Dit zijn er 1,566 (58%) per uur op locatie 1, waarvan 0,773 (50%) per uur in de instroomfuik en 0,793 (50%) per uur in de uitstroomfuik. Op locatie 2 zijn er 1,116 (42%) zeedruiven per uur gevangen, waarvan 0,010 (1%) per uur in de instroomfuik en 1,106 (99%) per uur in de uitstroomfuik en 1,116 (42%) op locatie 2. Van de zeedruif is genoeg gevangen om de resultaten verder te kunnen toetsen. De uitkomst laat geen significante relatie zien met de indicatoren voor dynamiek. De zeedruif kan om die reden niet dienen als meetbron voor veranderingen in de dynamiek.

3.2.3. Patronen fuiken

De uitkomst van de GLMM laat zien dat er een significant verschil is in de specifieke geleidbaarheid tussen locatie 1 en 2, en een significant verschil tussen de uitstroom van locatie 1 en 2. De toetsing van de turbiditeit laat een significant verschil zien tussen locatie 1 en 2. De toetsing van de instroom van locatie 1 en 2 laat een trend naar significantie zien ($p=0,078$). Er bestaat geen significant verschil

in de watertemperatuur en de zuurtegraad met betrekking tot locatie en stroomrichting. De toetsing van de watertemperatuur tussen locatie 1 en 2 laat ook een trend naar significantie zien ($p=0,096$). De toetsing van de locatie is alleen bij de gewone strandkrab significant waarbij er meer op locatie 1 dan op locatie 2 is gevangen, de stroomrichting (uitstroom) alleen bij de gewone garnaal en de turbiditeit (positief) alleen bij de toetsing met de gewone strandkrab. De zuurtegraad heeft een negatieve significante relatie met de gewone strandkrab, gewone garnaal en de slijkgarnaal, deze zijn allemaal negatief gecorreleerd. Echter neigt de relatie met de brakwatergrondel ook naar significantie ($p=0,064$) en deze relatie is ook negatief. De specifieke geleidbaarheid heeft een alleen een significante relatie met de gewone garnaal en de slijkgarnaal en is voor de gewone garnaal positief en de slijkgarnaal negatief.

3.3. Benthos boringen

In de periode van 01-08-2016 tot en met 17-09-2016 zijn 324 grondboringen gedaan. In totaal zijn hiermee 2667 individuen aangetroffen verdeeld over 16 soorten. Tabel 3.4 geeft hiervan een overzicht. Bij de resultaten is rekening gehouden met hoever verwijderd van de zee de boringen genomen zijn. Deze afstanden gaan uit van het aantal meters wat de slenk moet afleggen tot de boorlocatie.

Er is onderscheid gemaakt in data die zelf voor dit onderzoek is verzameld en de externe data, welk op één dag in de onderzoeksperiode is verzameld door studenten. Tijdens het uitvoeren van de toetsen is alleen eigen verzamelde data meegenomen. In het beschrijvende deel is de informatie van de dataverzameling door de externe groep wel meegenomen.

Tabel 3.4: Aangetroffen benthos soorten en aantal individuen in procenten van het totaal van de boringen parallel aan de slenk.

Soorten:	Vangsten in procenten van het totaal:
Veelkleurige zeeduizendpoot (<i>Nereis diversicolor</i> ; <i>Hediste diversicolor</i>)	30,1
Rode draadworm (<i>Heteromastus filiformis</i>)	30,2
Zandkokerworm (<i>Pygospio elegans</i>)	16,0
Gewone kokkel (<i>Cerastoderma edule</i> ; <i>Cardium edule</i>)	9,3
Nonnetje (<i>Macoma balthica</i>)	6,3
Zeedruif (<i>Pleurobrachia pileus</i>)	1,2
Vlokreeft sp. (<i>Amphipoda</i> sp.)	1,8
Slijkgarnaal (<i>Corophium volutator</i>)	1,2
Strandgaper (<i>Mya arenaria</i>)	0,7
Wadpier (<i>Arenicola marina</i>)	0,7
Gewone strandkrab (<i>Carcinus maenas</i>)	0,7
Kwelderspringer (<i>Orchestia gammarellus</i>)	0,4
Wadslakje (<i>Peringia ulvae</i>)	0,3
Gewone garnaal (<i>Crangon crangon</i>)	0,1
Gewone mossel (<i>Mytilus edulis</i>)	<0,1
Platte slijkgaper (<i>Scrobicularia plana</i>)	<0,1
Onbekend	0,9
Totaal aangetroffen soorten:	16
Totaal aangetroffen individuen:	2667

Tabel 3.4 laat zien dat er een grote variatie is aan de aantallen per soort die gevangen zijn. De soorten met de minste aantallen en die het minst relevant zijn met betrekking tot aquatische voedselbronnen voor vogels worden eerst beschreven. Dit zijn de zeedruif, vlokreeft sp. en kwelderspringers, slijkgarnaal, strandkrab, gewone garnaal, brakwaterkokkel, gewone mossel, klein tafelmesheft en onbekenden. Daarna worden gewone kokkel, zandkokerworm, nonnetje, strandgaper, veelkleurige

zeeduizendpoot, rode draadworm, wadpier en wadslakje beschreven. Deze soorten zijn vaker aangetroffen en/of zijn relevant als aquatische voedselbron voor vogels. Bij de beschrijving van de verspreiding van de soorten is gebruik gemaakt van data verzameld door eigen onderzoek en door een externe partij.

3.3.1. Benthos die in lage aantallen zijn waargenomen en een mindere relevantie hebben als voedselbron

In “*Bijlage IV: verspreidingskaarten benthos die in lage aantallen zijn waargenomen en een mindere relevantie hebben als voedselbron*” zijn de verspreidingskaarten te vinden van de hierna beschreven benthossoorten

Zeedruif

In totaal zijn er 48 zeedruiven waargenomen. Deze zijn allemaal achterin in de slenk gevangen op een afstand van 2807 tot 3387 meter van de zee. De zeedruiven zijn voornamelijk in de boringen terechtgekomen waar een laagje water stond tijdens de boring. Echter zijn er twee boring geweest op het droge waarbij ook zeedruiven zijn gevangen. Dit heeft plaatsgevonden op 2807 meter van de zee waar 9 zeedruiven in één boring zaten en op 3147 meter waar één zeedruif in de boring zat. Bij de zeedruif is het echter moeilijk te concluderen of ze nog levend waren. Desondanks zijn ze allemaal in de resultaten meegenomen

Vlokreeft sp. en kwelderspringers

Er zijn 47 vlokreeften gevonden. De soort is niet nader gedetermineerd. Al deze individuen zijn gevonden binnen 100 meter van elkaar. Ze zijn waargenomen in de boringen op een afstand van 3243 tot 3343 meter van de zee. Bij één boring op 3301 meter afstand van de zee zijn 19 individuen gevonden.

De kwelderspringer is een soort vlokreeft die wel tot de ondersoort is gedetermineerd. De kwelderspringer is alleen voorin bij de slenk aangetroffen. Ze zijn bemonsterd op een afstand van 24 tot 224 meter afstand van de zee met een aantal van 10 individuen. Dit brengt het totaal van de vlokreeften op 29 individuen.

Slijkgarmaal

Van de slijkgarmaal zijn er in de eigen boringen een totaal van 35 individuen gevonden. Ook zijn er nog 11 individuen waargenomen tijdens het externe onderzoek, deze zijn gevonden achterin de slufferter hoogte van het diepe gat. Totaal, met het eigen en externe onderzoek, zijn er 46 individuen gevonden over de afstand van 2226 tot 3871 meter van de zee.

Gewone strandkrab

Tijdens eigen onderzoek zijn er 19 strandkrabben gevangen. Tijdens de externe onderzoek is er één individu aangetroffen. De strandkrabben zijn verspreid op een afstand van 906 tot 3343 meter tot de zee.

Gewone garmaal

De gewone garmaal is tijdens de boringen viermaal gevangen achterin de slenk op een afstand van 3375 tot 3405 meter van de zee. Eenmaal zat de garmaal in een boring die op het droge was uitgevoerd. De andere drie zijn gevangen bij het uitvoeren van boringen in het water. Buiten de eigen boringen om zijn er ook nog twee gewone garnalen gevangen tijdens de boringen van de externe groep. Deze boringen zijn ook in het water uitgevoerd op een afstand van 906 en 929 meter van de zee.

Gewone mossel

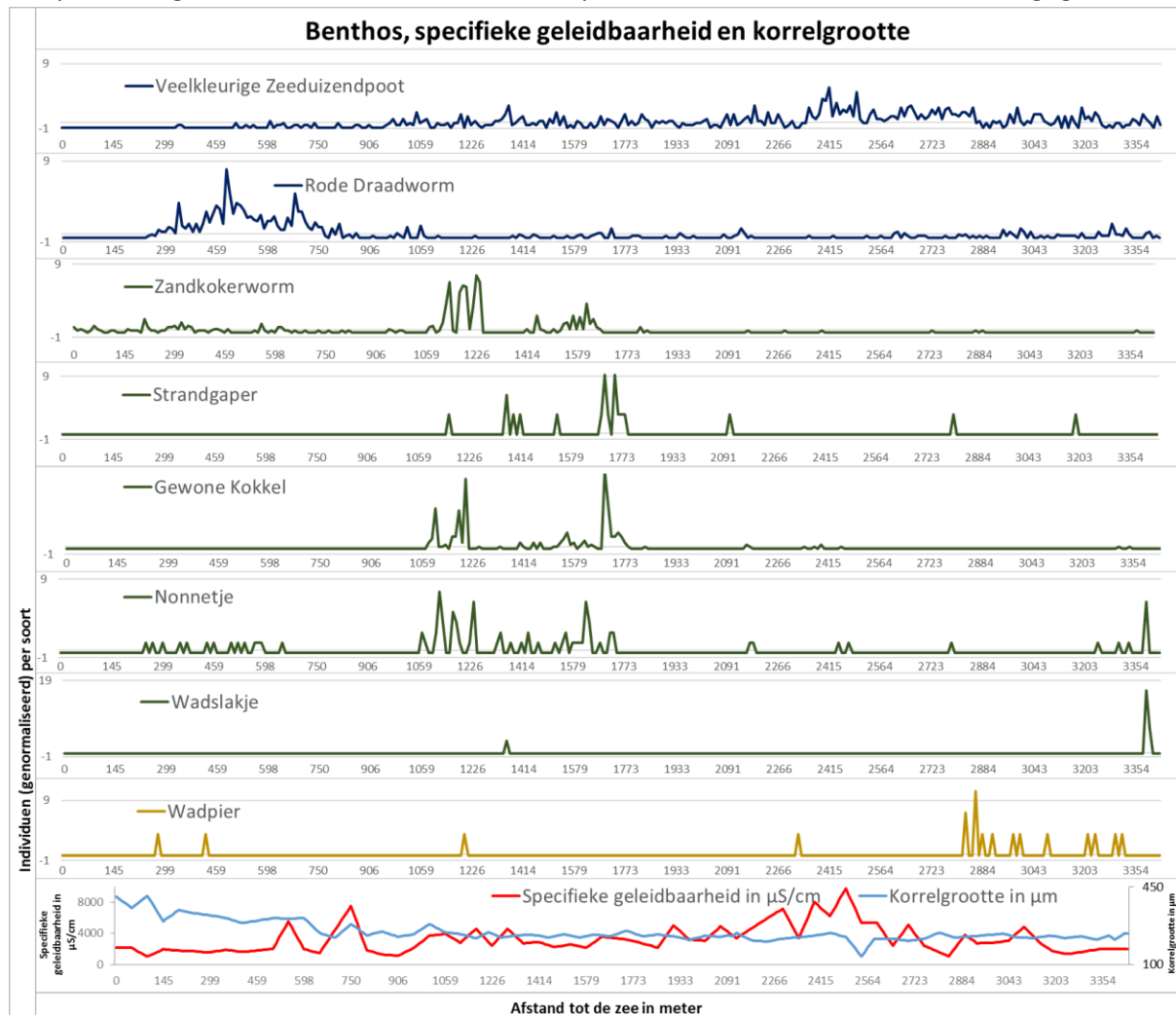
Tijdens het boren op 1157 meter van de zee is één gewone mossel aangetroffen in het bodemonster.

Onbekenden

Er zijn 26 individuen ongeïdentificeerd. Het is tot zover bekend dat het gaat om soorten, larven, van terrestrische soorten. Het lijkt erop dat het gaat om vier verschillende soorten, helaas is het niet gelukt om de soorten hiervan te identificeren. De onbekende soorten zijn over gehele slenk waargenomen op afstanden van 43 tot 3292 meter van de zee. Ook tijdens het externe onderzoek zijn er soorten aangetroffen die niet nader geïdentificeerd kon worden buiten het feit dat het gaat om terrestrische soorten. Hierbij gaat het om 25 individuen die zijn aangetroffen op een afstand van 694 tot 3527 meter van de zee. In totaal zijn er dan 51 individuen die niet geïdentificeerd zijn.

3.3.2. Benthos die in hoge aantallen is waargenomen en een relevantie hebben als voedselbron

Behalve de minder relevante soorten met betrekking tot voedselbronnen voor beschermde vogels en/of soorten die in lage aantallen zijn aangetroffen, zijn er soorten gevangen die in grotere aantallen aanwezig zijn en een relevante rol hebben als voedselbron voor de beschermde vogels in de Slufter. In *figuur 3.5* worden strandgaper, zandkokerworm, nonnetje, gewone kokkel, veelkleurige zeeduizendpoot, rode draadworm, wadpier en het wadslakje weergegeven. Ook worden de korrelgrootte en de specifieke geleidbaarheid van de bodem van de slenk weergegeven. In de figuren is alleen de data uit eigen onderzoek gebruikt. In de figuur is de verspreiding per soort, korrelgrootte en de specifieke geleidbaarheid van de bodem ten opzichte van de afstand tot de zee weergegeven.



Figuur 3.5: Verspreiding van veelkleurige zeeduizendpoot, rode draadworm, zandkokerworm, strandgaper, gewone kokkel, nonnetje, wadslakje en de wadpier weergegeven in vergelijking tot de korrelgrootte en de specifieke geleidbaarheid van de bodem verkregen uit eigen onderzoek. De waarden van de benthos soorten zijn genormaliseerd. De soorten zijn gekleurd naar cluster. De soorten in één cluster zijn aan elkaar gerelateerd.

Onderlinge relaties

De benthosoorten zijn onderverdeeld in clusters (tabel 3.6) op basis van hun voorkomen in het gebied. Het getal per soort geeft de sterkte van de relatie weer met de andere soorten in hetzelfde cluster. De waardes lopen van de -1 tot +1. Hierbij staat -1 voor een negatieve relatie, 0 voor geen relatie en 1 voor een positieve relatie. 0 is echter niet zichtbaar omdat de matrix is ingesteld op correlatiewaardes vanaf 0,2. Om te bepalen of deze relaties significant zijn is een *Generalized Linear Mixed Model* uitgevoerd, uitkomsten hiervan zijn te vinden in *Bijlage V: Onderlinge relaties benthosoorten*. Het uitvoeren van de GLMM laat zien dat er een significante negatieve relatie bestaat tussen de veelkleurige zeeduizendpoot en de rode draadworm ($p < 0,001$). De rode draadworm deelt ook een significante negatieve relatie met de strandgaper ($p = 0,007$). De gewone kokkel heeft een significante positieve relatie met de zandkokerworm ($p < 0,001$), de strandgaper ($p < 0,001$) en het nonnetje ($p = 0,026$). Het nonnetje heeft verder een significante positieve relatie met de zandkokerworm ($p < 0,001$). Het wadslakje en de wadpier vertonen geen significante relaties met andere benthosoorten.

Tabel 3.6: Clusters benthosoorten parallel aan de slenk. De tabel weergeeft de relaties tussen de soorten. Het getal per soort geeft de sterkte van de relatie weer met de andere soorten in hetzelfde cluster. De waardes lopen van de -1 tot +1. Hierbij staat -1 voor een negatieve relatie, 0 voor geen relatie en 1 voor een positieve relatie. Alle waarden boven de 0,2 zijn in deze matrix zichtbaar.

Rotated Component Matrix		
	Component	
	1	2
Veelkleurige zeeduizendpoot	,764	
Rode Draadworm	-,500	
Nonnetje		,803
Zandkokerworm		,743
Gewone kokkel		,626
Strandgaper		,321
Wadslakje		,286
Wadpier		

Er zijn twee clusters te onderscheiden. Cluster 1 bevat de veelkleurige zeeduizendpoot en de rode draadworm. De veelkleurige zeeduizendpoot heeft een negatieve relatie ten opzichte van de rode draadworm. Dit betekent dat wanneer de rode draadworm lager in aantallen voorkomt, de veelkleurige zeeduizendpoot meer voorkomt.

In cluster 2 zitten het nonnetje, wadslakje, zandkokerworm, strandgaper en gewone kokkel. Deze hebben alle een positieve relatie tot elkaar. Alleen het wadslakje vertoont geen significante relaties tot de andere soorten en heeft ook de laagste correlatiewaarde in cluster 2. De strandgaper heeft ook een negatieve significante relatie met de rode draadworm uit cluster 1. De correlatiewaarden van de strandgaper in cluster 2 is relatief ook laag in vergelijking met de overige soorten in de cluster.

De wadpier is een component op zichzelf en kon met de gekozen instellingen niet toebedeeld worden aan de componenten 1 of 2 en heeft ook geen significante relaties met andere benthosoorten.

3.3.3. Relatie indicatoren voor dynamiek met verspreiding benthos

De hoogste waarde van de korrelgrootte ligt op 97 meter van de zee op 410,10 μm en de laagste waarde op 2540 meter van de zee met een korrelgrootte van 136,75 μm . Het gemiddelde van de korrelgrootte is 249,65 μm . De waardes van de specifieke geleidbaarheid van de bodem liggen tussen de 1030 $\mu\text{S/cm}$ op 97 meter en 9830 $\mu\text{S/cm}$ op 2496 meter verwijderd van de zee. De gemiddelde specifieke geleidbaarheid is 3251 $\mu\text{S/cm}$.

Er is gekeken naar de relatie tussen de korrelgrootte, specifieke geleidbaarheid van de bodem en de relatie met de afstand tot de zee met de *Pearson Correlatie* toets die deze relatie test. Hieruit blijkt dat de relatie tussen korrelgrootte en specifieke geleidbaarheid negatief gecorreleerd is. Dit houdt in dat als de korrelgrootte toeneemt, de specifieke geleidbaarheid afneemt ($r=-0,363$) en deze relatie is significant gebleken ($p=<0,001$). Tussen de korrelgrootte en afstand tot de zee bestaat ook een negatieve relatie ($r=-0,711$) en ook deze is significant ($p=>0,001$). Dit houdt in dat als de afstand tot de zee toeneemt, de korrelgrootte afneemt. Tussen specifieke geleidbaarheid en afstand tot de zee bestaat een positieve relatie ($r=0,251$), deze relatie is ook significant ($p=<0,001$). Dit betekent dat als de afstand tot de zee toeneemt, dan neemt de specifieke geleidbaarheid ook deels toe.

Hierna worden de 8 meest voorkomende benthosoorten met een relevantie als voedsel voor Natura2000 vogels beschreven. Ook wordt de verspreiding aan de hand van de indicatoren voor dynamiek verklaard. Uitkomsten van de modellen die hiervoor zijn gebruikt, worden weergegeven in: *Bijlage VI: Uitkomsten Generalized Linear Model benthosoorten*.

Veelkleurige zeeduizendpoot (cluster 1)

De veelkleurige zeeduizendpoot komt de eerste 500 meter van de slenk niet voor met uitzondering van twee waargenomen individuen op 348 en 358 meter van de zee. Vanaf 1000 meter van de zee is de veelkleurige zeeduizendpoot een soort die algemeen voorkomt. Echter is in de grafiek (figuur 3.5) een piek tussen 2300 en 2500 meter van de zee te zien. Het hoogst aantal gevangen individuen daar is 18 in één grondboring op 2426 meter van de zee. Ook de verspreidingskaart (figuur 3.7) laat zien dat er in de eerste 500 meter van de slenk geen veelkleurige zeeduizendpooten voorkomen, met uitzondering van twee locaties waar op elk van de locaties één individu waargenomen is.

Ook tijdens het bemonsteren van de externe partij is de veelkleurige zeeduizendpoot veelvuldig aanwezig, in zowel de dode zijarm als achterin ten hoogte van het diepe gat.

Als bij de veelkleurige zeeduizendpoot alle drie de categorieën meegenomen worden in het model, komt de 'afstand tot de zee' naar voren met een significante invloed. Dit met een AIC-waarde van 1179,748. Om te kijken of het niet 'afstand tot de zee' is die er voor zorgt dat de korrelgrootte niet significant van invloed is, is de afstand tot de zee eruit gehaald. De specifieke geleidbaarheid en de korrelgrootte worden dan significant van invloed. De AIC-waarde is echter gestegen naar 1241,844.

De beste AIC-waarde, met een waarde van 1178,150, geeft de toets waarbij 'afstand tot de zee' en 'specifieke geleidbaarheid' zijn opgenomen. De specifieke geleidbaarheid is nog steeds niet van significante invloed, maar het geeft wel een betrouwbaarder model.

Wanneer 'specifieke geleidbaarheid' uit het model wordt gehaald geeft dit een AIC-waarde van 1178,310, dus minder betrouwbaar. De invloed van de afstand tot de zee is significant met $p < 0,001$ en is een positieve relatie. Naarmate de afstand tot de zee toeneemt, neemt de veelkleurige zeeduizendpoot toe. Kijkend naar de afstand tot de zee, dan wijken de eerste twee afstandsgroepengroepen het meest af. Het gemiddelde aantal individuen van de groepen 1 en 2 (0 tot 1000 meter van de zee) liggen op 0,04 en 0,61 individuen per boring. Voor de groepen 4 tot en met 7 (1000 tot en met 3500 meter van de zee) liggen de gemiddelden van het aantal individuen per boring op 2,17 tot 4,96 individuen.



Figuur 3.7: Verspreidingskaart veelkleurige zeeduizendpoot

Rode draadworm (cluster 1)

De rode draadworm is vooral aanwezig in de eerste 1000 meter van de slenk. Het grootste aantal aangetroffen rode draadwormen is 45 op 495 meter van de zee. 652 individuen zijn aangetroffen in de boringen tussen 250 en 1100 meter van de zee. Dit is 75% van het totaal aangetroffen rode draadwormen.

De rode draadworm komt verspreid over de gehele slenk voor (zie *figuur 3.8*), maar laat vooral voorin in de slufferslenk een duidelijke verspreiding zien van grote aantallen individuen. Op de locaties waar door de externe partij gemeten is, is de rode draadworm in minder grote aantallen aangetroffen. Desondanks is de rode draadworm in zowel de dode zijarm als achterin de slenk, in kleine hoeveelheden aanwezig.

Wanneer er getoetst wordt met alle drie de categorieën dan komt de afstand tot de zee naar voren als significant ($p < 0,001$) en korrelgrootte absoluut niet ($p = 0,909$). Wanneer de afstand tot de zee eruit gelaten wordt, geeft dit voor de korrelgrootte een positieve relatie met een significantie van $p < 0,001$. Zonder de afstand tot de zee stijgt de AIC-waarde met meer dan 100 naar een AIC-waarde van 1269,246. Daarom is er voor gekozen de afstand tot de zee aan te houden met de laagste AIC-waarde (1115,795) met een significantie van $p < 0,001$ geldend voor een negatieve relatie hiermee. Doordat er gekeken is naar de afstand tot de zee, kan er ook gekeken worden naar wat de relatie per groep is. Hieruit blijkt dat groep 3 tot en met 6 (1500 tot 3000 meter van de zee) het minst van elkaar verschillen. Deze groepen bevatten de minste rode draadwormen. Het gemiddelde van die groepen ligt tussen 0,36 en 0,79 individuen per boring. Groep 1 en 2 zijn niet aan elkaar gerelateerd, maar bevatten wel beiden een hoog gemiddelde. Groep 1 heeft een gemiddelde van 4,84 individuen per boring en groep 2 een gemiddelde van 7,84 per boring.



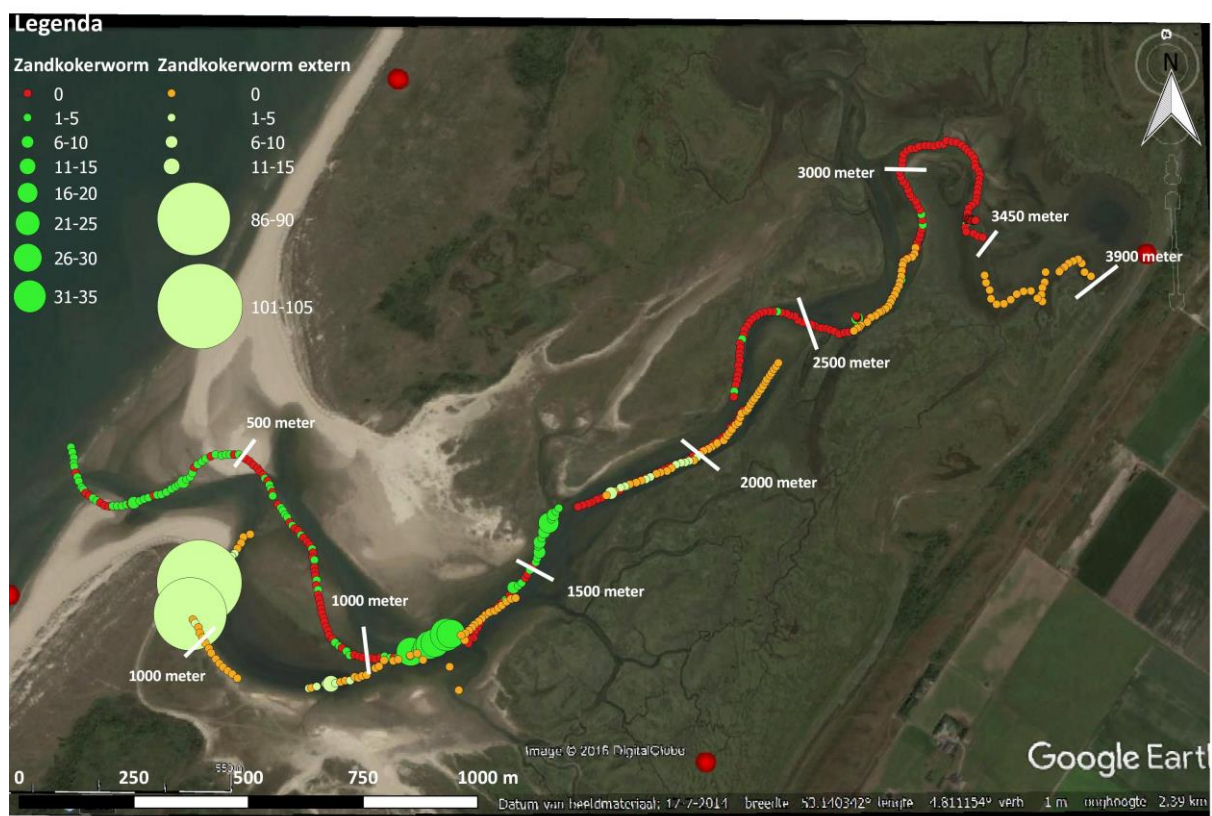
Figuur 3.8: Verspreidingskaart rode draadworm

Zandkokerworm (cluster 2)

Voor de zandkokerworm geldt dat 74% van de waargenomen individuen zich bevinden binnen de 1000 en 1800 meter van de zee. De verspreidingskaart (figuur 3.9) van de zandkokerworm laat, net zoals de grafieken zien dat de meeste zandkokerwormen zich bevinden aan de sluftermonding en dit gaat door tot in de dode zijarm waarbij bij één boring een totaal van 101 zandkokerwormen gevonden zijn.

Uit het model van de zandkokerworm is gebleken dat alleen de afstand tot de zee van significante invloed is op de aanwezigheid van de zandkokerwormen. De AIC-waarde hiervoor is 738,667. Als er gecombineerd wordt met de specifieke geleidbaarheid en korrelgrootte stijgt de AIC-waarden naar 740,404 voor de combinatie met korrelgrootte en 740,452 in combinatie met specifieke geleidbaarheid. Wanneer de afstand tot de zee verwijderd wordt uit de toets stijgt de AIC-waarde tot 1021,710.

Wat de afstand tot de zee betreft, blijkt dat per afstandsgroep het aantal aangetroffen individuen vrijwel overal significant verschilt. Groep 5 tot en met 7 vallen binnen één categorie. Hier zijn dan ook de minste individuen gevonden met gemiddelden van 0,02 en 0,06 per boring. Dit betekent dat vanaf 2000 tot 3500 meter van de zee het aantal zandkokerwormen significant kleiner is dan in het gebied dicht bij de zee. Van de rest van de groepen delen alleen groep 1 en 4 nog een significante relatie en zijn dus minder verschillend van elkaar dan de rest. Groep 3 lijkt het minst op de andere groepen met het hoogste gemiddelde van 5,51 individuen per boring.



Figuur 3.9: Verspreidingskaart zandkokerworm

Strandgaper (cluster 2)

De strandgaper is 17 (85%) keer aangetroffen in het gebied tussen 1000 en 1800 meter van de zee. Daarbuiten is de strandgaper 3 (15%) keer waargenomen. In de dode zijarm is de strandgaper 8 keer aangetroffen door de externe partij (figuur 3.10).

Voor de strandgaper geldt, net zoals sommige van de andere benthossoorten, dat de 'Hessian' waarschuwing naar voren komt wanneer er getest wordt voor de afstand tot de zee. Deze waarschuwing komt uit het feit dat er afstandsgroepen zijn waar 0 individuen zijn aangetroffen. Door 0 in de groepen kan de toets niet op de juiste manier worden uitgevoerd en kunnen de resultaten afwijken. Daarom is in het model de afstand tot de zee buiten beschouwing gelaten. Zowel de specifieke geleidbaarheid en korrelgrootte komen uit als niet significant. De korrelgrootte komt minder relevant uit het model en wordt daarom uit de toets gehaald. De AIC-waarde daalde daarmee met ruim een punt naar 156,240. De uiteindelijke significantie voor specifieke geleidbaarheid komt daarmee uit op $p=0,555$. De uitgevoerde toets op de verzamelde strandgaper doet naar voren komen dat geen van de categorieën een relatie hebben met de verspreiding van de strandgaper.



Figuur 3.10: Verspreidingskaart strandgaper

Gewone kokkel (cluster 2)

Buiten de 1000 tot 1800 meter van de zee heeft de gewone kokkel maar 11 andere waarnemingen. Dit betekent dat 96% van het totaal aantal gewone kokkels in het gebied tussen 1000 en 1800 meter van de zee zijn waargenomen, terwijl dat gebied maar 23% van het totaal bemonsterde gebied beslaat. De meeste gewone kokkels zijn aangetroffen tijdens het eigen onderzoek. De verspreiding begint daar waar de stroomrichting overgaat van zuidoost naar noordoost en het water zich afbuigt, zie *figuur 3.11*. Door de externe partij zijn er verder nog enkele individuen gevangen in de dode zijarm.

De gewone kokkel heeft te weinig individuen om 'afstand tot de zee' mee te nemen in het model. Dit geeft namelijk de 'Hessian' waarschuwing. Dus de afstand tot de zee is direct uitgesloten. In de toets met specifieke geleidbaarheid en korrelgrootte blijkt dat er geen significante relatie is met specifieke geleidbaarheid. Wanneer de specifieke geleidbaarheid eruit wordt gelaten dan daalt de AIC-waarde. De korrelgrootte is dan de enige categorie die dan overblijft, de relatie is significant getoetst $p < 0,001$ en is een negatieve relatie. Dit houdt in dat als de korrelgrootte toeneemt de aantallen gewone kokkels afneemt. De AIC-waarde is 771,152.



Figuur 3.11: Verspreidingskaart gewone kokkel

Nonnetje (cluster 2)

Bij het nonnetje is 30% van de totaal waargenomen individuen gevonden tussen 1000 en 1800 meter van de zee. Dit is ook te zien in *figuur 3.5* die tussen de 200 en 650, en 3250 en 3400 ook veel pieken laat zien. Uit de grafiek blijkt dat nonnetjes voornamelijk daar voorkomen waar ook zandkokerwormen aanwezig zijn. Dit is voornamelijk in de sluftermonding. In verspreidingskaart *figuur 3.12* komt dit ook naar voren. Ook is te zien dat het nonnetje zich bevindt in de dode zijarm, net zoals de zandkokerworm. Ook is het nonnetje aanwezig achterin in de Slufter ten hoogte van het diepe gat.

De korrelgrootte komt als minst significant in het model naar voren en is om die reden buiten beschouwing gelaten. De specifieke geleidbaarheid is ook niet significant gebleken en ook daarom uitgesloten uit de toets. De afstand tot de zee is significant getoetst met een waarde van $p < 0,001$ bestaande uit een negatieve relatie. Naarmate de afstand tot de zee toeneemt zal het aantal nonnetjes afnemen. Verder is er gekeken naar de relaties van de groepen van de afstand tot de zee onderling, gebaseerd op het aantal individuen bemonsterd op die locaties. Groep 1,2,5 en 7 zijn aan elkaar gerelateerd met gemiddelden van 0,09 tot 0,19 individuen per boring. Meest afwijkend zijn groep 3, 4 en 6. Hierbij zijn op 3 en 4 (1000 tot 2000 meter van de zee) de meeste individuen gevonden met gemiddelde van 0,84 en 0,48 nonnetje per boring. Locatie 6 (2500 tot 3000 meter van de zee) heeft de minste nonnetjes met een gemiddelde van 0,02 individuen per boring.



Figuur 3.12: Verspreidingskaart nonnetje

Wadslakje (cluster 2)

In *grafiek 3.5* is te zien dat het wadslakje slechts op twee locaties voorkomt in de slenk. In totaal is het wadslakje 8 keer waargenomen. Echter als de data van de externe groep erbij naast wordt gelegd, zoals in onderstaande kaart (*figuur 3.13*), dan valt te zien dat de populatie wadslakjes in het gebied groter is. Uit de resultaten is gebleken dat de wadslakje zich bevindt in de rustigere delen van de slenk in de dode zijarm en achterin in de slenk ten hoogte van het diepe gat.

Het wadslakje is een van de soorten waarvan relatief weinig individuen zijn gevangen. Dit leidt er toe dat er uiteindelijk alleen een toets uitgevoerd kon worden op basis van de korrelgrootte, de andere categorieën gaven geen resultaten. Het uitvoeren met 'afstand tot de zee' leidt tot de 'Hessian' waarschuwing. De uitvoer van korrelgrootte en specifieke geleidbaarheid gaf geen foutmelding, maar ook geen resultaten. Uit de uitvoer van de toets van de korrelgrootte is gebleken dat de invloed van de korrelgrootte significant is met $p=0,023$ en is een negatieve relatie. Naarmate de korrelgrootte toeneemt komen er minder wadslakjes voor. Deze toets heeft een AIC-waarde van 73,895.



Figuur 3.13: Verspreidingskaart wadslakje

Wadprier

De wadprier is een soort die vooral in het achterste deel van de slenk aangetroffen is. 18 (82%) van de 22 waargenomen wadprieren zit tussen de 2843 meter en 3325 meter van de zee. Dit gebied waar 82% van de wadprieren is aangetroffen, is 14% van het totaal bemonsterde gebied. Op 286, 440, 1211 en 2337 meter van de zee is per boring één wadprier waargenomen.

De wadprier is met name aanwezig in de rustigere delen van de sluffer (zie *figuur 3.14*). Dit is ook goed terug te zien aan de externe gegevens. Daar is de verspreiding van een kleine groep wadprieren te zien in de dode zijarm van de slenk. Verder is er nog een groep van wadprieren achterin in de rustige deel van de slenk, wat ook af te lezen is in *grafiek 3.5*.

De wadprier geeft, net zoals het wadslakje, de 'Hessian' error. De categorie voor de afstand tot de zee is hierom gelijk uit de toets weggelaten. Tijdens het uitvoeren van de toets met korrelgrootte en specifieke geleidbaarheid blijkt de korrelgrootte niet significant van invloed te zijn. Om te kijken wat de AIC-waarde zou doen is de korrelgrootte weggelaten uit de toets. Wanneer alleen de specifieke geleidbaarheid wordt getoetst, dan is de specifieke geleidbaarheid niet meer significant, maar geeft een AIC-waarde van 140,065. Daarom is voor de toets gegaan met zowel korrelgrootte als specifieke geleidbaarheid. Dit leidt tot een AIC-waarde van 136,994 en is een betrouwbaarder model. De korrelgrootte is niet significant ($p=0,057$) van invloed maar er is wel een trend naar significantie en er is daarbij sprake van een negatieve relatie. Het aantal wadprieren wordt beïnvloed door de specifieke geleidbaarheid ($p=0,011$) en gaat om een negatieve relatie. Wanneer de specifieke geleidbaarheid toeneemt is te verwachten dat de aantallen wadprier afneemt.



Figuur 3.14: Verspreidingskaart wadprier

3.3.4. Patroon benthos parallel langs de slenk

Van de 18 benthossoorten – exclusief de onbekenden – zijn er 8 soorten die van belang zijn. Het gaat hierbij om: veelkleurige zeeduizendpoot, rode draadworm, zandkokerworm, nonnetje, wadslakje, gewone kokkel, strandgaper en wadprier. Resultaten van de verschillende toetsen laten zien dat de rode draadworm en veelkleurige zeeduizendpoot negatief aan elkaar gecorreleerd zijn. Wanneer de

een voorkomt, komt de ander niet of minder voor. De overige soorten, behalve de wadpier, vallen samen in een cluster en zijn in meer of mindere mate positief aan elkaar gerelateerd. Dus als een van de soorten voorkomt is de kans groot dat de andere soorten ook voor komen. Gewone kokkel en wadslakje vertonen een relatie met de korrelgrootte van de bodem. De wadpier vertoont een negatieve relatie met de specifieke geleidbaarheid van de bodem. Afstand tot de zee, specifieke geleidbaarheid en korrelgrootte zijn onderling significant aan elkaar gerelateerd. Specifieke geleidbaarheid is positief gecorreleerd aan de afstand tot de zee. Afstand tot de zee en korrelgrootte zijn negatief aan elkaar gecorreleerd en korrelgrootte en specifieke geleidbaarheid zijn ook negatief aan elkaar gecorreleerd.

4. Discussie

4.1. Dynamiek in de sluferslenk

Door het beheer van de sluftermonding te stoppen, wordt verwacht dat de sluftergeul zich naar het noorden zal verplaatsen en dat de opening in de duinenrij groter word. (Van Rooijen & Van Thiel de Vries, 2014) Als gevolg hiervan zal de dynamiek van de Slufter veranderen. De loop van de slenk zal veranderen door een opening die noordelijker ligt, waardoor het habitat van voedselbronnen voor Natura2000 vogelsoorten ook verandert. Wanneer, onder invloed van een grotere opening in de duinenrij, meer zeewater tijdens eb en vloed de Slufter in en uit kan stromen, brengt dit ook veranderingen in de dynamiek met zich mee. Veranderingen in de dynamiek kunnen gevolgen hebben voor de aanwezigheid van vis-, garnaal- en benthosoorten en daarmee op beschermde vogelpopulaties. Daarom is de aanwezigheid en de verspreiding van deze voedselbronnen in kaart gebracht. Ook is de exacte locatie van de slenk bepaald en zijn indicatoren voor dynamiek gemeten om te bepalen of deze invloed uitoefenen op de aanwezigheid en de verspreiding van aquatische voedselbronnen. Deze indicatoren voor de dynamiek in de sluferslenk zijn: de specifieke geleidbaarheid van het water in de slenk, specifieke geleidbaarheid van de bodem, korrelgrootte, afstand tot de zee, turbiditeit van het water en zuurtegraad van het water. Ook wordt de afstand tot de zee hierin meegenomen.

De exacte locatie van de slenk is bepaald tijdens eb en vloed gedurende springtij. Er zijn drie karakteristieke gebieden te onderscheiden: het instroomgebied, de smalle geul en het uitloopgebied. In de gemeten situatie wordt het wateroppervlak tijdens vloed 4,9x zo groot als tijdens eb. Tijdens storm en met de wind vanuit het noordwesten kan het wateroppervlak tijdens vloed nog groter zijn (Van Rooijen & Van Thiel de Vries, 2014; Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2016).

Dit betekent dat er elke getijcyclus een grote hoeveelheid zeewater het gebied instroomt en uitstroomt. Dit maakt het een zeer dynamisch gebied, mede omdat de hoeveelheid water toeneemt onder de juiste weersomstandigheden en maancyclus.

Het verschil in oppervlakte tijdens eb en vloed van het instroomgebied en uitloopgebied is groter dan die van de smalle geul. Hieruit zou geconcludeerd kunnen worden dat de dynamiek in het instroom- en uitloopgebied hoger is dan in de smalle geul. Door het toenemen en afnemen van het wateroppervlak zal er meer beweging zijn in de bodemdeeltjes.

Figuur 4.1 Geeft de relatie weer tussen beschermde Natura2000 vogelsoorten in de Slufter van Texel en hun voedselbronnen aangevuld met de uitkomsten van dit onderzoek. Dit zijn de verspreiding van voedselbronnen voor de beschermde vogels, welke onderlinge relaties de voedselbronnen met elkaar hebben en of deze worden beïnvloed door indicatoren van dynamiek.

Tijdens dit onderzoek zijn ook boringen verricht in de slenk. Op 4 locaties zijn benthos boringen gedaan en zijn sedimentmonsters verzameld. De resultaten en uitkomsten van dit onderzoek staan beschreven in *Bijlage VII: Dwarsdoorsneden*.

SOORTEN:		RELATIE MET NATURA2000 VOGELS:					VERSPREIDING:							ONDERLINGE RELATIE VERSPREIDING BENTHOS:							RELATIE MET INDICATOREN DYAMIEK:								
BENTHOS (boringen):		Eider	Kluut	Bontbekplevier	Kleine mantelmeeuw	Dwergstern	Lepelaar	Afstand tot zee: 0-500 meter	Afstand tot zee: 500-1000 meter	Afstand tot zee: 1000-1500 meter	Afstand tot zee: 1500-2000 meter	Afstand tot zee: 2000-2500 meter	Afstand tot zee: 2500-3000 meter	Afstand tot zee: 3000-3500 meter	Veelkleurige zeeduizendpoot	Rode draadworm	Wadslakje	Nonnetje	Wadpier	Strandgaper	Gewone kokkel	Zandkokerworm	Afstand tot de zee	Korrelgrootte	Specifieke geleidbaarheid	Afstand tot de zee	Stroomrichting (In- of uitstroom)	Zuurtegraad	Turbiditeit
Veelkleurige zeeduizendpoot			xxx	xx	x		x	>1%	4%	13%	12%	26%	30%	16%	-								x						
Rode draadworm					x			30%	48%	6%	6%	2%	5%	8%	x	-							x						
Wadslakje				xx	x					13%				87%			-							x					
Nonnetje		xxx			x			8%	8%	43%	25%	5%	1%	10%				-					x						
Wadpier			x		x			11%		6%		6%	44%	33%					-						x				
Strandgaper					x					25%	60%	5%	5%	5%		x				-									
Gewone kokkel		xxx			x					46%	50%	3%		<1%				x		x	-			x					
Zandkokerworm			x		x			18%	6%	56%	18%	<1%	<1%	<1%				x		x	x	-	x						
VISSEN, GARNALEN & BENTHOS (fuiken):																													
							0-2000 meter van de zee				2000-3500 meter van de zee																		
							73%				27%																		
							82%				18%																		
							59%				41%																		
							65%				35%																		
Brakwatergrondel		x			x	xxx	xxx																						
Gewone garnaal			xx	xx	x	xx	xxx																						
Gewone steurgarnaal			xx	xx	x	xx	xxx																						
Slijkgarnaal			xx	xx	x	xx	xxx																						
Gewone strandkrab		xx	x	xx	x	xx	xxx																						

Tabel 4.1: Invloed van indicatoren van dynamiek op voedselbronnen voor Natura2000 vogels in De Slufter. De hoeveelheid kruisjes bij de relatie met Natura2000 vogels geeft aan in welke intensiteit de prooi wordt gegeten. Drie kruisjes betekent dat het stapelvoedsel is, twee kruisjes minder belangrijk als stapelvoedsel en één kruisje betekent dat de prooi alleen gegeten wordt als de kans zich voordoet. De verspreiding van de soort wordt weergegeven door het percentage van het totaal gevangen individuen per afstandscategorie. De onderlinge relaties tussen de verspreiding van de benthossoorten en of deze een relatie hebben met indicatoren voor dynamiek wordt weergegeven met een rood of groen vakje. Een rood vakje betekent een significant negatieve relatie en een groen vakje een significant positieve relatie. (Synbiosys, 2008^{a,b,c,d,e}) (Vogelbescherming, 2017^{a,b,c})

4.2. Benthos (boringen)

Er zijn 16 soorten aangetroffen tijdens benthos boringen in de Slufter, waarvan 8 soorten in grotere hoeveelheden zijn aangetroffen en dienst doen als prooidier. Deze 8 soorten spelen een belangrijke rol als voedselbron voor beschermde Natura2000 vogels. Dit zijn de veelkleurige zeeduizendpoot, rode draadworm, wadslakje, nonnetje, wadpier, strandgaper, gewone kokkel en de zandkokerworm. Andere soorten die tijdens dit onderzoek bemonsterd zijn, zijn de zeedruif, vlokreeft sp., slijkgarnaal, gewone strandkrab, kwelderspringer, gewone garnaal, gewone mossel en platte slijkgaper.

4.2.1. Veelkleurige zeeduizendpoot en rode draadworm (cluster 1)

De veelkleurige zeeduizendpoot en de rode draadworm behoren tot één cluster en hebben een significant negatieve relatie tot elkaar. De rode draadworm komt voor waar de veelkleurige zeeduizendpoot niet voorkomt.

De veelkleurige zeeduizendpoot is bij de sluftermonding niet aangetroffen. Gezien het feit dat de soort van rustige wateren houdt en een minder zoute situatie prefereert, is dit resultaat niet verwonderlijk (Soortenbank, 2016). Echter, uit de resultaten komt naar voren dat de specifieke geleidbaarheid (indicator voor saliniteit) naar verhouding toeneemt naarmate de afstand tot de zee groter wordt. Dit zou kunnen betekenen dat waar de veelkleurige zeeduizendpoot zich bevindt, de specifieke geleidbaarheid hoger is dan waar ze niet voorkomen. Dit komt niet overeenkomen met het feit dat ze van mindere zoute situaties houden. Al is het niet duidelijk welke zoutwaardes optimaal zijn voor de veelkleurige zeeduizendpoot.

De veelkleurige zeeduizendpoot is stapelvoedsel voor de kluut en minder belangrijk als stapelvoedsel voor de bontbekplevier. De verspreiding van de veelkleurige zeeduizendpoot wordt beïnvloed door de afstand tot de zee. Wanneer de slenk onder invloed van veranderingen in het beheer zich verplaatst en/of noordelijker komt te liggen, heeft dit invloed op de aanwezigheid en verspreiding van de veelkleurige zeeduizendpoot. De mate van veranderingen in de dynamiek kan bepalen of de verspreiding van de veelkleurige zeeduizendpoot verandert en of de populatie toeneemt of afneemt. De kluut en bontbekplevier zijn in grote mate afhankelijk van de veelkleurige zeeduizendpoot en een toename, afname of een verandering in de verspreiding van de veelkleurige zeeduizendpoot is daarom van invloed op voedselbronnen van de kluut en bontbekplevier.

De rode draadworm wordt net als de veelkleurige zeeduizendpoot beïnvloed door de afstand tot de zee. De beide soorten zitten samen in cluster 1. Daarom is het niet verwonderlijk dat ze worden beïnvloed door dezelfde indicator voor dynamiek.

De rode draadworm levert geen grote bijdrage als voedselbron voor Natura2000 vogels. Ze worden alleen door de kleine mantelmeeuw gegeten wanneer de kans zich voordoet.

4.2.2. Wadslakje, nonnetje, gewone kokkel, strandgaper en zandkokerworm (cluster 2)

Het wadslakje, nonnetje, gewone kokkel, strandgaper en zandkokerworm behoren tot het tweede cluster. Deze soorten zijn allen positief aan elkaar gecorreleerd, waarvan 5 onderlinge relaties significant zijn getoetst. Het wadslakje heeft geen enkele significantie met een andere soort. Wat wordt verklaard doordat de zandkokerworm, nonnetje, gewone kokkel en de strandgaper ongeveer hetzelfde verspreidingsgebied hebben. Uit literatuuronderzoek is naar voren gekomen dat de zandkokerworm een gebiedsvormer is en zo een gunstig habitat creëert voor schelpdieren zoals het nonnetje, de gewone kokkel en de strandgaper (Van der Heide et al., 2014). Dit is aan de verspreidingskaarten en met name de grafieken (*figuur 3.5*) goed te zien.

Wadslakjes komen voor in slikkige bodem (Natuurinformatie, 2016^e). Kijkend naar de grafiek van het wadslakje (*figuur 3.5*) lijkt dit niet overeen te komen. In totaal zijn er ook maar 9 wadslakjes aangetroffen, terwijl op het wad, onder gunstige omstandigheden, de aantallen wel kunnen oplopen tot 200.000 individuen per vierkante meter (Ecomare 2015^b).

Het nonnetje en de zandkokerworm worden beïnvloed door de afstand tot de zee en de gewone kokkel en het wadslakje door de korrelgrootte. Wanneer onder invloed van veranderde dynamiek in de slenk de korrelgrootte en de afstand tot de zee verandert, vindt ook een verandering in de verspreiding van het nonnetje, zandkokerworm, gewone kokkel en wadslakje plaats. Hiermee kan een toename, afname of verandering van de foerageerlocatie ontstaan van het voedselaanbod van de eidereend.

De zandkokerworm dient als prooi voor de kluut en de kleine mantelmeeuw. Verder is de zandkokerworm als gebiedsvormer van grote waarde, dankzij de duidelijke relatie met de andere schelpdieren. Het nonnetje, de gewone kokkel en de strandgaper zijn allemaal prooidieren voor de eidereend, bontbekplevier en kleine mantelmeeuw. (Synbiosys, 2008^{a,b,c,d,e}) (Vogelbescherming, 2017^{a,b,c}) De aanwezigheid van de zandkokerworm is daarom van belang voor deze soorten.

Uit de cluster analyse is het niet naar voren gekomen, maar bij de uitvoer van de toets is gebleken dat er een significante negatieve relatie bestaat tussen de verspreiding van de rode draadworm en de strandgaper (*Bijlage V*). In de clusters behoren de rode draadworm en de strandgaper ieder in een ander cluster. In de uitvoer van de clusters heeft de rode draadworm een sterke negatieve relatie met de veelkleurige zeeduizendpoot.

Tussen de strandgaper en de veelkleurige zeeduizendpoot bestaat ook een positieve relatie, maar is alles behalve significant gebleken (*tabel 3.7; Bijlage V*). De strandgaper heeft een relatie met de zandkokerworm met een trend naar significantie. Het is door die verhouding dat de strandgaper ingedeeld is in de cluster met onder andere de zandkokerworm, maar niet met de rode draadworm. De correlatie van de strandgaper in cluster 2 is dan ook zwak met een waarde van 0,321. De negatieve relatie van de rode draadworm met de strandgaper is duidelijk zichtbaar in *figuur 3.5*. Hier is zichtbaar dat de rode draadworm veelvuldig voorkomt in de eerste duizend meter van de slenk en de strandgaper pas vanaf 1000 meter vanaf de zee.

4.2.3. Wadpier

De wadpier behoort niet tot cluster 1 en cluster 2 en heeft geen relatie met andere benthossoorten. Wel dient de wadpier als voedsel voor de kluut en kleine mantelmeeuw en wordt de verspreiding beïnvloed door de specifieke geleidbaarheid van de bodem.

De rode draadworm en de wadpier zijn aan elkaar verwant (Van Oijen, 2011). De wadpier leeft op droogvallende platen die niet te slikkig zijn (Ecomare, 2015^f). Deze relaties zijn niet terug te zien in *figuur 3.5* waarbij de verspreiding van de wadpier en rode draadworm wordt getoond. Ook de matrix van *tabel 3.6* laat geen relatie zien tussen de beide soorten. Het aantal van 22 wadpiëren is lager dan verwacht gezien het feit dat er droogvallende platen zijn die ideaal zijn voor de wadpier (Ecomare, 2015^f). Een klein deel van de boringen hebben wel in de buurt van deze platen plaatsgevonden.

De wadpier geeft de voorkeur aan een zandbodem met een fijne tot middelfijne korrelgrootte (Bijkerk & Dekker 1991). Dit is tot op zekere hoogte terug te zien in *figuur 3.5*. Desondanks is er geen significante relatie met de korrelgrootte gevonden, zoals ook naar voren komt in *Bijlage VI*. De wadpier kan veranderingen in het saliniteitsgehalte verdragen (Bijkerk & Dekker 1991), er is dan ook geen relatie met de specifieke geleidbaarheid naar voren gekomen (*Bijlage VI*).

Het wadslakje en de wadpier vertonen geen relatie met andere benthossoorten. Voor het wadslakje is dat opvallend, aangezien de verspreiding van het wadslakje wordt beïnvloed door de verspreiding van de zandkokerworm. Tijdens het indelen van de clusters is het wadslakje wel ingedeeld in het cluster met de zandkokerworm. De correlatie waarde is vanaf 0,2 zichtbaar, waardoor het wadslakje met een correlatie van 0,286 binnen deze groep valt. Het wadslakje vertoont dus zwakke correlatie met onder andere de zandkokerworm. In de toets komt dit niet significant naar voren. In geen van de clusters komt dit naar voren en de toets laat ook geen relatie met de wadpier en overige soorten zien. Het wadslakje en de wadpier zijn relatief weinig aangetroffen. Van de wadpier 18 individuen en van

het wadslakje slechts 8 individuen. Mogelijk is dit de reden waarom de relaties met andere soorten niet naar voren is gekomen.

4.2.4. Verspreiding overige soorten

De gewone mosselen platte slijkgaper zijn slechts één maal in de monsters aangetroffen. De gewone mossel leeft doorgaans gehecht aan stenen en schelpen in ondiep water (Natuurinformatie, 2016^c). De schelpdelen die in de boringen zijn aangetroffen, waren voornamelijk kleine gebroken delen. De waargenomen stenen zijn voornamelijk kleine kiezeltjes. Dat slechts één gewone mossel is aangetroffen in de monsters kan te wijten zijn aan het gebrek van stenen en schelpen.

De platte slijkgaper is een soort die tot 30 centimeter diep ingegraven in de zeebodem leeft (Natuurinformatie, 2016^d). De buizen waarmee geboord wordt, gaan tot maximaal 25 centimeter diepte. Mogelijk is het hierdoor dat alleen één platte slijkgaper is aangetroffen in de monsters.

De gewone garnaal is driemaal opgeboord in een boring. Dat deze in de boringen hebben gezeten is mogelijk te verklaren door het feit dat garnalen zich over dag ingraven in de zeebodem (Ecomare, 2015^e). Ze hebben zich mogelijk tijdens vloed op die locatie.

De zeedruif is ook een soort waarvan niet verwacht werd deze tegen te komen tijdens de benthos boringen. Hiervan zijn 31 individuen bemonsterd. Bij de zeedruif is het lastig te controleren of deze nog levend is. De zeedruiven kunnen, aangespoelde, niet meer levende exemplaren zijn. Desondanks zijn ze wel in de resultaten opgenomen.

4.2.5. Korrelgrootte en specifieke geleidbaarheid

De resultaten van de korrelgrootte laten zien dat in het begin van de slenk sprake is van een grotere korrelgrootte dan achterin de slenk. Dit kan verklaard worden doordat er in de sluftermondingsprake is van een hogere stroomsnelheid waardoor er grotere deeltjes meegenomen kunnen worden. Deze grotere deeltjes zullen eerder zinken naarmate de stroomsnelheid afneemt. De kleinere deeltjes worden vervolgens nog verder het gebied in gedragen. (Cant, 2010)

In de grafiek, ter hoogte van 2564 meter verwijderd van de zee, is er een relatief lage korrelgrootte waarde waargenomen. Deze waarde is waarschijnlijk afkomstig van een relatief slijkgig monster in vergelijking met andere monsters. Mogelijk is dit een afgekalfd stuk kwelder, wat door de slenk bewerkt is.

De resultaten laten zien dat de specifieke geleidbaarheid gemiddeld genomen toe neemt naarmate de afstand tot de zee toeneemt. Dit gaat echter niet met een duidelijke stijgende lijn. Verwacht wordt dat voorin, waar de stroomactiviteit hoger is, een hogere specifieke geleidbaarheid bestaat door de rondzwevende deeltjes. Die rondzwevende deeltjes zakken naar de bodem naarmate de wateractiviteit minder wordt.

4.3. Vissen, garnalen en benthos (fuiken)

Vissen

De brakwatergrondel is de meest gevangen vis in de Slufter. Dat de brakwatergrondel is aangetroffen in de fuiken is niet bijzonder. De brakwatergrondel leeft in kustgebieden en komt voor in zeearmen, wat de slufter ook is. (Sportvisserij Nederland, 2017). Waarom er geen andere soorten aangetroffen zijn in de fuik is moeilijk te zeggen. Het zal voornamelijk aan het moment liggen waarop de fuiken zijn uitgezet. Er zijn vissoorten zijn die alleen in het paaiseizoen de zee verlaten om zich te voortplanten en de slufter als kinderkamer gebruiken (Jager, 1999).

De brakwatergrondel is een belangrijke stapelvoedselbron voor lepelaars en dwergsterns en is minder belangrijk als stapelvoedsel voor de eider en kleine mantelmeeuw. Bij de brakwatergrondel is er geen significante relatie gemeten met de indicatoren voor de dynamiek. Het kan zijn dat de verschillen die waargenomen zijn in de dynamiek nog binnen de grenzen liggen van dat wat de brakwatergrondel nodig heeft. Daarbij zijn de fuiken uitgezet binnen het paaiseizoen van de brakwatergrondel (Ravon, 2016).

Garnalen

Tijdens het uitzetten van de fuiken werd niet de focus gelegd op het vangen van garnalen. Het uitzetten van fuiken voor het vangen van garnalen is succesvol gebleken. Met name de gewone garnaal en de steurgarnaal zijn veelvuldig gevangen. Daarnaast is ook de slijkgarnaal aangetroffen.

Garnalen komen veel voor in getijdengebieden en zijn daar te vinden waar het voedselaanbod en watertemperatuur meest optimaal zijn. Door de fuiken ook gedurende de nacht te laten uitstaan, zijn de garnalen tijdens hun actieve periode bemonsterd. Garnalen graven zich gedurende de dag in, maar zijn gedurende de nacht actief. (Ecomare, 2015^c)

De gewone garnaal is belangrijk als stapelvoedsel voor de lepelaar en minder belangrijk voor de kluut, bontbekplevier en dwergstern. De gewone garnaal vertoont significante relaties met indicatoren voor dynamiek. Dit zijn de specifieke geleidbaarheid van de bodem en de zuurtegraad. Wanneer onder invloed van veranderende dynamiek deze factoren zullen veranderen, heeft dit invloed op de aanwezigheid en verspreiding van de gewone garnaal en daarmee op de voedselbronnen voor de lepelaar, kluut, bontbekplevier en dwergstern.

De gewone steurgarnaal is belangrijk voor dezelfde vogelsoorten als voedselbron als de gewone garnaal. Echter heeft de gewone steurgarnaal geen significante relaties met de indicatoren voor dynamiek. Verklaringen hiervoor zijn tijdens dit onderzoek niet aan het licht gekomen.

De slijkgarnaal is belangrijk voor dezelfde vogelsoorten als voedselbron als de gewone garnaal en de gewone steurgarnaal. De slijkgarnaal is een klein kreeftje dat in grote groepen leeft op de hoger gelegen wadplaten. (Ecomare, 2015^g). De reislust van deze kreeftjes kan de reden zijn dat ze in de fuiken zijn terecht gekomen. De slijkgarnaal heeft significante relaties met indicatoren voor dynamiek. Dit zijn de specifieke geleidbaarheid van de bodem en de zuurtegraad. Wanneer onder invloed van veranderende dynamiek deze factoren zullen veranderen, heeft dit invloed op de aanwezigheid en verspreiding van de slijkgarnaal en daarmee op de voedselbronnen voor de lepelaar, kluut, bontbekplevier en dwergstern.

Benthos

De gewone strandkrab is veelvuldig gevangen in de fuiken, waardoor deze geschikt is om te testen of er een relatie bestaat tussen de verspreiding en een indicator voor dynamiek.

Gezien het feit dat de fuiken in de zomer en nazomer maanden zijn uitgezet is het niet verwonderlijk dat er zoveel strandkrabben aangetroffen zijn in de fuiken. Het is namelijk in de zomer dat de strandkrab jaagt op het wad en het slik. Daarbij is het ook een veel voorkomende soort en dus mogelijk hem in deze periode veel te vangen. (Ecomare 2015^e).

De gewone strandkrab dient als prooi voor eider, kluut, bontbekplevier, kleine mantelmeeuw, dwergstern en lepelaar. Daarom is de soort belangrijk als voedselbron in De Slufter. De verspreiding van de gewone strandkrab wordt verklaard door de afstand tot de zee, zuurtegraad en turbiditeit. Wanneer onder invloed van veranderende dynamiek deze factoren zullen veranderen, heeft dit invloed op de aanwezigheid en verspreiding van de gewone strandkrab en daarmee op de voedselbronnen voor de eider, kluut, bontbekplevier, kleine mantelmeeuw, dwergstern en lepelaar.

5. Conclusie

Aanwezige vissen in de slufferslenk zijn: brakwatergrondel (*Pomatoschistus microps*), dikkopje (*Pomatoschistus minitus*), lozano's grondel (*Pomatoschistus lozanoi*) en grote zeenaald (*Syngnathus acus*). Geen van de indicatoren voor dynamiek heeft invloed op de verspreiding van deze vissoorten.

In de slufferslenk komen gewone garnaal (*Crangon crangon*), gewone steurgarnaal (*Palaemon elegans*) en slijkgarnaal (*Corophium volutator*) voor.

De specifieke geleidbaarheid heeft een positieve invloed op de verspreiding van de gewone garnaal en de zuurtegraad heeft een negatieve relatie met de verspreiding van de gewone garnaal. Er stromen significant meer gewone garnalen richting de zee dan stroomopwaarts.

De verspreiding van de slijkgarnaal heeft een negatieve relatie met de specifieke geleidbaarheid (saliniteit) en de zuurtegraad.

De verspreiding van de gewone steurgarnaal heeft geen relatie met één van de indicatoren voor dynamiek.

Benthossoorten die aanwezig zijn in de slufferslenk zijn: veelkleurige zeeduizendpoot (*Nereis diversicolor*/*Hediste diversicolor*), rode draadworm (*Heteromastus filiformis*), wadslakje (*Peringia ulvae*), nonnetje (*Macoma balthica*), wadpier (*Arenicola marina*), strandgaper (*Mya arenaria*), gewone kokkel (*Cerastoderma edule*/*Cardium edule*), zandkokerworm (*Pygospio elegans*), gewone strandkrab (*Carcinus maenas*), gewone mossel (*Mytilus edulis*), platte slijkgaper (*Scrobicularia plana*) en zandzager (*Nephtys hombergii*). De verspreiding van de veelkleurige zeeduizendpoot, nonnetje en zandkokerworm hebben een positieve relatie met de afstand tot de zee. De verspreiding van de rode draadworm heeft een negatieve relatie met de afstand tot de zee.

De verspreiding van het wadslakje en de gewone kokkel hebben een negatieve relatie met de korrelgrootte.

De verspreiding van de wadpier in de slufferslenk heeft een positieve relatie met de specifieke geleidbaarheid van de bodem (saliniteit van de bodem).

De verspreiding van de gewone strandkrab heeft een positieve relatie met de afstand tot de zee en de turbiditeit en ook een negatieve relatie met de zuurtegraad.

Strandgaper, gewone mossel, platte slijkgaper en zandzager hebben geen relatie met één van de indicatoren voor dynamiek.

Soorten die een relatie hebben met één of meer indicatoren voor dynamiek en daarom gebruikt kunnen worden om veranderingen in de dynamiek in de slenk van de Slufter van Texel aan te tonen:

Garnalen:

Gewone garnaal (*Crangon crangon*)

Slijkgarnaal (*Corophium volutator*)

Benthos:

Veelkleurige zeeduizendpoot (*Nereis diversicolor*/*Hediste diversicolor*)

Rode draadworm (*Heteromastus filiformis*)

Zandkokerworm (*Pygospio elegans*)

Nonnetje (*Macoma balthica*)

Gewone kokkel (*Cerastoderma edule*/*Cardium edule*)

Wadslakje (*Peringia ulvae*)

Wadpier (*Arenicola marina*)

Gewone strandkrab (*Carcinus maenas*)

6. Aanbevelingen

Dit onderzoek heeft zich gericht op de aanwezigheid en verspreiding in vissen, garnalen en benthos als indicator voor dynamiek in de slufferslenk. Hierbij zijn 10 soorten aangewezen die in de verspreiding worden beïnvloed door ten minste één indicator voor dynamiek. Wanneer tijdens vervolg onderzoek wordt gefocust op de bemonstering van deze soorten, kunnen veranderingen in aanwezigheid en verspreiding van soorten die worden beïnvloed door de dynamiek beter inzichtelijk worden gemaakt.

De resultaten omtrent de fuiken zijn beperkt. De toetsen konden niet voor alle soorten uitgevoerd worden door te weinig data. De resultaten zijn gebaseerd op 14 uitzetperiodes op fuiken op locatie 1 en 8 uitzetperiodes op locatie 2. Wanneer de fuiken over een langere periode worden uitgezet, grotere fuiken worden gebruikt en/of het uitzetten gedurende verschillende seizoenen plaatsvindt, zou dat de resultaten kunnen beïnvloeden. Ook zijn de resultaten van het onderzoek alleen verkregen tijdens het uitzetten van de fuiken gedurende springtij. Vissen en garnalen kunnen zich makkelijk voortbewegen en zich naar de zee verplaatsen of juist weer terugtrekken de slenk in. Het is vooral daarom dat de resultaten zouden kunnen afwijken bij verschillende getijden en verschillende seizoenen. De resultaten van de fuiken geven een goede indicatie van de huidige situatie, maar de getoetste significanties, voor zowel de indicatoren voor dynamiek als wel de soorten, kunnen over een langere onderzoeksperiode afwijkend zijn.

Tijdens dit onderzoek is alleen de aanwezigheid en verspreiding van de soorten bepaald. De biomassa en de functie van De Slufter als foerageergebied voor Natura2000 vogels is niet onderzocht. Daarom is het van belang in vervolgonderzoek hierop te concentreren. Vragen hierbij zijn: welke soorten, en hoeveel hiervan, wordt daadwerkelijk naar gefoerageerd door de relevante Natura 2000 vogelsoorten (eider, kluut, bontbekplevier, kleine mantelmeeuw, dwergstern en lepelaar). Hoeveel wordt gegeten, wat is de voedingswaarde, hoeveel hebben de vogels nodig en hoeveel van de benthos zou aanwezig moeten zijn voor de vogels om in hun behoeften te kunnen voorzien.

Omdat nu de exacte locatie van de slenk bekend is, is het raadzaam dit voor te zetten. Ook tijdens springtij en doodtij. Veranderingen in het gebied zullen als eerste zichtbaar worden door de veranderende slenkmonding. Hierbij kan bijvoorbeeld ook gespecificeerd worden in zand- en slikplaten.

7.0 Literatuurlijst

Balke, T. & Arentz, L. (2013). Opstellen monitoringsplan Slufter Texel. *Deltares* Rapport nr. 1207993-000

Bijkerk, R. (2010). Handboek Hydrobiologie. Utrecht: Stowa

Bijkerk, R. & Dekker, P.I. (1991). De wadpier *Arenicolamarina* (Polychaeta). Rijkswaterstaat. Opdrachtnr: AH 005; BPRW WASYS 90 KNNV (2013). Mantelmeeuwen. Gevonden op 20, april, 2016, op:
<https://www.knnv.nl/knnv-afdeling-eindhoven/mantelmeeuwen>

Bruyne de R. & Boer de T.. Schelpen van de Waddenzee. Fontaine Uitgevers B.V. Hilversum.

Bulger, A.J., Hayden, B.P., Monaca, M.E., Nelson, D.M. & McCormick-Ray, M.G. (1993). Biologically-based estuarine salinity zones derived from a multivariate analysis. Volume 16, Issue 2, pp 311-322. Springer

Cant, P. (2010). Onderzoek naar fysische sedimentkarakteristieken van de Demer en haar bijrivieren. Gent: Univeristeit Gent. Faculteit Wetenschappen. pp. 8

Cattrijsse, A. (1997). Effecten van verhoogde concentraties gesuspendeerde klei en sediment op vissen en bivalen. Gent: Sectie Marine Biologie, Instituut voor Dierkunde, Universiteit Gent.

Delta Ohm Benelux B.V. (2016). Wat is geleidbaarheid en welke geleidbaarheidsmeter heeft u nodig? Gevonden op 16 april 2016 op:
<https://www.deltaohm.nl/nieuws/20120328-wat-is-geleidbaarheid-en-welke-geleidbaarheidsmeter-heeft-u-nodig>

Directie Regionale Zaken (2008). Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel. Directie Regionale Zaken DRZO/2008-002

Durieux, M.X. (2003). De stabiliteit van de Slufter op Texel. Delft: Technische Universiteit. 11 pp

Dynamisch Kustbeheer (2015). Ecologische monitoring in De Slufter. Gevonden op 10 februari 2016 op:
http://www.dynamischkustbeheer.nl/content/content.asp?menu=10910000_000000http%3A%2F%2F

Ecomare (2015^a). De Slufter. Gevonden op 22 april, 2016, op:
<http://www.ecomare.nl/nl/ecomare-encyclopedie/gebieden/waddengebied/nederlands-waddengebied/texel/natuur-op-texel/slufter/>

Ecomare (2015^b). Wadpieren. Gevonden op 16 december, 2016, op:
<http://www.ecomare.nl/ecomare-encyclopedie/organismen/dieren/ongewervelde-dieren/wormen/wadpieren/>

Ecomare (2015^c). Garnaal. Gevonden op 7 juli, 2016, op: <http://www.ecomare.nl/ecomare-encyclopedie/organismen/dieren/ongewervelde-dieren/geleedpotigen/kreeftachtigen/tienpotigen/garnalen/garnaal/>

Ecomare (2015^d). Getijden en waterstanden. Gevonden op 7 september, 2016, op:

<http://www.ecomare.nl/ecomare-encyclopedie/natuurlijk-milieu/waterhuishouding/waterstromingen/getijden-en-waterstanden/>

Ecomare (2015^e). Strandkrab. Gevonden op 15 decemer, 2016, op: <http://www.ecomare.nl/ecomare-encyclopedie/organismen/dieren/ongewervelde-dieren/geleedpotigen/kreeftachtigen/tienpotigen/krabben/strandkrab/>

Ecomare (2015^f). Wadpieren. Gevonden op 16 december, 2016, op: <http://www.ecomare.nl/ecomare-encyclopedie/organismen/dieren/ongewervelde-dieren/wormen/wadpieren/>

Ecomare (2015^g). Slijkgarnaal. Gevonden op 13 februari, 2017, op: <http://www.ecomare.nl/ecomare-encyclopedie/organismen/dieren/ongewervelde-dieren/geleedpotigen/kreeftachtigen/amfipoden/slijkgarnaal/>

Evertsen, J.C., & Jak, T.J.N., 2015. Halofiele soorten als indicator van zoet-zout gradiënten in het natuurgebied de Slufter van Texel. Hogeschool Van Hall Larenstein.

Eysink, W.D., Hoekstra, A. & Hoozemans, F.M.J. (1992). Nederlandse Slufters. Waterloopkundig laboratorium. *Rapport nr. H 1464*, 3-13 pp

Hardeman G., Vellinga T. & Van der Zee P. (2012). Maasvlakte monitor. Havenbedrijf Rotterdam N.V. Projectorganisatie Maasvlakte 2. Gevonden op 8 september 2016, op: https://www.maasvlakte2.com/uploads/maasvlakte_2_monitor_2012.pdf

Hayward P., Nelson-Smith T., Shields C. *et al.*. Seashore of Britain and Europe. HarpercollinsPublishers New-York.

Van der Heide, T., Tielens, E., Van der Zee, E.M., Weerman, E.J., Holthuijsen, S., Klemens Erikson, B., Piersma, T., van de Koppel, J. & Olf, H. (2014). Predation and habitat modification synergistically interact to control bivalve recruitment on intertidal mudflats. *Biological Conservation* 172 (2014) 163–169.

Hoekstra, A.I.J., Perdoli, G.B.M. (1992). Sluftervorming en natuurontwikkeling. WL-Delft

Hofstede, J. (2003). Integrated management of artificially created saltmarshes in the Wadden Sea of Schleswig-Holstein, Germany. *Wetlands Ecology and Management*, 183-194.

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (2016). Wat doet HHNK? Gevonden op 4 juli, 2016, op: https://www.hhnk.nl/portaal/wat-doet-hhnk_256/

Jager, Z. (1999). Visintrek Noord-Nederlandse kustzone. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Rapport RIKZ-99.022, pp 16 – 23.

Klein Breteler, R. (2009). Wave-induced sediment transport at the small tidal inlet ‘Slufter’ of Texel, the Netherlands. Department of Physical Geography Faculty of Geosciences Utrecht University, pp. 6 – 9

Kremer B.P. & Klaus J.. Duin, strand en wad. Trion Natuur Baarn.

De Lange, H.J., De Jonge, J. & Peeters, E.T.H.M. (2005). Draagkracht in het rivierengebied voor vogels en vissen. Lelystad: RIZA

Lock, D. & Overbeek, S. (2015). *Macrobenthos in the Slufter, Texel*. Leeuwarden: Hogeschool Van Hall Larenstein

Lok, T., Overdijk, O., Horn, H. & Piersma, T. (2009). De lepelaarpopulatie van de Wadden. *Limosa*. 82-2009, pp. 149-157

Van der Mark C., Ates R., Boois de I., et al. (2014). *Zeeboek*. Jeugdbondsuitgeverij.

Ministerie van Economische Zaken (2016). Duinen en Lage Land Texel. Gevonden op 24 maart 2016 op:
<http://www.synbiosys.alterra.nl/Natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=1&id=n2k2>

Miththapala, S. (2013). Lagoons and Estuaries. *Coastal Ecosystems Series* (Vol 4). Colombo: IUCN Sri Lanka Country Office

Nationaal Park Duinen van Texel (2016). Welkom in Nationaal Park Duinen van Texel. Gevonden op 9 mei 2016 op: <http://www.npduinenvantexel.nl/>

Natuurinformatie (2016^a). Klein tafelmesheft. Gevonden op 16 december, 2016, op:
<http://www.natuurinformatie.nl/nnm.dossiers/natuurdatabase.nl/i003553.html>

Natuurinformatie (2016^b). Brakwaterkokkel. Gevonden op 16 december, 2016, op:
<http://natuurinformatie.nl/nnm.dossiers/natuurdatabase.nl/i003565.html>

Natuurinformatie (2016^c). Gewone mossel. Gevonden op 16 december, 2016, op:
<http://www.natuurinformatie.nl/nnm.dossiers/natuurdatabase.nl/i003549.html>

Natuurinformatie (2016^d). Platte slijkgaper. Gevonden op 16 december, 2016, op:
<http://www.natuurinformatie.nl/nnm.dossiers/natuurdatabase.nl/i003577.html>

Natuurinformatie (2016^e). Wadslakje. Gevonden op 16 december, 2016, op:
<http://www.natuurinformatie.nl/nnm.dossiers/natuurdatabase.nl/i003535.html>

Nelemans, D. (2015). Wat is troebelheid?. Gevonden op 16 april 2016 op:
<http://www.inven.nl/iso7027.html>

NIOZ. Veldgids waddenzeebenthos. Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee.

Van Oijen, T. (2011). Jonge en fossiele wormgangetjes. Gevonden op 16 december, 2016, op:
<http://www.waddenvereniging.nl/wadweten/5135-jonge-en-fossiele-wormgangetjes.html>

Pearson, M.P. (2004). The Ecology, Status and Recovery Prospects of Nooksack Dace (*Rhinichthyscataractae* ssp.) and Salish Sucker (*Catostomus* sp.) In Canada. University of British Columbia.

Ravon (2016). Brakwatergrondel. Gevonden op 8 februari, 2017, op:
<http://www.ravon.nl/Infotheek/Soortinformatie/Vissen/Brakwatergrondel/tabid/1456/Default.aspx>

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2016). Natura 2000-ontwerpbeheerplan Texel (2). 89-91, 112 pp.

van Rooijen, A. & van Thiel de Vries, J. (2014). Stormgedreven morfodynamiek van De Slufter, Texel. *Deltares*.

Seiderer, L.J. & Newell, R.C. (1999). Analysis of the relationship between sediment composition and benthic community structure in coastal deposits: Implications for marine aggregate dredging. *ICES Journal of Marine Science*. 56-1999, pp. 757–765.

Soortenbank (2016). Zager (Nereisvirens). Gevonden op 16 december, 2016, op: <http://www.soortenbank.nl/soorten.php?soortengroep=duikgids&id=250>

Van der Spek, E. (2015). Mag De Slufter straks weer kwispelen? Gevonden op 10 februari 2016 op: <https://staatsbosbeheertexel.wordpress.com/2015/08/31/mag-de-slufter-straks-weer-kwispelen/>

Sportvisserij Nederland (2009^a). Veldgids de Nederlandse zeevissen. Sportvisserij Nederland.

Sportvisserij Nederland (2009^b). Veldgids de Nederlandse zoetwatervissen. Sportvisserij Nederland.

Sportvisserij Nederland (2017). Brakwatergrondel. Gevonden op 13 februari, 2017, op: <http://www.sportvisserij nederland.nl/vis-water/vissoorten/160/brakwatergrondel.html>

Synbiosys (2008^a). Eider. Profielen Vogels, versie 1 september 2008. Gevonden op 24 januari 2017 op http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/vogels/profiel_vogel_A063.pdf

Synbiosys (2008^b). Kluut. Profielen Vogels, versie 1 september 2008. Gevonden op 24 januari 2017 op http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/vogels/profiel_vogel_a132.pdf

Synbiosys (2008^c). Bontbekplevier. Profielen Vogels, versie 1 september 2008. Gevonden op 24 januari 2017 op http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/vogels/profiel_vogel_A137.pdf

Synbiosys (2008^d). Dwergstern. Profielen Vogels, versie 1 september 2008. Gevonden op 24 januari 2017 op http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/vogels/profiel_vogel_a195.pdf

Synbiosys (2008^e). Lepelaar. Profielen Vogels, versie 1 september 2008. Gevonden op 24 januari 2017 op http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/vogels/profiel_vogel_A034.pdf

De Temmerman, L.M.J. & Van Meurs, G.A.M. (2009). Biologische sedimentatie van gesuspendeerd slib en sedimentstabilisatie. *Deltares*. DC6463-229 versie 1

Vlaams Nederlandse Schelde Commissie (2014). Hydrodynamiek en habitatgeschiktheid. Gevonden op 8 september, 2016, op: <http://www.vnsc.eu/uploads/2014/12/leaflet-hydrodynamiek-en-habitatgeschiktheid-voor-benthos-1.pdf>

Vogelbescherming Nederland (2016^a). Vogelgids. Gevonden op 28 april, 2016, op: http://www.vogelbescherming.nl/vogels_kijken/vogelgids

Vogelbescherming Nederland (2016^b). Dwergstern. Gevonden op 21 april, 2016, op: http://www.vogelbescherming.nl/vogels_kijken/vogelgids/zoekresultaat/detailpagina/q/vogel/38

Vogelbescherming (2017^a). Bontbekplevier. Gevonden op 24 januari 2017 op <https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/?vogel=12>

Vogelbescherming (2017^b). Dwergstern. Gevonden op 24 januari 2017 op <https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/?vogel=38>

Vogelbescherming (2017^c). Kleine mantelmeeuw. Gevonden op 24 januari 2017 op <https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/?vogel=106>

Bijlage I: Locaties macro benthos boringen en sedimentmonsters



Bijlage II: Uitkomsten Generalized Linear Mixed Model indicatoren dynamiek fuiken

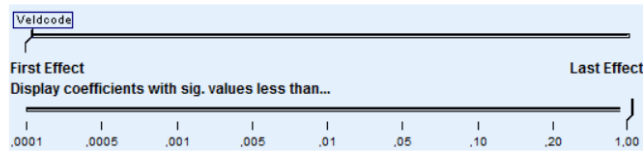
Uitkomsten GLMM tussen locatie 1 en 2

Fixed Coefficients
Target:Zscore(GEMwatertemperatuur)

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,735	0,471	1,558	,139	-0,265	1,734
Veldcode=1	-0,945	0,535	-1,767	,096	-2,078	0,189
Veldcode=2	0 ^a					

Probability distribution:Normal
Link function:Identity

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.

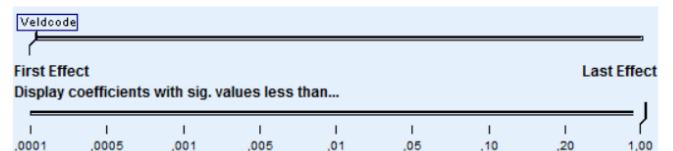


Fixed Coefficients
Target:Zscore(GEMtroebelheid)

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	-0,682	0,308	-2,216	,038	-1,324	-0,040
Veldcode=1	1,072	0,386	2,778	,012	0,267	1,876
Veldcode=2	0 ^a					

Probability distribution:Normal
Link function:Identity

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.

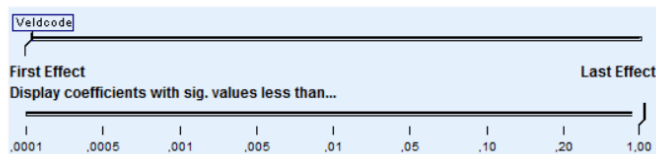


Fixed Coefficients
Target:Zscore(GEMpH)

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,222	0,357	0,621	,541	-0,523	0,966
Veldcode=1	-0,349	0,447	-0,779	,445	-1,282	0,585
Veldcode=2	0 ^a					

Probability distribution:Normal
Link function:Identity

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.

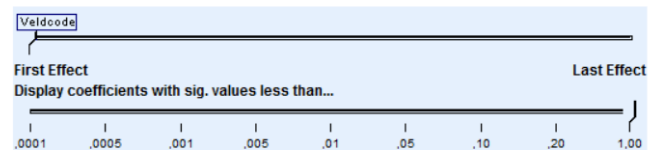


Fixed Coefficients
Target:Zscore(GEMgeleidbaarheid)

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	-0,703	0,304	-2,312	,032	-1,337	-0,069
Veldcode=1	1,104	0,381	2,898	,009	0,309	1,899
Veldcode=2	0 ^a					

Probability distribution:Normal
Link function:Identity

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.



Uitkomsten GLMM tussen in- en uitstroom

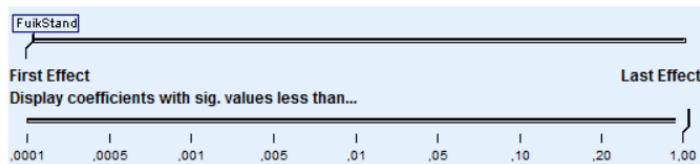
Fixed Coefficients

Target:Zscore(GEMwaternatuur)

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	-0,079	0,309	-0,257	,801	-0,735	0,576
FuikStand=1	0,204	0,496	0,411	,686	-0,847	1,255
FuikStand=2	0 ^a					

Probability distribution: Normal
Link function: Identity

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.



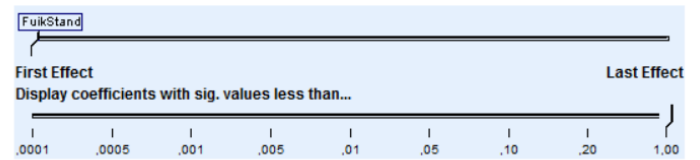
Fixed Coefficients

Target:Zscore(GEMtroebeldheid)

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,042	0,284	0,148	,884	-0,550	0,634
FuikStand=1	-0,103	0,444	-0,232	,819	-1,029	0,823
FuikStand=2	0 ^a					

Probability distribution: Normal
Link function: Identity

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.



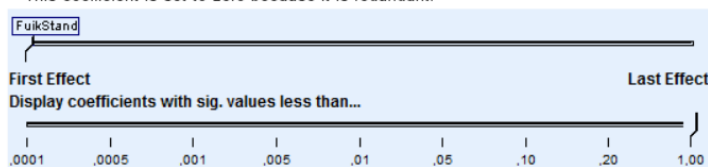
Fixed Coefficients

Target:Zscore(GEMpH)

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,045	0,284	0,159	,875	-0,547	0,637
FuikStand=1	-0,110	0,444	-0,249	,806	-1,036	0,815
FuikStand=2	0 ^a					

Probability distribution: Normal
Link function: Identity

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.



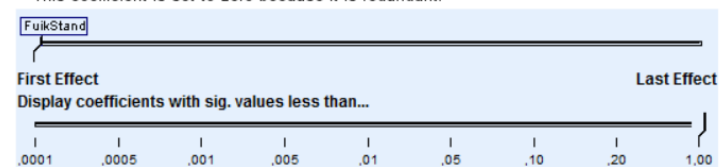
Fixed Coefficients

Target:Zscore(GEMgeleidbaarheid)

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,104	0,282	0,370	,716	-0,484	0,692
FuikStand=1	-0,255	0,441	-0,578	,570	-1,174	0,665
FuikStand=2	0 ^a					

Probability distribution: Normal
Link function: Identity

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.



Uitkomsten GLMM instroom tussen locatie 1 en 2

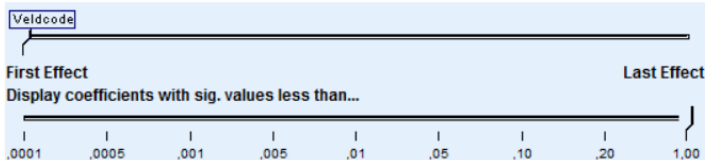
Fixed Coefficients

Target:Zscore(GEMwatertemperatuur)

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,735	0,521	1,411	,217	-0,603	2,073
Veldcode=1	-0,854	0,616	-1,387	,224	-2,437	0,729
Veldcode=2	0 ^a					

Probability distribution:Normal
Link function:Identity

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.



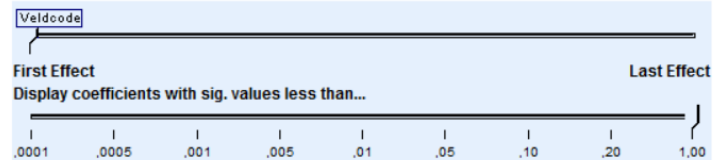
Fixed Coefficients

Target:Zscore(GEMtroebeldheid)

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	-0,682	0,404	-1,689	,135	-1,636	0,273
Veldcode=1	1,118	0,542	2,064	,078	-0,163	2,398
Veldcode=2	0 ^a					

Probability distribution:Normal
Link function:Identity

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.



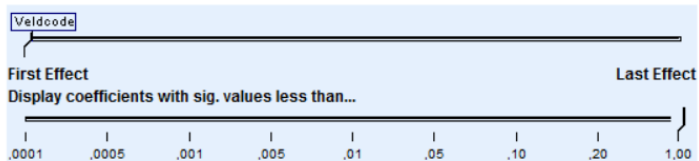
Fixed Coefficients

Target:Zscore(GEMgeleidbaarheid)

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	-0,703	0,486	-1,447	,191	-1,851	0,445
Veldcode=1	0,994	0,652	1,526	,171	-0,546	2,535
Veldcode=2	0 ^a					

Probability distribution:Normal
Link function:Identity

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.



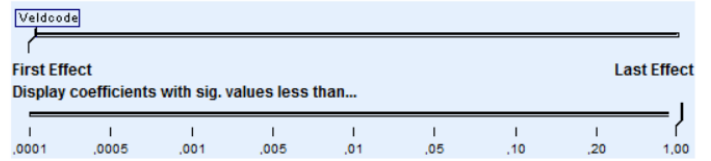
Fixed Coefficients

Target:Zscore(GEMpH)

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,222	0,573	0,387	,710	-1,134	1,578
Veldcode=1	-0,517	0,769	-0,672	,523	-2,336	1,302
Veldcode=2	0 ^a					

Probability distribution:Normal
Link function:Identity

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.



Uitkomsten GLMM uitstroom tussen locatie 1 en 2

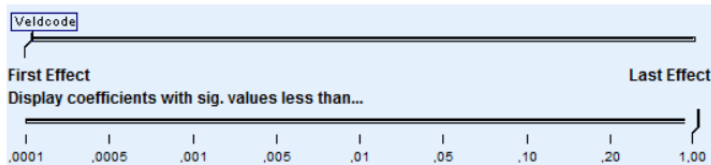
Fixed Coefficients

Target:Zscore(GEMwatertemperatuur)

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,735	0,798	0,921	,381	-1,070	2,539
Veldcode=1	-0,995	0,882	-1,128	,288	-2,990	1,000
Veldcode=2	0 ^a					

Probability distribution:Normal
Link function:Identity

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.



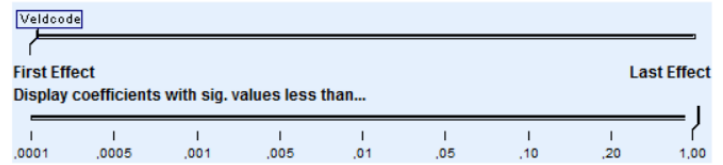
Fixed Coefficients

Target:Zscore(GEMtroebeldheid)

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	-0,682	0,490	-1,391	,192	-1,761	0,397
Veldcode=1	1,046	0,589	1,775	,104	-0,251	2,343
Veldcode=2	0 ^a					

Probability distribution:Normal
Link function:Identity

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.



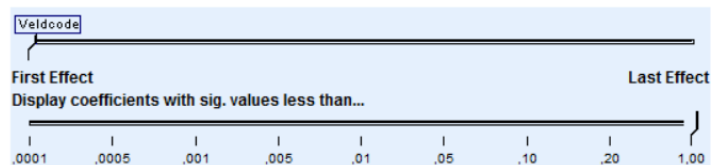
Fixed Coefficients

Target:Zscore(GEMpH)

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,222	0,499	0,445	,665	-0,876	1,320
Veldcode=1	-0,255	0,600	-0,425	,679	-1,575	1,065
Veldcode=2	0 ^a					

Probability distribution:Normal
Link function:Identity

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.



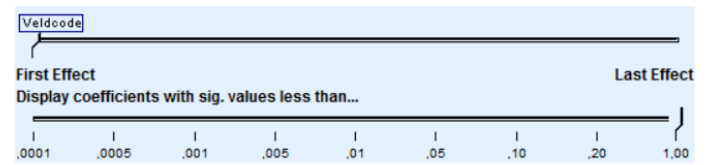
Fixed Coefficients

Target:Zscore(GEMgeleidbaarheid)

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	-0,703	0,429	-1,639	,130	-1,647	0,241
Veldcode=1	1,166	0,515	2,262	,045	0,031	2,300
Veldcode=2	0 ^a					

Probability distribution:Normal
Link function:Identity

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.



Bijlage III: Generalized Linear Mixed Model uitkomsten fuikvangsten in relatie tot indicatoren voor dynamiek

Brakwatergrondel:

Fixed Coefficients
Target:BrakwaterGrondel

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	Exp(Coefficient)	95% Confidence Interval for Exp (Coefficient)	
						Lower	Upper
Intercept	3,175	0,796	3,990	.001	23,923	4,496	127,292
Veldcode=1	-0,595	0,812	-0,733	,473	0,551	0,100	3,035
Veldcode=2	0 ^a						
FuikStand=1	-0,049	0,799	-0,061	,952	0,953	0,178	5,106
FuikStand=2	0 ^a						
ZGEMpH	-1,075	0,545	-1,973	,064	0,341	0,109	1,072
Negative Binomial	3,843	1,188					

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.

Gewone strandkrab:

Fixed Coefficients
Target:GewoneStrandkrab

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	Exp(Coefficient)	95% Confidence Interval for Exp (Coefficient)	
						Lower	Upper
Intercept	4,852	0,489	9,913	.000	128,007	45,579	359,505
Veldcode=1	-2,634	0,601	-4,386	.000	0,072	0,020	0,255
Veldcode=2	0 ^a						
FuikStand=1	0,833	0,418	1,993	,063	2,299	0,952	5,551
FuikStand=2	0 ^a						
ZGEMtroebeldheid	1,082	0,363	2,982	.008	2,951	1,372	6,347
ZGEMpH	-0,694	0,226	-3,073	.007	0,499	0,310	0,804
Negative Binomial	1,029	0,340					

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.

Gewone Garnaal:

Fixed Coefficients
Target:GewoneGarnaal

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	Exp(Coefficient)	95% Confidence Interval for Exp (Coefficient)	
						Lower	Upper
Intercept	3,058	0,769	3,979	.001	21,283	4,206	107,702
Veldcode=1	-1,260	0,906	-1,391	,182	0,284	0,042	1,918
Veldcode=2	0 ^a						
FuikStand=1	-2,482	0,914	-2,715	.015	0,084	0,012	0,575
FuikStand=2	0 ^a						
ZGEMpH	-1,075	0,504	-2,132	.048	0,341	0,118	0,989
ZGEMgeleidbaarheid	2,166	0,779	2,781	.013	8,722	1,687	45,095
Negative Binomial	2,489	0,869					

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.

Gewone steurgarnaal

Fixed Coefficients
Target:GewoneSteurgarnaal

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	Exp(Coefficient)	95% Confidence Interval for Exp (Coefficient)	
						Lower	Upper
Intercept	3,234	0,545	5,937	.000	25,384	8,118	79,378
Veldcode=1	-0,354	0,559	-0,633	,534	0,702	0,218	2,261
Veldcode=2	0 ^a						
FuikStand=1	-0,166	0,548	-0,303	,765	0,847	0,269	2,666
FuikStand=2	0 ^a						
Negative Binomial	1,558	0,444					

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.

Slijkgarnaal:

Fixed Coefficients
Target:Slijkgarnaal

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	Exp(Coefficient)	95% Confidence Interval for Exp (Coefficient)	
						Lower	Upper
Intercept	0,036	0,353	0,103	,919	1,037	0,493	2,182
Veldcode=1	0,043	0,403	0,107	,916	1,044	0,447	2,441
Veldcode=2	0 ^a						
FuikStand=1	0,465	0,256	1,815	,087	1,592	0,927	2,732
FuikStand=2	0 ^a						
ZGEMpH	-0,842	0,125	-6,744	.000	0,431	0,331	0,561
ZGEMgeleidbaarheid	-0,866	0,152	-5,679	.000	0,421	0,305	0,580
Negative Binomial	0,000	0,000					

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.

Zeedruif:

Fixed Coefficients
Target:Zeedruif

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	Exp(Coefficient)	95% Confidence Interval for Exp (Coefficient)	
						Lower	Upper
Intercept	2,625	0,703	3,734	.001	13,807	3,170	60,135
Veldcode=1	0,142	1,046	0,136	,893	1,153	0,129	10,290
Veldcode=2	0 ^a						
FuikStand=1	-1,244	1,029	-1,210	,241	0,288	0,033	2,481
FuikStand=2	0 ^a						
Negative Binomial	4,406	1,483					

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log

^aThis coefficient is set to zero because it is redundant.

Bijlage IV: Verspreidingskaarten benthos die in lage aantallen zijn waargenomen en een mindere relevantie

Vlokreeft sp.



Slijkgarnaal:



Zeedruif:



Kwelderspringer:



Gewone garnaal:



Onbekend:



Gewone strandkrab:



Gewone mossel:



Bijlage V: Onderlinge relaties benthosoorten

Veelkleurige zeeduizendpoot – Rode draadworm:

Fixed Coefficients
Target:VeelkleurigeZeeduizendpoot

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	Exp(Coefficient)	95% Confidence Interval for Exp (Coefficient)	
						Lower	Upper
Intercept	1,084	0,069	15,803	,000	2,956	2,583	3,383
RodeDraadworm	-0,120	0,020	-6,022	,000	0,887	0,853	0,923
Negative Binomial	0,946	0,120					

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log

RodeDraadworm

First Effect
Display coefficients with sig. values less than...

Last Effect

,0001 ,0005 ,001 ,005 ,01 ,05 ,10 ,20 1,00

Veelkleurige zeeduizendpoot – Nonnetje:

Fixed Coefficients
Target:VeelkleurigeZeeduizendpoot

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	Exp(Coefficient)	95% Confidence Interval for Exp (Coefficient)	
						Lower	Upper
Intercept	0,921	0,069	13,360	,000	2,511	2,192	2,875
Nonnetje	-0,053	0,087	-0,610	,542	0,948	0,799	1,125
Negative Binomial	1,167	0,136					

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log

Nonnetje

First Effect
Display coefficients with sig. values less than...

Last Effect

,0001 ,0005 ,001 ,005 ,01 ,05 ,10 ,20 1,00

Veelkleurige zeeduizendpoot – Wadslakje:

Fixed Coefficients
Target:VeelkleurigeZeeduizendpoot

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	Exp(Coefficient)	95% Confidence Interval for Exp (Coefficient)	
						Lower	Upper
Intercept	0,904	0,066	13,683	,000	2,470	2,169	2,813
Wadslakje	0,113	0,213	0,532	,595	1,120	0,737	1,703
Negative Binomial	1,167	0,137					

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log

Wadslakje

First Effect
Display coefficients with sig. values less than...

Last Effect

,0001 ,0005 ,001 ,005 ,01 ,05 ,10 ,20 1,00

Veelkleurige zeeduizendpoot – Zandkokerworm:

Fixed Coefficients
Target:VeelkleurigeZeeduizendpoot

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	Exp(Coefficient)	95% Confidence Interval for Exp (Coefficient)	
						Lower	Upper
Intercept	0,928	0,067	13,781	,000	2,530	2,216	2,889
Zandkokerworm	-0,018	0,014	-1,285	,200	0,982	0,955	1,010
Negative Binomial	1,159	0,135					

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log

Zandkokerworm

First Effect
Display coefficients with sig. values less than...

Last Effect

,0001 ,0005 ,001 ,005 ,01 ,05 ,10 ,20 1,00

Veelkleurige zeeduizendpoot – Wadpier:

Fixed Coefficients
Target:VeelkleurigeZeeduizendpoot

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	Exp(Coefficient)	95% Confidence Interval for Exp (Coefficient)	
						Lower	Upper
Intercept	0,908	0,067	13,577	,000	2,480	2,174	2,828
Wadpier	-0,009	0,228	-0,040	,968	0,991	0,633	1,552
Negative Binomial	1,169	0,137					

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log

Wadpier

First Effect
Display coefficients with sig. values less than...

Last Effect

,0001 ,0005 ,001 ,005 ,01 ,05 ,10 ,20 1,00

Veelkleurige zeeduizendpoot – Strandgaper:

Fixed Coefficients
Target:VeelkleurigeZeeduizendpoot

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	Exp(Coefficient)	95% Confidence Interval for Exp (Coefficient)	
						Lower	Upper
Intercept	0,899	0,067	13,336	,000	2,456	2,151	2,805
Strandgaper	0,131	0,217	0,606	,545	1,140	0,745	1,746
Negative Binomial	1,167	0,137					

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log

Strandgaper

First Effect
Display coefficients with sig. values less than...

Last Effect

,0001 ,0005 ,001 ,005 ,01 ,05 ,10 ,20 1,00

Nonnetje – Wadslakje:

Fixed Coefficients
Target:Nonnetje

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	Exp(Coefficient)	95% Confidence Interval for Exp (Coefficient)	
						Lower	Upper
Intercept	-1,408	0,167	-8,406	,000	0,245	0,176	0,340
Wadslakje	0,529	0,366	1,442	,150	1,696	0,825	3,488
Negative Binomial	4,155	1,247					

Probability distribution: Negative binomial
Link function: Log

Wadslakje

First Effect
Display coefficients with sig. values less than...

Last Effect

,0001 ,0005 ,001 ,005 ,01 ,05 ,10 ,20 1,00

Nonnetje – Zandkokerworm:

Fixed Coefficients
Target:Nonnetje

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	Exp(Coefficient)	95% Confidence Interval for Exp (Coefficient)	
						Lower	Upper
Intercept	-1,810	0,175	-10,345	,000	0,164	0,116	0,231
Zandkokerworm	0,127	0,028	4,620	,000	1,136	1,076	1,199
Negative Binomial	1,863	0,757					

Probability distribution: Negative binomial
Link function: Log

Zandkokerworm

First Effect
Display coefficients with sig. values less than...

Last Effect

,0001 ,0005 ,001 ,005 ,01 ,05 ,10 ,20 1,00

Nonnetje – Wadpier:

Fixed Coefficients
Target:Nonnetje

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,270	0,044	6,110	,000	0,183	0,356
Wadpier	-0,187	0,156	-1,198	,232	-0,493	0,120

Probability distribution: Normal
Link function: Identity

Wadpier

First Effect
Display coefficients with sig. values less than...

Last Effect

,0001 ,0005 ,001 ,005 ,01 ,05 ,10 ,20 1,00

Nonnetje – Rode draadworm:

Fixed Coefficients
Target:Nonnetje

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,262	0,048	5,476	,000	0,168	0,356
RodeDraadworm	-0,001	0,008	-0,133	,895	-0,017	0,015

Probability distribution: Normal
Link function: Identity

RodeDraadworm

First Effect
Display coefficients with sig. values less than...

Last Effect

,0001 ,0005 ,001 ,005 ,01 ,05 ,10 ,20 1,00

Wadslakje – Zandkokerworm:

Fixed Coefficients
Target:Nonnetje

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,252	0,044	5,712	,000	0,165	0,339
Strandgaper	0,116	0,136	0,855	,393	-0,152	0,384

Probability distribution: Normal
Link function: Identity

Strandgaper

First Effect
Display coefficients with sig. values less than...

Last Effect

,0001 ,0005 ,001 ,005 ,01 ,05 ,10 ,20 1,00

Fixed Coefficients
Target:Wadslakje

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,027	0,018	1,526	,128	-0,008	0,062
Zandkokerworm	-0,002	0,004	-0,441	,659	-0,009	0,006

Probability distribution: Normal
Link function: Identity

Zandkokerworm

First Effect
Display coefficients with sig. values less than...

Last Effect

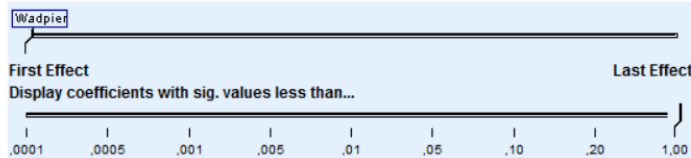
,0001 ,0005 ,001 ,005 ,01 ,05 ,10 ,20 1,00

Wadslakje – Wadpier:

Fixed Coefficients
Target:Wadslakje

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,026	0,017	1,490	,137	-0,008	0,060
Wadpier	-0,018	0,061	-0,292	,770	-0,137	0,102

Probability distribution:Normal
Link function:Identity

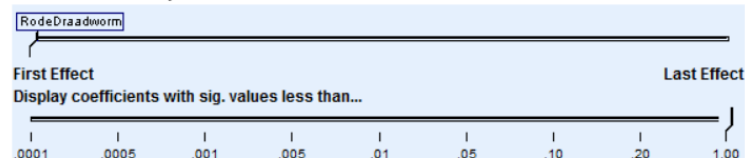


Wadslakje – Rode draadworm:

Fixed Coefficients
Target:Wadslakje

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,024	0,019	1,280	,201	-0,013	0,061
RodeDraadworm	0,000	0,003	0,106	,916	-0,006	0,007

Probability distribution:Normal
Link function:Identity

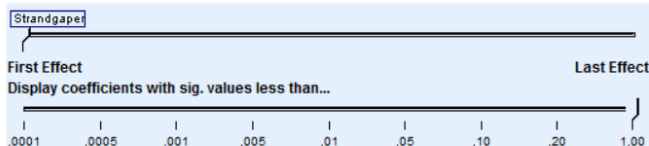


Wadslakje – Strandgaper:

Fixed Coefficients
Target:Wadslakje

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,022	0,017	1,271	,205	-0,012	0,056
Strandgaper	0,046	0,053	0,866	,387	-0,058	0,150

Probability distribution:Normal
Link function:Identity

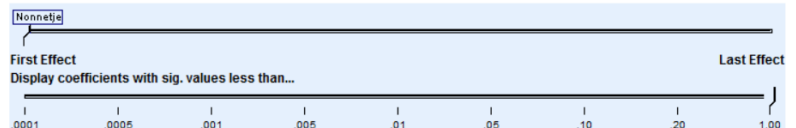


Gewone kokkel – Nonnetje:

Fixed Coefficients
Target:GewoneKokkel

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	Exp(Coefficient)	95% Confidence Interval for Exp (Coefficient)	
						Lower	Upper
Intercept	-0,915	0,319	-2,870	,004	0,401	0,214	0,750
Nonnetje	1,223	0,546	2,238	,026	3,396	1,159	9,949
Negative Binomial	14,271	3,437					

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log

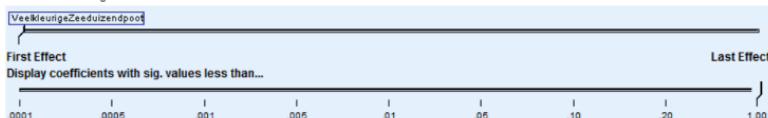


Gewone Kokkel – Veelkleurige zeeduizendpoot:

Fixed Coefficients
Target:GewoneKokkel

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	Exp(Coefficient)	95% Confidence Interval for Exp (Coefficient)	
						Lower	Upper
Intercept	-0,578	0,384	-1,507	,133	0,561	0,264	1,193
VeelkleurigeZeeduizendpoot	0,113	0,116	0,974	,331	1,120	0,891	1,408
Negative Binomial	17,274	3,334					

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log

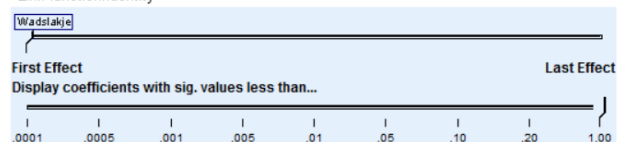


Gewone kokkel – Wadpier:

Fixed Coefficients
Target:GewoneKokkel

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,771	0,203	3,789	,000	0,370	1,171
Wadslakje	-0,205	0,668	-0,307	,759	-1,520	1,109

Probability distribution:Normal
Link function:Identity



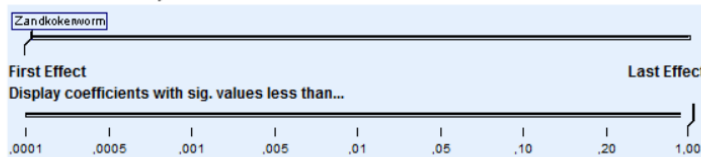
Gewone kokkel – Zandkokerworm:

Fixed Coefficients

Target:GewoneKokkel

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,457	0,203	2,246	,025	0,057	0,856
Zandkokerworm	0,235	0,045	5,262	,000	0,147	0,323

Probability distribution:Normal
Link function:Identity



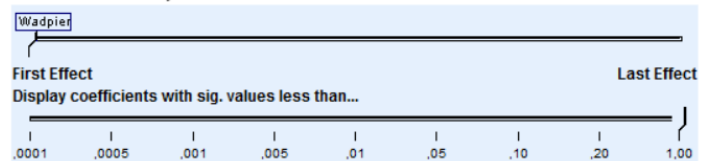
Gewone kokkel – Wadpier:

Fixed Coefficients

Target:GewoneKokkel

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,796	0,207	3,854	,000	0,390	1,202
Wadpier	-0,551	0,729	-0,756	,450	-1,986	0,884

Probability distribution:Normal
Link function:Identity



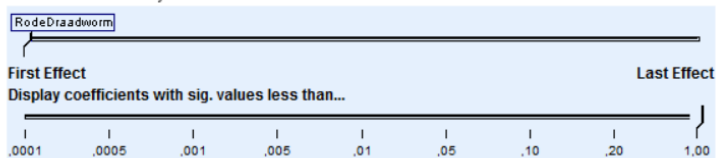
Gewone kokkel – Rode draadworm:

Fixed Coefficients

Target:GewoneKokkel

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,881	0,223	3,949	,000	0,442	1,320
RodeDraadworm	-0,046	0,038	-1,227	,221	-0,121	0,028

Probability distribution:Normal
Link function:Identity



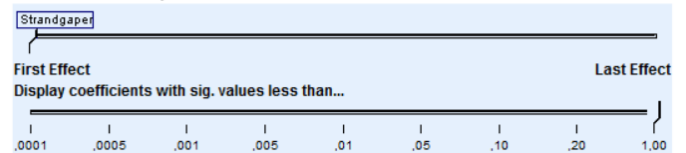
Gewone kokkel – Strandgaper:

Fixed Coefficients

Target:GewoneKokkel

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,502	0,192	2,621	,009	0,125	0,879
Strandgaper	4,263	0,592	7,206	,000	3,099	5,427

Probability distribution:Normal
Link function:Identity



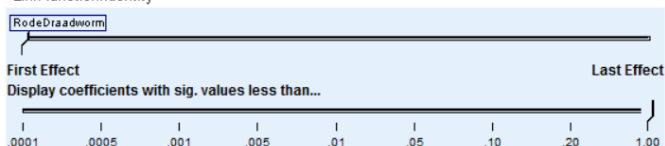
Zandkokerworm – Rode draadworm:

Fixed Coefficients

Target:Zandkokerworm

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	1,415	0,267	5,292	,000	0,889	1,942
RodeDraadworm	-0,040	0,045	-0,892	,373	-0,130	0,049

Probability distribution:Normal
Link function:Identity



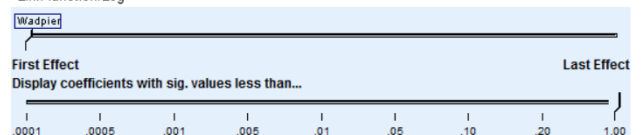
Zandkokerworm – Wadpier:

Fixed Coefficients

Target:Zandkokerworm

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,308	0,184	1,674	,095	-0,054	0,670
Wadpier	-1,094	0,842	-1,300	,195	-2,750	0,562
Negative Binomial	6,690	1,081			4,868	9,194

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log



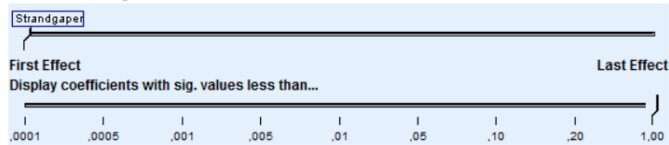
Zandkokerworm – Strandgaper:

Fixed Coefficients

Target:Zandkokerworm

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,317	0,182	1,741	,083	-0,041	0,675
Strandgaper	-2,156	1,169	-1,845	,066	-4,456	0,143
Negative Binomial	6,544	1,059			4,760	8,997

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log



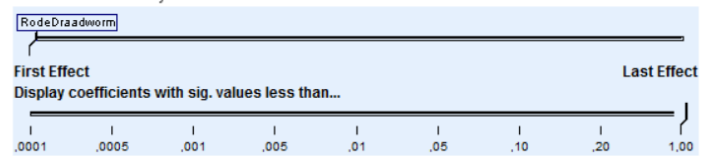
Wadpier – Rode draadworm:

Fixed Coefficients

Target:Wadpier

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,057	0,017	3,361	,001	0,024	0,091
RodeDraadworm	-0,001	0,003	-0,253	,801	-0,006	0,005

Probability distribution:Normal
Link function:Identity



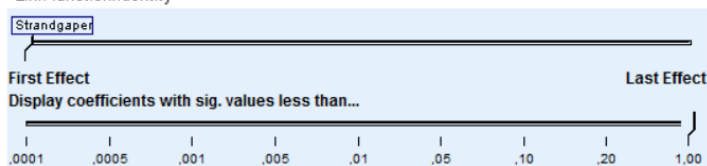
Wadpier – Strandgaper:

Fixed Coefficients

Target:Wadpier

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,058	0,016	3,659	,000	0,027	0,089
Strandgaper	-0,034	0,049	-0,697	,486	-0,130	0,062

Probability distribution:Normal
Link function:Identity



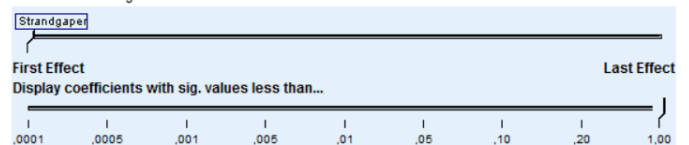
Strandgaper – Rode draadworm:

Fixed Coefficients

Target:RodeDraadworm

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,953	0,119	8,009	,000	0,719	1,187
Strandgaper	-1,746	0,639	-2,733	,007	-3,003	-0,489
Negative Binomial	4,222	0,466			3,399	5,246

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log



Bijlage VI: Uitkomsten Generalized Linear Model benthossoorten

Veelkleurige zeeduizendpoot:

Goodness of Fit^a

	Value	df	Value/df
Deviance	196,510	316	,622
Scaled Deviance	196,510	316	
Pearson Chi-Square	195,638	316	,619
Scaled Pearson Chi-Square	195,638	316	
Log Likelihood ^b	-581,075		
Akaike's Information Criterion (AIC)	1178,150		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	1178,608		
Bayesian Information Criterion (BIC)	1208,396		
Consistent AIC (CAIC)	1216,396		

Dependent Variable: VeelkleurigeZeeduizendpoot

Model: (Intercept), Afstand_zee, Spec.geleid

a. Information criteria are in smaller-is-better form.

b. The full log likelihood function is displayed and used in computing information criteria.

Tests of Model Effects

Source	Wald Chi-Square	Type III df	Sig.
(Intercept)	,042	1	,837
Afstand_zee	89,775	6	,000
Spec.geleid	2,117	1	,146

Dependent Variable: VeelkleurigeZeeduizendpoot

Model: (Intercept), Afstand_zee, Spec.geleid

Estimates

Afstand_zee	Mean	Std. Error	95% Wald Confidence Interval	
			Lower	Upper
1	,04	,033	,01	,19
2	,61	,141	,39	,96
3	2,40	,436	1,68	3,43
4	2,17	,397	1,51	3,10
5	3,55	,770	2,32	5,43
6	4,96	,794	3,62	6,78
7	3,17	,575	2,22	4,52

Covariates appearing in the model are fixed at the following values:

KorrelgrootteVU=247,1915; Spec.geleid=325,631

Pairwise Comparisons

(I) Afstand_zee	(J) Afstand_zee	Mean Difference (I-J)	Std. Error	df	Sig.	95% Wald Confidence Interval for Difference	
						Lower	Upper
1	2	-,56 ^a	,144	1	,000	-,85	-,28
	3	-2,36 ^a	,437	1	,000	-3,21	-1,50
	4	-2,12 ^a	,398	1	,000	-2,90	-1,34
	5	-3,51 ^a	,773	1	,000	-5,02	-1,99
	6	-4,91 ^a	,795	1	,000	-6,47	-3,35
	7	-3,12 ^a	,575	1	,000	-4,25	-1,99
2	1	,56 ^a	,144	1	,000	,28	,85
	3	-1,79 ^a	,458	1	,000	-2,69	-,90
	4	-1,56 ^a	,421	1	,000	-2,39	-,74
	5	-2,94 ^a	,786	1	,000	-4,48	-1,40
	6	-4,35 ^a	,807	1	,000	-5,93	-2,77
	7	-2,56 ^a	,591	1	,000	-3,72	-1,40
3	1	2,36 ^a	,437	1	,000	1,50	3,21
	2	1,79 ^a	,458	1	,000	,90	2,69
	4	,23	,590	1	,692	-,92	1,39
	5	-1,15	,888	1	,196	-2,89	,59
	6	-2,55 ^a	,907	1	,005	-4,33	-,78
	7	-,76	,720	1	,289	-2,18	,65
4	1	2,12 ^a	,398	1	,000	1,34	2,90
	2	1,56 ^a	,421	1	,000	,74	2,39
	3	-,23	,590	1	,692	-1,39	,92
	5	-1,38	,880	1	,116	-3,11	,34
	6	-2,79 ^a	,890	1	,002	-4,53	-1,04
	7	-1,00	,694	1	,151	-2,36	,36
5	1	3,51 ^a	,773	1	,000	1,99	5,02
	2	2,94 ^a	,786	1	,000	1,40	4,48
	3	1,15	,888	1	,196	-,59	2,89
	4	1,38	,880	1	,116	-,34	3,11
	6	-1,41	1,077	1	,192	-3,52	,71
	7	,39	1,031	1	,709	-1,64	2,41
6	1	4,91 ^a	,795	1	,000	3,35	6,47
	2	4,35 ^a	,807	1	,000	2,77	5,93
	3	2,55 ^a	,907	1	,005	,78	4,33
	4	2,79 ^a	,890	1	,002	1,04	4,53
	5	1,41	1,077	1	,192	-,71	3,52
	7	1,79	,989	1	,070	-,15	3,73
7	1	3,12 ^a	,575	1	,000	1,99	4,25
	2	2,56 ^a	,591	1	,000	1,40	3,72
	3	,76	,720	1	,289	-,65	2,18
	4	1,00	,694	1	,151	-,36	2,36
	5	-,39	1,031	1	,709	-2,41	1,64
	6	-1,79	,989	1	,070	-3,73	,15

Pairwise comparisons of estimated marginal means based on the original scale of dependent variable Veelkleurige Zeeduizendpoot

a. The mean difference is significant at the ,05 level.

Rode draadworm:

Goodness of Fit^a

	Value	df	Value/df
Deviance	433,361	317	1,367
Scaled Deviance	433,361	317	
Pearson Chi-Square	536,888	317	1,694
Scaled Pearson Chi-Square	536,888	317	
Log Likelihood ^b	-550,720		
Akaike's Information Criterion (AIC)	1115,440		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	1115,795		
Bayesian Information Criterion (BIC)	1141,906		
Consistent AIC (CAIC)	1148,906		

Dependent Variable: RodeDraadworm

Model: (Intercept), Afstand_ze

a. Information criteria are in smaller-is-better form.

b. The full log likelihood function is displayed and used in computing information criteria.

Tests of Model Effects

Source	Wald Chi-Square	Type III	
		df	Sig.
(Intercept)	10,184	1	,001
Afstand_ze	216,286	6	,000

Dependent Variable: RodeDraadworm

Model: (Intercept), Afstand_ze

Estimates

Afstand_ze	Mean	Std. Error	95% Wald Confidence Interval	
			Lower	Upper
1	4,84	,752	3,57	6,56
2	7,84	1,177	5,84	10,52
3	,60	,150	,37	,98
4	,66	,158	,41	1,05
5	,36	,102	,21	,63
6	,79	,173	,51	1,21
7	1,47	,290	,99	2,16

Covariates appearing in the model are fixed at the following values:

KorrelgrootteVU=247,1915; Spec.geleid=325,631

Pairwise Comparisons							
(I) Afstand_ze	(J) Afstand_ze	Mean Difference (I-J)	Std. Error	df	Sig.	95% Wald Confidence Interval for Difference	
						Lower	Upper
1	2	-3,00 ^a	1,397	1	,032	-5,74	-,26
	3	4,24 ^a	,767	1	,000	2,73	5,74
	4	4,18 ^a	,768	1	,000	2,68	5,69
	5	4,48 ^a	,759	1	,000	2,99	5,97
	6	4,05 ^a	,772	1	,000	2,54	5,56
	7	3,37 ^a	,806	1	,000	1,80	4,95
2	1	3,00 ^a	1,397	1	,032	,26	5,74
	3	7,24 ^a	1,187	1	,000	4,91	9,56
	4	7,18 ^a	1,188	1	,000	4,85	9,51
	5	7,48 ^a	1,182	1	,000	5,16	9,79
	6	7,05 ^a	1,190	1	,000	4,72	9,39
	7	6,37 ^a	1,212	1	,000	4,00	8,75
3	1	-4,24 ^a	,767	1	,000	-5,74	-2,73
	2	-7,24 ^a	1,187	1	,000	-9,56	-4,91
	4	-,05	,218	1	,803	-,48	,37
	5	,24	,182	1	,181	-,11	,60
	6	-,18	,229	1	,426	-,63	,27
	7	-,86 ^a	,326	1	,008	-1,50	-,22
4	1	-4,18 ^a	,768	1	,000	-5,69	-2,68
	2	-7,18 ^a	1,188	1	,000	-9,51	-4,85
	3	,05	,218	1	,803	-,37	,48
	5	,30	,188	1	,114	-,07	,67
	6	-,13	,234	1	,584	-,59	,33
	7	-,81 ^a	,330	1	,015	-1,45	-,16
5	1	-4,48 ^a	,759	1	,000	-5,97	-2,99
	2	-7,48 ^a	1,182	1	,000	-9,79	-5,16
	3	-,24	,182	1	,181	-,60	,11
	4	-,30	,188	1	,114	-,67	,07
	6	-,43 ^a	,201	1	,034	-,82	-,03
	7	-1,10 ^a	,307	1	,000	-1,71	-,50
6	1	-4,05 ^a	,772	1	,000	-5,56	-2,54
	2	-7,05 ^a	1,190	1	,000	-9,39	-4,72
	3	,18	,229	1	,426	-,27	,63
	4	,13	,234	1	,584	-,33	,59
	5	,43 ^a	,201	1	,034	,03	,82
	7	-,68 ^a	,338	1	,045	-1,34	-,02
7	1	-3,37 ^a	,806	1	,000	-4,95	-1,80
	2	-6,37 ^a	1,212	1	,000	-8,75	-4,00
	3	,86 ^a	,326	1	,008	,22	1,50
	4	,81 ^a	,330	1	,015	,16	1,45
	5	1,10 ^a	,307	1	,000	,50	1,71
	6	,68 ^a	,338	1	,045	,02	1,34

Pairwise comparisons of estimated marginal means based on the original scale of dependent variable RodeDraadworm

a. The mean difference is significant at the ,05 level.

Zandkokerworm:

Goodness of Fit^a

	Value	df	Value/df
Deviance	327,611	317	1,033
Scaled Deviance	327,611	317	
Pearson Chi-Square	441,959	317	1,394
Scaled Pearson Chi-Square	441,959	317	
Log Likelihood ^b	-362,334		
Akaike's Information Criterion (AIC)	738,667		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	739,021		
Bayesian Information Criterion (BIC)	765,132		
Consistent AIC (CAIC)	772,132		

Dependent Variable: Zandkokerworm

Model: (Intercept), Afstand_ze

a. Information criteria are in smaller-is-better form.

b. The full log likelihood function is displayed and used in computing information criteria.

Tests of Model Effects

Source	Wald Chi-Square	Type III df	Sig.
(Intercept)	27,260	1	,000
Afstand_ze	152,490	6	,000

Dependent Variable: Zandkokerworm

Model: (Intercept), Afstand_ze

Estimates

Afstand_ze	Mean	Std. Error	95% Wald Confidence Interval	
			Lower	Upper
1	1,54	,280	1,08	2,20
2	,54	,129	,34	,86
3	5,51	,914	3,98	7,63
4	1,77	,334	1,23	2,57
5	,06	,038	,02	,21
6	,06	,038	,02	,21
7	,02	,024	,00	,17

Covariates appearing in the model are fixed at the following values:

KorrelgrootteVU=247,1915; Spec.geleid=325,631

Strandgaper:

Goodness of Fit^a

	Value	df	Value/df
Deviance	106,153	322	,330
Scaled Deviance	106,153	322	
Pearson Chi-Square	498,864	322	1,549
Scaled Pearson Chi-Square	498,864	322	
Log Likelihood ^b	-76,120		
Akaike's Information Criterion (AIC)	156,240		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	156,278		
Bayesian Information Criterion (BIC)	163,802		
Consistent AIC (CAIC)	165,802		

Dependent Variable: Strandgaper

Model: (Intercept), Spec.geleid

a. Information criteria are in smaller-is-better form.

b. The full log likelihood function is displayed and used in computing information criteria.

Tests of Model Effects

Source	Wald Chi-Square	Type III	
		df	Sig.
(Intercept)	22,629	1	,000
Spec.geleid	,349	1	,555

Dependent Variable: Strandgaper

Model: (Intercept), Spec.geleid

Gewone kokkel:

Goodness of Fit^a

	Value	df	Value/df
Deviance	561,331	322	1,743
Scaled Deviance	561,331	322	
Pearson Chi-Square	3019,193	322	9,376
Scaled Pearson Chi-Square	3019,193	322	
Log Likelihood ^b	-383,576		
Akaike's Information Criterion (AIC)	771,152		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	771,190		
Bayesian Information Criterion (BIC)	778,714		
Consistent AIC (CAIC)	780,714		

Dependent Variable: Gewone Kokkel

Model: (Intercept), KorrelgrootteVU

a. Information criteria are in smaller-is-better form.

b. The full log likelihood function is displayed and used in computing information criteria.

Tests of Model Effects

Source	Wald Chi-Square	Type III	
		df	Sig.
(Intercept)	10,659	1	,001
KorrelgrootteVU	13,451	1	,000

Dependent Variable: Gewone Kokkel

Model: (Intercept), KorrelgrootteVU

Nonnetje:

Goodness of Fit^a

	Value	df	Value/df
Deviance	190,680	317	,602
Scaled Deviance	190,680	317	
Pearson Chi-Square	398,332	317	1,257
Scaled Pearson Chi-Square	398,332	317	
Log Likelihood ^b	-178,844		
Akaike's Information Criterion (AIC)	371,689		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	372,043		
Bayesian Information Criterion (BIC)	398,154		
Consistent AIC (CAIC)	405,154		

Dependent Variable: Nonnetje

Model: (Intercept), Afstand_ze

a. Information criteria are in smaller-is-better form.

b. The full log likelihood function is displayed and used in computing information criteria.

Tests of Model Effects

Source	Wald Chi-Square	Type III	
		df	Sig.
(Intercept)	87,400	1	,000
Afstand_ze	44,258	6	,000

Dependent Variable: Nonnetje

Model: (Intercept), Afstand_ze

Estimates

Afstand_ze	Mean	Std. Error	95% Wald Confidence Interval	
			Lower	Upper
1	,14	,056	,06	,31
2	,14	,056	,06	,31
3	,84	,189	,54	1,30
4	,48	,127	,28	,80
5	,09	,044	,03	,24
6	,02	,022	,00	,15
7	,19	,072	,09	,40

Covariates appearing in the model are fixed at the following values:

KorrelgrootteVU=247,1915; Spec.geleid=325,631

Pairwise Comparisons

(I) Afstand_zee	(J) Afstand_zee	Mean Difference (I-J)	Std. Error	df	Sig.	95% Wald Confidence Interval for Difference	
						Lower	Upper
1	2	,00	,080	1	1,000	-,16	,16
	3	-,70 ^a	,197	1	,000	-1,08	-,31
	4	-,34 ^a	,139	1	,015	-,61	-,07
	5	,05	,072	1	,445	-,09	,20
	6	,12 ^a	,060	1	,050	,00	,24
	7	-,05	,091	1	,614	-,22	,13
2	1	,00	,080	1	1,000	-,16	,16
	3	-,70 ^a	,197	1	,000	-1,08	-,31
	4	-,34 ^a	,139	1	,015	-,61	-,07
	5	,05	,072	1	,445	-,09	,20
	6	,12 ^a	,060	1	,050	,00	,24
	7	-,05	,091	1	,614	-,22	,13
3	1	,70 ^a	,197	1	,000	,31	1,08
	2	,70 ^a	,197	1	,000	,31	1,08
	4	,36	,228	1	,114	-,09	,81
	5	,75 ^a	,194	1	,000	,37	1,13
	6	,82 ^a	,190	1	,000	,44	1,19
	7	,65 ^a	,202	1	,001	,25	1,05
4	1	,34 ^a	,139	1	,015	,07	,61
	2	,34 ^a	,139	1	,015	,07	,61
	3	-,36	,228	1	,114	-,81	,09
	5	,39 ^a	,134	1	,003	,13	,66
	6	,46 ^a	,128	1	,000	,20	,71
	7	,29 ^a	,145	1	,045	,01	,58
5	1	-,05	,072	1	,445	-,20	,09
	2	-,05	,072	1	,445	-,20	,09
	3	-,75 ^a	,194	1	,000	-1,13	-,37
	4	-,39 ^a	,134	1	,003	-,66	-,13
	6	,06	,049	1	,195	-,03	,16
	7	-,10	,084	1	,231	-,27	,06
6	1	-,12 ^a	,060	1	,050	-,24	,00
	2	-,12 ^a	,060	1	,050	-,24	,00
	3	-,82 ^a	,190	1	,000	-1,19	-,44
	4	-,46 ^a	,128	1	,000	-,71	-,20
	5	-,06	,049	1	,195	-,16	,03
	7	-,16 ^a	,075	1	,028	-,31	-,02
7	1	,05	,091	1	,614	-,13	,22
	2	,05	,091	1	,614	-,13	,22
	3	-,65 ^a	,202	1	,001	-1,05	-,25
	4	-,29 ^a	,145	1	,045	-,58	-,01
	5	,10	,084	1	,231	-,06	,27
	6	,16 ^a	,075	1	,028	,02	,31

Pairwise comparisons of estimated marginal means based on the original scale of dependent variable Nonnetje

a. The mean difference is significant at the ,05 level.

Wadslakje:

Goodness of Fit^a

	Value	df	Value/df
Deviance	57,897	322	,180
Scaled Deviance	57,897	322	
Pearson Chi-Square	773,556	322	2,402
Scaled Pearson Chi-Square	773,556	322	
Log Likelihood ^b	-34,948		
Akaike's Information Criterion (AIC)	73,895		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	73,932		
Bayesian Information Criterion (BIC)	81,457		
Consistent AIC (CAIC)	83,457		

Dependent Variable: Wadslakje

Model: (Intercept), KorrelgrootteVU

- a. Information criteria are in smaller-is-better form.
b. The full log likelihood function is displayed and used in computing information criteria.

Tests of Model Effects

Source	Wald Chi-Square	Type III	
		df	Sig.
(Intercept)	,730	1	,393
KorrelgrootteVU	5,185	1	,023

Dependent Variable: Wadslakje

Model: (Intercept), KorrelgrootteVU

Wadpier:

Goodness of Fit^a

	Value	df	Value/df
Deviance	86,632	321	,270
Scaled Deviance	86,632	321	
Pearson Chi-Square	345,656	321	1,077
Scaled Pearson Chi-Square	345,656	321	
Log Likelihood ^b	-65,497		
Akaike's Information Criterion (AIC)	136,994		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	137,069		
Bayesian Information Criterion (BIC)	148,336		
Consistent AIC (CAIC)	151,336		

Dependent Variable: Wadpier

Model: (Intercept), KorrelgrootteVU, Spec.geleid

- a. Information criteria are in smaller-is-better form.
b. The full log likelihood function is displayed and used in computing information criteria.

Tests of Model Effects

Source	Wald Chi-Square	Type III	
		df	Sig.
(Intercept)	1,338	1	,247
KorrelgrootteVU	3,614	1	,057
Spec.geleid	6,413	1	,011

Dependent Variable: Wadpier

Model: (Intercept), KorrelgrootteVU, Spec.geleid

Bijlage VII: Dwarsdoorsnedes

Materiaal en methoden

Data collectie

Op 4 locaties in de Slufter zijn dwars door de slenk 5 sedimentmonsters verzameld om de korrelgrootte en de specifieke geleidbaarheid van de bodem te bepalen. Bij dwarsdoorsnede 1 en 2 is elke meter een benthos boring genomen om een verband te onderzoeken tussen benthos parallel aan de slenk en benthos in de slenk. In *bijlage I* worden de locaties van de vier dwarsdoorsnedes weergegeven.

Verder is er gekeken of de resultaten verkregen in de dwarsdoorsnedes overeenkomt met de resultaten verkregen parallel langs de slenk. Om dit te toetsen is er een *t-toets voor ongepaarde waarnemingen* uitgevoerd.

Data verwerking

Voor de dwarsdoorsnedes in de slenk is, net zoals voor parallel aan de slenk, een *factor analyse* uitgevoerd. Voor dwarsdoorsnede 1 en 2 is er gekozen voor de relevante benthossoorten en de korrelgrootte en specifieke geleidbaarheid. Bij dwarsdoorsnede 3 en 4 is er alleen data van de korrelgrootte en specifieke geleidbaarheid en kunnen daarom alleen deze waardes gebruikt worden. Getoetst is of er een relatie bestaat tussen de korrelgrootte en specifieke geleidbaarheid in de dwarsdoorsnedes en ook of de afstand tot het midden van de slenk van invloed is op deze factoren. Om dit te kunnen toetsen is er voor gekozen om de *Spearman's correlatie* uit te voeren.

Een *GLMM* is uitgevoerd om de relaties tussen de benthossoorten in de dwarsdoorsnedes te toetsen.

Resultaten

De aangetroffen benthossoorten in dwarsdoorsnede 1 en 2 staan weergegeven in *tabel I*. Ook worden de (significante) verschillen tussen de dwarsdoorsnedes 1 & 2 en de boringen parallel aan de slenk weergegeven. Net als tussen dwarsdoorsnede 1 en 2. Deze zijn getoetst aan de hand van een *Generalized Linear Model*. De uitkomsten van de toets zijn te vinden achterin in deze bijlage.

Tabel I: Aangeetroffen benthos soorten en aantal individuen van de boringen parallel aan de slenk en van dwarsdoorsnedes 1 en 2 aangegeven in procenten van het totaal. Ook worden de relaties tussen dwarsdoorsnede 1 en 2 en tussen de dwarsdoorsnedes samen en de resultaten van de boringen parallel aan de slenk weergegeven. Een groen vakje betekent dat er een significant verschil is waargenomen ($p < 0,05$).

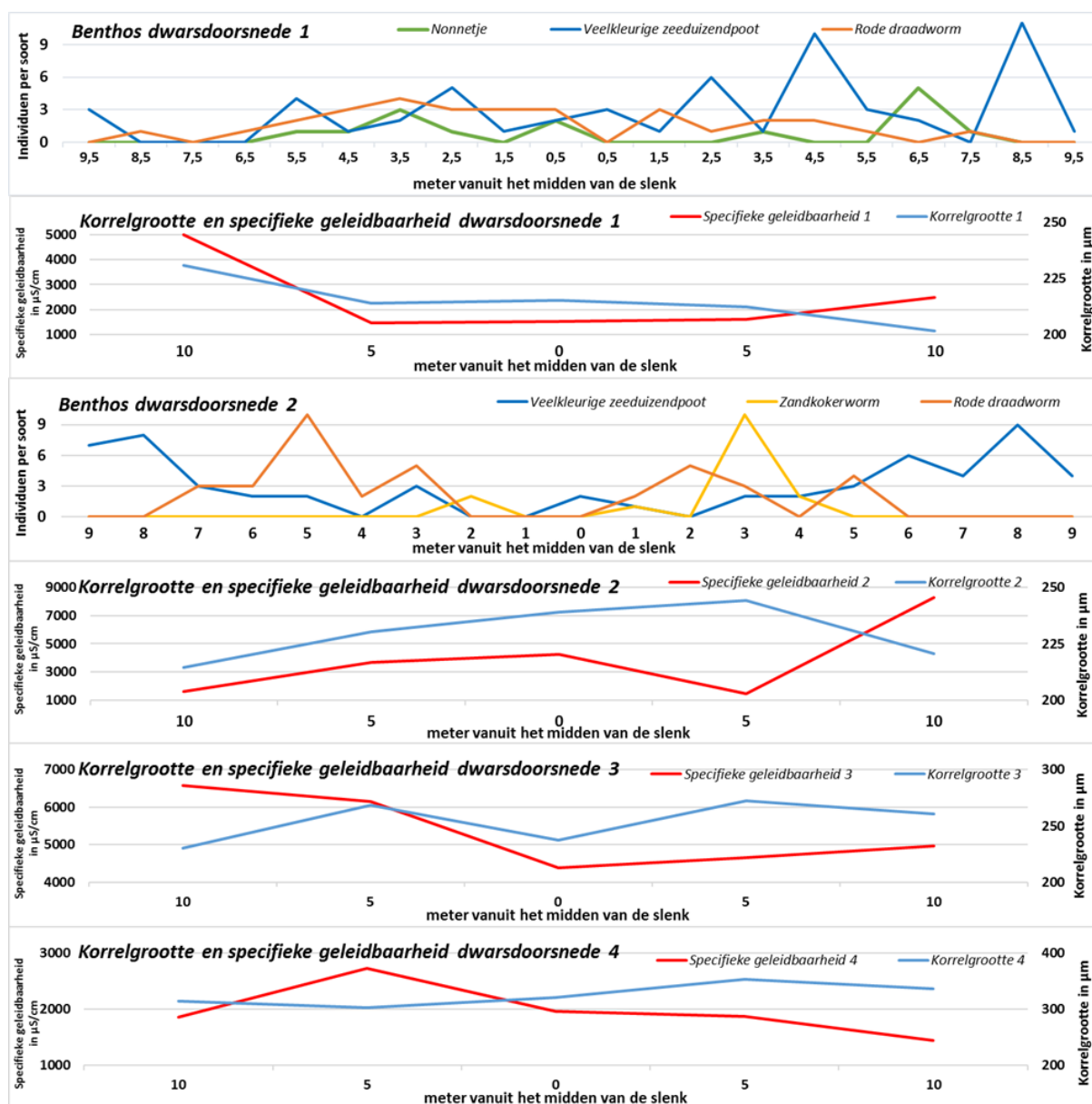
Soorten:	Vangst parallel aan de slenk (in procenten van het totaal)	Vangst dwarsdoorsnede 1 (in procenten van het totaal)	Vangst dwarsdoorsnede 2 (in procenten van het totaal)	Vangst dwarsdoorsnede 1 en 2 (in procenten van het totaal)	Verskil dwarsdoorsnedes en boringen parallel aan de slenk	Verskil dwarsdoorsnede 1 en 2
Veelkleurige zeeduizendpoot (<i>Nereis diversicolor</i> ; <i>Hediste diversicolor</i>)	30,1	45,1	45,0	45,1	0,789	0,760
Rode draadworm (<i>Heteromastus filiformis</i>)	30,2	24,2	28,7	26,5	0,012	0,028
Zandkokerworm (<i>Pygospio elegans</i>)	16,0	0	11,6	5,9	0,050	0,007
Gewone kokkel (<i>Cerastoderma edule</i> ; <i>Cardium edule</i>)	9,3	0	1,6	0,8	0,026	0,002
Nonnetje (<i>Macola balthica</i>)	6,3	12,1	5,4	8,7	0,010	0,078
Zeedruif (<i>Pleurobrachia pileus</i>)	1,2	12,1	1,6	6,7	0,001	0,042
Vlokreeft sp. (<i>Amphipoda</i> sp.)	1,8	0	0	0	0,213	
Slijkgarnaal (<i>Corophium volutator</i>)	1,2	2,4	0,8	2,0	0,968	0,044
Strandgaper (<i>Mya arenaria</i>)	0,7	0,8	1,6	1,2	0,627	0,205
Wadpier (<i>Arenicola marina</i>)	0,7	1,6	1,6	1,6	0,072	0,917
Gewone strandkrab (<i>Carcinus maenas</i>)	0,7	0	0	0	0,031	
Kwelderspringer (<i>Orchestia gammarellus</i>)	0,4	0	0	0	0,115	
Wadslakje (<i>Peringia ulvae</i>)	0,3	0,8	0	0,4	0,983	0,047
Gewone garnaal (<i>Crangon crangon</i>)	0,1	0,8	0	0,4	0,142	0,047
Brakwaterkokkel (<i>Cerastoderma glaucum</i>)	0	0	0,8	0,4	<0,000	0,036
Gewone mossel (<i>Mytilus edulis</i>)	<0,0	0	0	0	0,487	
Klein tafelmesheft (<i>Ensis minor</i>)	0	0	0,8	0,4	<0,000	
Platte slijkgaper (<i>Scrobicularia plana</i>)	<0,0	0	0	0	0,487	
Onbekend	0,9	0	0,8	0,4		
Totaal aangetroffen soorten:	16	9	11	14		
Totaal aangetroffen individuen:	2667	124	129	253		

Bovenstaande tabel (tabel I) geeft de significante verschillen tussen dwarsdoorsnede 1 en 2, en tussen dwarsdoorsnede 1 en 2 samen en de benthos parallel aan de slenk. Dit is gedaan door een *t-toets voor ongepaarde waarnemingen* uit te voeren. De rode draadworm, gewone kokkel, nonnetje, zeedruif, gewone strandkrab, brakwater grondel en het kleine tafelmesheft zijn significant verschillend tussen de dwarsdoorsnedes en de boringen parallel langs de slenk. De verspreiding van de veelkleurige zeeduizendpoot, zandkokerworm, vlokreeft sp., slijkgarnaal, strandgaper, wadpier, kwelderspringer, wadslakje, gewone garnaal, gewone mossel en platte slijkgaper in de dwarsdoorsnedes is gelijk aan de verspreiding parallel aan de slenk.

De rode draadworm, zandkokerworm, gewone kokkel, zeedruif, slijkgarnaal, wadslakje, gewone garnaal en brakwaterkokkel zijn significant verschillend tussen dwarsdoorsnede 1 en 2. De verspreiding van de veelkleurige zeeduizendpoot, nonnetje, strandgaper en wadpier bij dwarsdoorsnede 1 is gelijk aan de verspreiding bij dwarsdoorsnede 2.

Figuur II weergeeft van dwarsdoorsnede 1 en 2 de verspreiding van de voorkomende benthossoorten met meer dan 10 individuen per dwarsdoorsnede. Voor dwarsdoorsnede 1 zijn dit het nonnetje, veelkleurige zeeduizendpoot en de rode draadworm. Bij dwarsdoorsnede 2 zijn veelkleurige zeeduizendpoot, zandkokerworm en rode draadworm meer dan 10 keer waargenomen en daarom weergegeven in de figuur. Van elke dwarsdoorsnede zijn de specifieke geleidbaarheid van de bodem en de korrelgrootte weergegeven.

Figuur II: Benthossoorten aangetroffen bij dwarsdoorsnede 1 en 2. De soorten met meer dan 10 individuen zijn weergegeven. Ook zijn de specifieke geleidbaarheid van de bodem en de korrelgrootte weergegeven van dwarsdoorsnede 1 tot en met 4.



Dwarsdoorsnede 1

Op 3378 meter van de zee is dwars door de slenk elke meter een benthos boring genomen en vijf sedimentmonsters verdeeld over de hele dwarsdoorsnede van de slenk. Voor dwarsdoorsnede 1 is dit uitgevoerd op 17-09-2016. In totaal zijn hier 124 individuen aangetroffen verdeeld over 9 soorten. De soorten met meer dan 10 individuen staan weergegeven in *figuur II* evenals de korrelgrootte en de specifieke geleidbaarheid van de bodem. Dit zijn het nonnetje, veelkleurige zeeduizendpoot en de rode draadworm. De meeste individuen van de drie meest voorkomende benthos soorten houden

zich op aan de zuidoost zijde van de slenk. De gemiddelde korrelgrootte is 214,8 μm en de gemiddelde specifieke geleidbaarheid is 2414 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Dwarsdoorsnede 2

Op 2609 meter van de zee is dwars door de slenk elke meter een benthos boring genomen en vijf sedimentmonsters verdeeld over de hele dwarsdoorsnede van de slenk. Voor dwarsdoorsnede 2 is dit uitgevoerd op 17-09-2016. In totaal zijn hier 129 individuen aangetroffen verdeeld over 11 soorten. De drie meest voorkomende benthos soorten staan weergegeven in *figuur II* evenals de korrelgrootte en de specifieke geleidbaarheid van de bodem. Deze soorten zijn de veelkleurige zeeduizendpoot, zandkokerworm en de rode draadworm. De meeste individuen van de drie meest voorkomende benthos soorten houden zich op in het midden en de zuidoost zijde van de slenk. De gemiddelde korrelgrootte is 229,7 μm en de gemiddelde specifieke geleidbaarheid is 3846 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Dwarsdoorsnede 3

Op 1341 meter van de zee zijn dwars door de slenk vijf sedimentmonsters verzameld. Voor dwarsdoorsnede 3 is dit uitgevoerd op 18-09-2016. De gemiddelde korrelgrootte is 253,7 μm en de gemiddelde specifieke geleidbaarheid is 5346 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Dwarsdoorsnede 4

Op 443 meter van de zee zijn dwars door de slenk vijf sedimentmonsters verzameld. Voor dwarsdoorsnede 4 is dit uitgevoerd op 18-09-2016. De gemiddelde korrelgrootte is 325,1 μm en de gemiddelde specifieke geleidbaarheid is 1968 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Relatie met indicatoren voor dynamiek

Er is gekeken naar de relatie tussen de korrelgrootte, specifieke geleidbaarheid van de bodemen naar de relatie met de afstand tot het midden van de slenk. Deze factoren dienen als indicator voor dynamiek. De uitkomsten van de *Spearman Correlatie* laat zien dat de relatie tussen korrelgrootte en specifieke geleidbaarheid positief gecorreleerd is. Dit houdt in dat als de korrelgrootte toeneemt, de specifieke geleidbaarheid ook toeneemt ($r=0,327$). Deze relatie is significant ($p=0,022$). Tussen de korrelgrootte en afstand tot het midden van de slenk bestaat een negatieve relatie ($r=-0,027$). Dit houdt in dat als de afstand tot het midden van de slenk toeneemt, de korrelgrootte afneemt. Deze relatie is niet significant ($p=0,852$). Tussen de specifieke geleidbaarheid en afstand tot het midden van de slenk bestaat een positieve relatie ($r=0,259$). Dit betekent dat als de afstand tot de zee toeneemt, dan neemt de specifieke geleidbaarheid ook deels toe. Deze relatie heeft een trend naar significantie ($p=0,073$).

Onderlinge relaties benthossoorten dwarsdoorsnedes

Tabel III laat de relatie tussen de soorten en de clusters zien. Het getal per soort geeft de sterkte van de relatie weer met de andere soorten in hetzelfde cluster. De waarden lopen van de -1 tot +1. Hierbij staat -1 voor een negatieve relatie, 0 voor geen relatie en 1 voor een positieve relatie. 0 is echter niet zichtbaar omdat de matrix is ingesteld op correlatiewaarden vanaf 0,3. Om te bepalen of deze relaties significant zijn is een *Generalized Linear Mixed Model* uitgevoerd. De uitkomsten van het model staan weergegeven achterin deze bijlage.

Tabel III: Clusters benthosoorten dwarsdoorsnede 1. De tabel weergeeft de relatie tussen de soorten en de clusters. Het getal per soort geeft de sterkte van de relatie weer met de andere soorten in hetzelfde cluster. Het getal per soort geeft de sterkte van de relatie weer met de andere soorten in hetzelfde cluster. De waarden lopen van de -1 tot +1. Hierbij staat -1 voor een negatieve relatie, 0 voor geen relatie en 1 voor een positieve relatie. 0 is echter niet zichtbaar omdat de matrix is ingesteeld op correlatiewaarden vanaf 0,3.

Rotated Component Matrix^a

	Component	
	1	2
Rode draadworm	,818	
Veelkleurige zeeduizendpoot	-,698	
Zandkokerworm		,822
Nonnetje		,608

Er zijn twee clusters onderscheiden. Cluster 1 bevat de veelkleurige zeeduizendpoot en de rode draadworm. De veelkleurige zeeduizendpoot heeft een negatieve relatie ten opzichte van de rode draadworm. Dit betekent dat wanneer de rode draadworm lager in aantallen voorkomt, de veelkleurige zeeduizendpoot meer voorkomt. De relatie tussen de veelkleurige zeeduizendpoot en de rode draadworm is niet significant ($p=0,159$).

In cluster 2 zitten het nonnetje en de zandkokerworm. Deze hebben een positieve relatie tot elkaar. Wanneer de zandkokerworm toeneemt, neemt ook het nonnetje toe in aantal. Deze relatie is niet significant ($0,536$).

De toets laat zien dat er tussen de soorten uit cluster 1 en de soorten uit cluster 2 geen significante relaties bestaan.

Discussie

Dat de kleine tafelmesheft alleen in de dwarsdoorsnede is gevonden is niet verrassend omdat deze soort ingegraven in de zeebodem leeft, soms wel tot enkele tientallen meters (Natuurinformatie, 2016^a).

De brakwaterkokkel is in de dwarsdoorsnede gevonden, achterin in de slenk. De brakwaterkokkel komt voor in rustigere wateren in de zeebodem, soms wel tot enkele tientallen meters diep en geeft de voorkeur aan brakke wateren (Natuurinformatie, 2016^b). Achterin in de slenk is het water rustiger, echter is gebleken dat de saliniteit daar niet veel lager is. Dat laatste zou mogelijk de reden kunnen zijn dat er niet meer individuen zijn aangetroffen.

De gewone garnaal is viermaal opgeboord, drie hiervan zijn aangetroffen tijdens het boren in de dwarsdoorsnedes, wat niet verrassend is, aangezien deze boringen in het water gebeuren.

Van de 48 zeedruiven zijn er 17 in de monsters aangetroffen die genomen zijn in de dwarsdoorsnedes, dus in het water.

In de dwarsdoorsnedes zijn er maar beperkt monsters genomen. De toetsen zijn erop uitgevoerd en representatief voor die delen van de slenk. Maar een zo een dynamische situatie als dat de slenk is, is het niet mogelijk om te zeggen dat de behaalde resultaten zo gelden voor de gehele slenk. Wanneer er meer monsters zijn, kunnen de uitkomsten in relatie tot bijvoorbeeld de korrelgrootte en specifieke geleidbaarheid ook anders uitpakken.

Conclusie

Er zijn metingen verricht in 4 dwarsdoorsnede waarbij bij alle 4 korrelgrootte en specifieke geleidbaarheid van de bodem zijn gemeten. Bij dwarsdoorsnede 1 zijn nonnetje, rode draadworm en veelkleurige zeeduizendpoot de belangrijkste soorten. Bij dwarsdoorsnede 2 zijn veelkleurige zeeduizendpoot, zandkokerworm en rode draadworm. Er is een significante positieve correlatie

tussen de korrelgrootte en specifieke geleidbaarheid van de bodem in de dwarsdoorsnedes. Veelkleurige zeeduizendpoot en rode draadworm zitten samen in een cluster, gebaseerd op een sterke negatieve relatie. Nonnetje zit samen met de zandkokerworm in een cluster, gebaseerd op een positieve relatie. De relaties tussen de benthossoorten zijn niet significant getoetst.

Als het om de acht soorten gaat die relevant zijn als voedselbron zijn de veelkleurige zeeduizendpoot, wadpier, zandkokerworm, wadslakje en strandgaper gelijk verspreid over de boringen die zijn uitgevoerd in de dwarsdoorsnedes en de boringen die parallel aan de slenk zijn genomen. Deze soorten komen dus door de hele slenk voor en niet alleen langs de rand van de slenk bij eb. De wadpier, veelkleurige zeeduizendpoot, nonnetje en strandgaper zijn alleen gelijk in de dwarsdoorsnedes.

De korrelgrootte en specifieke geleidbaarheid van de bodem zijn in de boringen parallel aan de slenk en de boringen in de dwarsdoorsnedes negatief aan elkaar gecorreleerd. Bij de boringen parallel aan de slenk is dit significant. De zandkokerworm en het nonnetje vallen bij de boringen in de dwarsdoorsnedes net als bij de boringen parallel in hetzelfde cluster en zijn positief gecorreleerd. Bij de boringen parallel aan de slenk is deze relatie significant getoetst en bij de boringen in de dwarsdoorsnedes niet.

Uitkomst benthos dwarsdoorsnedes en parallel langs de slenk

Tussen dwarsdoorsnede 1 en 2, en parallel langs de slenk:

		Independent Samples Test					t-test for Equality of Means			
		Levene's Test for Equality of Variances							95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Nonnetje	Equal variances assumed	6,708	,010	2,225	361	,027	,305	,137	,035	,574
	Equal variances not assumed			1,803	43,496	,078	,305	,169	-,036	,646
Veelkleurige Zee duizendpoot	Equal variances assumed	,071	,789	,899	361	,369	,445	,495	-,528	1,418
	Equal variances not assumed			,905	47,794	,370	,445	,491	-,543	1,433
Wadslakje	Equal variances assumed	,000	,983	,019	361	,985	,001	,049	-,096	,098
	Equal variances not assumed			,031	76,363	,975	,001	,031	-,060	,062
Zandkokerworm	Equal variances assumed	3,884	,050	-1,319	361	,188	-,930	,705	-2,317	,457
	Equal variances not assumed			-2,596	119,183	,011	-,930	,358	-1,640	-,221
Wadpier	Equal variances assumed	3,246	,072	,986	361	,325	,047	,048	-,047	,141
	Equal variances not assumed			,911	45,813	,367	,047	,052	-,057	,151
Rode Draadworm	Equal variances assumed	6,419	,012	-,889	361	,375	-,770	,866	-2,473	,934
	Equal variances not assumed			-1,725	114,536	,087	-,770	,446	-1,654	,114
Gewone Gamaal	Equal variances assumed	2,167	,142	,751	360	,453	,016	,022	-,026	,059
	Equal variances not assumed			,616	43,700	,541	,016	,027	-,037	,070
Slijgamaal	Equal variances assumed	,002	,968	,086	360	,932	,007	,077	-,144	,157
	Equal variances not assumed			,118	61,500	,906	,007	,056	-,105	,118
Gewone Kokkel	Equal variances assumed	4,997	,026	-1,224	360	,222	-,717	,585	-1,867	,434
	Equal variances not assumed			-3,475	339,536	,001	-,717	,206	-1,122	-,311
Strandkrab	Equal variances assumed	4,713	,031	-1,054	360	,292	-,028	,026	-,080	,024
	Equal variances not assumed			-3,038	322,000	,003	-,028	,009	-,046	-,010
Strandgaper	Equal variances assumed	,237	,627	,282	360	,778	,015	,053	-,090	,120
	Equal variances not assumed			,321	51,718	,749	,015	,047	-,079	,109
Kwelderspringer	Equal variances assumed	2,501	,115	-,781	360	,435	-,031	,040	-,109	,047
	Equal variances not assumed			-2,250	322,000	,025	-,031	,014	-,058	-,004
Zeedruif	Equal variances assumed	10,401	,001	1,984	361	,048	,340	,172	,003	,677
	Equal variances not assumed			1,384	41,645	,174	,340	,246	-,156	,837
Kleine Tafelmesheft	Equal variances assumed	35,776	,000	2,912	361	,004	,026	,009	,008	,043
	Equal variances not assumed			1,000	38,000	,324	,026	,026	-,026	,078
ViolkreeftSP	Equal variances assumed	1,560	,213	-,620	361	,536	-,145	,234	-,605	,315
	Equal variances not assumed			-1,789	323,000	,075	-,145	,081	-,305	,014
Brakwater Kokkel	Equal variances assumed	35,776	,000	2,912	361	,004	,026	,009	,008	,043
	Equal variances not assumed			1,000	38,000	,324	,026	,026	-,026	,078
Platte Slijgaper	Equal variances assumed	,483	,487	-,347	361	,729	-,003	,009	-,021	,014
	Equal variances not assumed			-1,000	323,000	,318	-,003	,003	-,009	,003
Gewone Mossel	Equal variances assumed	,483	,487	-,347	361	,729	-,003	,009	-,021	,014
	Equal variances not assumed			-1,000	323,000	,318	-,003	,003	-,009	,003
Unknown	Equal variances assumed	2,724	,100	-,819	360	,413	-,052	,063	-,176	,073
	Equal variances not assumed			-1,540	105,676	,126	-,052	,034	-,118	,015

Tussen dwarsdoorsnede 1 en 2:

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Nonnetje	Equal variances as summed	3,295	,078	1,173	37	,248	,382	,325	-.278	1,041
	Equal variances not as summed			1,193	27,056	,243	,382	,320	-.275	1,038
Veelkleurige Zee duizendpoot	Equal variances as summed	,095	,760	-.269	37	,789	-.253	,939	-2,156	1,651
	Equal variances not as summed			-.270	36,731	,789	-.253	,936	-2,150	1,644
Wadslak	Equal variances as summed	4,228	,047	,974	37	,336	,050	,051	-.054	,154
	Equal variances not as summed			1,000	19,000	,330	,050	,050	-.055	,155
Zandkokerworm	Equal variances as summed	8,283	,007	-1,521	37	,137	-.789	,519	-1,841	,262
	Equal variances not as summed			-1,481	18,000	,156	-.789	,533	-1,909	,330
Wadpier	Equal variances as summed	,011	,917	-.053	37	,958	-.005	,100	-.207	,197
	Equal variances not as summed			-.053	36,783	,958	-.005	,100	-.208	,197
Rode Draadworm	Equal variances as summed	5,245	,028	-.667	37	,509	-.447	,670	-1,805	,911
	Equal variances not as summed			-.657	25,943	,517	-.447	,681	-1,848	,953
Gewone Garnaal	Equal variances as summed	4,228	,047	,974	37	,336	,050	,051	-.054	,154
	Equal variances not as summed			1,000	19,000	,330	,050	,050	-.055	,155
Slijkgarnaal	Equal variances as summed	4,329	,044	,989	37	,329	,097	,098	-.102	,297
	Equal variances not as summed			1,000	32,142	,325	,097	,097	-.101	,296
Gewone Kokkel	Equal variances as summed	11,469	,002	-1,494	37	,144	-.105	,070	-.248	,037
	Equal variances not as summed			-1,455	18,000	,163	-.105	,072	-.257	,047
Strandgaper	Equal variances as summed	1,667	,205	-.634	37	,530	-.055	,087	-.232	,121
	Equal variances not as summed			-.628	32,320	,534	-.055	,088	-.234	,124
Zeedruif	Equal variances as summed	4,441	,042	1,356	37	,183	,645	,476	-.319	1,608
	Equal variances not as summed			1,388	21,048	,180	,645	,464	-.321	1,610
Kleine Tafelmesheft	Equal variances as summed	4,727	,036	-1,027	37	,311	-.053	,051	-.156	,051
	Equal variances not as summed			-1,000	18,000	,331	-.053	,053	-.163	,058
Brakwater Kokkel	Equal variances as summed	4,727	,036	-1,027	37	,311	-.053	,051	-.156	,051
	Equal variances not as summed			-1,000	18,000	,331	-.053	,053	-.163	,058
Unknown	Equal variances as summed	4,727	,036	-1,027	37	,311	-.053	,051	-.156	,051
	Equal variances not as summed			-1,000	18,000	,331	-.053	,053	-.163	,058

Onderlinge relaties benthosoorten dwarsdoorsnedes

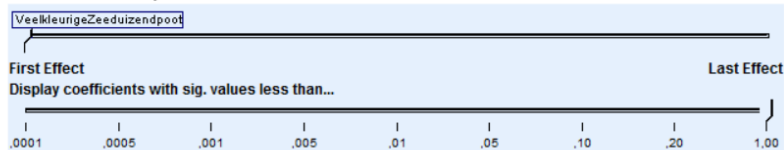
Nonnetje – Veelkleurige zeeduizendpoot:

Fixed Coefficients

Target:Nonnetje

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,732	0,234	3,132	,003	0,258	1,206
VeelkleurigeZeeduizendpoot	-0,057	0,057	-1,005	,322	-0,173	0,058

Probability distribution:Normal
Link function:Identity



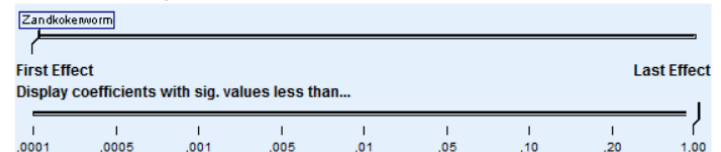
Nonnetje – Zandkokerworm:

Fixed Coefficients

Target:Nonnetje

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,540	0,169	3,188	,003	0,197	0,883
Zandkokerworm	0,063	0,101	0,625	,536	-0,142	0,269

Probability distribution:Normal
Link function:Identity



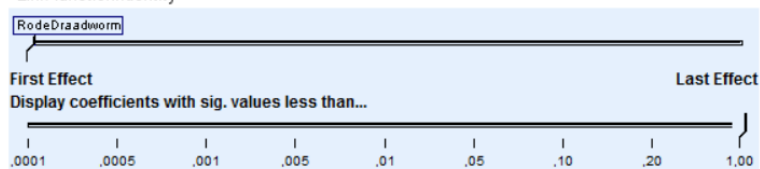
Nonnetje – Rode draadworm:

Fixed Coefficients

Target:Nonnetje

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,499	0,215	2,316	,026	0,062	0,936
RodeDraadworm	0,038	0,081	0,470	,641	-0,125	0,201

Probability distribution:Normal
Link function:Identity



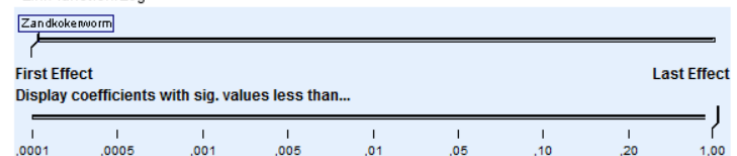
Veelkleurige zeeduizendpoot – Zandkokerworm:

Fixed Coefficients

Target:VeelkleurigeZeeduizendpoot

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	1,094	0,163	6,707	,000	0,764	1,425
Zandkokerworm	-0,074	0,106	-0,701	,488	-0,288	0,140
Negative Binomial	0,643	0,247			0,295	1,403

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log



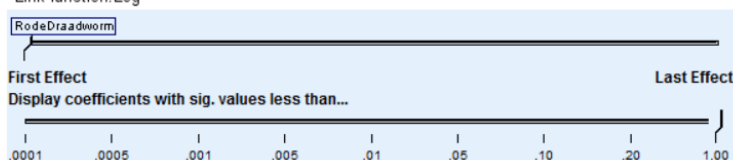
VeelkleurigeZeeduizendpoot – Rode draadworm:

Fixed Coefficients

Target:VeelkleurigeZeeduizendpoot

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	1,238	0,192	6,447	,000	0,849	1,627
RodeDraadworm	-0,111	0,077	-1,438	,159	-0,268	0,045
Negative Binomial	0,598	0,231			0,274	1,306

Probability distribution:Negative binomial
Link function:Log



Zandkokerworm – Rode draadworm:

Fixed Coefficients

Target:Zandkokerworm

Model Term	Coefficient ▼	Std.Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Intercept	0,319	0,349	0,916	,366	-0,387	1,026
RodeDraadworm	0,038	0,130	0,292	,772	-0,226	0,302

Probability distribution:Normal
Link function:Identity

