

ONDER HET ZAND BELAND

Effecten van strand- en onderwatersuppleties
op het macro- en epibenthos van de nabije kustzone,
onderzocht met behulp van Systematisch Strandonderzoek (pilotstudie)

Periode 1978-2008



A.W. Gmelig Meyling & R.H. de Bruyne

STICHTING ANEMOON / METRIDIIUM

2009

Documenttype: Rapportage

Titel: ONDER HET ZAND BELAND
Subtitel: Effecten van strand- en onderwatersuppleties op het macro- en epibenthos van de nabije kustzone onderzocht met behulp van Systematisch Strandonderzoek (pilotstudie)
Periode 1978-2008

Projectnaam: ZANDSUP-01

Uitvoerder: Metridium & Stichting ANEMOON
Contactpersoon: A.W. Gmelig Meyling
Uitvoering volgens: Offerte o-Deltares-09-08-07-01

Veldwerk: Vrijwilligers van het Strandaanspoelsel Monitoring Project van Stichting ANEMOON (zie dankwoord)

Veldwerkperiode: 1978-2008

Tekst: A.W. Gmelig Meyling & R.H. de Bruyne
Statistische analyse: A.W. Gmelig Meyling
Redactie- en opmaak: I. van Lente
Gegevensverwerking: V.I. Elbersen en J. Elbersen
Foto's: A.W. Gmelig Meyling
Foto op kافت: G. van de Akker

Looptijd: 1 augustus 2009 – 15 december 2009

Opdrachtgever: Deltares
Rotterdamse weg 185
2629 HD Delft
Postbus 177
2600 MH Delft

Contactpersoon: dr. L. van der Valk
088-3358493
bert.vandervalk@deltares.nl

Kenmerk van opdracht: 1200689-000-ZKS-0006 van 20-8-2009



Metridium
Bureau voor Ecologisch advies en onderzoek flora en fauna
Postbus 29, 2120 AA, Bennebroek
Kvk: 27335502. BTW: NL 1862.74.452.B01
Tel: 06-15903031



Stichting ANEMOON:
ANalyse Educatie en Marien Oecologisch ONderzoek
Postbus 29, 2120 AA, Bennebroek
Tel: 0252-531111
Kvk: 41226121, BTW: NL 8016.68.165.B01
E-mail: anemoon@cistron.nl
Website (ANEMOON): www.anemoon.org
Website HabSlak: www.anemoon.org/habslak

Inhoud

| | |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| SAMENVATTING..... | 7 |
| 1. INLEIDING..... | 9 |
| 1.1 Kader | 9 |
| 1.2 Pilotstudie | 9 |
| 1.3 Vraagstellingen en doelstellingen..... | 9 |
| 1.4 Aanpak en uitvoering..... | 9 |
| 1.5 Verantwoordelijkheid en disclaimer | 9 |
| 2. SUPPLETIES..... | 11 |
| 2.1 Strandsuppleties | 11 |
| 2.2 Onderwatersuppleties en vooroeversuppleties | 11 |
| 2.3 Gevolgen van suppleties | 11 |
| 2.4 Suppletiegegevens | 11 |
| 3. VRAAGSTELLINGEN | 12 |
| 3.1 Afbakening | 12 |
| 3.2 Vraagstellingen | 12 |
| 3.2.1 Mbt Trends..... | 12 |
| 3.2.2 Effecten zandsuppleties..... | 12 |
| 3.2.3 Onderzoeksmethode | 12 |
| 4. VELDMETHODE | 13 |
| 4.1 Het Strandaanspoelsel Monitoring Project | 13 |
| 4.2 Doelstellingen van het SMP..... | 13 |
| 4.3 SMP-trajecten | 13 |
| 4.4 Methode op het strand..... | 15 |
| 4.5 Vervalcategoriën..... | 15 |
| 4.6 Kwaliteitsborging..... | 16 |
| 5. ANALYSEMETHODE..... | 17 |
| 5.1 Keuze van de soorten..... | 17 |
| 5.2 Keuze van vervalstadia..... | 17 |
| 5.3 Gemiddelde Abundantie (GA)..... | 17 |
| 5.4 Gemiddelde jaarabundantie (GAJ) | 17 |
| 5.5 Trends berekend met TRIM..... | 18 |
| 5.5.1 TRIM | 18 |
| 5.5.2 Jaarcijfers..... | 18 |
| 5.5.3 Indexcijfers..... | 18 |
| 5.5.4 Time Totals | 18 |
| 5.5.5 Slope als maat voor de trend..... | 18 |
| 5.5.6 Standaardfouten bij jaarcijfers en slopes..... | 18 |
| 5.5.7 Trendklassen | 19 |
| 5.5.8 Periode waarover de trend wordt bepaald..... | 19 |
| 5.5.9 Standaard input voor TRIM..... | 19 |
| 5.6 Effect van suppleties bepalen met TRIM | 20 |
| 5.6.1 Trends vóór en na eerste, tweede of derde suppletie | 20 |
| 5.6.2 Duur van effecten suppleties en periode van herstel | 20 |

| | | |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.6.3 | Cumulatieve effecten van suppleties | 20 |
| 5.6.4 | Trends vóór en na suppleties in algemene zin (TSP-analyse)..... | 20 |
| 5.6.5 | Effectverschillen tussen onderwater- en strandsuppleties | 21 |
| 5.6.6 | Invloed van de afstand van de suppleties op de effecten van de suppleties | 21 |
| 5.6.7 | Invloed van de omvang van suppleties | 21 |
| 5.6.8 | Input voor TRIM bij TSP-analyse | 21 |
| 5.7 | Soortgroeptrend-indexcijfers (SGT)..... | 22 |
| 5.8 | TrendSpotter..... | 23 |
| 5.8.1 | Achtergrond | 23 |
| 5.8.2 | Kenmerken..... | 23 |
| 5.8.3 | Gebruik van TrendSpotter bij dit onderzoek..... | 23 |
| 5.8.4 | Toetsing van trends met Trendspotter..... | 23 |
| 6. | RESULTATEN | 25 |
| 6.1 | Bruikbare soorten | 25 |
| 6.1.1 | Algemeen voorkomende soorten uit de nabije kustzone..... | 25 |
| 6.1.2 | Soorten uit dieper water..... | 25 |
| 6.2 | Trendveranderingen na suppleties..... | 25 |
| 6.2.1 | Tweekleppigen..... | 27 |
| 6.2.2 | Kreeftachtigen..... | 33 |
| 6.2.3 | Negatieve trends in de periode 1991 t/m 1999..... | 33 |
| 6.2.4 | Soorten uit overige groepen | 35 |
| 6.3 | Regionale verschillen en overeenkomsten in trends..... | 39 |
| 6.4 | Directe en korte termijn effecten van suppleties..... | 41 |
| 6.4.1 | Gebruikte methode en presentatie resultaten | 41 |
| 6.4.2 | Invloeden van onderwatersuppleties | 42 |
| 6.4.3 | Invloeden van strandsuppleties | 43 |
| 6.4.4 | Lange termijn invloeden van suppleties | 43 |
| 6.4.5 | Regionale verschillen..... | 45 |
| 6.4.6 | Cumulatieve effecten | 45 |
| 6.4.7 | Effecten van suppleties op verschillende afstanden..... | 45 |
| 7. | CONCLUSIES | 46 |
| 7.1 | SMP-onderzoek als methode voor de detectie van suppletie-effecten | 46 |
| 7.2 | Opvallend veel negatieve trends | 46 |
| 7.3 | Trendveranderingen door suppleties en andere oorzaken..... | 47 |
| 7.4 | Overeenkomsten en verschillen in regionale trends..... | 47 |
| 7.5 | Regionale verschillen in trenddetectiekansen | 47 |
| 7.6 | Korte termijn effecten van suppleties | 47 |
| 7.7 | Verschillen in korte termijn suppletie-effecten per traject..... | 48 |
| 7.8 | Verschillen in effecten tussen opeenvolgende suppleties op zelfde traject | 48 |
| 7.9 | Afstand van suppletie tot populatie..... | 48 |
| 7.10 | Effecten bij toename van suppleties | 48 |
| 8. | DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN | 49 |
| 8.1 | Sterke en zwakke punten van het SMP..... | 49 |
| 8.2 | Aangespoeld materiaal dat bij analyses is betrokken | 50 |
| 8.3 | Beperkingen..... | 50 |
| 8.4 | Statistische methode | 51 |
| 9. | SUGGESTIES VOOR VERVOLGONDERZOEK | 55 |
| | DANKWOORD..... | 57 |

Samenvatting

In 1978 is aan de Nederlandse kust, tussen Katwijk en Noordwijk, een vorm van systematisch aanspoelselonderzoek gestart, waarbij wordt getracht door het wekelijks inventariseren van aangespoelde organismen op het strand inzicht te krijgen in de fauna in de nabije kustzone. Vanaf 1991 vindt dit onderzoek ook plaats op zeven andere trajecten (van 1 tot 4 km) langs de Noordzeekust. Bij de tellingen worden levende exemplaren en verse resten betrokken van onder meer wormen, kwallen, bloemdieren, tweekleppigen, slakken, krabben, heremietkreeften en stekelhuidigen. Eerdere analyses van de verzamelde data gaven aan dat met dit monitoringsonderzoek populaties die leven in de nabije kust (tot 1 à 3 km uit de kust) inderdaad kunnen worden gevolgd.

De afgelopen decennia worden in opdracht van de Nederlandse overheid, langs de door afslag geteisterde Nederlandse kustlijn zandsuppleties uitgevoerd, zowel op het strand (strandsuppleties) als in toenemende mate in de vooroever (onderwatersuppleties). Doel is de kustlijnpositie uit 1990 te handhaven. Het is aannemelijk dat hierdoor het ecosysteem in de nabije kustzone wordt verstoord. De Nederlandse overheid wil de effecten van de suppleties op de fauna laten onderzoeken. Omdat systematisch aanspoelselonderzoek, zoals uitgevoerd door Stichting ANEMOON met 'strandwachten' juist zicht geeft op populaties in de zone waar de suppleties plaatsvinden, is door Deltares opdracht gegeven voor een pilotstudie met behulp van dit type onderzoek.

Dit rapport presenteert de resultaten van deze studie. Doelstelling was na te gaan of met systematisch strandonderzoek eventuele faunaveranderingen als gevolg van suppleties kunnen worden aangetoond. Daarnaast is gevraagd hypothesen op te stellen en aanbevelingen te doen voor vervolgonderzoek met behulp van deze methode naar de effecten van suppleties.

Het huidige onderzoek laat zien dat er over de periode 1978 t/m 2008 bij opvallend veel soorten langdurig dalende trends te zien zijn en dat deze trends zich in grote lijnen langs de gehele Zuid- en Noord-Hollandse kust hebben voorgedaan. Deze negatieve trends zijn het duidelijkst bij de fauna die in de bodem leeft (macrobenthos) en wat minder duidelijk bij de fauna die op de bodem leeft (epibenthos). Met name relatief veel soorten tweekleppigen vertonen duidelijke trends. De negatieve trends lijken echter niet of niet alleen het gevolg van suppleties, maar worden waarschijnlijk in belangrijke mate door andere niet bekende factoren veroorzaakt. Uit het onderzoek komen echter wel effecten van suppleties naar voren. Vooral bij tweekleppigen treden er duidelijke populatiedalingen op ten gevolge van de suppletie. De populaties van de meeste soorten herstellen zich echter binnen één tot drie jaar na de suppletie. Strandsuppleties hebben soortgelijke effecten als onderwatersuppleties, maar de effecten zijn beduidend minder sterk en van kortere duur.

Herstel na suppleties mag zich dan wel 1 tot drie jaar voltrekken, maar de tendens is dat steeds vaker suppleties zullen worden uitgevoerd. Zeker wanneer in bepaalde gebieden geregeld binnen enkele jaren opnieuw onderwatersuppleties worden uitgevoerd, is het goed mogelijk dat herstel nauwelijks kan plaatsvinden. Dan zal er een soortenverschuiving optreden, waarbij soorten die zich het snelst kunnen herstellen in grotere dichtheden zullen optreden dan in de tijd vóór de suppleties. Vooral een opportunist als de Amerikaanse zwaarschede profiteert van de verstoringen ten kosten van andere soorten tweekleppigen.

Daarnaast zijn er enkele soorten tweekleppigen die in de periode 1978 t/m 1985 sterk waren afgenomen en maar die de laatste jaren in (zeer) geringe mate weer wat lijken toe te nemen als gevolg van de suppleties.

Het relatief geringe aantal onderzoekstrajecten en het relatief lage aantal zandsuppleties in de onderzoeksperiodes nabij de onderzoekstrajecten, hebben tot gevolg dat meer specifieke vraagstellingen nog niet met significant resultaten konden worden beantwoord. De verwachting is dat voortzetting en uitbreiding van het systematische aanspoelselonderzoek, met als gevolg meer waarnemingen, in combinatie met nog geavanceerdere statistische technieken, er hoogstwaarschijnlijk toe zal leiden dat meer specifieke vraagstellingen met betrekking tot zandsuppleties zullen kunnen worden beantwoord.



Figuur 1.1. Overzicht van de ligging van Strandwachtrajecten, het moment waarop deze zijn gestart en de jaren waarin strand- of onderwatersuppleties zijn uitgevoerd op een afstand kleiner dan 3 km of alleen zijn uitgevoerd op een afstand tussen de 3 en 8 km tot het traject. Bij deze afstand gaat het om de afstand evenwijdig aan de kustlijn en niet zeeinwaards. Zwarte jaartallen betreffen strandsuppleties. Rode jaartallen betreffen onderwatersuppleties. Jaartallen tussen blokhaken betreffen strand- of onderwatersuppleties die zijn uitgevoerd op een afstand tussen de 3 en 8 km tot het traject evenwijdig aan de kust

1. Inleiding

1.1 Kader

Jaarlijks wordt door Rijkswaterstaat gemiddeld 12 miljoen kubieke meter zand gesuppleerd om de erosie van de Nederlandse kust te compenseren. Hiermee wordt getracht de verschillende gebruiksdoelen van de kust te behouden en de achterliggende duingebieden te beschermen. Tegenwoordig wordt het grootste deel van dit zand onder water afgezet in de zeer nabije kustzone (vooreever- of onderwatersuppleties). Vroeger werd in de meeste gevallen een laag zand op het strand aangebracht (strandsuppleties). Het is niet uitgesloten dat strandsuppleties en onderwatersuppleties een negatief effect hebben op bepaalde diersoorten of habitats van de nabije kustzone. Mede omdat er plannen zijn het aantal suppleties in de toekomst te vergroten, heeft Deltares besloten de ecologische effecten van suppleties te laten onderzoeken.

1.2 Pilotstudie

Langs de Hollandse kust zijn acht "Strandwachten" actief (zie figuur 1.1), waarvan de deelnemers wekelijks aangespoelde organismen (en resten daarvan) op naam brengen en gestandaardiseerd tellen op vaste trajecten. Deze activiteiten vinden plaats in het kader van het Strandaanspoelsel Monitoring Project (SMP) van Stichting ANEMOON. Aangetoond is dat abundantieveranderingen van aangespoelde organismen een afspiegeling vormen van populatieveranderingen in de nabije kustzone, tot circa 1 à 3 km uit de kust (Gmelig Meyling & De Bruyne, 1994b). Dit is precies de zone die ecologisch onder druk staat van de zandsuppleties. Daarom is het interessant om met een pilot studie na te gaan of en in welke mate met SMP-gegevens effecten van zandsuppleties op de fauna kunnen worden aangetoond.

1.3 Vraagstellingen en doelstellingen

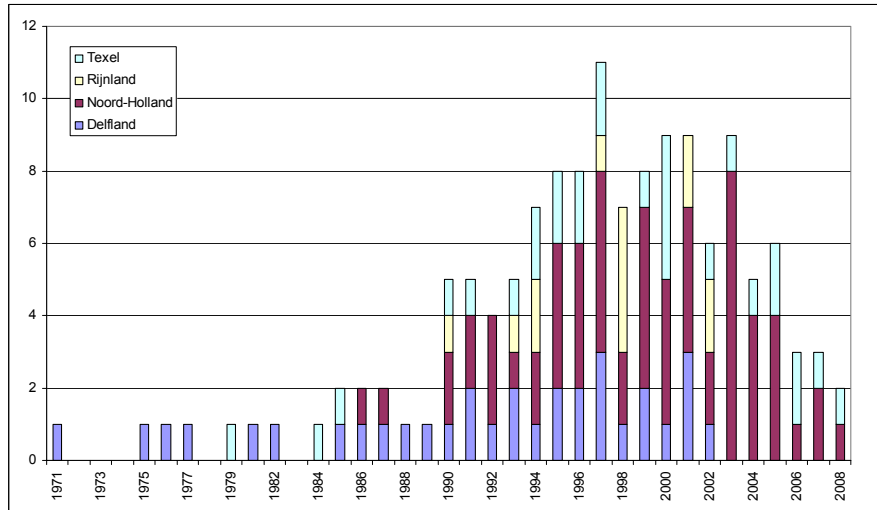
Bij deze pilotstudie zullen meerdere vraagstellingen worden beantwoord ten aanzien van de effecten van zandsuppleties op bodemdieren van de nabije kustzone en de mogelijkheden om deze vragen met systematisch strandonderzoek te beantwoorden. Deze vraagstellingen worden gegeven in hoofdstuk 3. Dit rapport dient een aanzet te vormen tot vervolgonderzoek. Tot de doelstelling van deze rapportage behoort daarom tevens het opstellen van hypothesen en het doen van aanbevelingen.

1.4 Aanpak en uitvoering

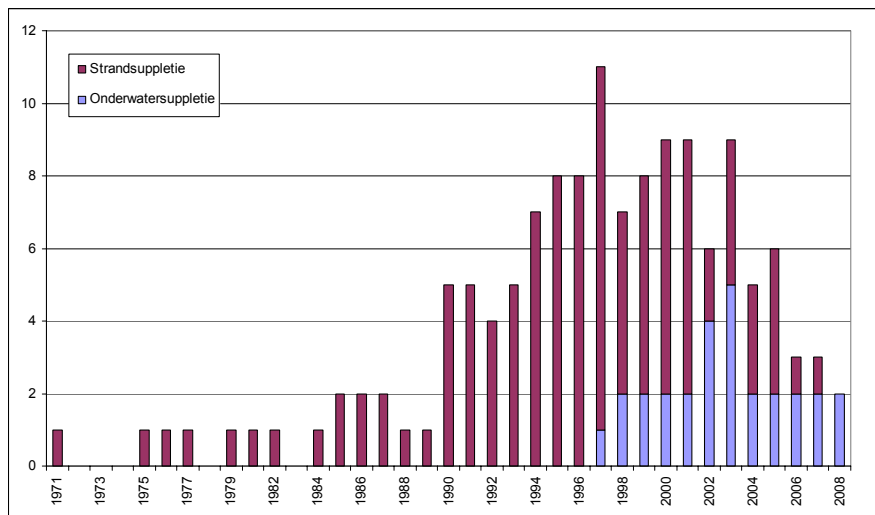
Stichting ANEMOON, die de gegevens van het SMP beheert, stelt de gegevens van 2858 SMP-inventarisaties in de periode van 1978 t/m 2008 beschikbaar voor het onderzoek. RWS stelt gegevens beschikbaar m.b.t. de zandsuppleties. Zowel kwalitatief als kwantitatief wordt geanalyseerd welke veranderingen voor en na de start van de zandsuppleties zijn opgetreden in het voorkomen van diverse algemeen voorkomende tweekleppigen, meerdere stekelhuidigen, enkele soorten borstelwormen en krabben. Het gaat hierbij dus zowel om soorten die in de bodem leven (macrobenthos), als om soorten die op de bodem leven (epi-benthos). In alle gevallen geldt dat de op het strand aangespoelde exemplaren die in het kader van de strandwacht-inventarisaties geteld zijn, afkomstig zijn van populaties uit de nabije kustzone. Op basis van statistische toetsen en expertise, wordt getracht na te gaan of deze veranderingen zijn toe te schrijven aan zandsuppleties en/of mogelijke andere factoren, zoals klimaatveranderingen. Voor de statistische analyse wordt gebruik gemaakt van statistische tijdreeksanalyse-methoden, zoals TRIM (ontwikkeld door Centraal Bureau voor de Statistiek) en TrendSpotter (ontwikkeld door het RIVM). Analyses zijn uitgevoerd voor soorten afzonderlijk en tevens gecombineerd voor soortgroepen.

1.5 Verantwoordelijkheid en disclaimer

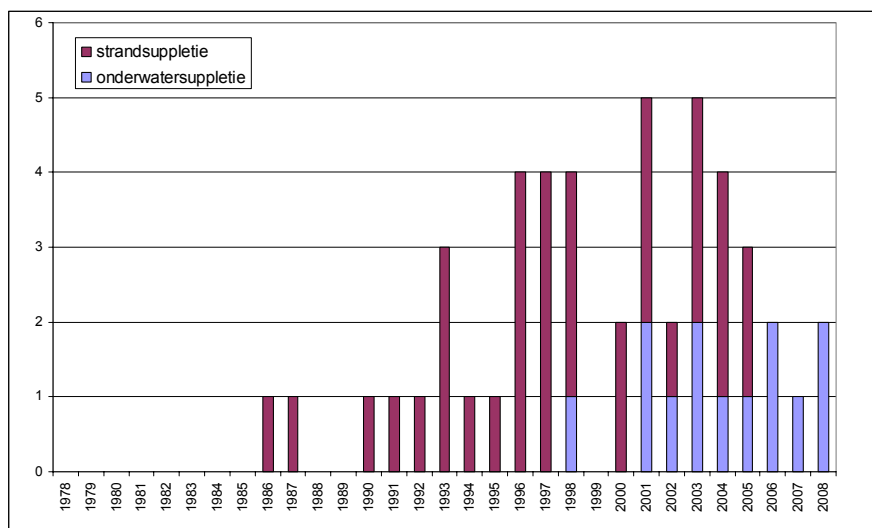
Stichting ANEMOON is een organisatie voor onderzoek met behulp van vrijwilligers. Met ingang van 1 januari 2009 worden opdrachten aan Stichting ANEMOON welke volledig door professionals worden uitgevoerd, uitgevoerd onder de vlag van het onderzoeks- en adviesbureau Metridium, dat Stichting ANEMOON facilitair ondersteunt. Zowel Metridium als Stichting ANEMOON kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor gevolgen die voortvloeien uit het gebruik van deze rapportage.



Figuur 2.1. Aantal strand- en onderwatersuppleties langs de Hollandse kust en Texel, uitgesplitst naar kustvak.



Figuur 2.2. Aantal strand- en onderwatersuppleties langs de Hollandse kust en Texel, uitgesplitst naar type suppletiek.



Figuur 2.3. Aantal strand- en onderwatersuppleties langs de Hollandse kust en Texel, op een afstand kleiner dan 3 km vanaf een Strandwachtraject, betrokken bij dit onderzoek.

2. Suppleties

2.1 Strandsuppleties

Strandsuppleties worden gedefinieerd als het bewust aanbrengen van zand op een eroderend strand, of het creëren van een strand waar voorheen geen of slechts een smal strand aanwezig was. Suppleties worden beschouwd als een ecologisch beter alternatief voor kustverdediging en het tegengaan van structurele erosie dan het gebruik van bijvoorbeeld harde structuren als dijken en strekdammen. Ze sluiten namelijk beter aan op de natuurlijke processen, en de behandelde kust behoudt in grote lijnen zijn morfologische kenmerken.

Strandsuppleties worden in Europa pas een jaar of veertig uitgevoerd (Speybroeck et al. 2004). Vanaf 1970 worden strandsuppleties ook in Nederland steeds vaker en grootschaliger ingezet (figuur 2.1). In 1991 is begonnen met de uitvoering van het landelijk kustbeleid met als motto 'dynamisch handhaven'. Dit betekent dat de kustlijn niet verder landinwaarts mag verplaatsen dan de kustlijnpositie in 1990. 'Dynamisch' slaat hierbij op het zoveel mogelijk behouden van de natuurlijke dynamiek van de kust. Alleen voor delen van de kust waar de gebruiksfuncties niet in het geding zijn door veranderingen in de kustlijn (bv. delen van de Waddeneilanden), wordt alle ruimte aan natuurlijke dynamiek gegeven en worden helemaal geen suppleties of ander onderhoud uitgevoerd. Strandsuppleties worden tegenwoordig alleen nog maar ingezet waar onderwatersuppleties niet haalbaar blijken.

2.2 Onderwatersuppleties en vooroeversuppleties

Sinds circa 1995 wordt de voorkeur gegeven aan onderwatersuppleties, ook wel vooroeversuppleties genoemd (figuur 2.2). Hierbij wordt het zand niet op het strand gebracht, maar vanaf een schip in zee gespoten in de zone met een diepte van circa 6 meter. Dergelijke suppleties hebben niet alleen tot gevolg dat erosie van de vooroever minder snel verloopt, maar ook dat zand door natuurlijke processen deels richting kust wordt verplaatst. Onderwatersuppleties zijn goedkoper dan strandsuppleties, omdat het zand niet tot op het strand hoeft te worden gebracht en de werkzaamheden volledig vanuit schepen kunnen worden uitgevoerd.

2.3 Gevolgen van suppleties

Bij suppleties wordt het oorspronkelijke sediment onder een dikke laag zand bedolven. De bodemfauna ter plekke sterft daardoor vrijwel volledig af door bedekking en verstikking. Suppleties hebben op de plaats waar deze worden aangebracht dus zonder meer gevolgen voor de fauna. De vraag is derhalve niet zo zeer of er effecten zijn, maar meer hoe snel het ecosysteem van de nabije kustzone zich herstelt en tot waar de effecten zich uitstrekken. Bij dit onderzoek wordt getracht deze en andere vragen met betrekking tot de effecten van suppleties op de fauna van de nabije kustzone inzichtelijk te maken met behulp van Systematisch onderzoek van aanspoelsel, zoals dat wordt uitgevoerd op de zogenaamde strandwachtrajecten. Figuur 2.3. geeft het aantal bij dit onderzoek betrokken strand- en onderwatersuppleties langs de Hollandse kust en Texel, op een afstand kleiner dan 3 km vanaf een Strandwachtraject betrokken bij dit onderzoek. De figuur weerspiegelt de meetbare potentiële invloed van suppleties.

2.4 Suppletiegegevens

De suppletiegegevens voor dit onderzoek zijn geleverd door Deltares en worden gegeven in bijlage 2. Uit de bijlage blijkt dat onderscheid is gemaakt tussen meerdere typen suppleties, waaronder strandsuppleties en onderwatersuppleties.

3. Vraagstellingen

3.1 Afbakening

Onderstaande vraagstellingen beperken zich tot de Zuid- en Noord-Hollandse kust tussen Den Haag t/m Texel. De vraagstellingen hebben betrekking op populaties van het macrobenthos en epibenthos die voorkomen in de nabije kustzone (tot 1 km à 3 km uit de kust). Het macrobenthos wordt gevormd door soorten die ingegraven in de bodem leven, zoals kokkels, nonnetjes, schelpkokerwormen en zeeklitten. Het epibenthos wordt gevormd door soorten die op de bodem leven en zich daarover verplaatsen, zoals krabben, heremietkreeften en zeesterren. Soorten die in de waterkolom zwemmen of zweven, zoals vissen, kwallen en dergelijke, zijn bij dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

3.2 Vraagstellingen

3.2.1 Mbt Trends

- Welke soorten die bij het SMP zijn betrokken kunnen bij statistische analyse worden betrokken?
- Welke veranderingen in populaties van macro- en epibenthossoorten kunnen worden afgeleid uit de SMP-gegevens?
- Zijn er regionale verschillen en/of overeenkomsten in fluctuaties en in trends?
- Zijn er verschillen in trend-detectiekansen van trends tussen de verschillende trajecten?

3.2.2 Effecten zandsuppleties

- Hebben zandsuppleties invloed op populaties voor de kust?
- Hebben strandsuppleties andere invloeden dan vooroeversuppleties?
- Hoe lang na de suppleties zijn effecten nog waarneembaar?
- Beïnvloeden suppleties de trends?
- Zijn de invloeden van suppleties regionaal verschillend?
- Zijn in gebieden die vaker worden gesuppleerd de gevolgen van suppleties sterker, m.a.w. is er een cumulatief effect?
- Zijn de waargenomen lange termijn trends het gevolg van suppleties?

3.2.3 Onderzoeksmethode

- Zijn de resultaten van de inventarisaties in het kader van het Strandaanspoelsel Monitoring Project (SMP) van Stichting ANEMOON geschikt om de effecten van suppleties te bepalen?
- Voldoen de bij dit onderzoek gebruikte statistische methoden voor het meten van effecten, of moet worden uitgeweken naar andere methoden?
- Wat zijn de sterke punten van het SMP bij het detecteren van suppletie-invloeden?
- Wat zijn de zwakke punten van het SMP bij het detecteren van suppletie-invloeden?
- Wat moet er eventueel aan het SMP veranderen om effecten van suppleties beter in beeld te krijgen?
- Welke vraagstellingen zijn nu buiten beschouwing gelaten die bij vervolgonderzoek beantwoord zouden kunnen worden?

4. Veldmethode

4.1 Het Strandaanspoelsel Monitoring Project

Het Strandaanspoelsel Monitoring Project (SMP) bestaat thans uit acht trajecten. Op deze trajecten worden wekelijks of om de week systematisch alle aangespoelde mariene organismen en resten gedetermineerd en geteld. De trajecten variëren in lengte van circa 4 tot 1 kilometer.

4.2 Doelstellingen van het SMP

- Het signaleren van populatieveranderingen in de nabije kustzone van circa 80 mariene soorten uit diverse diergroepen.
- Het verkrijgen van ecologische kennis met betrekking tot jaarfluctuaties en seizoensfluctuaties.
- Het signaleren en volgen van nieuwe diersoorten, waaronder exoten.
- Het aandragen van informatie ten behoeve van natuurbeleid en natuurbehoud.
- Het vergroten van de belangstelling, de kennis en de waardering voor de Nederlandse onderwaternatuur bij strand- en Noordzee-minnend Nederland.

4.3 SMP-trajecten

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de trajecten, het jaartal waarin het onderzoek op het betreffende traject is gestart, de Streefinspanning en het totaal aantal inventarisatiedagen in de periode t/m 2008. Voor onderstaande trajecten geldt dat ze tot op heden (2009) actief zijn.

| SMP-Traject | Actief vanaf | Streef-inspanning | Totaal aantal inventarisatiedagen t/m 2008 |
|--------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Texel Jan Ayeslag | 1995 | | |
| Petten | 1994 | Tot 1994 1x per 2 weken Vanaf 1998: 1 x per week | 369 |
| Camperduin | 2002 | 1x per 2 weken | 125 |
| Bakkum | 2005 | 1x per 2 weken | 84 |
| IJmuiden | 2002 | 1x per 2 weken | 131 |
| Katwijk-Noordwijk | 1978 Onderbroken van 1988 t/m 1990 | 1x per week | 1301 |
| Den Haag | 1990 | 1x per weken | 323 |
| Neeltje Jans | Valt buiten het doelgebied van deze rapportage | | |
| Totaal | | | 2858 |

Verdere regels met betrekking tot de inspanning zijn:

- Per jaar moeten in principe minimaal 25 waarnemingen worden gedaan.
- Per maand moet minimaal één waarneming worden gedaan.



Figuur 4.1. Strandwachters langs de laagwaterlijn. Op deze dag was maar weinig materiaal afgezet.



Figuur 4.2. Ook de vloedlijn wordt onderzocht. Hier wordt een stuk veen gevonden waarin zich Amerikaanse boommosseels bevonden.

4.4 Methode op het strand

Twee waarnemers zorgen dat ze drie kwartier voor laagwater bij het beginpunt zijn van het SMP-traject. Vervolgens vindt het eerste deel van de excursie plaats langs de laagwaterlijn. Aan het eind van het traject wordt het traject teruggelopen, maar nu worden langs de hoogwaterlijn de resten geïnventariseerd die bij het vorige hoogwater zijn afgezet. Tijdens de zoektocht worden aantekeningen gemaakt met betrekking tot aangespoelde mariene soorten en resten daarvan. Bijzondere vondsten worden meegenomen.

Wanneer het traject heen en terug is onderzocht, worden de bevindingen gezamenlijk doorgenomen en worden aan de hand van de gemaakte aantekeningen per soort en vervalcategorie (zie tabel 4.3) de aantallen bepaald die op het gehele traject zijn waargenomen. De aantallen worden genoteerd in zogenaamde abundantieklassen, bepaald over de afgelegde afstand (zie tabel 4.2).

| Tabel 4.2. Abundantieklassen gebruikt bij de inventarisaties door de Strandwachten bij de indeling van het aantal exemplaren per traject. | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Abundantieklasse | Aantal |
| 0 | 0 |
| 1 | 1-9 |
| 2 | 10-99 |
| 3 | 100-999 |
| 4 | 1000-9999 |
| 5 | 10.000-99999 |
| 6 | ≥ 100 000 |
| XX | Niet opgelet (missing value) |

4.5 Vervalcategorieën

Vrijwel alle dieren en wieren die op het strand worden gevonden leven daar niet. Ze komen van elders en zijn aangespoeld. In de meeste gevallen zijn de dieren dood en worden alleen resten aangetroffen. De hoedanigheid waarin een soort in het aanspoelsel kan worden waargenomen, kan worden onderverdeeld in meerdere categorieën.

Tabel 4.3 geeft een overzicht van de categorieën waarin materiaal van dieren kan worden aangetroffen. Waarnemers dienen bij het opgeven van een abundantieklasse altijd duidelijk aan te geven op welke hoedanigheid iets betrekking heeft. Het SMP-formulier is zodanig ontworpen dat dit voor de reguliere SMP-soorten al steeds wordt afgedwongen.

| Tabel 4.3. Vervalcategorieën: hoedanigheden waarin een soort kan worden aangetroffen. | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Categorie | Omschrijving |
| Lev | Levend |
| Dub | Doublet |
| Enk | Enkele klep |
| Hui | Leeg huisje |
| Vle | Vleesresten |
| Doo | Dood (geheel exempl.) |
| Sch | Schild/skelet |
| Fra | Fragment, zonder vlees |
| Ver | Vervellingshuidje |
| Sub | Subfossiel |
| Fos | Fossiel |
| Eik | Eikapsel |
| Ei | Ei |

4.6 Kwaliteitsborging

Veel deelnemers die aan het SMP meedoen hebben beroepsmatig of qua studie een biologische achtergrond. De meeste waarnemers zijn zeer trouw aan het project en lopen al jaren (sommigen al tientallen!) mee. Nieuwe waarnemers lopen altijd eerst een geruime tijd mee met ervaren waarnemers, alvorens ze zelfstandig het traject aflopen. Daarbij krijgen ze een kist met voorbeeldsoorten mee, aan de hand waarvan ze zich ook thuis kunnen oefenen in de determinatie van soorten.

Het feit dat men in principe per tweetal loopt, maakt overleg en discussie mogelijk. Bij twijfel aan determinaties, wordt het verzamelde materiaal onderzocht door andere strandwachters of zonodig door experts (o.a. van Naturalis, Leiden). De soorten die standaard bij het SMP zijn betrokken, worden geregeld gezien en zijn niet moeilijk van elkaar te onderscheiden.

De waarnemers worden getraind om bij twijfel over waarnemingen XX achter de betreffende soort in de betreffende kolom te plaatsen. De XX-waarnemingen worden bij de analyse als 'Missing Values' meegenomen.



Figuur 4.3. "Vers" aangespoelde zeesterren, krabben en schelpdieren die enkele dagen voor de waarnemingen nog leefden in zee. De wulkenhuisjes rechtsboven bevatten geen vleesresten. Deze huisjes kunnen afkomstig zijn van dieren die al vele (honderden) jaren geleden zijn gestorven.

5. Analysemethode

5.1 Keuze van de soorten

Alleen soorten die voldoende op de SMP-trajecten zijn gevonden, kunnen meedoen bij de analyses gebruikt bij dit onderzoek. De keuze van de soorten vormt een onderdeel van het onderzoek en de te behandelen soorten worden daarom bij de resultaten (hoofdstuk 6) behandeld.

5.2 Keuze van vervalstadia

Op het strand kunnen resten van dieren worden aangetroffen die al jaren geleden zijn gestorven. Deze resten zijn ongeschikt voor monitoring van veranderingen voor de kust. Daarom wordt alleen 'vers' materiaal bij de analyse betrokken. Vers materiaal is afkomstig van organismen waarvan mag worden aangenomen dat ten minste 90% in de afgelopen twee jaar nog voor de kust leefde. (In de meeste gevallen aanzienlijk korter. Zie voor schattingen van de ouderdom van materiaal Gmelig Meyling, 1993).

Bij de analyse zijn alleen waarnemingen betrokken van de categorieën gegeven in tabel 5.1.

| Tabel 5.1. Categorieën die bij de analyse zijn betrokken en betrekking hebben op 'vers materiaal'. (Materiaal afkomstig van organismen die de afgelopen twee jaar nog in leven waren). | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Categorie | Omschrijving |
| Lev | Levend |
| Dub | Doublet (linker en rechterklep verbonden door het ligament) |
| Vle | Materiaal met vleesresten |
| Doo | Dood (compleet exemplaar met vleesresten) |
| Sch | Schild/skelet |
| Ver | Vervellingshuidje |

5.3 Gemiddelde Abundantie (GA)

Als maat bij de vergelijkingen van de waargenomen aantallen, wordt verder gewerkt met de Gemiddelde Abundantie (GA) van vers aangespoeld materiaal (zie vorige paragraaf). Deze wordt bepaald door het gemiddelde van de abundantieclassen te bepalen over een bepaalde periode. Deze maat komt min of meer neer op het gemiddelde van de log-getransformeerde aantallen per traject. De Gemiddelde Abundantieklasse is een relatieve maat voor het voorkomen binnen een bepaald traject over een bepaalde periode.

Inmiddels is uit meerdere onderzoeken gebleken dat de Gemiddelde Abundantie een goede maat is voor het detecteren van trends in het aanspoelsel (zie Gmelig Meyling, 1993) en Gmelig Meyling & De Bruyne, 1994b en 2004). Aangetoond is verder dat waargenomen veranderingen een goede afspiegeling vormen van de veranderingen in populaties in de nabije kustzone (Gmelig Meyling en De Bruyne, 1994b).

5.4 Gemiddelde jaarabundantie (GAJ)

Trend en veranderingen worden bij dit onderzoek bepaald op basis van jaarcijfers per traject. De Gemiddelde jaarabundantie wordt per traject bepaald door eerst de gemiddelde abundanties per maand te berekenen en deze twaalf maandabundanties te middelen over het jaar. Op deze manier wordt voorkomen dat ongelijke inspanning over de maanden, in combinatie met seizoenspatronen in het aanspoelen, van invloed zijn op het jaarcijfer.

5.5 Trends berekend met TRIM

5.5.1 TRIM

Trends worden berekend met behulp van TRIM. Dit computerprogramma is speciaal door het Centraal Bureau voor de Statistiek ontwikkeld voor tijdreeksanalyses van monitoringgegevens die zijn verzameld met behulp van vrijwilligersmeetnetten (Pannekoek & Van Strien, 2001). Het programma wordt onder meer gebruikt voor het berekenen van trends van de meetnetten van het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM). Dit is een samenwerkingsverband van overheidsinstellingen en Particuliere Gegevensbeherende Organisaties (PGO's) die Flora en Fauna in Nederland monitoren (zie verder <http://nemweb.ipo-rivm.nl/>). TRIM wordt ook internationaal veel gebruikt (Gregory et al., 2005; Vorisek et al., 2008).

5.5.2 Jaarcijfers

TRIM berekent jaarcijfers (indexcijfers en Time Totals), waarbij gecorrigeerd wordt voor onevenredige waarnemersinspanningen over de locaties en de jaren. Eventueel ontbrekende jaarwaarden op locaties (Missing Values) worden berekend ('bijgeschat') met behulp van imputatie door een zo goed mogelijk passend wiskundig model, dat is verkregen op basis van de waarnemingen die wél zijn gedaan.

5.5.3 Indexcijfers

Omdat bij dit onderzoek niet de werkelijk dichtheden of aantallen van populaties worden bepaald, maar wordt getracht populatieveranderingen indirect te bepalen via de aantallen aangespoelde organismen, worden de tijdreeksen omgezet in indexcijfers, waarbij (meestal) het eerste jaar van de reeks op 100% wordt gezet. Het jaar dat op 100% wordt gezet, wordt het basisjaar genoemd. Daardoor zijn procentuele veranderingen ten opzichte van het basisjaar direct af te lezen en zijn de veranderingen bij verschillende soorten onderling te vergelijken.

5.5.4 Time Totals

De Time Totals zijn normaliter de totaal waargenomen aantallen en komen bij dit onderzoek direct overeen met de som van de Gemiddelde Jaarabundanties (GAJ) over de trajecten. De Time Totals gedeeld door het aantal trajecten vormen de Gemiddelde Jaarabundanties bezien over de trajecten waarover de analyse is uitgevoerd.

5.5.5 Slope als maat voor de trend

Naast jaarcijfers berekent TRIM ook de 'slope'. Dit is het stijgings- of dalingspercentage per jaar over een bepaalde periode.

5.5.6 Standaardfouten bij jaarcijfers en slopes

De standaardfouten (SE) behorende bij de Indexcijfers, de Time Totals en de Slopes, worden berekend op basis van de imputed waarden en niet op basis van de modelwaarden. Modelwaarden zijn dus alleen gebruikt in het geval dat jaarwaarden voor een bepaalde locatie ontbreken. Het voordeel hiervan is dat standaardfouten op deze manier zoveel mogelijk gebaseerd zijn op werkelijke waarnemingen. De trend zal daardoor minder snel ten onrechte als significant naar voren komen.

5.5.7 Trendklassen

Aan de hand van de Slope en de daarbij behorende Standaardfout, kan de trend worden beoordeeld. De beoordelingsklassen worden gegeven in tabel 5.2.

| Tabel 5.2. Trendbeoordelingen mbv TRIM | | | |
|----------------------------------------|----------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Trend-klasse | Beoordeling | Betrouwbaarheid | Grootte van de verandering (GA=Gemiddelde abundantie) |
| ++ | Sterke toename ($p < 0.01$) ** | 99% | GA neemt zeker met meer dan 5 procent per jaar toe. |
| ++ | Sterke toename ($p < 0.05$) * | 95% | |
| + | Matige toename ($p < 0.01$) ** | 99% | Zekere toename, maar het is niet zeker of de GA met meer dan 5 procent per jaar toeneemt |
| + | Matige toename ($p < 0.05$) * | 95% | |
| 0 | Stabiel | 95% | Toe- of afname in GA is zeker kleiner dan 5 procent per jaar |
| ? | Onzeker | | Veranderingen niet met zekerheid vast te stellen |
| - | Matige afname ($p < 0.01$) ** | 99% | Zekere afname, maar het is niet zeker of de GA met meer dan 5 procent per jaar afneemt |
| - | Matige afname ($p < 0.05$) * | 95% | |
| -- | Sterke afname ($p < 0.01$) ** | 99% | GA neemt zeker af met meer dan 5 procent per jaar |
| -- | Sterke afname ($p < 0.05$) * | 95% | |

5.5.8 Periode waarover de trend wordt bepaald

Trends kunnen over de gehele tijdreeks worden bepaald, maar ook over delen van de tijdreeks. Op deze manier kan worden nagegaan of de trend over een bepaalde periode sterker of zwakker is dan in een andere periode. Standaard zijn de volgende perioden met TRIM berekend: 1978-1987, 1987-1982, 1991-2008, 1991-1999, 2000-2008. Het is ondoenlijk voor alle mogelijke perioden de significantie van de trends te bepalen en weer te geven. TrendSpotter biedt in dit geval uitkomst, omdat met dit programma trendveranderingen kunnen worden opgespoord en inzichtelijk gemaakt (zie paragraaf 5.9).

De keuze van het basisjaar (startjaar) heeft overigens geen enkele invloed op de trendberekeningen. De significantie van de trend wordt immers alleen bepaald op basis van de Slope en de daarbij behorende Standaard Error (SE), berekend over de gekozen periode (zie verder paragraaf 5.5.6).

5.5.9 Standaard input voor TRIM

Als input van TRIM wordt genomen:

- P (Plot = nummer van het strandwachtraject).
- T (Tijdseenheid: jaar of jaarnummer).
- A (Aantal. Bij dit onderzoek is de JaarAbundantie gebruikt).
- W (Weefactor=1/aantal waarnemingen dat op het traject in dat jaar is gedaan).
- C (Covariant. Groepering van waarnemingen met behulp van covariantklassen op basis van overeenkomstige eigenschappen. Er zijn meerdere covarianten mogelijk).

De JaarAbundanties worden per jaar per traject berekend door de voor maandinvloeden gecorrigeerde Gemiddelde Jaarabundantie (GAJ) te vermenigvuldigen met het aantal waarnemingen dat op dat traject in dat jaar is uitgevoerd.

5.6 Effect van suppleties bepalen met TRIM

5.6.1 Trends vóór en na eerste, tweede of derde suppletie

De trends worden doorgaans berekend over kalenderjaren. Maar trends kunnen ook worden berekend over jaarnummers. Deze jaarnummers mogen per traject verschoven zijn ten opzichte van de kalenderjaren. Trends kunnen dus ook worden berekend vóór en na een bepaald jaartal, waarbij dit jaartal verschilt per Strandwachtraject. Op deze manier kan de vraag worden beantwoord of er trendverschillen en/of abundantieverschillen zijn tussen de periode vóór de suppletie en daarna. De analyse kan afzonderlijk worden uitgevoerd voor een eerste, tweede of derde suppletie, zodat ook cumulatieve effecten kunnen worden onderzocht. De analyse kan voor één traject worden uitgevoerd, maar ook voor meerdere trajecten tegelijkertijd, zodat invloeden per traject en per regio over de gehele Hollandse kust kunnen worden bepaald.

5.6.2 Duur van effecten suppleties en periode van herstel

Bij bovenstaande analyses kunnen trends worden vergeleken over verschillende periodes vóór en na de suppletie. Zo kunnen bijvoorbeeld vragen worden beantwoord als: wijkt de trend in de vier jaar voor de suppletie af van de trend twee jaar na de suppletie? En hoe verloopt de trend nadat het grootste effect van de suppletie is opgetreden? Met andere woorden: over welke periode zien we een significant herstel? Omdat er op dit punt geen hypothese is geformuleerd en het bij dit onderzoek gaat om een verkennende pilotstudie, is met meerdere periodes geëxperimenteerd.

5.6.3 Cumulatieve effecten van suppleties

Te verwachten valt, dat als meerdere zandsuppleties achtereenvolgend worden uitgevoerd, de effecten sterker zullen zijn. Met bovenstaande methode kan dat ook worden onderzocht door te bekijken of de trends na de tweede suppletie sterker zijn dan die na de eerste suppletie.

5.6.4 Trends vóór en na suppleties in algemene zin (TSP-analyse)

Bovenstaande analyses gaan uit van opeenvolgende suppleties. Er wordt geen algemene uitspraak gedaan over de effecten van suppleties. We willen echter ook de effecten van alle suppleties tezamen beoordelen, mede omdat de statistische power (de kans om significante effecten te detecteren) van een dergelijke analyse groter zal zijn. Deze analyse vergt een iets andere aanpak:

Eerst dienen periodes vóór en na de suppleties te worden gedefinieerd. Bij de uiteindelijke analyse is gekozen voor de volgende periodes:

- P1: Eerste drie jaar vóór het jaar van de suppleties (de referentieperiode).
- P2: Het jaar van de suppleties.
- P3: Het eerste jaar na de suppleties.
- P4: Het tweede jaar na de suppleties.
- P5: Het derde en vierde jaar na de suppleties.

De keuze van de periodes is deels op basis van veronderstellingen en deels empirisch tot stand gekomen. De volgende overwegingen hebben de keuzes bepaald:

De trends die niet door suppleties worden veroorzaakt moeten zo min mogelijk doorwerken in de analyse. De eerste drie jaar voor de suppletie vormt de referentieperiode. Uit empirisch onderzoek middels grafieken en uit de analyses met betrekking tot trends voor en na suppleties, tekende zich een beeld af waarin de effecten van de suppleties op korte termijn sterk zijn, maar slechts van korte duur, waarna al snel een herstel optreedt.

Om dit te toetsen zijn per traject en per suppletie, voor alle vijf de periodes, de abundanties berekend (de zogenaamde TSP-abundanties). De periodes vormen de tijdsparameter ten

behoefte van de TRIM-analyses. De traject-suppletie-combinatie vormt de plot-parameter, (zie verder paragraaf 5.6.7).

Het voordeel van deze methode is dat er in één analyse veel meer waarnemingen en suppleties tegelijk kunnen worden beoordeeld, waardoor de statistische power toeneemt en effecten beter naar voren kunnen komen.

5.6.5 Effectverschillen tussen onderwater- en strandsuppleties

Bovenstaande analyses (paragraaf 5.7.1 t/m 5.7.4) zijn afzonderlijk voor zowel onderwatersuppleties, als strandsuppleties uitgevoerd, zodat verschillen in effecten tussen beide typen suppleties kunnen worden onderzocht.

5.6.6 Invloed van de afstand van de suppleties op de effecten van de suppleties

Bij dit project zijn alleen alle suppleties betrokken die werden uitgevoerd:

- binnen een straal van circa 3 km rond het strandwachtraject.
- binnen een straal van circa 6 km rond het strandwachtraject.
- buiten een straal van 6 km maar binnen een straal van 10 km.

Deze verschillende categorieën zijn steeds betrokken bij de analyses die in voorgaande paragrafen (5.1 t/m 5.6) zijn beschreven.

5.6.7 Invloed van de omvang van suppleties

De omvang van de suppletie, oftewel de hoeveelheid zand die op het strand of in de onderwateroever wordt aangebracht, is ten behoeve van dit onderzoek niet bij de analyses betrokken. Als de factor zandsuppletiegrootte als weegfactor was meegenomen in het model, zou de interpretatie nog een stuk ingewikkelder zijn geworden. Ook hadden de analyses kunnen worden uitgevoerd voor verschillende suppletieomvangsklassen, maar door het relatief gering aantal strandwachten en suppleties zouden effecten dan minder gemakkelijk als significant naar voren zijn gekomen. Daarnaast bestaat de verwachting dat de omvang van de suppletie er niet heel sterk toe doet, omdat het voor de meeste bodemorganismen niet zal uitmaken of ze worden bedekt door een 'dunne' laag zand van enkele tientallen centimeters, of door een laag zand die nog dikker is. Bij een bedekking met 20 tot 30 centimeter zand zullen de meeste organismen hoe dan ook sterven. Dit neemt niet weg dat deze factor bij toekomstig onderzoek dient te worden onderzocht. In hoofdstuk 9 worden daartoe aanbevelingen gedaan.

5.6.8 Input voor TRIM bij TSP-analyse

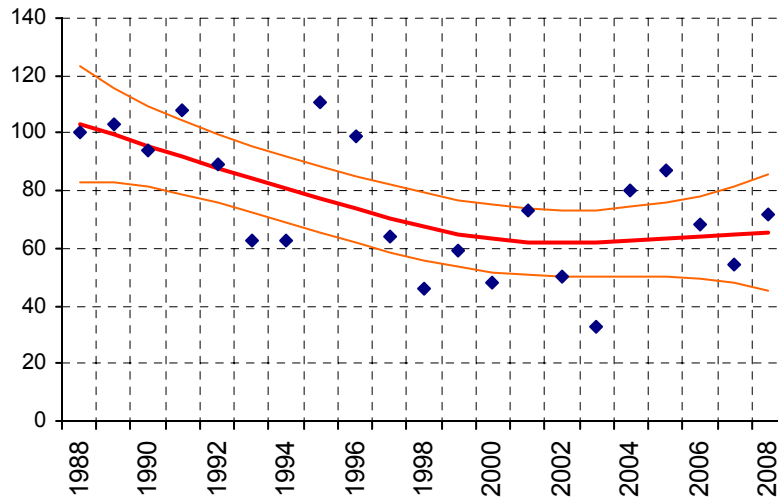
De TSP-analyse wordt behandeld in paragraaf 5.5.4. Als input van TRIM worden bij deze analyse genomen:

- P (Plot = identificatienummer voor traject*suppletie combinatie).
- T (Tijdseenheid: periode nummer) .
- A (Aantal: PeriodeAbundantie gebruikt).
- W (Weegfactor=1/aantal waarnemingen dat op de traject-suppletiecombinatie in die periode is gedaan).
- C (Covariant. Groepering van waarnemingen met behulp van covariantklassen op basis van overeenkomstige eigenschappen. Er zijn meerdere covarianten mogelijk. Traject kan als covariantklasse worden meegenomen).

De PeriodeAbundanties worden per periode per traject-suppletie-combinatie berekend, door de voor maandinvloeden gecorrigeerde Gemiddelde Jaarabundantie (GAJ) te vermenigvuldigd met het aantal waarnemingen dat op die traject-suppletie-combinatie in die periode is uitgevoerd.

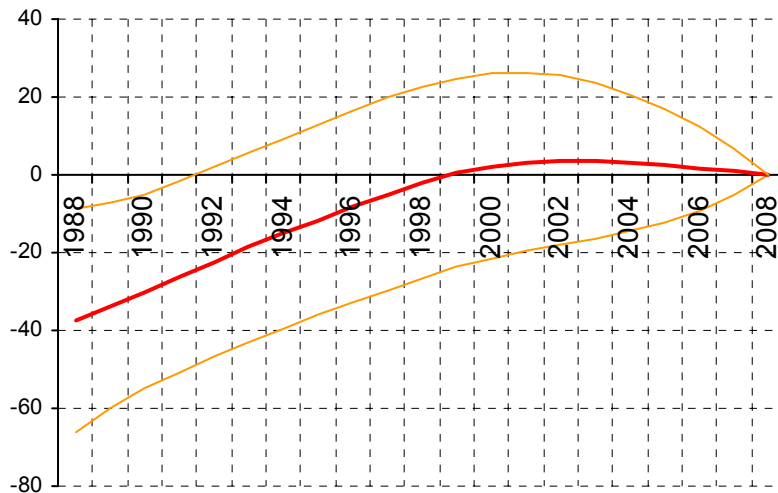
5.7 Soortgroeptrend-indexcijfers (SGT)

De indexcijfers uit TRIM kunnen gebruikt worden voor het samenstellen van soortgroeptrend-indexcijfers. Voor deze geaggregeerde cijfers worden gegevens van een aantal afzonderlijke soorten samengenomen. Een dergelijke index wordt soortgroeptrend-index (SGT) genoemd. Soortgroeptrendindexen worden gebruikt om te onderzoeken hoe trends zich afspelen over een groep van soorten met één of meerdere gelijke eigenschappen. Bijvoorbeeld: hoe verlopen de trends over alle tweekleppigen bezien, of hoe verlopen trends binnen de groep van tweekleppigen die ook in de brandingszone kunnen overleven. De soortgroeptrend-indexcijfers worden berekend door per jaar het meetkundig gemiddelde te bepalen uit de indexcijfers van de individuele soorten.



Figuur 5.1. Trendlijn berekend door TrendSpotter

Blauw: gemeten waarden
 Rood: mode-trendwaarden
 Oranje: 95% betrouwbaarheidsgrens



Figuur 5.2. Verschil tussen modelwaarde van het laatste jaar met die van andere jaren, berekend door TrendSpotter

Rood: verschil in model-trendwaarden
 Oranje: 95% betrouwbaarheidsgrens

5.8 TrendSpotter

5.8.1 Achtergrond

Trends kunnen ook worden berekend met TrendSpotter. TrendSpotter werd aanvankelijk ontwikkeld bij KEMA onder de naam KALFIMAC voor de analyse van milieu-meetreeksen. Het computerprogramma is in 1996 door het RIVM aangekocht en met toestemming van KEMA verbeterd en aangepast. TrendSpotter wordt door het Centraal Bureau voor de Statistiek vooral gebruikt om trends te bepalen van reeksen waarvan de standaardfouten niet (gemakkelijk) met TRIM uit onderliggende data zijn te berekenen. Dit is onder meer het geval bij Soortgroeptrendindexcijfers. TrendSpotter is gebaseerd op structurele tijdreeksmodellen en het Kalmanfilter. Het computerprogramma is door het RIVM geschikt gemaakt voor toepassing op PC's.

5.8.2 Kenmerken

De TrendSpotter-methode heeft een aantal unieke kenmerken met hoge relevantie voor milieu-onderzoek zoals:

- Het kunnen schatten van trends met één of meer buigpunten in de tijd, waarbij steeds alle onzekerheidsinformatie beschikbaar is.
- Het schatten van een cyclus waarbij de vorm van deze cyclus in de tijd mag evolueren.
- Het schatten van weegfactoren voor verklarende variabelen waarbij deze weegfactoren in de tijd mogen veranderen.

Essentieel bij deze punten is dat niet de modelleur, maar de methode aangeeft of er buigpunten zijn in de trend, of dat de vorm van een cyclus al dan niet constant is in de tijd. (Zie voor meer informatie over de theorie achter TrendSpotter en het praktisch gebruik van Structurele Tijdreeksmodellen: Visser, 2003, 2004).

5.8.3 Gebruik van TrendSpotter bij dit onderzoek

TrendSpotter wordt bij dit onderzoek gebruikt om trendbreuken op te sporen, oftewel veranderingen in trends. Deze methode wordt zowel toegepast op de individuele indexcijfers per soort, als op soortgroeptrendindexcijfers (paragraaf 5.8). Getoetst wordt of het laatste jaar significant lager is dan de waarden berekend voor de trend. Deze toetsing en het zoeken naar trendveranderingen gebeurt visueel met behulp van grafieken. De figuren 5.1 en 5.2 presenteren twee weergaven van de TrendSpotter-output. Figuur 5.1 presenteert de modelwaarden (rode lijn) met daaromheen het 95%-betrouwbaarheidsinterval (de twee oranje lijnen). De blauwe stippen zijn de waarden van de indexcijfers berekend met TRIM voor een individuele soort of Soortgroeptrend-indexcijfers.

Figuur 5.2 geeft de verandering van het laatste jaar weer ten opzichte van de modelwaarden in de voorgaande jaren (rode lijn). Als deze lijn beneden de nullijn ($Y=0$) ligt gaat het om een afname. Als deze lijn boven de nullijn ligt gaat het om een toename. Het gebied tussen de blauwe lijnen vormt het 95%-betrouwbaarheidsinterval. Voor de jaren waarvoor geldt dat het betrouwbaarheidsinterval geheel boven of geheel onder de nul-lijn ligt, kan worden gesteld dat het laatste jaar significant afwijkt. Aan de hand van de figuur kan met een betrouwbaarheid van 95% worden geconcludeerd dat de waarde voor 2008 significant lager is ten opzichte van de periode 1988 t/m 1991. Ten opzichte van de jaren daarna is deze zekerheid er niet.

5.8.4 Toetsing van trends met Trendspotter

Met TrendSpotter kan thans alleen worden getoetst of de modelwaarde berekend voor het laatste jaar afwijkt ten opzichte van de modelwaarden van de voorgaande jaren (de weergegeven trend). Bij de berekening van de modelwaarden van het laatste jaar zijn ook de modelwaarden van voorgaande jaren betrokken. Bij toetsing van de trend heeft de

individuele gemeten waarde van het laatste jaar dus relatief weinig invloed, tenzij er sprake is van een extreme uitschieter, waardoor een trendbreuk door Trendspotter is vastgesteld. Het RIVM heeft het plan om TrendSpotter aan te passen, waarbij ook getoetst kan worden of tussenliggende model-jaar-waarden significant afwijken ten opzicht van andere modeljaarwaarden. Het is goed mogelijk dat met een dergelijke functionaliteit effecten van individuele suppleties kunnen worden getoetst.

| Tabel 6.1. Soorten die bij de analyse zijn betrokken | | |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| | Wetenschappelijke naam | Nederlandse naam |
| Wormachtigen | | |
| | <i>Lagis koreni</i> | Goudkammetje |
| | <i>Lanice conchilega</i> | Schelpkokerworm |
| Tweekleppigen | | |
| | <i>Abra alba</i> | Witte dunschaal |
| | <i>Angulus fabulus</i> | Rechtsgestreepte platschelp |
| | <i>Angulus tenuis</i> | Tere platschelp |
| | <i>Barnea candida</i> | Witte boormossel |
| | <i>Cerastoderma edule</i> | Kokkel |
| | <i>Chamelea striatula</i> | Venusschelp |
| | <i>Donax vittatus</i> | Zaagje |
| | <i>Ensis directus</i> ¹ | Amerikaanse zwaardschede |
| | <i>Ensis magnus</i> ² | Grote zwaardschede |
| | <i>Ensis minor</i> | Klein tafelmesheft |
| | <i>Ensis ensis</i> forma <i>phaxoides</i> ³ | Brede kleine zwaardschede |
| | <i>Lutraria lutraria</i> | Otterschelp |
| | <i>Macoma balthica</i> | Nonnetje |
| | <i>Mactra stultorum</i> ⁴ | Grote strandschelp |
| | <i>Mya arenaria</i> | Strandgaper |
| | <i>Mya truncata</i> | Afgeknotte gaper |
| | <i>Mytilus edulis</i> | Mossel |
| | <i>Petricola pholadiformis</i> | Amerikaanse boormossel |
| | <i>Spisula subtruncata</i> | Halfgeknotte strandschelp |
| | <i>Venerupis senegalensis</i> | Tapijtschelp |
| Heremietkreeften | | |
| | <i>Diogenes pugilator</i> | Kleine heremietkreeft |
| | <i>Pagurus bernhardus</i> | Gewone heremietkreeft |
| Echte krabben | | |
| | <i>Cancer pagurus</i> | Noordzeekrab |
| | <i>Carcinus maenas</i> | Strandkrab |
| | <i>Corystes cassivelaunus</i> | Helmkrab |
| | <i>Eriocheir sinensis</i> | Chinese wolhandkrab |
| | <i>Liocarcinus holsatus</i> | Gewone zwemkrab |
| | <i>Necora puber</i> | Fluwelen zwemkrab |
| | <i>Portumnus latipes</i> | Breedpootkrab |
| Stekelhuidigen | | |
| | <i>Asterias rubens</i> | Gewone zeester |
| | <i>Echinocardium cordatum</i> | Zeeklit |
| | <i>Ophiura texturata</i> | Gewone slangster |
| Noten | | |
| 1 | Voor <i>Ensis magnus</i> geldt dat bij het SMP de naam <i>Ensis arcuatus</i> in gebruik is. | |
| 2 | Voor <i>Ensis directus</i> geldt dat bij het SMP de naam <i>Ensis americanus</i> in gebruik is. | |
| 3 | Voor <i>Ensis ensis</i> forma <i>phaxoides</i> geldt dat bij het SMP de naam <i>Ensis phaxoides</i> is gebruikt. Er is alleen gelet op de brede kustvorm van <i>Ensis ensis</i> , welke ook wel bekend staat onder de naam <i>Ensis ensis phaxoides</i> . Deze vorm wordt tegenwoordig niet meer als aparte soort of ondersoort gezien. | |
| 4 | Voor <i>Mactra stultorum</i> geldt dat bij het SMP de naam <i>Mactra corallina</i> in gebruik is. | |

6. Resultaten

Het huidige onderzoek en de uitgevoerde analyses hebben zich vooral toegespitst op een viertal onderdelen/vraagstellingen. E.e.a. wordt in het navolgende puntsgewijs behandeld, te weten: de bruikbaarheid van SMP-soorten voor suppletie-onderzoek (6.1), waargenomen en waar te nemen trendveranderingen in relatie tot suppleties en andere factoren (6.2), regionale verschillen en overeenkomsten in trends (6.3) en de directe en korte termijn effecten van suppleties (6.4).

6.1 Bruikbare soorten

De volgende vraag stond in dit onderdeel van het onderzoek centraal:

- *Welke soorten die bij het SMP zijn betrokken kunnen bij de statistische analyse worden betrokken?*

6.1.1 Algemeen voorkomende soorten uit de nabije kustzone

Gekozen is voor soorten die voldoen aan de volgende voorwaarden:

- De soort is standaard betrokken bij het SMP-project op alle trajecten.
- De soort is of was in de periode 1978-2008 algemeen in de nabije kustzone.
- Van de soort zijn altijd consequent de geschatte abundanties van vers en/of levend materiaal ingevuld.

Voor huisjesslakken als de Glanzende tepelhoren *Euspira nitida*, de Grote tepelhoren *Euspira catena* en de Gevlochten fuikhoren *Nassarius reticulatus* (vanaf ca. halverwege jaren negentig) geldt dat aangespoelde huisjes bij de inventarisaties steeds slechts voor een deel worden onderzocht op vleesresten. Om die reden is er voor gekozen deze soorten bij deze analyse en rapportage nog niet mee te nemen.

Tabel 6.1 geeft de soorten die bij de analyse zijn betrokken. Zie voor ecologische informatie over deze soorten bijlage 1 (vanaf pagina 61).

6.1.2 Soorten uit dieper water

Soorten die verder uit de kust leven en daarom normaliter slechts zeer incidenteel worden waargenomen, zoals de Ovale strandschelp *Spisula elliptica* en de Nagelkrab *Thia scutellata*, zijn niet standaard bij het SMP betrokken (alleen als bijschrijfsorten). Er is voor gekozen bij deze analyse en rapportage deze soorten niet mee te nemen. Beide soorten worden overigens met name tijdens en kort na suppleties wel vaak levend op het strand waargenomen, hetgeen ze zeker geschikt maakt voor eventueel vervolgonderzoek, waarbij ook de niet standaard op de Strandwachtformulieren aanwezige soorten (incidentele waarnemingen en gerichte waarnemingen na suppleties) kunnen worden betrokken.

6.2 Trendveranderingen na suppleties

De volgende vragen stonden in dit onderdeel van het onderzoek centraal:

- *Welke veranderingen in populaties van macro- en epibenthossoorten kunnen worden afgeleid uit de SMP-gegevens?*
- *Zijn er op basis van de resultaten conclusies of hypothesen op te stellen met betrekking tot zandsuppleties of andere oorzaken?*
- *Zijn er trendbreuken die in relatie kunnen worden gebracht met suppleties?*
- *Zijn de waargenomen lange termijn trends het gevolg van suppleties?*

Tabel 6.2. Overzicht van trends bepaald met TRIM in aantallen vers aangespoelde tweekleppigen, waargenomen op de 7 strandwachtrajecten voor de Hollandse kust

| Soort | Katwijk-Noordwijk | | | Hollandse kust | | | |
|-----------------------------|-------------------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | 1978-1987 | 1978-1982 | 1983-1987 | 1991-2008 | 1991-1999 | 2000-2008 | 1978-2008 |
| Witte dunschaal | | | | | | | |
| Rechtsgestreepte platschelp | | | | | | | |
| Tere platschelp | | | | | | | |
| Nonnetje | | | | | | | |
| Halfgeknotte strandschelp | | | | | | | 2 |
| Grote strandschelp | | | | | | | |
| Zaagje | | | | | | | 3 |
| Venusschelp | | | | | | | 1 |
| Tapijtschelp | | | | | | | 1 |
| Kokkel | | | | | | | |
| Strandgaper | | | | | | | |
| Afgeknotte gaper | | | | | | | |
| Otterschelp | | | | | | | |
| Amerikaanse zwaardschede | | | | | | | |
| Grote zwaardschede | | | | | | | |
| Klein tafelmesheft | | | | | | | |
| Brede kleine zwaardschede | | | | | | | |
| Mossel | | | | | | | |
| Amerikaanse boormossel | | | | | | | |
| Witte boormossel | | | | | | | |
| Significante sterke toename | | | | | | | |
| Significante toename | | | | | | | |
| Stabiel | | | | | | | |
| Onbekend | | | | | | | |
| Significante afname | | | | | | | |
| Significante sterke afname | | | | | | | |

Noten

- 1) Voor de Tapijtschelp en de Venusschelp geldt dat de trend respectievelijk stabiel en onduidelijk is, wanneer getoetst wordt op een lineaire trend (berekend door TRIM). Wanneer met TrendSpotter wordt getoetst komt naar voren dat er een significante daling heeft plaatsgevonden ten opzichte van de jaren 1987 t/m 1981. Op basis van deze laatste toets is deze cel toch roze ingekleurd.
- 2) Het patroon van de Halfgeknotte strandschelp verloopt over de periode 1978-2008 erg grillig. De lineaire trend is daarom onduidelijk. Op basis van de TrendSpotter-analyse komt naar voren dat er de laatste jaren wel een significante daling is ten opzichte van de jaren daarvoor. Op basis van deze laatste toets is deze cel toch roze ingekleurd.
- 3) Voor het Zaagje geldt dat de trend onduidelijk is wanneer getoetst wordt op een lineaire trend (berekend met TRIM). Wanneer met TrendSpotter wordt getoetst komt naar voren dat er in de laatste 7 jaren een significante toename heeft plaatsgevonden ten opzichte van de jaren daarvoor. Op basis van deze laatste toets is deze cel toch lichtgroen ingekleurd.

6.2.1 Tweekleppigen

Uit de laatste kolom van tabel 6.2 komt naar voren dat 14 van de 20 soorten tweekleppigen aan een significante dalende trend onderhevig zijn in de periode 1978 t/m 2008. Daar staan slecht drie soorten tegenover die een toename laten zien en één soort die als stabiel wordt beoordeeld.

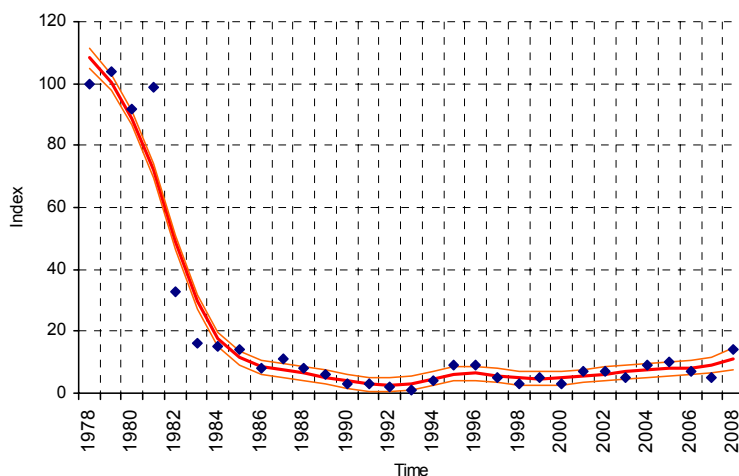
A. *Kokkel, Venusschelp, Tapijtschelp en Brede kleine zwaardschede*

Op het traject Katwijk-Noordwijk vertonen de Kokkel, Venusschelp, Tapijtschelp en Brede kleine zwaardschede een opvallende sterke daling in de periode van 1978 t/m 1981. Deze daling kan niet het gevolg zijn van zandsuppleties, omdat in die periode nabij het traject Katwijk-Noordwijk geen suppleties hebben plaatsgevonden.

Opvallend is dat de soortgroeptrendindex van de Kokkel, Venusschelp en Tapijtschelp en de individuele indexcijfers van deze drie soorten in de periode 1991-2008 voor de Hollandse kust weer in geringe mate, maar wel significant toenemen (zie figuur 6.1 en tabel 6.2). De Brede kleine zwaardschede lijkt vrijwel verdwenen. De kans dat deze soort over het hoofd wordt gezien, is overigens sterk toegenomen door de enorme opkomst van de Amerikaanse zwaardschede. Een eventueel beginnend herstel van de Brede kleine zwaardschede zal daarom wellicht niet uit de resultaten naar voren kunnen komen.

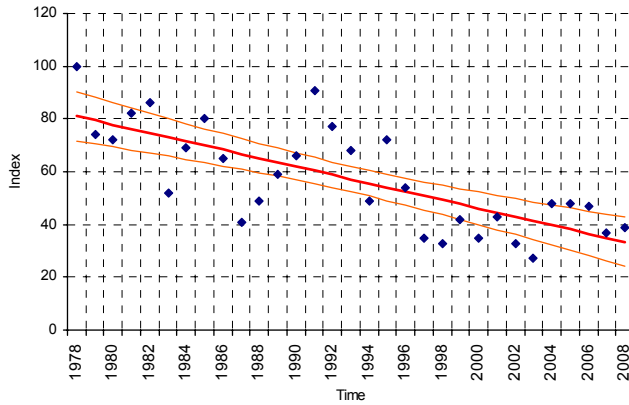
De daling van deze vier soorten is overigens zeker niet het gevolg van de opkomst van de Amerikaanse zwaardschede zelf, omdat de vier soorten al ver voor de opkomst van deze exoot vrijwel niet meer werden gevonden.

Hypothese: De Kokkel, Tapijtschelp en Venusschelp zijn deels afhankelijk van slib- (voedsel-) rijke omstandigheden. Door versteiling en daardoor een sterkere turbulentie in de nabije kustzone, zijn deze omstandigheden afgenomen. Met het aanbrengen van suppleties wordt het kustprofiel plaatselijk minder steil en ontstaan er vlak voor de kust toch weer af en toe zandbanken waartussen slib kan bezinken. Het is opvallend dat deze soorten sinds de opkomst van suppleties (1991) in geringe mate, maar wel significant zijn toegenomen (tabel 6.2) en dat deze toename duidelijker naar voren komt over de periode 2000-2008, dus na toename van onderwatersuppleties vanaf 1997. Opvallend is ook dat van de soorten vooral in de periode van 1 tot 3 jaar na de suppleties geregeld weer enkele exemplaren worden waargenomen. Door de lage frequenties en zeer geringe aantallen waarmee deze soorten thans worden aangetroffen langs de kust, is het effect 'toename na suppleties' echter niet als significant naar voren gekomen. Wanneer suppleties dusdanig worden aangebracht dat het onderwaterprofiel over een bredere zone minder steil wordt, is het niet ondenkbaar dat daardoor populaties van deze soorten weer toenemen.



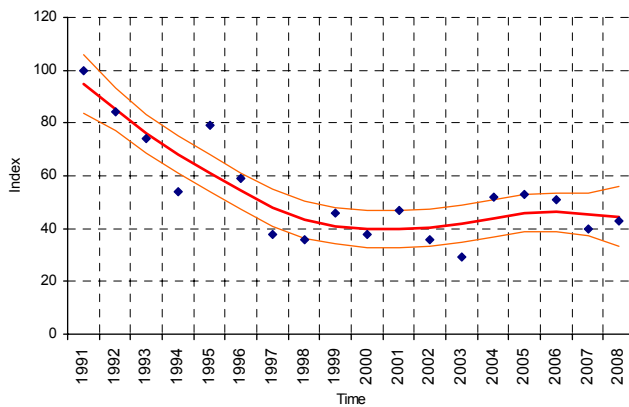
Figuur 6.1.

Soortgroeptrendindex berekend voor Kokkel, Tapijtschelp, Venusschelp en Kleine brede zwaardschede berekend over de zeven onderzoekstrajecten



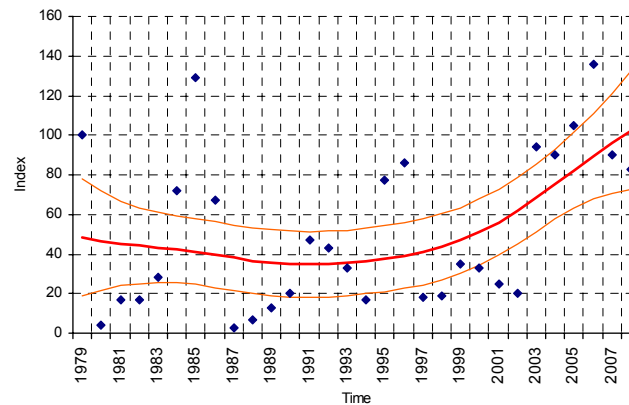
Figuur 6.2.

Soortgroep-trendindexcijfers voor de geselecteerde tweekleppigen, exclusief Amerikaanse zwaardschede, Kokkel, Venusschelp, Tapijtschelp en Brede kleine zwaardschede, berekend over de zeven strandwachtrajecten en over de periode 1978 t/m 2008.



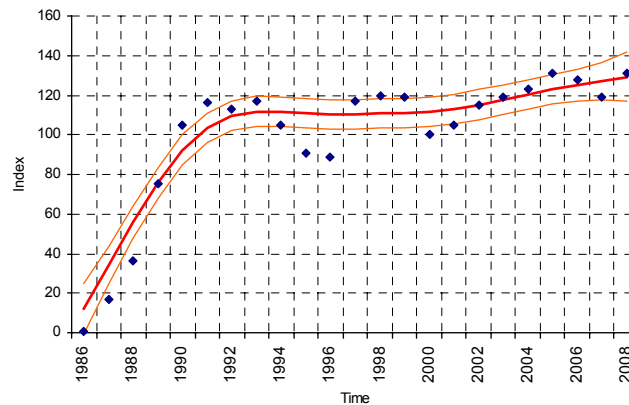
Figuur 6.3.

Soortgroep-trendindexcijfers voor de geselecteerde tweekleppigen, exclusief Amerikaanse zwaardschede, Kokkel, Venusschelp, Tapijtschelp en Brede kleine zwaardschede, berekend over de zeven strandwachtrajecten en over de periode 1991 t/m 2008.



Figuur 6.4.

indexcijfers voor het Zaagje, berekend over de zeven strandwachtrajecten en over de periode 1978 t/m 2008.



Figuur 6.5.

indexcijfers voor de Amerikaanse zwaardschede, berekend over de zeven strandwachtrajecten en over de periode 1978 t/m 2008.

B. Overige tweekleppigen, exclusief Amerikaanse zwaardschede

Figuur 6.2 toont de soortgroeptrendindex van de overige tweekleppigen, exclusief de Amerikaanse zwaardschede. Deze laatste soort is uit deze groep weggelaten, omdat deze exoot extreem is toegenomen in de periode 1986-2008.

TrendSpotter concludeert een gestage negatieve trend over de periode 1978-2008. Er zijn geen duidelijke breekpunten of trendveranderingen. Wanneer de berekening met TrendSpotter wordt uitgevoerd over de periode 1991 t/m 2008 (figuur 6.3), dan komt een dalende trend naar voren, waarbij de grootste daling zich voordoet in de periode 1991 t/m 1997. In deze periode komen de strandsuppleties op gang.

Vanaf de jaren 1997 ligt het aantal suppleties beduidend hoger dan in de periode 1991-1996, maar de dalende trends worden over de hele groep bezien in deze periode niet sterker. Dit lijkt er op te duiden dat de oorzaken van de negatieve trend (voor een belangrijk deel) niet het gevolg zijn van de suppleties.

Hypothese: Het is opvallend dat alle waarden van de soortgroeptrendindex vanaf 1997 lager zijn dan in alle jaren daarvoor. Dit zou er op kunnen duiden dat zandsuppleties herstel van populaties in de nabije kustzone belemmeren.

C. Opportunisten: Zaagje

Het Zaagje vertoont een duidelijk sterk fluctuerend patroon (figuur 6.4). De soort is vanaf 2003, dus na een aantal jaren van toenemende suppleties nabij de Strandwachtrajecten, relatief vaak en in relatief veel jaren achteréén in grote aantallen waargenomen. Het Zaagje staat bekend als opportunist en weet ook goed gebruik te maken van verstoorde, zandige milieu's, waaronder de brandingszone.

Hypothese: Als suppleties verder toenemen, kan worden verwacht dat met name deze soort vaker voor langere perioden en in grotere aantallen wordt waargenomen.

D. Exoten: Amerikaanse zwaardschede

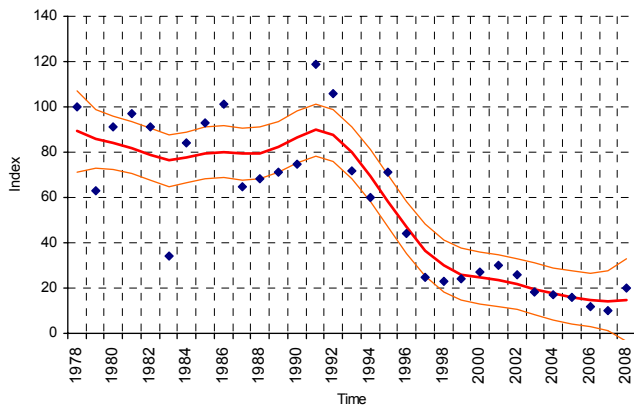
De Amerikaanse zwaardschede is een exoot die afkomstig is van de oostkust van Amerika.



Deze soort heeft de Nederlandse kustwateren bereikt in 1982 (De Bruyne & De Boer, 1984). Vanaf 1985 is de soort voor de Hollandse kust extreem toegenomen (zie figuur 6.5). Vanaf 1991 spoelt de soort geregeld massaal aan (figuur 6.6), maar er is geen sprake van een verdere sterke toename. De populatie lijkt sindsdien min of meer stabiel.

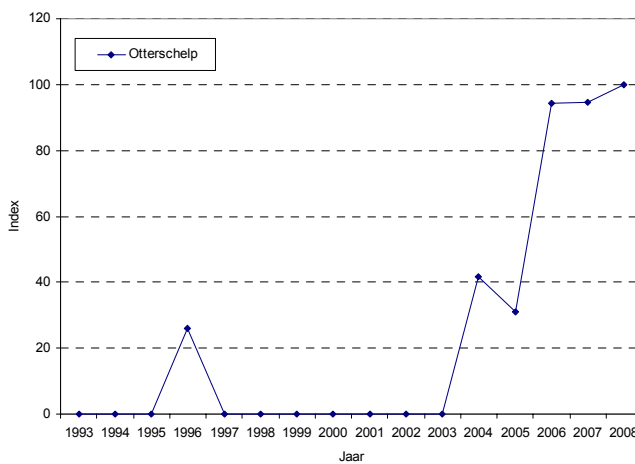
Hypothese: De Amerikaanse zwaardschede heeft hoogstwaarschijnlijk mede bijgedragen aan een afname van de andere tweekleppigen. Het massale voorkomen van deze soort in de kustzone (soms vele honderden exemplaren per vierkante meter) belemmert vrijwel zeker het broedvalsettlement van de andere tweekleppigen. Eventuele effecten van suppleties en de massale aanwezigheid van de Amerikaanse zwaardschede versterken elkaar, omdat deze soort zich als opportunist gedraagt en bij het aanbrengen van een nieuwe laag zand snel gebruik maakt van het nieuwe leefgebied.

Figuur 6.6.
Massaal aangespoelde Amerikaanse zwaardscheden



Figuur 6.7

Soortgroeptrend-indexcijfers voor de volgende 'Trendbreuk soorten': Grote strandschelp, Halfgeknotte strandschelp, Klein tafelmesheft en Grote zwaardschede, berekend over de zeven strandwacht-trajecten en over de periode 1978 t/m 2008.



Figuur 6.8

Indexcijfers voor de Otterschelp. De soort wordt nog te kort geregeld waargenomen, waardoor trendberekening met behulp van TrendSpotter niet mogelijk is.

Het jaar 2008 is op 100% gesteld.



Figuur 6.9 . De drie soorten stekelhuidigen die betrokken zijn bij dit onderzoek. De dieren zijn zeer recent gestorven. Hoewel van de Zeeklit alleen het skelet is gevonden, geldt toch dat deze afkomstig is van een dier dat recent is gestorven. De stekels laten zeer snel los, de vleesresten vergaan zeer snel en ook het skelet is zo fragiel dat het zeer snel vergaat.

E. Trendbreuk soorten

De Grote strandschelp, de Halfgeknotte strandschelp, het Kleine tafelmesheft en de Grote zwaardschelde tonen een relatief sterkere daling rond 1996-1998 dan andere tweekleppigen (zie figuur 6.7). Juist rond deze perioden nemen suppleties nabij de strandwachtrajecten toe en doen ook onderwatersuppleties hun intrede. De winters van 1995/1996 en 1996/1997 zijn streng geweest, hetgeen gewoonlijk ook voor toenames in aanspoelen van levend/vers materiaal en afnamen van kustnabije populaties zorgt. Het is mogelijk dat de combinatie van een strenge winter, de opkomst van de Amerikaanse zwaardschede én de toename van zandsuppleties op deze soorten een grotere negatieve invloed gehad dan op andere soorten tweekleppigen. Dit zou als volgt kunnen zijn gegaan: de strenge winters zorgden voor een grotere sterfte in de nabije kustzone onder de schelpdieren. Zandsuppleties zorgden eveneens voor sterfte. Onder de Amerikaanse zwaardscheden in de zeer nabije kustzone hebben de strenge winters en de suppleties eveneens sterfte tot gevolg gehad, maar deze exoot is wellicht sneller dan andere soorten in staat zich in de nabije kustzone te herstellen, wat dan vooral plaats vond van uit diepere zones waar de soort nog massaal aanwezig was. Door de snelle groei en de massaliteit van de Amerikaanse zwaardschede is het denkbaar dat veel larven van andere soorten worden weggevangen en settlement van broedval van vooral de vier bovengenoemde soorten minder kans kreeg.

Hypothese: De combinatie van strenge winters en zandsuppleties hebben op bepaalde tweekleppigen een sterker (tijdelijk) effect dan deze factoren afzonderlijk. De Amerikaanse zwaardschede belemmert herstel van bepaalde soorten tweekleppigen.

Aanbeveling: Aanbevolen wordt om bij vervolg onderzoek na te gaan of deze hypothese kan worden getoetst op basis van aanvullende gegevens of met behulp van andere statistische methoden.

F. Zuidelijke soorten: Otterschelp

De Otterschelp is een van oorsprong meer zuidelijke soort (Bretagne en zuidelijker). Van deze soort werden in het verleden voornamelijk fossiele schelpen uit het Holocene aangetroffen. Alleen op de Waddeneilanden werden nu en dan incidentele aanspoelingen gemeld, van vermoedelijk zeer kleine, noordelijke broedval-populaties. Vóór 2003 is de soort slechts zeer incidenteel aangetroffen. Daarna is er een sterke opkomst en wordt de soort zelfs door commerciële zwaardschede-vissers regelmatig opgevist. Uit figuur 6.7 komt de duidelijke toename sinds 2003 naar voren. De soort wordt nog te kort geregeld gevonden om een trendlijn met TrendSpotter te berekenen. Het is zeker niet uitgesloten dat de toename te maken heeft met het warmer worden van het zeewater. In hoeverre de toename van zand met een bepaalde korrelgrootte als gevolg van de suppleties ook hebben bijgedragen aan de snelle opkomst, is op dit moment niet duidelijk. De soort leeft met name diep ingegraven in meer zandige bodems, maar kan ook in meer slikkig zand leven.

Samengevat: De opkomst van de Otterschelp kan niet direct worden gekoppeld aan de gevolgen van suppleties. Het betreft waarschijnlijk veel eerder een klimaat-effect.

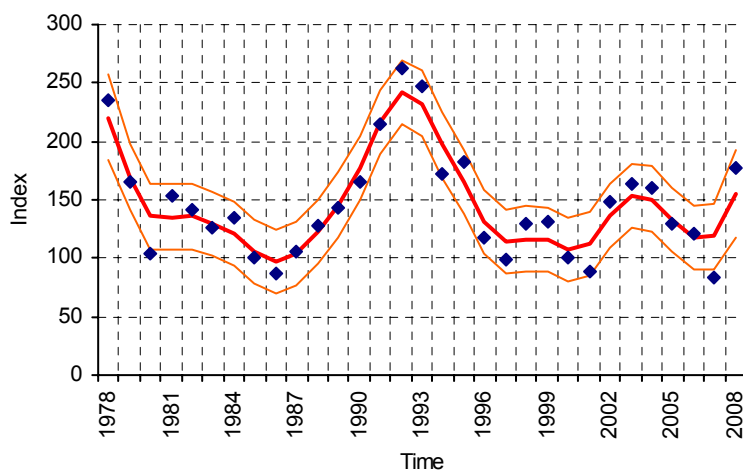


Figuur 6.10 . Otterschelp met lange uitgestrekte siphobuis. De laatste jaren spoelen opeens veel levende dieren aan. (Exemplaar van Terschelling, foto G. Doeksen)

| Tabel 6.3. Overzicht van trends bepaald met TRIM in aantallen vers aangespoelde kreeftachtigen waargenomen op de 7 strandwachtrajecten voor de Hollandse kust | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|
| Soort | Katwijk-Noordwijk | | | Hollandse kust | | | |
| | 1978-1987 | 1978-1982 | 1983-1987 | 1991-2008 | 1991-1999 | 2000-2008 | 1978-2008 |
| Kleine heremietkreeft | | | | | | | |
| Grote heremietkreeft | | | | | | | |
| Noordzeekrab | | | | | | | |
| Strandkrab | | | | | | | 1 |
| Gewone zwemkrab | | | | | | | |
| Breedpootkrab | | | | | | | |
| Fluwelen zwemkrab | | | | | | | |
| Helmkrab | | | | | | | |
| Chinese wolhandkrab | | | | | | | |

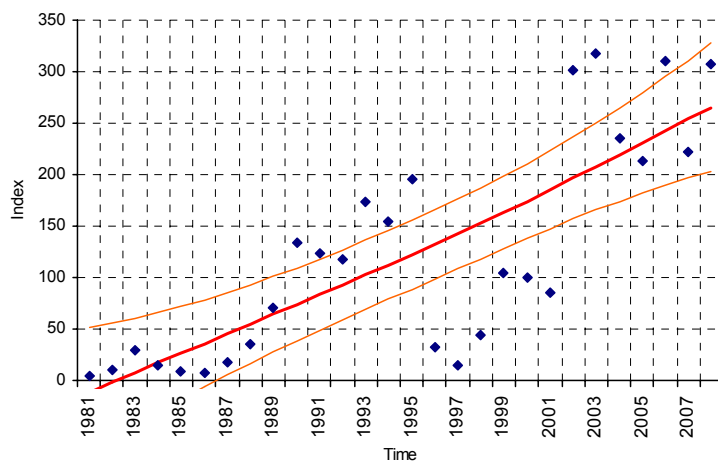
| | | |
|-----------------------------|--|--|
| Significante sterke toename | | |
| Significante toename | | |
| Stabiel | | |
| Onbekend | | |
| Significante afname | | |
| Significante sterke afname | | |

Noot:
1: Uit de Trimberekening komt voor de Gewone zwemkrab een significante daling naar voren over de periode 1978-2008. Deze daling is zeer gering. Met TrendSpotter is deze daling niet significant. Daarom is de soort als stabiel geïnclassificeerd.



Figuur 6.11

Soortgroeptrend-indexcijfers voor kreeftachtigen, exclusief de zuidelijke soorten (Breedpootkrab en Kleine heremietkreeft), berekend over de zeven strandwachtrajecten en over de periode 1978 t/m 2008.



Figuur 6.12

Soortgroeptrend-indexcijfers voor enkele zuidelijke soorten (Otterschelp, Kleine heremietkreeft en Breedpootkrab), berekend over de zeven strandwachtrajecten en over de periode 1978 t/m 2008.

6.2.2 Kreeftachtigen

Bij dit onderzoek zijn negen soorten kreeftachtigen betrokken: twee heremietkreeften en zeven soorten krabben. Van deze negen soorten vertonen er twee soorten een afname over de periode 1978-2008. Drie soorten nemen af over deze periode en drie soorten zijn als stabiel geïdentificeerd.

A. *Kreeftachten die afnemen*

Bij de Fluwelen zwemkrab komt een significante daling naar voren over de periode 1978-2008. Het patroon is sterk fluctuerend. TrendSpotter concludeert dat er geen duidelijke trendbreuk is. Zie voor de afname over de periode 1991-1999 paragraaf 7.2.3).

De Grote heremietkreeft is significant afgenomen over de periode 1978-2008. De grootste daling speelt zich af in de periode 1978-1982. Over de periode 1983-1987 zet de daling zich verder voort, maar is deze minder sterk. Voor de periode daarna geldt dat er geen verdere significante daling meer naar voren komt. Aangezien zandsuppleties toenemen na 1991 en er dan geen duidelijke verdere daling optreedt, ziet het er naar uit dat suppleties geen invloed hebben gehad op een verdere daling van de populatie. In paragraaf 6.4 wordt echter wel geconcludeerd dat er negatieve korte termijn effecten zijn, die zich over enkele jaren lijken voort te zetten.

De Kleine heremietkreeft verschijnt in 1992 nadat de daling van de Grote heremietkreeft zich heeft voltrokken. Na de opkomst van de Kleine heremietkreeft vanaf 1992, neemt de Grote heremietkreeft niet duidelijk verder af. De Kleine heremietkreeft is dus niet verantwoordelijk voor de afname van de Grote heremietkreeft. Aan de afname van de Grote heremietkreeft moet dus een andere oorzaak ten grondslag liggen.

Opgemerkt moet worden dat de Kleine heremietkreeft na 1992 soms zo massaal in de nabije kustzone voorkomt, dat alle beschikbare slakkenhuisjes bezet zijn door deze soort. Voor de nabije kustzone geldt daarom waarschijnlijk wel dat een eventueel herstel van de Grote heremietkreeft door de nieuwkomer wordt belemmerd.

De soortgroeptrendindexcijfers berekend over alle kreeftachtigen exclusief de zuidelijke soorten (Breedpootkrab en Kleine heremietkreeft) vertonen een golvend patroon dat niet duidelijk gerelateerd is aan de toename van zandsuppleties in de periode na 1991 en de toename van onderwatersuppleties vanaf 1997 (figuur 6.11).

Samengevat: De waargenomen dalende trend bij de Fluwelen zwemkrab en de Grote heremietkreeft zijn niet direct te koppelen aan eventuele gevolgen van zandsuppleties. Uit paragraaf 6.4 komt voor de Grote heremietkreeft echter wel een negatief korte termijn effect naar voren.

B. *Zuidelijke soorten*

De Breedpootkrab en de Kleine heremietkreeft zijn zuidelijke soorten. Het Nederlandse kustgebied vormt de noordgrens van het areaal. De Breedpootkrab zien we op het Strandwachtraject Katwijk-Noordwijk opkomen in 1981. De Kleine heremietkreeft verschijnt in 1991. De soortgroeptrendindexcijfers berekend voor de zuidelijke soorten, waarbij naast de Breedpootkrab en de Kleine heremietkreeft ook de Otterschelp is betrokken, laten een duidelijke daling zien in en na de strenge winters van 1995/1996 en 1996/1997 (figuur 6.12).

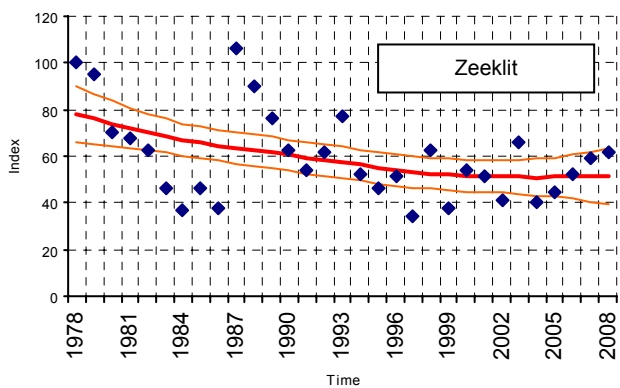
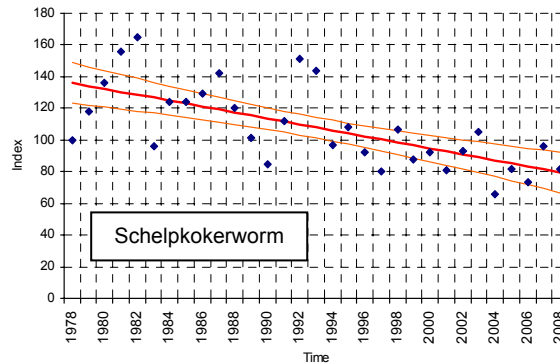
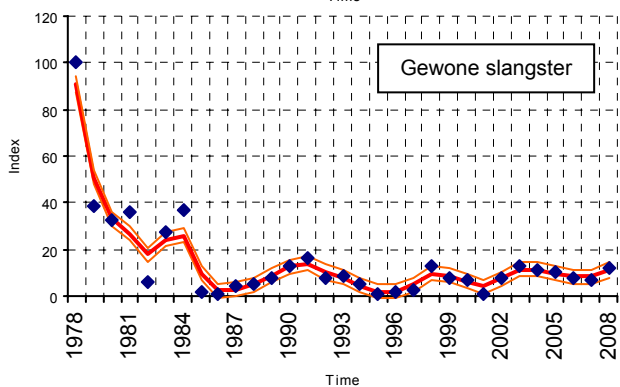
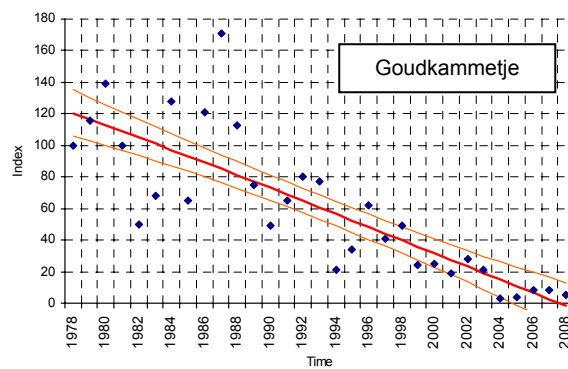
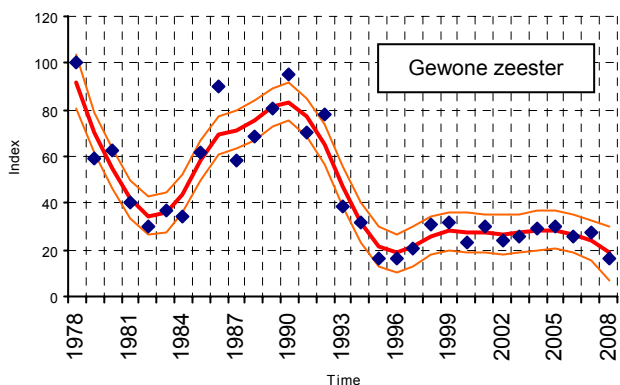
Samengevat: De opkomst en toename van de Kleine heremietkreeft en de Breedpootkrab zijn waarschijnlijk vooral een effect van de klimaatveranderingen en hebben weinig of niets met de suppleties te maken.

6.2.3 Negatieve trends in de periode 1991 t/m 1999

Voor de periode 1991 t/m 1999 geldt dat er voor zes van de negen kreeftachtigen sprake is van een significante daling. Deze daling is het gevolg van een piek over de periode 1985 t/m 1996, met een maximum rond 1992-1993.

Tabel 6.4. Overzicht van trends bepaald met TRIM in aantallen aangespoede exemplaren Stekelhuidigen en enkele wormen die standaard bij het SMP zijn betrokken, berekend over de 7 strandwachtrajecten voor de Hollandse kust

| Soort | Katwijk-Noordwijk | | | Hollandse kust | | | |
|-----------------------------|-------------------|-----------|-------------|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | 1978-1987 | 1978-1982 | 1983-1987 | 1991-2008 | 1991-1999 | 2000-2008 | 1978-2008 |
| Gewone zeester | Grey | Red | Light Green | Pink | Red | Grey | Pink |
| Zeeklit | Pink | Red | Green | Yellow | Grey | | Pink |
| Gewone slangster | Red | Red | Grey | Grey | Grey | | Pink |
| Goudkammetje | Grey | Grey | Grey | Red | Pink | Red | Red |
| Schelpkokerworm | Yellow | Grey | Light Green | Pink | Pink | Grey | Pink |
| Significante sterke toename | Green | | | | | | |
| Significante toename | Light Green | | | | | | |
| Stabiel | Yellow | | | | | | |
| Onbekend | Grey | | | | | | |
| Significante afname | Pink | | | | | | |
| Significante sterke afname | Red | | | | | | |



Figuur 6.13 t/m 6.17.

Indexcijfers voor de drie Stekelhuidigen en twee wormachtigen, berekend over de zeven strandwachtrajecten en over de periode 1978 t/m 2008.

6.2.4 Soorten uit overige groepen

Bij dit onderzoek zijn naast tweekleppigen en kreeftachtigen, nog vijf soorten betrokken uit twee andere groepen: stekelhuidigen en wormachtigen. Voor deze vijf soorten geldt dat ze een significante daling vertonen over de periode 1978 t/m 2008.

A. *Gewone zeester*

De Gewone zeester vertoont over de periode 1978-2008 een golfpatroon, waarbij tevens sprake is van een significante daling over deze periode. In de periode vanaf circa 1991, waarin de strandsuppleties toenemen en vanaf 1997 wanneer de onderwatersuppleties toenemen, treedt geen duidelijke sterkere afname (trendverandering) op. Een duidelijk herstel vanaf 1997, zoals op basis van het patroon berekend door TrendSpotter enigszins zou kunnen worden verwacht, blijft echter uit (figuur 6.13).

B. *Gewone slangster*

De Gewone slangster vertoont over de periode 1978-2008 eveneens een golvend patroon, dat overigens niet synchroon verloopt met het patroon van de Gewone zeester. Vooral over de periode 1978-1982 heeft een afname plaatsgevonden, waardoor de trend over de gehele periode toch als significant dalend naar voren komt. Over de periode 1982-2008 is er geen sprake van een significante daling. Over de periode waarin de zandsuppleties toenemen (1994-2008) is er sprake van een significante toename. Hoewel deze toename lijkt op een natuurlijk golfpatroon, is zeker niet uitgesloten dat er ook een invloed is van suppleties (figuur 6.15).

Hypothese: De Gewone slangster wordt aangevoerd vanuit dieper water, van locaties waar ze algemener zijn dan in het nabije kustgebied. Op deze wijze kan kolonisatie vanuit wat dieper water naar het nabije kustgebied plaatsvinden, waar de dieren echter vanwege gevoeligheid voor vorst en storm vaak loskomen en aanspoelen.

C. *Zeeklit*

De Zeeklit vertoont een geringe maar gestage significante afname over de periode 1978-2008. Er is geen trendverandering waarneembaar in de periode dat suppleties nabij de strandwachtrajecten toenemen (figuur 6.17).

D. *Goudkammetje*

Uit de Trimberekening komt voor wat betreft het Goudkammetje een sterk significante daling over de periode 1978 t/m 2008 naar voren. De negatieve trend berekend met TRIM is over de periode vanaf 2000 iets sterker dan daarvoor, maar TrendSpotter concludeert geen trendbreuk, maar een gestage afname (figuur 6.14). Tabel 6.9 toont een blijvend sterke afname van het Goudkammetje na suppleties. Het is waarschijnlijk dat dit ogenschijnlijke negatieve effect van suppleties, bij het Goudkammetje het gevolg is van een sterke dalende trend die een andere oorzaak heeft dan suppleties.

E. *Schelpkokerworm*

De Schelpkokerworm vertoont een significante gestage, maar wel geringe daling over de periode 1978 t/m 2008. Uit de TrendSpotter berekening komt naar voren dat er geen duidelijke trendbreuk is (figuur 6.16).

Samengevat: Voor bovenstaande soorten geldt dat er geen trends zijn die duidelijk sterker gaan dalen in de perioden dat de suppleties toenemen.

Tabel 6.5. Overeenkomsten en verschillen in regionale trends bepaald met TRIM over de periode 1991-2008

| | Texel | Petten | Camperduin | Bakkum | Ymuiden | Katwijk-Noordwijk | Den Haag | Alle trajecten |
|---------------------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-------------------|-----------|----------------|
| Soort | 1995-2008 | 1993-2008 | 2002-2008 | 2003-2008 | 2002-2008 | 1991-2008 | 1991-2008 | 1991-2008 |
| Goudkammetje | | | | | | | | |
| Schelpkokerworm | | | | | | | | |
| Witte dunschaal | | | | | | | | |
| Rechtsgestrepte platschelp | | | | | | | | |
| Tere platschelp | | | | | | | | |
| Nonnetje | | | | | | | | |
| Halfgeknotte strandschelp | | | | | | | | |
| Grote strandschelp | | | | | | | | |
| Zaagje | | | | | | | | |
| Venusschelp | | | | | | | | |
| Tapijtschelp | | | | | | | | |
| Kokkel | | | | | | | | |
| Strandgaper | | | | | | | | |
| Afgeknotte gaper | | | | | | | | |
| Otterschelp | | | | | | | | |
| Amerikaanse zwaardschede | | | | | | | | |
| Grote zwaardschede | | | | | | | | |
| Klein tafelmesheft | | | | | | | | |
| Brede kleine zwaardschede | | | | | | | | |
| Mossel | | | | | | | | |
| Amerikaanse boormossel | | | | | | | | |
| Witte boormossel | | | | | | | | |
| Kleine heremietkreeft | | | | | | | | |
| Gewone heremietkreeft | | | | | | | | |
| Noordzeekrab | | | | | | | | |
| Strandkrab | | | | | | | | |
| Gewone zwemkrab | | | | | | | | |
| Breedpootkrab | | | | | | | | |
| Fluwelen zwemkrab | | | | | | | | |
| Helmkrab | | | | | | | | |
| Chinees wolhandkrab | | | | | | | | |
| Gewone zeester | | | | | | | | |
| Zeeklit | | | | | | | | |
| Gewone slangster | | | | | | | | |
| Significante sterke toename | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 1 |
| Significante toename | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 4 |
| Stabiel | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 6 | 2 | 8 |
| Onbekend | 19 | 27 | 17 | 11 | 25 | 14 | 24 | 7 |
| Niet of nauwelijks waargenomen | 2 | 4 | 10 | 19 | 5 | 0 | 3 | 0 |
| Significante afname | 4 | 0 | 3 | 1 | 1 | 6 | 2 | 7 |
| Significante sterke afname | 3 | 0 | 2 | 0 | 1 | 4 | 0 | 5 |
| Significant | 9 | 2 | 6 | 2 | 3 | 14 | 5 | 18 |

Tabel 6.6. Overeenkomsten en verschillen in regionale trends bepaald met TRIM over de periode 2002-2008

| | Texel | Petten | Camper- duin | Bakkum | Ymui- den | Katwijk- Noordwijk | Den Haag | Alle trajecten |
|---------------------------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------------|---------------|-------------------|
| Soort | 2002- 2008 | 2002- 2008 | 2002- 2008 | 2003- 2008 | 2002- 2008 | 2002- 2008 | 2002- 2008 | 2002- 2008 |
| Goudkammetje | | | | | | | | |
| Schelpkokerworm | | | | | | | | |
| Witte dunschaal | | | | | | | | |
| Rechtsgestreepte plaatschelp | | | | | | | | |
| Tere plaatschelp | | | | | | | | |
| Nonnetje | | | | | | | | |
| Halfgeknotte strandschelp | | | | | | | | |
| Grote strandschelp | | | | | | | | |
| Zaagje | | | | | | | | |
| Venusschelp | | | | | | | | |
| Tapijtschelp | | | | | | | | |
| Kokkel | | | | | | | | |
| Strandgaper | | | | | | | | |
| Afgeknotte gaper | | | | | | | | |
| Otterschelp | | | | | | | | |
| Amerikaanse zwaardschede | | | | | | | | |
| Grote zwaardschede | | | | | | | | |
| Klein tafelmesheft | | | | | | | | |
| Brede kleine zwaardschede | | | | | | | | |
| Mossel | | | | | | | | |
| Amerikaanse boormossel | | | | | | | | |
| Witte boormossel | | | | | | | | |
| Kleine heremietkreeft | | | | | | | | |
| Gewone heremietkreeft | | | | | | | | |
| Noordzeekrab | | | | | | | | |
| Strandkrab | | | | | | | | |
| Gewone zwemkrab | | | | | | | | |
| Breedpootkrab | | | | | | | | |
| Fluwelen zwemkrab | | | | | | | | |
| Helmkrab | | | | | | | | |
| Chinese wolhandkrab | | | | | | | | |
| Gewone zeester | | | | | | | | |
| Zeeklit | | | | | | | | |
| Gewone slangster | | | | | | | | |
| Significante sterke toename | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 4 | 2 |
| Significante toename | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5 | 6 |
| Stabiel | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| Onbekend | 20 | 21 | 17 | 12 | 25 | 23 | 16 | 21 |
| Niet of nauwelijks waargenomen | 8 | 7 | 10 | 20 | 5 | 1 | 6 | 0 |
| Significante afname | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 |
| Significante sterke afname | 1 | 3 | 2 | 0 | 1 | 4 | 0 | 3 |
| Significant | 5 | 5 | 6 | 2 | 3 | 9 | 10 | 11 |

Tabel 6.7. Aantal negatieve en positieve trends bepaald met TRIM en het aantal overeenkomsten en verschillen in trends op de zeven strandwachtrajecten, berekend over de periode 1991-2008

| Soort | Negatief | Positief | Overeenkomstig | Tegengesteld |
|-----------------------------|-----------|-----------|----------------|--------------|
| Goudkammetje | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Schelpkokerworm | 3 | 1 | 2 | 1 |
| Amerikaanse boormossel | 1 | 1 | | 1 |
| Amerikaanse zwaardschede | | 3 | 3 | |
| Grote strandschelp | 2 | | 2 | |
| Grote zwaardschede | 2 | | 2 | |
| Halfgeknotte strandschelp | 4 | | 4 | |
| Kleine heremietkreeft | | 2 | 2 | |
| Mossel | 1 | | | |
| Nonnetje | 2 | | 2 | |
| Otterschelp | | 1 | | |
| Tapijtschelp | 1 | 1 | | 1 |
| Rechtsgestreepte platschelp | 4 | | 4 | |
| Tere platschelp | 1 | | | |
| Venusschelp | | 1 | | |
| Breedpootkrab | 1 | | | |
| Gewone zwemkrab | | 1 | | |
| Gewone zeester | 3 | 1 | 2 | 1 |
| Zeeklit | | 1 | | |
| Totaal | 27 | 14 | 24 | 5 |

Tabel 6.8. Aantal negatieve en positieve trends bepaald met TRIM en het aantal overeenkomsten en verschillen in trends op de zeven strandwachtrajecten, berekend over de periode 2002-2008

| | Negatief | Positief | Overeenkomstig | Tegengesteld |
|-----------------------------|-----------|-----------|----------------|--------------|
| Goudkammetje | 1 | 1 | | 1 |
| Schelpkokerworm | 2 | | 2 | |
| Rechtsgestreepte platschelp | 5 | | 5 | |
| Nonnetje | 2 | 1 | 1 | |
| Halfgeknotte strandschelp | 4 | 1 | 3 | 1 |
| Grote strandschelp | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Venusschelp | | 1 | | |
| Tapijtschelp | 1 | 1 | | 1 |
| Kokkel | | 1 | | |
| Amerikaanse zwaardschede | | 2 | 1 | |
| Grote zwaardschede | 1 | | | |
| Mossel | | 1 | | |
| Amerikaanse boormossel | 1 | 1 | | |
| Kleine heremietkreeft | | 1 | | |
| Gewone heremietkreeft | 1 | | | |
| Breedpootkrab | 1 | 1 | | 1 |
| Fluwelen zwemkrab | | 1 | | |
| Chinese wolhandkrab | 1 | | | |
| Gewone zeester | 1 | | | |
| Zeeklit | 1 | 2 | 1 | |
| Gewone slangster | | | | |
| Totaal | 24 | 16 | 14 | 5 |

6.3 Regionale verschillen en overeenkomsten in trends

De volgende vragen stonden in dit onderdeel van het onderzoek centraal:

- *Zijn er regionale verschillen en/of overeenkomsten in trends?*
- *Zijn er verschillen in trend-detectiekansen tussen de verschillende trajecten?*

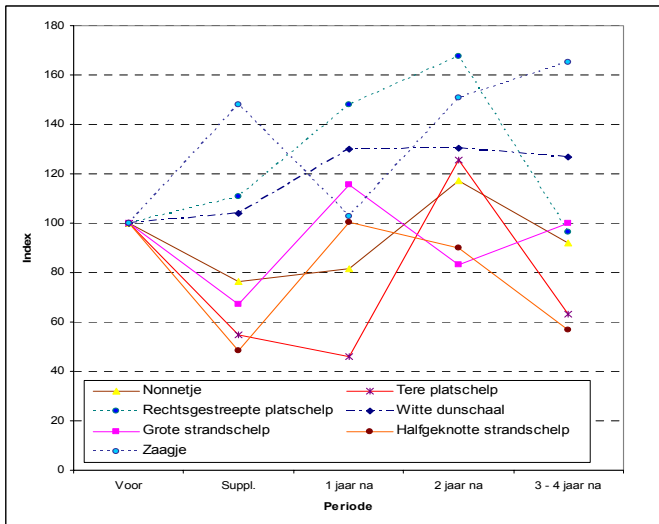
Overeenkomstige en tegengestelde trends

Tabel 6.5 geeft een overzicht van de trends per strandwachtraject over de periode 1991-2008. Tabel 6.7 geeft per soort het aantal positieve en negatieve trends, het aantal overeenkomstige trends en het aantal tegengestelde trends. Uit deze laatste tabel komt naar voren dat er 41 significante trends zijn waargenomen op de zeven strandwachtrajecten. Er zijn 24 gevallen waarvoor geldt dat een trend van een bepaalde soort in een bepaalde regio overeen komt met een trend in een andere regio. Er zijn 5 gevallen waarvoor geldt dat een trend van een bepaalde soort in een bepaalde regio tegengesteld is aan een trend in een andere regio.

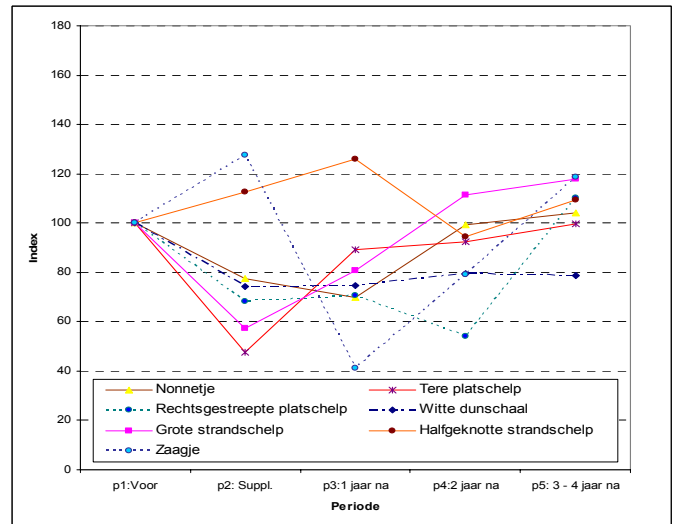
Tabel 6.6. en 6.8 vertonen respectievelijk dezelfde overzichten, maar nu voor de periode 2002 t/m 2008. Dit is de periode dat *alle* Strandwachten actief zijn. Voor deze periode geldt dat er 14 gevallen zijn waarbij een trend van een bepaalde soort in een bepaalde regio overeenkomt met een trend in een andere regio. Er zijn 5 gevallen waarbij een trend van een bepaalde soort in een bepaalde regio tegengesteld is aan een trend in een andere regio.

Samengevat:

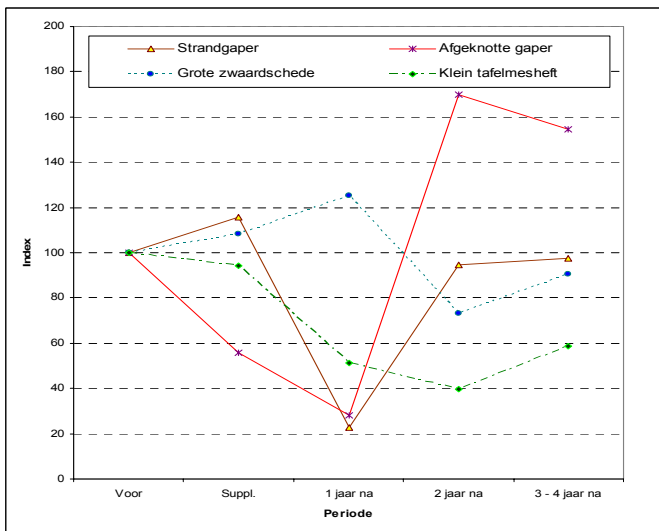
- Voor de periode 1991 t/m 2001 geldt dat ontwikkelingen in trends meestal niet specifiek regionaal zijn. De waargenomen trends verlopen langs de hele Hollandse kust in grote lijnen hetzelfde. In de nabije kustzone langs de Hollandse kust doen zich over deze periode homogeen min of meer de zelfde ontwikkelingen voor.
- Voor de periode 2002-2008 komen beduidend minder significante trends naar voren. Daardoor worden ook minder overeenkomsten gevonden. Dit komt mede doordat de trenddetectiekansen over korte tijdreeksen kleiner zijn.



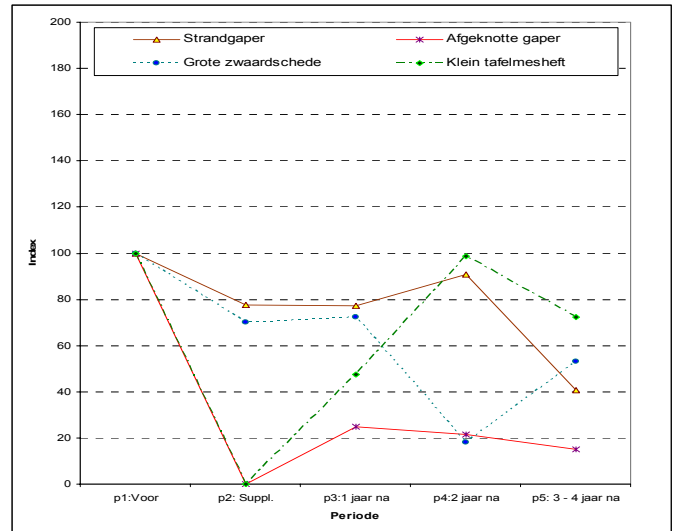
Figuur 6.18. Veranderingen tov periode vóór strandsuppletie bij tweekleppigen (groep a)



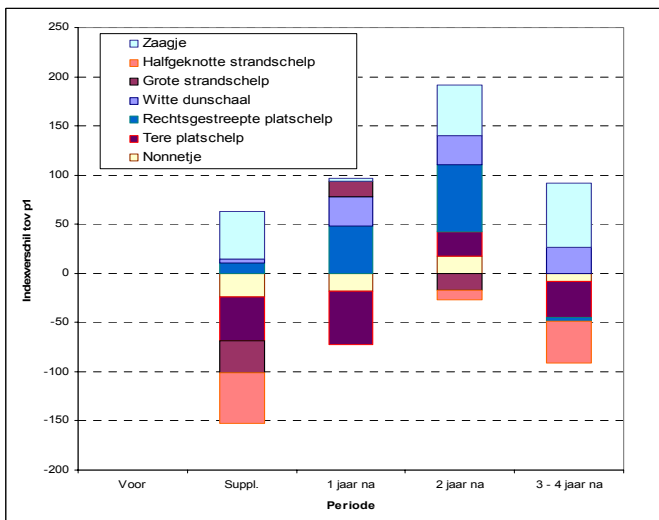
Figuur 6.19. Veranderingen tov periode vóór onderwatersuppleties bij tweekleppigen (groep a)



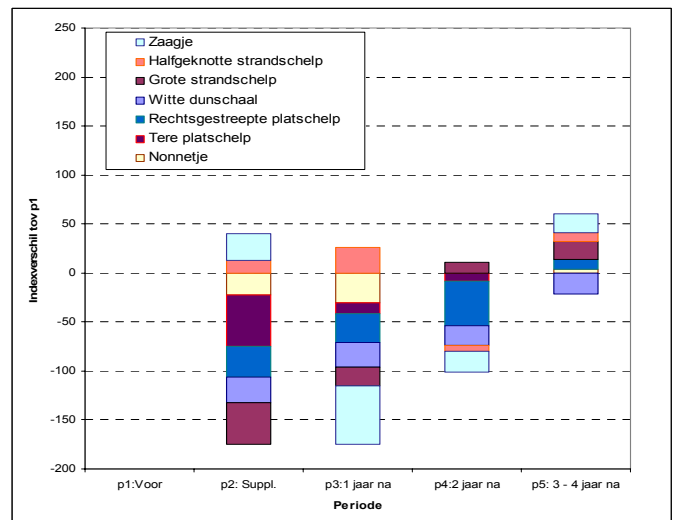
Figuur 6.20. Veranderingen tov periode vóór strandsuppletie bij tweekleppigen (groep b)



Figuur 6.21. Veranderingen tov periode vóór onderwatersuppleties bij tweekleppigen (groep b)



Figuur 6.22. Verschillen tov periode vóór strandsuppletie, cumulatief gepresenteerd voor tweekleppigen uit groep a.



Figuur 6.23. Verschillen tov periode vóór onderwatersuppletie, cumulatief gepresenteerd voor tweekleppigen uit groep a.

6.4 Directe en korte termijn effecten van suppleties

Dit deel van het onderzoek en de analyses heeft zich toegespitst op de volgende vragen:

- *Hebben zandsuppleties invloed op populaties voor de kust?*
- *Zijn er verschillen in effecten tussen strandsuppleties en onderwatersuppleties?*
- *Hoe lang na de suppleties zijn effecten nog waarneembaar?*
- *Zijn invloeden van suppleties regionaal verschillend?*
- *Zijn in gebieden die vaker worden gesuppleerd de gevolgen van suppleties sterker? M.a.w. is er een cumulatief effect?*
- *Tot welke afstand hebben de suppleties een meetbaar effect op populaties?*

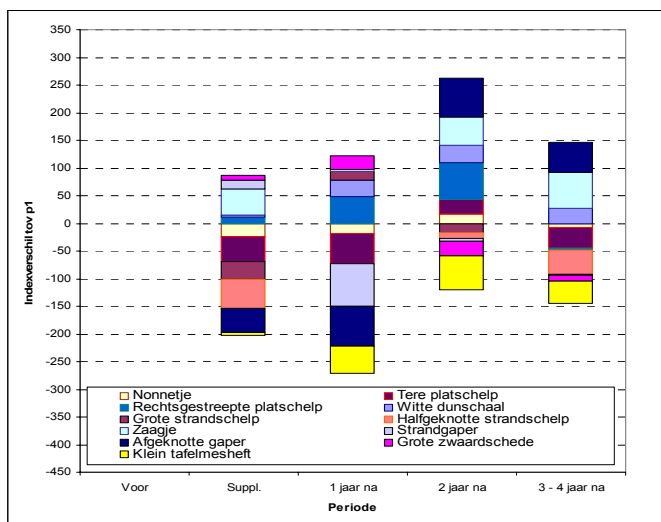
6.4.1 Gebruikte methode en presentatie resultaten

In deze paragraaf worden de resultaten besproken die zijn verkregen uit de TSP-analyse (zie paragraaf 5.7.4 en 5.7.7). Het gaat hier dus om algemene uitspraken en niet over specifieke suppleties. De analyses zijn afzonderlijk uitgevoerd voor strandsuppleties en onderwatersuppleties welke werden uitgevoerd binnen een straal van drie km rond de zeven strandwachtrajecten. Bij de analyse zijn de gegevens van de zeven trajecten in één analyse meegenomen. Tabel 6.9 geeft de significante abundantieverschillen tussen vier perioden en de referentieperiode (p1: de drie jaar vóór het jaar waarin de suppletie). Deze vier perioden zijn:

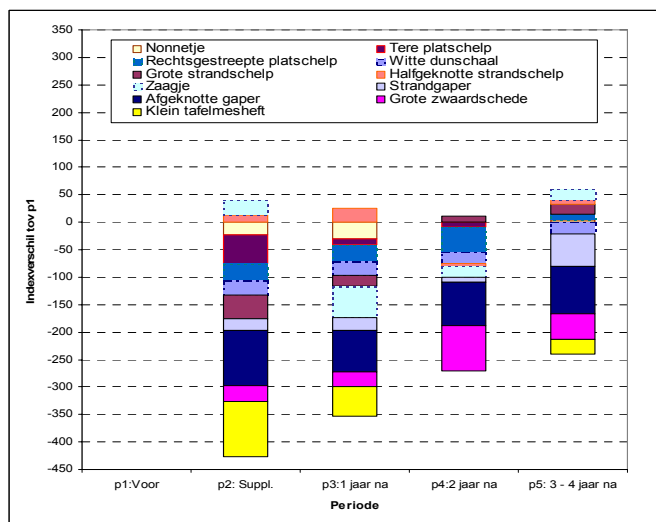
- p2: Het jaar van de suppletie(s)
- p3: Het jaar na de suppletie(s)
- p4: Het tweede jaar na de suppletie(s)
- p5: Het derde en vierde jaar na de suppletie(s)

De indexcijfers berekend voor deze perioden worden voor meerdere soorten tweekleppigen gegeven in de figuur 6.18 t/m 6.21, waarbij onderscheid is gemaakt tussen strand- en onderwatersuppleties. De drie jaar vóór de suppletie (p1) is op 100% gesteld.

In de figuur 6.22 t/m 6.25 zijn ook cumulatief over de soorten de indexverschillen gegeven t.o.v. van p1. Onder de nul-lijn (y=0) gaat het om afname, boven de nul-lijn (y=0) is sprake van een toename voor betreffende periode t.o.v. de periode vóór de suppletie.



6.24. Verschillen tov periode vóór strandsuppletie, cumulatief gepresenteerd voor tweekleppigen uit groepen a en b.



Figuur 6.25. Verschillen tov periode vóór onderwatersuppletie, cumulatief gepresenteerd voor tweekleppigen uit groepen a en b.

Tabel 6.9. Significante verschillen tussen de referentieperiode (de drie jaar vóór de suppleties) en het jaar van de suppletie en de jaren daarna.

| Soort | Onderwatersuppleties | | | | Strandsuppleties | | | |
|-----------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| | Jaar van suppletie | 1e jaar na suppl. | 2e jaar na suppl. | 3 en 4 jaar na suppl. | Jaar van suppletie | 1e jaar na suppl. | 2e jaar na suppl. | 3 en 4 jaar na suppl. |
| Nonnetje | | | | | | | | |
| Tere platschelp | | | | | | | | |
| Grote strandschelp | | | | | | | | |
| Rechtsgestreepte platschelp | | | | | | | | |
| Witte dunschaal | | | | | | | | |
| Halfgeknotte strandschelp | | | | | | | | |
| Afgeknotte gaper | | | | | | | | |
| Strandgaper | | | | | | | | |
| Zaagje | | | | | | | | |
| Venuschelp | | | | | | | | |
| Fluwelen zwemkrab | | | | | | | | |
| Grote heremietkreeft | | | | | | | | |
| Kleine heremietkreeft | | | | | | | | |
| Zeeklit | | | | | | | | |
| Gewone zeester | | | | | | | | |
| Schelpkokerworm | | | | | | | | |
| Goudkammetje | | | | | | | | |
| Significante sterke toename | | | | | | | | |
| Significante toename | | | | | | | | |
| Onbekend | | | | | | | | |
| Significante afname | | | | | | | | |
| Significante sterke afname | | | | | | | | |

6.4.2 Invloeden van onderwatersuppleties

Uit tabel 6.9 komt ten aanzien van onderwatersuppleties onder meer het volgende naar voren:

- In het jaar dat onderwatersuppleties werden uitgevoerd, zijn de abundanties van Nonnetje, Tere platschelp, Grote strandschelp, Rechtsgestreepte platschelp, Witte dunschaal, Afgeknotte gaper, Strandgaper, Fluwelen zwemkrab, Grote heremietkreeft en het Goudkammetje lager dan in de drie jaar daarvoor (p1: de referentieperiode).
- Voor het merendeel van deze soorten zet dit negatieve effect zich ook voort in het jaar na de onderwatersuppletie.
- Voor de meeste van deze soorten geldt dat de abundanties in het tweede jaar na de suppletie weer rond het niveau van de referentieperiode zijn komen te liggen.
- Voor de Strandgaper, Afgeknotte gaper, Grote heremietkreeft en het Goudkammetje geldt dat de abundanties ook in p3 en p4 lager zijn dan in de referentieperiode.

Samengevat:

- Onderwatersuppleties hebben tot gevolg dat populaties van Nonnetje, Tere platschelp, Grote strandschelp, Rechtsgestreepte platschelp, Witte dunschaal, Afgeknotte gaper, Strandgaper, Fluwelen zwemkrab, Grote heremietkreeft en het Goudkammetje worden bedolven onder het zand en tijdelijk in dat gebied voor de kust afsterven. Om die reden spoelen ze vervolgens de rest van het jaar minder aan. Voor de meeste minder diep gravende soorten van deze groep geldt dat de populatie pas in het tweede jaar na de suppletie blijkbaar weer voldoende grote exemplaren bevat om weer ongeveer evenveel exemplaren te kunnen laten aanspoelen als vóór de suppletie het geval was. De populatie heeft zich blijkbaar een jaar na de suppletie weer min of meer hersteld tot dezelfde omvang als vóór de suppletie.
- Voor de populaties van grote diepgravende soorten als de Strandgaper en de Afgeknotte gaper, lijken de gevolgen van onderwatersuppleties langer te duren.
- Voor de Grote heremietkreeft en het Goudkammetje lijken de negatieve gevolgen van onderwatersuppleties zich langer dan één jaar na de suppletie voort te zetten. De blijvende afname na suppleties van met name het Goudkammetje is waarschijnlijk vooral het gevolg van de sterke daling die zich uitstrekt over de gehele onderzoeksperiode en heeft waarschijnlijk een andere oorzaak dan zandsuppleties.

6.4.3 Invloeden van strandsuppleties

Uit tabel 6.9 komt ten aanzien van strandsuppleties onder meer het volgende naar voren:

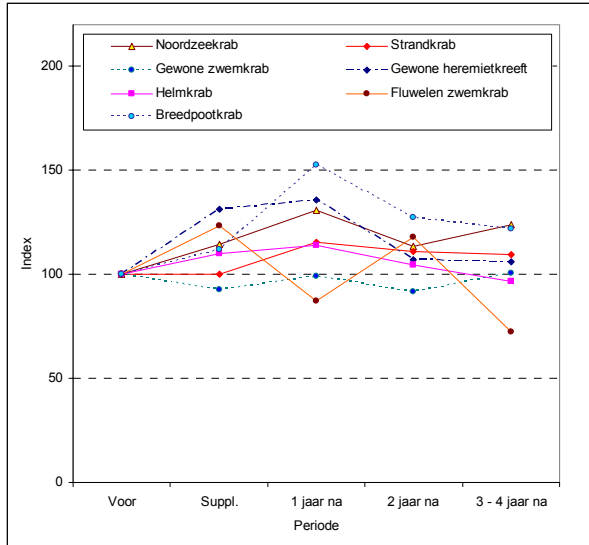
- In het jaar dat een strandsuppletie is uitgevoerd, zijn de abundanties van Nonnetje, Tere platschelp, Grote strandschelp, Witte dunschaal, Halfgeknotte strandschelp en Afgeknotte gaper duidelijk lager dan in de referentieperiode.
- Voor de meeste van deze soorten geldt dat de abundanties in het eerste jaar na de suppletie al weer vrijwel of geheel liggen op het niveau van de referentieperiode.
- Alleen voor de Afgeknotte gaper en de Tere platschelp lijkt de negatieve invloed zich ook tot in het eerste jaar na de strandsuppletie voort te zetten, maar niet langer. Voor de Strandgaper kan geen aantoonbare hinder van strandsuppleties worden aangetoond

Samengevat: De invloeden van zandsuppleties vertonen overeenkomsten met die van onderwatersuppleties. De gevolgen van strandsuppleties voor het macro- en epibenthos zijn minder sterk en van kortere duur dan die van onderwatersuppleties. Dit ligt in de lijn der verwachtingen, omdat de vooroeversuppleties worden uitgevoerd in het gebied waar de soorten die op het strand aanspoelen ook daadwerkelijk leven. Strandsuppleties worden op het strand uitgevoerd en hebben daardoor hoogstens enige invloed op de zone vlak onder de laagwaterlijn.

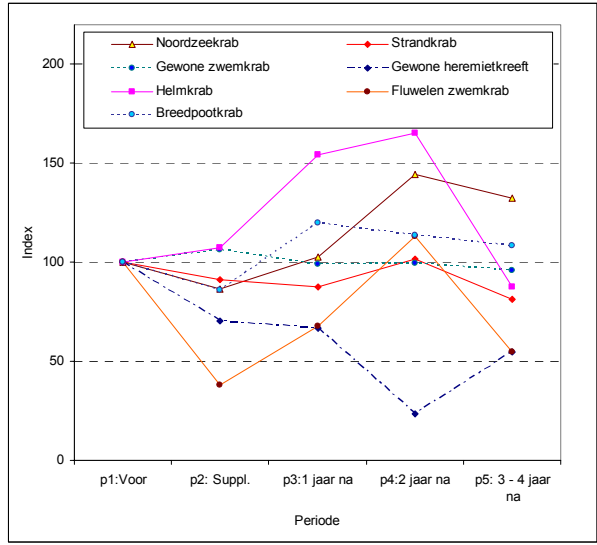
6.4.4 Lange termijn invloeden van suppleties

Uit tabel 6.9 komt naar voren dat Witte dunschaal, Zaagje, Venusschelp en Kleine heremietkreeft voor alle vier de perioden (p2 t/m p4) significant hogere abundanties vertonen dan in de referentieperioden (p1). Het ogenschijnlijk blijvend positieve effect van suppleties op de Kleine heremietkreeft, komt doordat deze soort door opwarming van het zeewater de laatste jaren een sterk positieve trend vertoont.

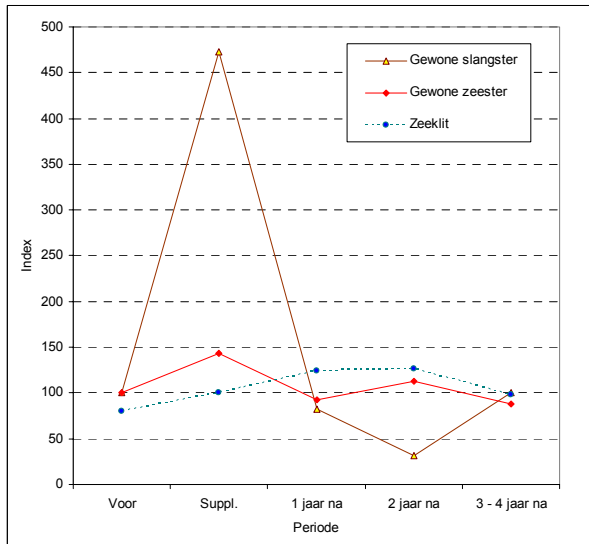
Hypothese: Zaagje, Witte dunschaal en Venusschelp lijken in de nabije kustzone te profiteren van de zandsuppleties. Het Zaagje is een opportunist en maakt gemakkelijk snel gebruik van de beschikbare ruimte na de suppletie. Voor de Witte dunschaal zou dit ook kunnen gelden, maar dan vooral in de slibrijkere gebieden tussen nieuw gevormde zandbanken. Vanuit dieper water aangevoerde jonge Venusschelpen weten zich te vestigen in de ondiepe zone en stellen daar ongeveer dezelfde eisen aan de (zandige) bodem als de Zaagjes.



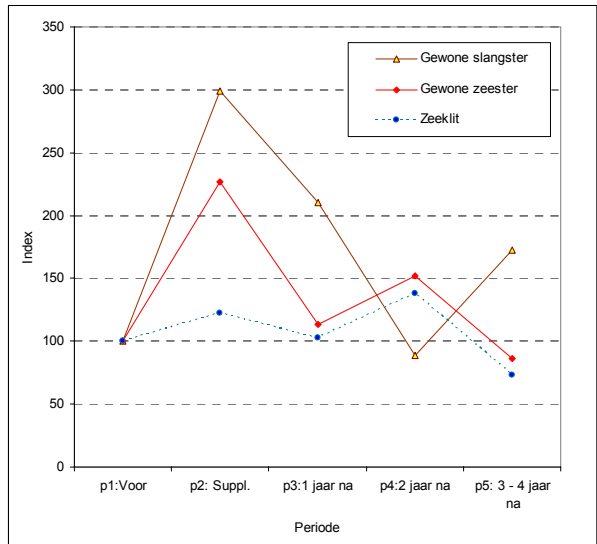
Figuur 6.26. Verschillen tov periode vóór de strandsuppleties bij diverse kreeftachtigen



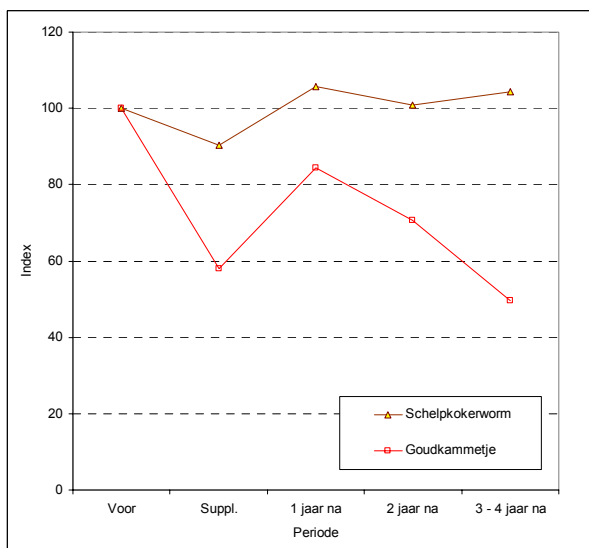
Figuur 6.27. Verschillen tov periode vóór de onderwatersuppleties bij diverse kreeftachtigen



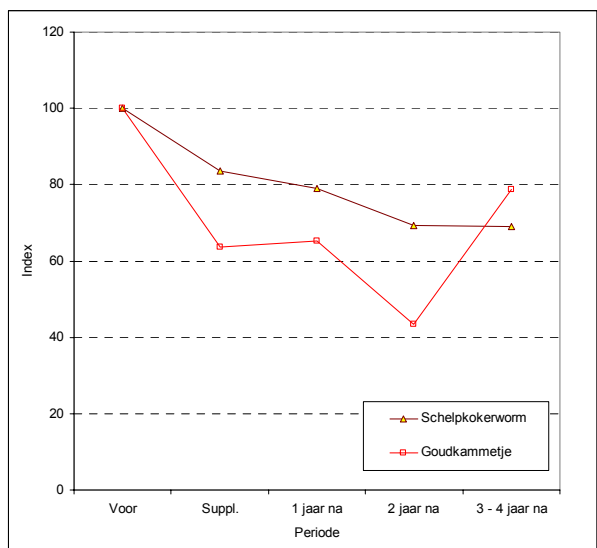
Figuur 6.28. Verschillen tov periode vóór de strandsuppleties bij de stekelhuidigen



Figuur 6.29. Verschillen tov periode vóór de onderwatersuppleties bij de stekelhuidigen



Figuur 6.30. Verschillen tov periode vóór de strandsuppletie bij de wormachtigen



Figuur 6.31. Verschillen tov periode vóór de onderwatersuppletie bij de wormachtigen

6.4.5 Regionale verschillen

Bovenstaande analyse is ook uitgevoerd per traject, met als doel de effecten van suppleties per traject te bepalen. Uit deze analyse kwamen echter nauwelijks significante resultaten naar voren. Dit wil niet zeggen dat effecten van suppleties binnen de verschillende regio's niet anders kunnen zijn. De fluctuaties in de jaarlijkse abundanties per traject zijn te groot en het aantal gegevens is te gering om dergelijke regionale verschillen aan te tonen.

Samengevat: Voor het bepalen van regionale verschillen zijn per traject langere tijdreeksen noodzakelijk waarbinnen suppleties worden uitgevoerd.

6.4.6 Cumulatieve effecten

Met behulp van de in paragraaf 5.7.3 beschreven methode is nagegaan of een tweede en een derde suppletie sterkere effecten hebben dan de eerste suppletie. Deze analyse is per traject uitgevoerd. De fluctuaties in de jaarlijkse abundanties per traject zijn echter te groot en het aantal gegevens blijkt per suppletie te gering om eventuele verschillen in effecten tussen opeenvolgende suppleties aan te kunnen tonen.

Samengevat: Voor het bepalen van cumulatieve effecten zijn er meer trajecten en/of per traject langere tijdreeksen nodig waarbinnen vaker suppleties worden uitgevoerd. Voor de analyse is het daarbij gewenst dat er variatie is in de tijd waarmee suppleties elkaar opvolgen. De tijdsduur tussen opeenvolgende suppleties kan immers ook van invloed zijn en zou bij een dergelijk analyse moeten worden meegenomen.

6.4.7 Effecten van suppleties op verschillende afstanden

De voorgaande analyses (paragraaf 6.4.2 t/m 6.4.6) zijn uitgevoerd voor zowel strand- als vooroeversuppleties:

1. binnen een afstand tot 3 km vanaf het strandwachtraject
2. binnen een afstand tot 8 km vanaf het strandwachtraject
3. op een afstand tussen 3 tot 8 km vanaf het strandwachtraject

Het gaat hierbij om de afstand evenwijdig aan de kust, dus niet zee-inwaards. De analyses die zijn uitgevoerd met suppleties op een afstand van minder dan 3 km (groep 1) geven de meeste significante effecten. Uit de analyses die gedaan zijn met behulp van de verder uit de kust gelegen suppleties (groep 3), komen nauwelijks significante effecten naar voren.

Hypothese: De effecten van de suppleties reiken niet veel verder dan 3 km van de plaats waar de suppleties worden uitgevoerd.

Aanbeveling: Er is nu gewerkt met drie afstandsgroepen. Aanbevolen wordt het onderzoek voor nog meer afstandsgroepen te bepalen, zodat het aantal significante effecten kan worden afgezet tegen de afstand. Aan de hand van de curve kan dan een betere schatting worden gemaakt van de afstand waarop er geen effecten meer zijn.

7. Conclusies

7.1 Strandaanspoelselonderzoek als methode voor de detectie van suppletie-effecten

Eerder onderzoek toonde al aan dat veranderingen in populaties die zich in de zone tot 1 à 3 km uit de kust voordoen, inzichtelijk kunnen worden gemaakt aan de hand van Strandaanspoelsel-monitoringonderzoek (De Bruyne & Van der Valk, 1991; Gmelig Meyling, 1993; Gmelig Meyling & De Bruyne, 1994b). Uit de nu voorliggende resultaten van dit onderzoek is gebleken dat veel lange termijn veranderingen zich langs de gehele Noord- en Zuid-Hollandse kust voordoen en zich dus niet alleen lokaal afspelen. Dit vormt een extra ondersteuning voor de aanname dat populatieveranderingen met systematisch onderzoek van strandaanspoelsel kunnen worden gevolgd.

De hoofdvraagstelling van dit onderzoek, of met aanspoelselonderzoek de effecten van zandsuppleties kunnen worden aangetoond, kan bevestigend worden beantwoord. Sommige meer specifieke vragen kunnen nog niet worden beantwoord, maar met nog geavanceerdere statistische methoden dan nu gebruikt, kan waarschijnlijk bij eventueel vervolgonderzoek in de toekomst nog meer worden bereikt. Het is bovendien zeer aannemelijk dat als er in de toekomst meer waarnemingen beschikbaar komen -door verdere uitbreiding van aanspoelselonderzoek- er nog meer en beter inzicht zal komen in de effecten van suppleties. Het voortzetten en uitbouwen van het strandaanspoelsel-monitoring project wordt daarom sterk aanbevolen.

Uiteraard blijft strandaanspoelsel-monitoring altijd een indirecte methode om naar de populaties en veranderingen in de nabije kustzone te kijken. Dit maakt dat resultaten minder makkelijk zijn te interpreteren dan die verkregen met gerichte jaarlijkse bemonstering van de zeebodem vanaf schepen. Monsternamaprogramma's met behulp van schepen zijn echter bijzonder kostbaar en worden langs de Hollandse kust niet in monitoringvorm, dus voor een lange periode, jaarlijks uitgevoerd. Bovendien blijven ook monsternamen vanaf schepen momentopnamen; de situatie in met name de nabije kustzone, kan na enkele harde stormen of andere acute invloeden op zeer lokaal niveau (bijvoorbeeld veranderende zeestromingen) sterk veranderen. Aanspoelselmonitoring in de huidige vorm (diverse locaties langs de hele Hollandse kust) kan als het ware over die meer lokale bodemverstoringen heen kijken. De vrijwilligers van Stichting ANEMOON zijn nu al ruim 30 jaar actief geweest, waardoor lange tijdreeksen zijn verkregen. Het ligt in de lijn der verwachting dat het Strandaanspoelsel-monitoringonderzoek ook in de toekomst een goede én goedkope methode zal blijken om populatieveranderingen in de nabije kustzone, al dan niet in aanvulling op monsternamen vanaf schepen, in kaart te brengen. Dit geldt ook voor het detecteren van de effecten van suppleties. Het ligt verder in de lijn der verwachting, dat met nog in ontwikkeling zijnde aanvullende methoden in het veld, er nog betere mogelijkheden zullen ontstaan om de effecten van suppletie-invloeden nog gericht te onderzoeken.

7.2 Opvallend veel negatieve trends

Er komen opvallend veel negatieve trends naar voren over de periode 1978-2008 en er zijn opvallend weinig herstellende trends waargenomen. De herstellende trends die zich af tekenen zijn over het algemeen zeer zwak. Vooral onder de tweekleppigen zijn er veel soorten die een duidelijke afname laten zien. De sterkste negatieve trends doen zich voor bij de Kokkel, de Venuschelp, de Tapijtschelp en de Brede slanke zwaardschede in de periode 1978-1982. Overzichten worden gegeven in tabel 6.2 t/m 6.6. In dit verband dient te worden opgemerkt dat ook door Meesters et al. (2009) veel negatieve trends in onze zoute wateren werden waargenomen.

De trends van de meeste soorten waargenomen bij dit onderzoek vallen doorgaans in één van de volgende drie trend-categorieën:

- de negatieve trends verlopen gestaag over de periode 1978-2008
- de trends zijn het duidelijkst in de periode 1991-1997
- de trends zijn het duidelijkst in de periode 1978-1997

7.3 Trendveranderingen door suppleties en andere oorzaken

Over het algemeen lijken suppleties de negatieve trends niet sterker te maken. Voor enkele soorten (Kokkel, Venusschelp en Tapijtschelp) geldt dat ze in geringe mate zijn toegenomen in de periode dat suppleties een grotere rol gingen spelen, terwijl ze daarvoor sterk waren afgenomen. Dit zou er op kunnen duiden dat suppleties op de wijze zoals ze tot op heden zijn uitgevoerd in beperkte mate voor de populaties van deze soorten in de nabije kustzone juist, zij het in beperkte mate gunstig kunnen zijn. Ook opportunistische soorten als Zaagje, Amerikaanse zwaardschede en wellicht ook de Witte dunschaal lijken op deze manier juist enig 'profijt' te hebben van suppleties.

De Grote strandschelp, de Halfgeknotte strandschelp, het Kleine tafelmesheft en de Grote zwaardschede vertonen een relatief sterkere daling rond 1997-1998 dan andere tweekleppigen. Juist rond deze periode nemen suppleties nabij de strandwachtrajecten toe en doen ook onderwatersuppleties hun intrede. In 1997 is er echter ook een strenge winter geweest, hetgeen gewoonlijk ook voor toenames in het aanspoelen van levend/vers materiaal op het strand en een afname van aantallen en dichtheden in kustnabije populaties zorgt. Het is niet ondenkbeeldig dat de combinatie van een strenge winter, de toename van zandsuppleties en de opkomst van de Amerikaanse zwaardschede, grotere negatieve invloed hebben gehad op het voorkomen van deze soorten dan op andere tweekleppigen. De strenge winter van 1997 heeft gezorgd voor een grotere sterfte in de nabije kustzone. Zandsuppleties hebben eveneens voor sterfte gezorgd. Hoewel onder de Amerikaanse zwaardscheden in de zeer nabije kustzone in strenge winters en tijdens suppleties zeker eveneens sterfte optreedt, zorgt de massale aanwezigheid elders in iets dieper water, er voor dat het zeer nabije kustgebied weer snel weer gekoloniseerd wordt en dat relatief veel larven van andere soorten worden weggevangen, zodat settlement van broedval van de vier bovengenoemde soorten minder kans krijgt.

Verder komt duidelijk naar voren dat de zuidelijke soorten (Breedpootkrab, Kleine heremietkreeft en Otterschelp) sterk zijn toegenomen. Het is waarschijnlijk dat de opwarming van het zeewater de belangrijkste oorzaak is van deze toename.

Als gevolg van toenemend scheepvaartverkeer hebben meerdere soorten van andere continenten (exoten) onze kustwateren weten te bereiken. De opkomst van de Amerikaanse zwaardschede komt uit de SMP gegevens zeer duidelijk naar voren.

7.4 Overeenkomsten en verschillen in regionale trends

Er zijn beduidend meer overeenkomsten dan verschillen gevonden in regionale trends. Deze overeenkomsten zijn duidelijker naarmate de trends over een langere periode zijn berekend.

7.5 Regionale verschillen in trenddetectiekansen

De verschillen in het aantal waargenomen significante trends tussen de verschillende trajecten, zijn het gevolg van het aantal waarnemingen dat per jaar wordt gedaan en van de verschillen in tijdsduur dat de strandwachten actief zijn (dus vanaf het startmoment). Hoe minder waarnemingen er op een traject zijn of worden gedaan, hoe kleiner de kans is dat trends worden gedetecteerd. Daarnaast speelt mee dat op trajecten waar relatief lage aantallen aanspoelen, de trenddetectiekansen ook lager zijn. Ook de regionale verschillen in natuurlijke fluctuaties spelen een rol. Hoe groter deze fluctuaties in populaties zijn, des te kleiner zijn de detectiekansen om trends vast te stellen.

7.6 Korte termijn effecten van suppleties

Suppleties binnen een straal van 3 km hebben significante negatieve invloeden op populaties in de nabije kustzone. De negatieve gevolgen van onderwatersuppleties zijn groter dan die van strandsuppleties. De resultaten laten zien dat de meeste gevolgen van suppleties waarschijnlijk kortstondig zijn. Na een onderwatersuppletie hebben populaties zich binnen één tot twee jaar na de suppletie weer hersteld tot het niveau van vóór de suppletie. Voor strandsuppleties lijkt doorgaans te gelden dat het herstel van de populaties in de nabije kustzone nog sneller verloopt dan na onderwatersuppleties het geval is.

Alleen voor de Afgeknotte gaper geldt dat de negatieve gevolgen van onderwatersuppleties zich lijken uit te strekken over een nog langere periode (van minimaal 4 jaar). Suppleties lijken een positieve invloed te hebben op populaties in de nabije kustzone van de Venusschelp, de Witte duinschaal en het Zaagje. Voor deze soorten geldt dat ze in minimaal vier jaar na suppleties vaker en in grotere aantallen worden gevonden als vóór de suppleties. Deze soorten gedragen zich waarschijnlijk als opportunisten en weten snel te profiteren van maagdelijk en vers beschikbaar gekomen leefgebied na de suppleties.

7.7 Verschillen in korte termijn suppletie-effecten per traject

Effecten van individuele suppleties, (dus het effect van één bepaalde suppletie op één bepaald traject) komen bijna nooit significant naar voren. Dit komt doordat een jaarcijfer te sterk wordt bepaald door toevallige aanspoelcondities. Per suppletie zijn er te weinig gegevens om significante veranderingen aan te tonen. Onderzoek naar verschillen op regionaal niveau, waarbij de regio's meerdere trajecten omvatten, kan bij eventueel vervolgonderzoek nader worden uitgewerkt (zie hoofdstuk 9).

7.8 Verschillen in effecten tussen opeenvolgende suppleties op een zelfde traject

Significante verschillen in effecten tussen een eerste, een tweede en een derde suppleties op een zelfde traject, kunnen met de huidige methodieken en gegevens niet worden aangetoond, om dezelfde reden als genoemd in paragraaf 7.6.

7.9 Afstand van suppletie tot populatie

Wanneer suppletie-effecten worden onderzocht met alleen strand- en onderwatersuppleties die verder dan drie kilometer van het traject liggen (evenwijdig aan de kust), komen geen significante effecten naar voren. Daaruit zou kunnen worden opgemaakt dat suppleties geen duidelijke effecten hebben op populaties die verder dan drie kilometer van de suppleties afliggen. De interactie van de afstand met de effecten van suppleties, dienen nog verder te worden onderzocht, om over dit aspect nog grondiger uitspraken te kunnen doen (zie hoofdstuk 9).

7.10 Effecten bij toename van suppleties

Herstel na suppleties mag zich dan wel in 1 tot drie jaar lijken te voltrekken, maar de plannen zijn om suppleties steeds vaker uit te voeren en meer en meer over te stappen op onderwatersuppleties, die een grotere impact hebben op het ecosysteem van de nabije kustzone dan strandsuppleties. Zeker wanneer in bepaalde gebieden geregeld binnen enkele jaren opnieuw onderwatersuppleties worden uitgevoerd, is het waarschijnlijk dat herstel niet is opgetreden vóór de aanvang van de nieuwe suppletie. In zo'n gebied kan daardoor een soortenverschuiving optreden, waarbij soorten die zich het snelst kunnen herstellen in grotere dichtheden zullen gaan voorkomen dan in de tijd vóór de suppleties. Vooral de Amerikaanse zwaarschede zal van regelmatige verstoringen profiteren te kosten van andere soorten tweekleppigen. Deze exotische opportunist is van nature een bewoner van sterk dynamische bodems, en kan gemakkelijk verticaal in de bodem bewegen en daardoor gemakkelijker suppleties overleven dan andere soorten tweekleppigen.

8. Discussie en aanbevelingen

In dit hoofdstuk komen de volgende de volgende vragen aan de orde:

- 1) Wat zijn de sterke en wat zijn de zwakke punten van het Strand Monitoring Project?
- 2) Wat zijn de beperkingen van het SMP met betrekking tot het volgen van suppleties? M.a.w. wat moet er veranderen om effecten van suppleties nog beter in beeld te krijgen en welke aanpassingen/aanbevelingen zijn mogelijk?
- 3) Zijn de bij dit onderzoek gebruikte statistische methoden toegespitst op het meten van effecten van suppleties? Zijn er betere statistische methoden?
- 4) Welke vraagstellingen zijn nu buiten beschouwing gelaten die bij toegespitst vervolgonderzoek beantwoord zouden kunnen worden?

8.1 Sterke en zwakke punten van het SMP

De *sterke* punten van het SMP in het algemeen zijn:

- Het SMP-loopt inmiddels al 30 jaar. Er is dus een enorme hoeveelheid gegevens van gestandaardiseerde aanspoelselinventarisaties voorhanden.
- Met het SMP kunnen veranderingen binnen populaties in de nabije kustzone inzichtelijk worden gemaakt. Dat geldt zeker voor veranderingen die zich over een langere termijn afspelen.
- Het SMP maakt gebruik van vrijwilligers, hetgeen gunstig is binnen het kostenplaatje voor het verkrijgen van waarnemingen van gestructureerde aanspoelselinventarisaties.
- De vrijwilligers die tot op heden meededen waren erg enthousiast en verreweg de meeste geven aan nog lang door te willen gaan.

De *zwakke* punten van het SMP zijn:

- Het SMP is een indirecte methode om populaties in de nabije kustzone te volgen. Met andere woorden: het aanspoelsel vormt een spiegel van wat zich daadwerkelijk afspeelt. De werkelijke dichtheids- en/of omvangsveranderingen worden niet bepaald. (Zulks is uiteraard alleen mogelijk door middel van kostbare bodembemonsteringen vanaf schepen.)
- Het huidige aantal trajecten is voldoende om trendveranderingen voor de Hollandse kust te detecteren. Voor het aantonen van locatietrends binnen een periode van 10 jaar, zou het te prefereren zijn als het aantal waarnemingen per traject kan worden opgevoerd tot minimaal 50 waarnemingen per jaar.
- Voor het aantonen van regionale trends is het wenselijk als het aantal strandwachtrajecten wordt vergroot binnen de regio.
- Het SMP is afhankelijk van de vrijwilligerscapaciteit. Wanneer het aantal vrijwilligers en daarmee de vrijwilligerscapaciteit af zou nemen, heeft dit gevolgen voor het aantal waarnemingen.

Aanbeveling: Het valt sterk aan te raden het SMP onder te brengen in het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM) en financiële ondersteuning te regelen via de Gegevenautoriteit Natuur (GaN). Op deze wijze kunnen de continuïteit en kwaliteit door het Centraal Bureau voor de Statistiek worden gewaarborgd. Met financiële ondersteuning wordt het mogelijk om de vrijwilligerscapaciteit en aanstuuringsmogelijkheden binnen het SMP te vergroten. Met subsidie kan er meer worden gedaan aan werving, opleiding, stimulering en coördinatie. Ook wordt het dan mogelijk al bij de standaardinventarisaties aanvullende en sterker gestructureerde onderzoeksvragen mee te nemen, onder andere die meer speciaal gericht zijn op suppleties en de gevolgen daarvan.

8.2 Aangespoeld materiaal dat bij analyses is betrokken

Vers materiaal

Bij dit onderzoek is vers materiaal gedefinieerd volgens tabel 5.1. Voor materiaal met vleesresten is aangetoond dat deze afkomstig zijn van organismen die slechts korte tijd (maximaal enkele weken) voor de waarneming nog leefden. Op basis van aquariumwaarnemingen blijkt dat schilden en fragmenten van kreeftachtigen en skeletten van zeeëgels binnen een maand tot maximaal een jaar zijn verteerd, of in elk geval verbrokken. Het verval van doubletten van tweekleppigen tot losse, enkele kleppen kan per soort sterk verschillen. In Gmelig Meyling (1993) zijn de te gebruiken schattingen opgenomen van de maximale vervaltijd. Hieruit blijkt dat de Halfgeknotte strandschelp, Grote strandschelp, Zaagje en Strandgaper, indien in de bodem aanwezig, binnen een jaar zullen zijn vervallen tot losse kleppen. Eenmaal losgespoeld en onder invloed geraakt van golven en branding, vervallen ze binnen enkele dagen tot losse kleppen. Het verval tot enkele kleppen bij zwaardschedes, mesheften en ook de Kokkel verloopt daarentegen, ook in de branding, veel trager, omdat het ligament (het leerachtig verbindingsstuk tussen linker- en rechterklep) veel groter en steviger is dan bij de soorten uit de eerstgenoemde groep. Het verval van doubletten uit de laatste groep kan, afhankelijk van omstandigheden, tot 5 jaar duren. Voor deze soorten geldt dat het begrip "vers" wel fors is opgerekt.

Tweekleppigen met vleesresten spoelen overigens maar weinig aan en in de meeste gevallen zullen die één tot hoogstens enkele dagen voor de vondst nog geleefd hebben. Doubletten zonder vleesresten spoelen veel vaker aan. Met het oog op het eerder detecteren van lange termijn trends (Statistische Power) wordt daarom liefst gerekend met de aanspoelgegevens van doubletten. Voor het detecteren van lange termijn trends is de trage vervalsnelheid van doubletten nauwelijks van invloed. Voor het detecteren van korte termijn veranderingen en dus bij het detecteren van effecten van suppleties, kan de trage vervalsnelheid bij bepaalde soorten wel (enigszins) van invloed zijn op de detectiekansen.

Aanbeveling: Aanbevolen wordt om analyses van tweekleppigen waarvan doubletten traag vervallen, ook uit te voeren op basis van de waarnemingsgegevens van alleen doubletten met vleesresten en levende exemplaren.

Vers materiaal afkomstig van suppleties

Bij dit onderzoek is geen onderscheid gemaakt tussen vers materiaal dat afkomstig is van populaties uit de nabije kustzone en vers materiaal dat afkomstig is van suppleties. In de praktijk is dit onderscheid ook niet altijd te maken. Vooruitlopend op vervolgonderzoek, is al wel vastgesteld dat van vers materiaal dat is aangevoerd door suppleties, binnen één tot twee weken niets meer wordt teruggevonden. Door suppleties aangevoerd materiaal hebben bij de berekeningen tot gevolg dat de populatieomvang in het jaar van de suppletie dus groter lijkt dan deze in werkelijkheid is. De verwachting is dat het effect van aangevoerd materiaal op de conclusies van minimale invloed is.

Aanbeveling: Aanbevolen wordt -indien mogelijk op basis van aantekeningen van de waarnemers- waarnemingen van door suppleties aangevoerd materiaal niet meer bij de berekeningen mee te nemen.

8.3 Beperkingen

Beperkt aantal bij de analyse betrokken soorten

Om budgettaire redenen heeft dit onderzoek zich beperkt tot een analyse van de SMP-gegevens van slechts een deel van alle bij het SMP betrokken soorten (zie m.b.t. de selectie paragraaf 6.1).

Aanbeveling: Aanbevolen wordt dit aantal uit te breiden bij eventueel vervolgonderzoek, het is immers goed mogelijk dat bij andere soorten andere effecten (beter) aan het licht komen.

Organismen van dijken en strekdammen

Zandsuppleties worden geregeld ook uitgevoerd nabij dijken en strekdammen. Op deze dammen leven grote aantallen organismen. De invloed van suppleties op deze sessiele en verscholen levende organismen, is bij dit onderzoek nog niet inzichtelijk gemaakt. Duidelijk is wel dat populaties van zeldzame en kwetsbare soorten volledig onder het zand kunnen verdwijnen (zie foto 9.1 en daarbij geplaatste toelichting). Het spreekt vanzelf dat dit kan leiden tot het tijdelijk, of mogelijk zelfs totaal geheel verdwijnen van soorten op bepaalde locaties.

Aanbeveling: Sterk aanbevolen wordt om ook de gevolgen die suppleties hebben op sessiele en tussen hard substraat verborgen levende onderwaterorganismen van strekdammen en dijken, kwantitatief inzichtelijk te maken.

Zeldzamere, uit dieper water afkomstige soorten

Zeldzamere soorten die niet standaard bij het SMP zijn betrokken, zijn bij dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. Op de waarnemingsformulieren worden dergelijke soorten in voorkomende gevallen als 'bijschrijfsort' toegevoegd. Dergelijke soorten hebben meestal hun leefgebied in dieper water, verder van de kust verwijderd. (Vaak beneden de -15 of -20 meter dieptelijn). Er zijn aanwijzingen, dat zich van soorten uit dieper water op bepaalde locaties dichterbij de kust al dan niet tijdelijke populaties hebben gevormd, als gevolg van de suppleties. Er is nog zeer weinig bekend over de mechanismen en mogelijkheden die daarbij een rol kunnen spelen.

Aanbeveling: Middels data-analyse nagaan wanneer en tot hoelang na een suppletie soorten die normaliter niet of heel weinig aanspoelen vers en levend worden waargenomen in het aanspoelsel. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van "bijgeschreven" waarnemingen op het SMP-formulier en van de gegevens uit het Centraal Systeem van de Strandwerkgemeenschap, alsmede van het Losse waarnemingen bestand van Stichting ANEMOON. Overwogen kan verder worden strandwacht-inventarisaties nog meer toe te spitsen op suppleties, en/of apart hierop gericht onderzoek op te zetten.

8.4 Statistische methode

Onderstaand worden suggesties besproken om m.b.v. aanvullende/andere statistische (reken-) methoden effecten van suppleties te volgen/na te gaan.

Beperkingen in tijd en ruimte oplossen met virtuele strandwachtrajecten

Dit onderzoek heeft zich beperkt tot de regio's waarin strandwachten actief zijn geweest, over de perioden vanaf het moment waarop deze zijn gestart. Alleen voor het Traject Katwijk-Noordwijk geldt dat er meer dan 10 jaar aanéengesloten inventarisaties zijn uitgevoerd, in een periode dat er nog geen suppleties in de nabijheid van dit traject waren. Alleen voor dit traject kan dus van een goede referentieperiode worden gesproken. Voor de andere trajecten geldt dat er geen dekkend referentiebeeld is uit een periode waarin meer dan tien jaar zonder suppleties in de nabijheid. In paragraaf 6.3 is aannemelijk gemaakt dat langdurige veranderingen op de verschillende kusten duidelijke overeenkomsten vertonen. Desondanks blijft het belangrijk om meer duidelijkheid te verkrijgen over de vraag of de negatieve trends die in de periode 1978-1987 zijn waargenomen op het traject Katwijk-Noordwijk, ook hebben plaatsgevonden op de andere trajecten of elders langs de Hollandse kust.

Met behulp van andere bronnen dan uitsluitend de SMP-data, zou mogelijk een aanvullend beeld kunnen worden verkregen. Het gaat om de volgende gegevensbronnen:

- Centraal Systeem-gegevens van de Strandwerkgemeenschap
- Losse Waarnemingen bestand van Stichting ANEMOON
- Het bestand van het Atlasproject Nederlandse Mollusken

Genoemde losse gegevensbestanden hebben als nadeel dat de data niet systematisch zijn verzameld, waardoor kwantitatief onderzoek wordt bemoeilijkt. Uit de losse gegevens kunnen mogelijk voor meerdere soorten tijdreeksen van zogenaamde 'virtuele

strandwachtroutes' worden samengesteld. Bij dit proces wordt per waarnemer onderzocht op welke momenten inventarisaties zijn uitgevoerd en in welke periode door de waarnemer systematisch op welke soorten is gelet. Op deze wijze kunnen dan voor bepaalde (virtuele) strandtrajecten zowel nul- als positieve waarnemingen worden verkregen, die vervolgens op dezelfde manier kunnen worden geanalyseerd als bij het huidige onderzoek is gedaan. In het verleden is een vergelijkbare methodiek al eens toegepast voor een beperkt aantal soorten (Gmelig Meyling & de Bruyne, 2001; Gmelig Meyling & De Bruyne, 2004).

Aanbeveling: Met behulp van virtuele strandwachtroutes nagaan of de veranderingen zoals waargenomen in de periode 1978-1987 op het traject Katwijk-Noordwijk, zich ook hebben voorgedaan in de kustgebieden waar de andere strandwachtroutes liggen.

TRIM -methodiek

Trim heeft een groot aantal significante trends aan het licht gebracht. Deze methode is geschikt voor het toetsen van lineaire trends, zowel voor zeer korte perioden (twee jaar) als voor perioden van enkele tientallen jaren. Ook het toetsen van verschillen in abundanties tussen jaren, of opeenvolgende perioden is mogelijk. Hierdoor konden tijdens dit onderzoek effecten van suppleties worden getoetst.

Aanbeveling: TRIM heeft veel praktische voordelen. Het verdient aanbeveling deze methode standaard blijvend bij de trendanalyses te blijven betrekken, in elk geval tot het moment dat er betere modellen in 'R' beschikbaar komen én dat 'R' gemakkelijk kan worden aangestuurd van uit een aansturingprogramma.

TrendSpotter

TrendSpotter is een krachtig hulpmiddel om te zoeken naar trendveranderingen. Bovendien kunnen hiermee bij lange tijdreeksen (≥ 15 jaar) trends die niet lineair verlopen beter worden getoetst.

Aanbeveling: Het verdient aanbeveling het RIVM aan te sporen om alle mogelijkheden die feitelijk al in TrendSpotter zitten, ook daadwerkelijk operationeel te maken. Wanneer deze mogelijkheden beschikbaar komen, kan niet alleen het laatste jaar worden getoetst tegen de modelwaarden van voorgaande jaren, maar kunnen alle jaren worden getoetst tegen de modelwaarden van alle jaren. Op die manier kunnen met TrendSpotter tijdelijke veranderingen (bijvoorbeeld als gevolg van suppleties) worden getoetst.

Andere modelleringen met het programma 'R'

Er is nu gebruik gemaakt van TRIM, omdat dit programma handig valt aan te sturen vanuit een al bestaand productieproces voor het berekenen van grote aantallen indices. Bij het huidige onderzoek zijn de trend, seizoensinvloeden en de directe invloeden van suppleties niet in één model gecombineerd. Meer geavanceerde modellen kunnen (per soort) worden ontwikkeld in het statistische programma 'R'. De TRIM-modellen kunnen overigens ook worden uitgevoerd in 'R'.

Aanbeveling: Wanneer SMP-onderzoek in de toekomst als standaardmethode zou worden ingezet om effecten van (onder andere) suppleties te monitoren, is het aan te bevelen een toegesneden model in het computerprogramma 'R' te ontwikkelen en een praktisch productiesysteem te ontwikkelen om 'R' aan te sturen.

Keuze van GAJ versus GA

Bij dit onderzoek is gewerkt met jaarvoorkomens van soorten (GAJ, zie paragraaf 5.3). Uit de resultaten is naar voren gekomen dat de invloeden van suppleties van relatief korte duur zijn. Veel soorten kunnen zich na de suppletie ergens vestigen en binnen een half jaar tot een jaar uitgroeien tot exemplaren van 0,5 tot 1 cm of meer, waardoor ze bij strandonderzoek worden opgemerkt. Daarom dienen bij toekomstig onderzoek suppletie-effecten te worden onderzocht, of met voorkomensparameters die over een kortere periode zijn berekend dan een jaar, bijvoorbeeld GAM (maandabundantie). Wellicht dat daarmee de directe effecten (sterfte) door zandsuppleties inzichtelijk kunnen worden gemaakt.

De parameter Jaarabundantie (GAJ) is bij dit onderzoek doelbewust gekozen, omdat deze wordt berekend over 25 tot 52 waarnemingen. Daardoor worden de effecten van de aanspoelcondities redelijk uitgemiddeld. Bij het berekenen van de Gemiddelde Abundantie (GA) over kortere periodes, is dit veel minder het geval. De GA zou theoretisch natuurlijk kunnen worden gecorrigeerd voor allerlei aanspoelcondities die vooral worden veroorzaakt door opeenvolgingen windkrachten en windrichtingen (windhistories). Corrigeren voor aanspoelcondities is echter buitengewoon lastig. Uit eerder onderzoek is namelijk gebleken dat vooral de wind heel gecompliceerde invloeden heeft op de aantallen die aanspoelen. Deze invloeden verschillen bovendien sterk van soort tot soort én van de hoedanigheden waarin de soort worden aangetroffen. Lege doubletten spoelen doorgaans na heel andere windhistories aan dan levende exemplaren. Grote soorten spoelen weer na andere omstandigheden aan dan kleine soorten. Voor het kunnen aanspoelen van resten afkomstig van soorten die diep ingegraven levende, zijn weer andere windcondities nodig dan het aanspoelen van materiaal van soorten die vlak onder het bodemoppervlak leven. De windkracht en windrichting hebben tot 11 dagen vóór de waarneming nog aantoonbare invloed op de aantallen die tijdens een strandwachtwaarneming worden aangetroffen.

Er is in de periode 1990 tot 1995 veel onderzoek uitgevoerd naar invloeden van wind op het aanspoelen van organismen, al zijn daarvan maar weinig resultaten gepubliceerd. De Bruyne & Van der Valk (1991) bespreken een deel van de resultaten m.b.t. aanspoelmechanismen en in Gmelig Meyling (1997) worden aanspoelcondities voor enkele individuele soorten besproken.

Aanbeveling: Aanbevolen wordt na te gaan in welke mate voorkomensparameters berekend over kortere termijnen dan een jaar, inzichten kunnen verschaffen over de directe effecten van suppleties.

Tevens wordt aanbevolen oude resultaten met betrekking tot aanspoelcondities alsnog te publiceren en nieuw onderzoek uit te voeren naar correctiemogelijkheden van de GA voor aanspoelcondities.

Corrigeren voor trefkansen

Een groot probleem bij het doen van veldwaarnemingen is dat het waarnemen sterk wordt bepaald door de trefkansen (Van Strien & Soldaat, 2009). Voor het SMP-onderzoek geldt dat de trefkansen onder meer worden bepaald door:

- Allerlei golf- en stromingspatronen die organismen op het strand afzetten. Deze mechanismen zijn onder meer het gevolg van opeenvolgende windsituaties (Gmelig Meyling, 1997).
- De detectiekans/waarneembaarheid van de organismen op het strand. Zo zijn bijvoorbeeld meerdere inheemse soorten zwaardscheden en mesheften minder goed waarneembaar geworden door de enorme toename van een nieuwkomer in het aanspoelsel; de exotische Amerikaanse zwaardschede.
- De kwaliteiten van de waarnemer op het gebied van soortherkenning (determinatie).

De correcties voor trefkansen moeten worden meegenomen in het model. Het programma WinBUGS is daarvoor speciaal ontworpen. WinBUGS heeft als groot voordeel, dat de trefkansen direct binnen het model worden berekend uit herhaalde waarnemingen die in de gegevensset aanwezig zijn (Gimenez et al., 2007). Voor Strandwachtonderzoek geldt dat

op een traject de inventarisaties binnen een jaar zeker kunnen worden gezien als herhaalde waarnemingen. De SMP-data lenen zich dus in principe prima voor een berekening met WinBUGS, waarbij seizoenen, waarnemerskwaliteit, windgegevens én suppletiegegevens in één model kunnen worden meegenomen.

In de praktijk werkt WinBUGS echter nog niet in een productie-omgeving. De aansturing van het programma is verre van gebruiksvriendelijk en de rekestijden zijn extreem lang. Het doorrekenen van één model voor één bepaalde soort, kan op een zeer snelle PC nu nog vele dagen in beslag nemen. Op de afdeling Flora en Fauna van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) wordt thans onderzocht hoe WinBUGS in gebruik kan worden genomen binnen een productieproces. Alleen dan kunnen efficiënt modellen om zandsuppletie-effecten te bepalen worden doorgerekend voor een groot aantal soorten en regio's (pers. med. A. van Strien, CBS).

Aanbeveling: Aanbevolen wordt wanneer het CBS WinBUGS in een productie-omgeving beschikbaar heeft gemaakt, dit productieproces ook beschikbaar te krijgen voor het monitoren van suppletie-effecten.

9. Suggesties voor vervolgonderzoek

In de hoofdstukken 6 en 8 zijn al meerdere aanbevelingen gedaan en hypothesen opgesomd die bij vervolgonderzoek kunnen worden betrokken. In het onderstaande wordt een deel nog eens samengevat en volgen nog enkele suggesties voor vervolgonderzoek die nog niet eerder aan de orde zijn geweest of die prioriteit verdienen..

- 1) Aanvullend onderzoek waarbij ook soorten worden betrokken die niet in de selectie voor het huidige onderzoek zaten.

Daarbij moet in elk geval worden gedacht aan:

- soorten die sesiel leven op strekdammen en dijken (hard substraat-soorten).
 - soorten die niet standaard bij het SMP zijn betrokken.
 - soorten die niet op alle trajecten standaard bij inventarisaties zijn betrokken.
 - soorten die alleen veel gemeld worden als bijschrijfsoorten huisjesslakken als de tepelhorens.
- 2) Onderzoeken welke (semi)kwantitatieve gevolgen suppleties hebben (gehad) voor soorten die leven op dijken en strekdammen.
 - 3) Onderzoek naar soorten die normaliter niet in de zeer nabije kustzone voorkomen, maar zich vooral als gevolg van suppleties wel voor langere tijd nabij de kust weten te vestigen.
 - 4) Verder onderzoek naar regionale verschillen in suppletie-effecten. Regionale verschillen zijn bij het huidige onderzoek alleen onderzocht op trajectniveau. Vervolgonderzoek zou zich moeten richten op de vraag of er regionale effectverschillen in suppleties zijn, als deze worden onderzocht op basis van regio's die door twee of meer strandwachtrajecten worden gevormd. Bijvoorbeeld: regio Zuid-Holland en regio Noord-Holland.
 - 5) Verder onderzoek naar de afstand waarop suppleties nog invloed hebben, door meer dan drie afstandsgroepen bij het onderzoek te gebruiken, zodat het aantal significante effecten kan worden afgezet tegen de afstand. Aan de hand van de curve kan dan een betere schatting worden gemaakt van de afstand waarop er geen effecten meer zijn.
 - 6) Onderzoek naar de invloed van de omvang van suppleties. Aanbevolen wordt bij toekomstig onderzoek ook de invloed van de omvang van de suppletie (de hoeveelheid aangevoerd zand) als factor mee te nemen bij de analyses, bijvoorbeeld als weegfactor in de TRIM-modellen. De analyses kunnen ook worden uitgevoerd voor verschillende suppletieomvangsklassen. Per suppletie zou ook moeten worden bepaald hoeveel centimeter zand er wordt gestort en in welke tijdsbestek dat heeft plaatsgevonden. Wanneer het om enkele centimeters per dag gaat, zouden dieren nog kunnen overleven, terwijl 10 centimeter per dag door veel organismen waarschijnlijk niet wordt overleefd.
 - 7) Onderzoek naar aanvullende soorten waarvoor virtuele strandwachtroutes kunnen worden samengesteld. Hiermee kunnen vervolgens uitspraken worden gedaan over de periode vóór de start van strandwachtrajecten voor de betreffende kusttrajecten. Een en ander kan tevens als referentie dienen voor perioden vóór de suppleties.
 - 8) Onderzoek waarbij ook de gegevens van het Strandwachtraject 'Neeltje Jans' worden betrokken. Deze zijn bij dit onderzoek buiten beschouwing gelaten, onder meer omdat het een strandwachtraject betreft met een onsteile kustzone. Vergelijkend onderzoek kan zich richten op de vraagstelling: "Hoe verhouden soortensamenstelling, trends en aanspoelmechanismen zich in dit gebied tot de andere, veel steilere gebieden langs de Hollandse kust?"

- 9) Onderzoek op het gebied van statistiek en modellering: onder meer naar de vraag of met behulp van geavanceerde modellen in het programma 'R' significante suppletie-effecten beter zijn aan te tonen?
- 10) Opstarten van geheel op suppleties en de effecten daarvan gericht veldonderzoek, door speciaal getrainde Strandwachtwaarnemers en/of experts. Gedacht kan worden aan het direct volgen van aanspoelsel tijdens en direct na (dagelijks, later wekelijks) het opspuiten. Daarbij moet behalve op het 'gewone materiaal' met name ook worden gelet op 'bijzondere soorten', soorten die normaliter niet levend of uiterst vers in het aanspoelsel voorkomen. Voorbeelden zijn de Nagelkrab *Thia scutellata* en de Ovale strandschelp *Spisula elliptica*.
- 11) Onderzoeken in hoeverre het mogelijk is te komen tot integratie van (delen van) onder 8 genoemd veldonderzoek binnen het 'normale' strandwachtonderzoek. Geopperd is wel dat de normale strandwachtmedewerkers in ieder geval bij en vlak na opspuitingen steeds materiaal verzamelen (gruismonsters, i.e. samples van het kleinere aanspoelsel) dat gedroogd bewaard kan worden voor later gericht onderzoek. Aan de hand van dit bewaarde en gelabelde materiaal kunnen, ook veel later nog, grootteklassen en mate van versheid van –met name- tweekleppigen worden bepaald en in analyses betrokken. M.a.w.: met een geringe extra inspanning door reguliere waarnemers en enige opslagcapaciteit, kunnen ook veel later aanvullende data van suppletie materiaal worden verkregen (grootteklassen, verhouding juveniel/adult, verhouding vers/oud, verhouding nabije kust-/verrekust-materiaal).



Figuur 9.1. Door suppleties volledig vernietigd biotoop. De strekdammen bij West-Kapelle waren voor 2008 rijk aan allerlei organismen. De Purperstek bereikte hier de grootste dichtheden van ons land. Van de populatie Zebra-anemonen die uniek is voor de Noordzeekust van Walcheren, is nog slechts een fractie over. Het inzichtelijk maken van deze verliezen is de volgende stap bij het onderzoek naar invloeden van suppleties.

Dankwoord

Allereerst gaat zeer veel dank uit naar alle strandwachters. Zonder hun inspanningen door weer en wind, had dit onderzoek nooit kunnen plaatsvinden. In het bijzonder danken we waarnemers die meerdere jaren op een traject actief waren en zo de continuïteit van het SMP in weer en wind waarborgden: Hans Adema, Franklin Alkema, Eva Bérczy, Judith van Bleijswijk, Jelske Boonstra, Pierre Bonnet, Ingeborg de Boois, Esther van den Braak, Marijke Bom, Peter Bor, Rykel de Bruyne, Anja Buysen, Gerhard Cadeé, Hans Cadeé, Martin Cadeé, Rogier Daan, Rob Dekker, Kees Donkersloot, Maria Erftemeijer, Edwin Fonck, Anne Fortuin, Peter Glas, Iet Garling, Martin Gielen, Adriaan Gmelig Meyling, Annelies van Goor, Ada de Graaf, Rineke Gronert, T. de Groot, Frans de Haas, Laus Hendriks, Tiny Hendriks, Nico den Hollander, Gerda Idsinga, Cok van der Horn, Kick van der Horst, Peter Huwae, Michiel van der Klauw, Christine Koersen, Marijke Kooijman, Joop Kortselius, Lucia Krimp, Trudy Kuhne, Yvonne de Koning, Elly Kuiper, Wim Kuiper, Johan Laaf, A.W. Lacourt†, Conny Lange, Maartje Langedijk, Marc Lavalye, Jolanda van de Linden, Wim Loning, Jan Lucas†, Fred Marx, Janny Meulenkamp, Cora Miltenburg, Alie van Nijendaal, Ellen van der Niet, Arthur Oosterbaan, Riet Ooijevaar, Hidde Overvest, Frank Perk, Willem Prud'home van Reine, Henny Pilon, Otto Pilon, Annette Prooy, K. Rijdsdijk, Nieteke Roeper-Mathijssen, Joske van Nistelrooij, Herman Roode, Rien de Ruijter, Jan van Santbrink, Betty Scholtz, Rob Schouten, Gert Slager, Peter Smits, Janneke Stokroos, Henk Tubbing, Joop Verkuil, Fred Vet, Bodil Vinstorp, Anja van der Voort, Wim Voortman, John van Wensveen, John van der Willik, Piet de Wolf, Ria IJsselmuiden, Rinke Timmerman, Heleen Zwennes.

Hoewel de waarnemingen van de Strandwacht Neeltje Jans zijn bij dit onderzoek helaas niet gebruikt konden worden omdat deze strandwacht buiten het doelgebied van dit onderzoek lag, willen we uiteraard ook al die waarnemers bedanken voor de eveneens jaren lange inspanningen. Bij eventueel vervolgonderzoek worden ook die gegevens dankbaar gebruikt. Dank gaat daarbij uit naar: Hans Boomstra, Maaïke Boomstra, Ineke Brilman, Cornellie Jol, Els Koorstra, Jose de Negro-Dermout, Anne Osinga, Eddy Poot, Petra Sloof; Ine van de Ven.

Marco Faasse bedanken we hier voor de hulp die hij vaak (met name aan de Zeeuwse groep) groep geeft bij het determineren van waargenomen exemplaren. Om dezelfde reden bedanken we ook de diverse andere experts graag voor hun controles en determinaties (o.m. mensen van Naturalis en het Zoölogisch Museum Amsterdam).

Inge van Lente zijn we zeer dankbaar voor de vele redactionele werkzaamheden ten aanzien van dit rapport.

Nancy Elbersen en Annie Elbersen zijn we zeer dankbaar voor de het invoeren van de duizenden gegevens. Ook John van Wensveen willen bedanken voor de invoer van de gegevens van Strandwacht Den Haag.

Arco van Strien van de afdeling Flora en Fauna van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) we zeer dankbaar voor de gedachtenvorming rond de uitgevoerde analyses. Leo Soldaat van het CBS bedanken we voor de antwoorden van diverse vragen over TrendSpotter.

En tenslotte bedanken we Bert van de Valk, Harriëtte Holzhauer en Jan van Dalfsen van Deltares voor hun commentaar op eerdere versies van deze rapportage.

Literatuur

- Bijkerk, R., 1988. Ontsnappen of begraven blijven. De effecten op bodemdieren van een verhoogde sedimentatie als gevolg van baggerwerkzaamheden. Rijkswaterstaat. Dienst Getijde Wateren. 72 pp.
- Bruyne, R.H. de & Th. De Boer, 1984. De Amerikaanse zwaardschede *Ensis Directus* (Conrad, 1843) in Nederland; de opmerkelijke opmars van een immigrant. Het Zeepaard, 43: 188-193.
- Bruyne, R.H. de & L. van der Valk, 1991. Schelpdieren in het Hollands kustgebied: herkomst, aanspoelgedrag en transportmechanismen. (Voorstudie naar herkomst en betekenis voor zandtransport). 48 p. Rapport RIVO, MOO 91-208.
- Dankers, N., M. Binsbergen & K. Zegers, 1983. De effecten van zandsuppleties op de fauna van het strand van Texel en Ameland. RIN-Rapport 83/6. 12 pp.
- Gmelig Meyling, A.W. & R.H. de Bruyne, 1994a. De Kracht van de Strandwacht (I). In welke mate moet een populatie-omvang in zee toe- of afnemen om deze met behulp strandmonitoring te kunnen vaststellen? (Power-analyse met behulp van Monte-Carlo-Simulatie). Stichting Anemoon, Heemstede.
- Gmelig Meyling, A.W. & R.H. de Bruyne, 1994b. Zicht op zee. Waarnemen van veranderingen in de nabije kustzone door Strandmonitoring met Strandwachten. Stichting ANEMOON, Heemstede.
- Gmelig Meyling, A.W., 1993. Monitoring van op het strand aangespoelde organismen in de periode 1978 t/m 1987. Evaluatie van tien jaar Strandwacht Katwijk-Noordwijk. Stichting ANEMOON, Heemstede.
- Gmelig Meyling, A.W., 1994. Het voorkomen van mollusken (weekdieren) langs de Nederlandse kust, halverwege de jaren zestig en (begin) jaren negentig (I). Eerste resultaten van een vergelijking met monsternamen-gegevens uit 1964. Stichting ANEMOON (Heemstede).
- Gmelig Meyling, A.W., 1997. Wind golven, stroming en aanspoelen. (Deel 1: theorie en correlaties tussen wind en het aanspoelen van losse kleppen van *Abra alba* en doubletten met vleesresten van *Mya arenaria*). Zeedahlia 4 (1): 4-8.
- Gmelig Meyling, A.W. & R.H. de Bruyne, 2004. Trends bepalen uit aanspoelingsignalen Lange termijn veranderingen in populaties tweekleppigen (Bivalvia) voor de kust van de Waddeneilanden en Noord- en Zuid-Holland, onderzocht aan de hand van op het strand aangespoelde exemplaren. Stichting ANEMOON, Heemstede.
- Gmelig Meyling, A.W. 1996. Op weg naar graadmeters voor de nabije kustzone; aggregeren van informatie voor het beleid. Zeedahlia 3 (2): 4-8.
- Gmelig Meyling, A. W., 2000. Het Centraal Systeem (CS) van de Strandwerkgemeenschap (SWG). Overzicht van waargenomen soorten tot 1998, eerste melding, aantal meldingen in drie perioden voor 1950, van 1950 tot 1980 en vanaf 1980 tot 1998. Stichting ANEMOON, Heemstede.
- Gmelig Meyling, A.W & R.H. Bruyne, 2001. Een duik in mariene gegevens. Lange termijnveranderingen van populaties van enkele mariene organismen (roggen, weekdieren, kreeftachtigen e.a.) als gevolg van menselijk handelen. Stichting Anemoon. Heemstede.
- Gregory, R.D., A.J. van Strien, P. Vorisek, P., A.W. Gmelig Meyling, D.G. Noble, R.P.B. Foppen & D.W. Gibbons, 2005. Philosophical Transactions of the Royal Society, B. 360: 269-288.
- Gimenez, O, S. Bonner, R. King, R. Parker, S. Brooks, L. Jamieson, V. Grosbois, B. Morgan & L. Thomas, 2007. WinBUGS for population ecologists: Bayesian modeling using Markov chain Monte Carlo methods. Environmental and Ecological Statistics.
- Meesters, H.W.G., R. ter Hofstede, I. De Mesel, J.A. Craeymeersch, C. Deerenberg, P.J.H. Reijnders, S.M.J.M. Bresseur & F. Fey., 2009. De toestand van de zoute natuur in Nederland. Vissen, benthos en zeezoogdieren. Rapport 97. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. IMARES. Wageningen.
- Pannekoek, J. & van Strien, A. 2001. TRIM 3.0 for Windows (Trends & Indices for Monitoring data). Statistics Netherlands, Voorburg.
- Teunissen, W.A. & A.W. Gmelig Meyling, 1999. TRIM versus Uindex. Een praktische vergelijking tussen twee methoden voor het berekenen van indexen bij watervogels. SOVON, Beek-Usburch & CBS Voorburg.
- Speybroeck, J.; D. Bonte, W. Courtens, T. Gheschiere, P. Grootaert, J. Maelfait, M. Mathys, S. Provoost, K. Sabbe, E. Stienen, V.R.M. van Lancker, M. Vincx & S. Degraer, 2004. Studie over de impact van zandsuppleties op het ecosysteem: eindrapport. Universiteit Gent/KBIN/Instituut voor Natuurbehoud: Belgium. 201 pp.
- Strien, A.J. van & L.L. Soldaat, 2009. Niet gezien of niet aanwezig? Landschap. 26 (1): 5-14.
- Visser, H., 2003. Detectie van milieuveranderingen. Een toepassing van Structurele Tijd-reeksmodellen en het Kalmanfilter. RIVM rapport 550002002. RIVM, Bilthoven. 97 pp.
- Visser, H., 2004. Detection of Environmental Changes. Description of the TrendSpotter software. Memorandum 007/2004 IMP. RIVM, Bilthoven. 64 pp.
- Vorisek, P., R.D. Gregory, A.J. Van Strien & A. Gmelig Meyling, 2008. Population trends of 48 common terrestrial bird species in Europe: results from the Pan-European Common Bird Monitoring Scheme. Revista Catalana d'Ornitologia 24:4-14, 2008. 14 pp.

Bijlage 1. Profielen van besproken soorten

Bijlage 1a. Tweekleppigen

Witte dunschaal - *Abra alba* (Wood, 1802)

Beschrijving: Tweekleppige, ovaal van vorm, glanzend wit, tot 25 mm.

Habitat: 5-10 cm in de bodem ingegraven, van iets beneden de laagwaterlijn tot een diepte van ca. 65 meter. De dieren zitten zowel rechtop in de bodem als liggend, met de rechterklep boven. Sediment: in een fijne zand- of slikbodem. Niet of zelden in grof zand. Cl- vaak tot 15 promille (echter tot 7 promille in Oostzee en Middellandse zee).

Leeftijd: 1-2 tot ruim 4 jaar. Groeit met name in de eerste twee jaar snel. Dieren die vlak onder de kust leven zijn meestal niet groter dan 15 mm bij 1-2 jaar.

Voeding: een typische 'deposit-feeder'. De gescheiden siphonen zijn lang en beweeglijk.

Optimum langs de Nederlandse kust: tussen 4-20 meter. De soort komt ook voor in de zeegaten van Zeeland en de Waddenzee. Op deze plaatsen is de soort ook dieper aangetroffen. Voorkomen op het strand: algemeen, vaak met tientallen nog levende exemplaren of verse doubletten tegelijk. Vooral in voor- en najaar na vorstperioden. Is de kensoort van de '*Abra alba*-community' of *Abra*-associatie. Op sommige plaatsen in de Noordzee kunnen dichtheden voorkomen van meer dan 300 exemplaren per vierkante meter. Door D. Eisma (1966) in begin jaren zestig nog in hogere aantallen vlak onder de aangetroffen, met name in de omgeving van Hoek van Holland. De soort heeft een hoge warmte-, maar een erg lage vorstresistentie; kustnabije populaties lijden hoge verliezen in koude winters. De hoogste aantallen worden bereikt in ondiep water met temperaturen boven de 17 graden in de warmste maand. De dieren verdragen brak water en schijnen ook een zekere mate van vervuiling goed te verdragen. Dunschalen vormen een belangrijk voedselonderdeel van met name platvissen.

Suppleties: De soort zal bedekking door een dik pakket zand niet overleven. Fragiele soort en slechts beperkt in staat tot uit- en weer ingraven.

Tere platschelp - *Tellina tenuis* (Da Costa, 1778)

Beschrijving: Tweekleppige. Dunschelig, elliptisch van vorm. Cremewit, oranje of roze van kleur. Tot 25 mm.

Habitat: de dieren kunnen zich tot 13 centimeter diep in de zeebodem ingraven en liggen meestal horizontaal met de rechterklep boven. Vanaf iets beneden de laagwaterlijn tot een diepte van 20 meter (zelden tot 25 m). Sediment: fijn zand, slikkig zand.

Leeftijd: 4-6 jaar,

Voeding: 'deposit-feeder'. Met de zeer lange siphonen wordt het bodemoppervlak afgetast naar plantaardig detritus en diatomeeën. Bij hoogwater zitten de dieren vaak minder diep in de bodem dan bij laagwater.

Optimum langs de Nederlandse kust: tussen 0-20 meter. Voorkomen op het strand: levende dieren en verse doubletten spoelen vrij regelmatig aan. Van Urk (1981-1982) vermeldt dat de soort bij Scheveningen minder algemeen aanspoelt dan in vroeger jaren. Ook op het strandgedeelte Bloemendaal-IJmuiden lijkt dit van toepassing.

Bijzonderheden: de soort is erg gevoelig voor lage temperaturen en spoelt vooral tijdens vorstperioden aan. Plaatselijk kunnen grote dichtheden voorkomen: tot meer dan 2000 ex./m².

Suppleties: De soort zal bedekking door een dik pakket zand niet gauw overleven. Fragiele soort en slechts beperkt in staat tot uit- en weer ingraven.

Rechtsgestreepte platschelp - *Tellina fabula* (Gmelin, 1791)

Beschrijving: Tweekleppige. Dunschalgig, aan één kant toegespitst; rechterklep fijn gestreept. Cremewit of geeloranje van kleur. Tot 23 mm.

Habitat: de dieren leven net als *A. tenuis* in horizontale positie ingegraven in de zeebodem, echter iets minder diep (tot ca. 8 cm). *A. fabulus* komt gemiddeld in dieper water voor dan *A. tenuis*. Sediment: fijn zand of zand met slijk.

Leeftijd: 4-5 jaar.

Voeding: 'deposit-feeder'. Optimum langs de Nederlandse kust: 10-20 meter. Groenewold & van Scheppingen (1989) geven aantallen van 200- 500 ex./m² (tegen 50-125 ex./m² in 1965). Voorkomen op het strand: Algemeen. Vaak in grote aantallen tegelijk.

Bijzonderheden: evenals de vorige soort een belangrijk voedselonderdeel voor veel vissoorten.

Suppleties: De soort zal bedekking door een dik pakket zand niet gauw overleven. Fragiele soort en slechts beperkt in staat tot uit- en weer ingraven.

Nonnetje – *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758)

Beschrijving: Tweekleppige. Driehoekig-rond, geelwit, oranje, roze, tot 30 mm.

Habitat: de dieren leven vrij ondiep in de bodem ingegraven (3-6 cm). Ze liggen meestal horizontaal, met de rechterklep boven. Vanaf de laagwaterlijn tot een diepte van ca. 60 meter. In de Oostzee echter veel dieper: tot 200 meter. Het meest algemeen in slikgebieden tussen 1/2 en 5 meter; tot 2000 ex per m². Sediment: fijn tot grof zand of slijk.

Leeftijd: tot 8 jaar (in ondiep water en slikgebieden). In dieper water tot ca. 25 jaar. Het laatste zou te maken hebben met lagere watertemperaturen op grotere diepte en de daarmee samenhangende verminderde activiteit van de dieren. De dieren groeien in het eerste jaar 2-5 mm.

Voeding: een typische 'deposit feeder'. De siphonen zijn van elkaar gescheiden en zeer lang (tot 8 cm). Soms gaat de soort over tot 'suspension-feeding', waarbij de instroomsiphon kaarsrecht omhoog wordt gestoken, terwijl de uitstroom- of anale siphon draaiende bewegingen maakt.

Optimum langs de Nederlandse kust: tussen 1 en ca 10 m.

Voorkomen op het strand: vroeger algemeen. Zowel na storm als vorst levende dieren en/of verse doubletten.

Bijzonderheden: wanneer de soort zich als suspension-feeder gedraagt, wekt dit de aandacht van krabben en (plat-) vissen. De siphonen vallen dan ook regelmatig ten prooi aan predatoren. De verloren lichaamsdelen regenereren relatief snel, maar de dieren moeten tijdelijk dicht bij het oppervlak leven. Dit laatste verhoogt weer de kans op uitspoeling en predatie door vogels. *M. balthica* is goed bestand tegen hoge en lage temperaturen, maar slecht tegen zuurstoftekort. In het Waddengebied gaat de soort achteruit. Langs de Hollandse kust is eind jaren '80 nog een toename van het aantal individuen per m² waargenomen (Groenewold en van Scheppingen, 1989), maar inmiddels is dat zeker niet meer het geval.

Suppleties: De soort zal bedekking door een dik pakket hoogstens in zeer geringe mate overleven. Is beperkt in staat tot uit- en weer ingraven.

Grote strandschelp - *Macra stultorum* Linnaeus, 1758

(Synoniem: *Macra corallina cinerea* Montagu, 1803)

Beschrijving: Tweekleppige. Ovaalrond. Grijswit met bruine verticale kleurbanden. Tot 60mm.

Habitat: *M. stultorum* heeft relatief korte siphonen en leeft hoogstens 10 centimeter diep ingegraven in de zeebodem, zowel in de omgeving van de laagwaterlijn als op grotere afstand tot de kust, tot diepten van ca. 30 meter. Sediment: fijn tot middelgrof hard zand, slikkig zand.

Leeftijd: 3-5 jaar. De soort groeit snel, in de eerste twee jaren ten minste 15 mm. per jaar. Voeding: 'suspension-feeder'.

Optimum langs de Nederlandse kust: vanaf de laagwaterlijn tot ca. 30 meter.

Voorkomen op het strand: Zeer algemeen; vaak in grote aantallen levend of zeer vers aangespoeld, meermalen met 10 000 exx. per keer.

Bijzonderheden: Vermoedelijk komen veel *Macra*'s voor in de weinig bemonsterde brandings- of 'surfzone'.

Suppleties: De soort zal bedekking door een dik pakket zand nauwelijks overleven. Fragiele soort en slechts beperkt in staat tot uit- en weer ingraven.

Halfgeknotte strandschelp – *Spisula subtruncata* (Da Costa, 1778)

Beschrijving: Tweekleppige. Driehoekig. Geelwit met een geelgrijze opperhuid. Tot 30 mm.

Habitat: de dieren leven slechts enkele centimeters diep ingegraven in de zeebodem vanaf iets beneden de laagwaterlijn tot ca. 40 m. In de diepere Noordzee wordt de soort vaak vervangen door *Spisula elliptica*. De soort kan een lichte verlaging van het zoutgehalte goed verdragen en kwam ook in de Zuiderzee voor. (Cl minimaal 6-7 promille) Sediment: fijn tot matig grof zand, slikkig zand.

Leeftijd: tweejarig. De dieren produceren een gigantische hoeveelheid eieren (tot 750 000 per individu) en groeien zeer snel. In het eerste jaar tot ten minste anderhalve centimeter.

Voeding: 'suspensionfeeder'. De soort kan op plaatsen met veel voedselaanbod enorme dichtheden bereiken.

Optimum langs de Nederlandse kust: 5-20 meter. Plaatselijk in grote aantallen per vierkante meter. Groenewold & Van Scheppingen, 1989 troffen plaatselijk dichtheden aan van meer dan 5000-6000 ex./m².

Voorkomen op het strand: zeer algemeen. De tegenwoordig levend aanspoelende exemplaren behoren tot een vrij uniforme, dunschalige vorm. De vaak zeer dikschalige oude en verkleurde losse kleppen in het Hollandse strandmateriaal, stammen uit oudere Holocene bodemlagen.

Bijzonderheden: er bestaat een sterke onbestendigheid in het voorkomen van de soort. In ondiep water worden populaties gedecimeerd door lage temperaturen. Plaatsen waar het ene jaar grote aantallen voorkomen, kunnen in een volgend jaar vrijwel verlaten zijn. De soort wordt om die reden wel een 'fleckensiedler' genoemd.

Suppleties: De soort zal bedekking door een dik pakket zand slechts in geringe mate overleven. Is wel in staat tot uit- en weer ingraven, maar niet als het pakket te dik is.

Zaagje - *Donax vittatus* (Da Costa, 1778)

Beschrijving: Tweekleppige. Langwerpig met een gekartelde onderrand. Geelwit, de binnenkant is paars of oranjegeel. Tot 40 mm.

Habitat: *D. vittatus* leeft slechts enkele centimeters diep ingegraven in de zeebodem, vanaf de brandingszone tot diepten van ± 35 meter. De dieren zitten vaak zodanig ingegraven dat de afgeknotte achterrand parallel loopt met de bodem. Met behulp van de sterke ankervormige voet kan het dier zich binnen vijf seconden in de bodem inraven. Cl⁻ min. 17,5 promille. Sediment: fijn tot grof, meestal zeer hard zand, al dan niet met schelpresten of grint.

Leeftijd: 1-3 jaar.

Voeding: Suspension feeder.

Optimum langs de Nederlandse kust: Onbekend. Zowel levend aangetroffen tussen 0-20 meter, als in het gebied beneden de twintig meter dieptelijn. Voorkomen op het strand: in sommige jaren met grote aantallen levende of verse exemplaren op het strand, terwijl in andere jaren vrijwel geen aanspoelingen plaatsvinden.

Bijzonderheden: De soort komt in zeer wisselende populaties voor. Op plaatsen waar dicht onder de kust het ene jaar flinke populaties aanwezig zijn, kunnen deze een volgend jaar vrijwel geheel verdwenen zijn.

Suppleties: De soort zal bedekking door een dik pakket zand nauwelijks overleven. Is wel in staat tot uit- en weer ingraven, maar alleen bij niet te zware bedekking.

Venusschelp - *Chamelea striatula* (Da Costa, 1778)

Beschrijving: Tweekleppige. Scheef-driehoekig met horizontale ribben. Grijswit met v-vormige vlekken. Tot 35 mm.

Habitat: De siphonen zijn kort; de dieren leven slechts enkele centimeters diep ingegraven in de zeebodem vanaf de laagwaterlijn tot grotere diepten. (In de Noordzee vooral tussen 20 en 40 meter). Sediment: fijn, middelgrof of grof (schoon) zand.

Leeftijd: Minstens zes jaar.

Voeding: Suspension-feeder met een langzame stofwisseling.

Optimum langs de Nederlandse kust: Langs de Nederlandse kust: soms nabij de kust, meestal in dieper water, beneden de 10 meter.

Voorkomen op het strand: Levende dieren vooral bij afluende wind aanspoelend, echter nooit in grote aantallen tegelijk.

Bijzonderheden: Vanwege de langzame stofwisseling groeit de soort slechts langzaam (7 mm. in de zomer). Bij gevaar kunnen de schelpkleppen zeer lang (tot 18 dagen) gesloten blijven. *C. striatula* is de kensoort van de Venus-levensgemeenschap van zandbodems tussen 10 en 20 meter, waarin behalve *C. striatula* ook meestal *Macra* en *Spisula*-soorten voorkomen.

Suppleties: De soort zal bedekking door een dik pakket zand nauwelijks overleven. Is slechts beperkt in staat tot uit- en weer ingraven.

Tapijtschelp - *Venerupis senegalensis* (Gmelin, 1791)

Beschrijving: Tweekleppige. Langwerpig rechthoekig. Geelgrijs met vaak een V-vormige vlekken-tekening. Tot 50 mm.

Habitat: De dieren leven 6-10 centimeter ingegraven in de zeebodem, vanaf de laagwaterlijn tot een diepte van ca. 40 meter. Sediment: hard zand, slikkig zand of zand met schelpresten of grint. Leeftijd: 4-6 jaar.

Voeding: Suspension feeder.

Optimum langs de Nederlandse kust: Zelden levend in hapmonsters aangetroffen.

Voorkomen op het strand: In sommige jaren spoelen verse en levende exemplaren op het strand aan. Van Urk (1978) geeft een opsomming van vondsten in de omgeving van Scheveningen tot 1978. Bij Strandwacht Katwijk-Noordwijk in de periode 1978-1981 veel waargenomen. De laatste tijd spoelen op het strand weer zo nu en dan enkele verse doubletten aan. Er lijkt de laatste tien jaar een geringe toename te zijn.

Suppleties: Is wel in staat tot uit- en weer ingraven, maar alleen bij niet te zware bedekking. Weinig kans op overleving.

Kokkel – *Cerastoderma edule* (Linnaeus, 1758)

Beschrijving: Tweekleppige. Rond-ovaal van vorm met dikke verticale ribben. Grijswit met een bruinegele opperhuid. Tot 50 mm.

Habitat: Tot 5 centimeter in de zand- of slikbodem ingegraven, vanaf de laagwaterlijn tot ca. 15 meter. De dieren kunnen ook óp de bodem leven, bijvoorbeeld op mosselbanken, waar ze door de byssusdraden van Mossels stevig vastzitten. De soort is weinig gevoelig voor hoge of lage temperaturen en heeft een hoge cellulaire vorstweerstand. Cl⁻ tot 20 promille. Sediment: fijn tot matig grof zand of slik. Langs de gesloten Hollandse kust vooral in zand. In Zeeland en Waddengebied ook in slik.

Leeftijd: 9-14 jaar.

Voeding: Suspension feeder.

Optimum langs de Nederlandse kust: Het meest algemeen in de slikgebieden van de Waddenzee en de Zeeuwse stromen, tussen 0-7 meter. Op diepten van om en nabij de 3 meter kunnen plaatselijk dichtheden voorkomen tot 10 000 ex./m², het gaat dan vooral om juveniele exemplaren. Voor de Hollandse kust vermoedelijk niet dieper dan 10 meter. De dichtheden zijn waarschijnlijk altijd veel lager geweest dan in de Waddenzee en Zeeland.

Voorkomen op het strand: Voor 1983 nog algemeen levend in strand-aanspoelsel. Daarna sterk afgenomen tot vrijwel verdwenen. De laatste jaren worden weer levende exemplaren gesignaleerd.

Bijzonderheden: Naast *C. edule* komt in het Nederlandse faunagebied nog een andere *Cerastoderma*-soort voor. Deze wordt aangeduid met de naam *C. glaucum* (ook wel *C. lamarcki*). Deze kokkelsoort verdraagt water met een veel lager zoutgehalte dan *C. edule* (tot min. 4 promille Cl⁻).

Suppleties: De soort is redelijk goed in staat tot uit- en weer ingraven. Bedekking door een dik pakket zand zullen de dieren echter vermoedelijk niet of nauwelijks overleven..

Strandgaper – *Mya arenaria* Linnaeus, 1758

Beschrijving: Tweekleppige. Ovaal- eivormig, geel- of grijswit met een geelbruine opperhuid. Tot 160mm.

Habitat: De dieren leven zeer diep in de bodem ingegraven (tot 40 cm), tussen de laagwaterlijn en ca. 60 meter diepte. De soort is niet in staat zich te verplaatsen en leeft altijd op dezelfde plaats. Het meest algemeen tussen 0-20 meter. Sediment: zand, slijk, slikkig zand.

Leeftijd: tot 19 jaar. Gemiddeld 5-12 jaar.

Voeding: Suspension-feeder. De siphonen zijn geheel met elkaar vergroeid en zeer lang.

Optimum langs de Nederlandse kust: In slikgebieden van de Waddenzee en de Zeeuwse wateren tussen 0-10 meter. Langs de Hollandse kust alleen in het ondiepe kustgebied (Eisma, 1966).

Suppleties: De soort zal bedekking door een dik pakket zand niet overleven. Leeft zeer diep in de bodem op een vaste plek en is absoluut niet in staat tot uit- en weer ingraven.

Afgeknotte gaper – *Mya truncata* Linnaeus, 1758

Beschrijving: Tweekleppige. Ovaal met opvallend 'afgehapte' sehelkant. Geelwit met donkerbruine opperhuid. Tot 80 mm.

Habitat: De dieren leven tot 25 cm. diep ingegraven in de zeebodem. Vanaf 10-70 meter. De soort is niet in staat zich te verplaatsen en leeft altijd op dezelfde plaats. Sediment: slikkig zand.

Leeftijd: 8-10 jaar.

Voeding: Suspension-feeder met zeer lange, geheel vergroeide siphonen (tot tweemaal de lengte van de schelp).

Optimum langs de Nederlandse kust: Onbekend. Vermoedelijk tussen 5 en 20 meter.

Voorkomen langs het strand: Levende dieren of verse doubletten spoelen regelmatig aan. In de omgeving van de Langevelderslag en nabij het strandgedeelte Katwijk- Noordwijk, spoelden lange tijd regelmatig levende dieren aan.

Bijzonderheden: *M. truncata* is een van oorsprong arctische soort die zich hier vooral voortplant in de periode oktober-maart. In de omgeving van Groenland planten de dieren zich voort tijdens het voorjaar, bij vrijwel dezelfde temperaturen als hier in de winter (4-6°). De soort verdraagt water met een verlaagd zoutgehalte (Cl tot 5,6 promille in de Oostzee).

Suppleties: De soort zal bedekking door een dik pakket zand niet overleven. Leeft zeer diep in de bodem op een vaste plek en is absoluut niet in staat tot uit- en weer ingraven.

Otterschelp - *Lutraria lutraria* (Linnaeus, 1758)

Beschrijving: Tweekleppige. Langwerpig-ovaal. Boven en onderrand lopen parallel. De top ligt buiten het midden, ongeveer op een derde van de achter-/bovenrand. Oppervlak glad met alleen groeilijnen. 60 x 130 mm. De siphonen zijn met elkaar vergroeid en zeer lang en omgeven door een papierachtige opperhuid

Habitat: De dieren leven tot ruim 10 cm diep ingegraven in de bodem, van de laagwaterlijn tot ca 100 m diep. De dieren zitten voornamelijk rechtop in de bodem. Sediment: matig fijne zand- of modderbodem.

Leeftijd: Tot ruim 6 jaar. Groeit met name in de eerste twee jaar snel.

Voeding: Suspension-feeder.

Optimum langs de Nederlandse kust: tussen 10-35 meter. Sinds ongeveer 2000 wordt de Otterschelp regelmatig levend in de Noordzee aangetroffen. Uit Zeeland en de Waddenzee zijn nog weinig meldingen bekend

Voorkomen langs het strand: De soort is sinds 2003 geregeld in toenemende mate op onze stranden te vinden. In de jaren daarvoor kwamen slechts zelden meldingen van levende of verse dieren voor. De soort is zich duidelijk sterk aan het uitbreiden, mogelijk mede als gevolg van de opwarming. Uit Zeeland en de Waddenzee zijn nog weinig meldingen bekend.

Suppleties: De soort zal bedekking door een dik pakket zand niet overleven. Leeft vrij diep in de bodem en is nauwelijks in staat tot uit- en weer ingraven.

Amerikaanse zwaardschede - *Ensis directus* (Conrad, 1843)

(Synoniem: *Ensis americanus* (Gould, 1870))

Beschrijving: Tweekleppige. Langwerpig, gebogen. Paarsbruin met groene opperhuid. Tot 18 mm.

Habitat: tot ± 30 cm ingegraven in de zeebodem, vanaf iets beneden de laagwaterlijn tot 25 meter of meer. Ze hebben zeer korte siphonen en zitten in ongestoorde toestand vlak onder het bodemoppervlak. Bij verstoring kunnen ze zich razendsnel in de bodem ingraven. De dieren kunnen zich actief over kleine afstanden verplaatsen door met kracht water uit te stoten. Sediment: fijn zand of slik. Leeftijd: ten minste 3 jaar. De soort groeit zeer snel: het eerste jaar ongeveer een halve centimeter per maand. Na twee jaar is de schelp ca. 11 centimeter lang.

Voeding: Suspension-feeder.

Optimum langs de Nederlandse kust: tussen 3 en 18 meter in slik en zand in het Waddengebied en de Zeeuwse stromen en voor de kust tussen Den Helder en Hoek van Holland.

Voorkomen langs het strand: Op alle Noordzeestranden worden tegenwoordig zowel levende dieren als verse lege doubletten vaak en massaal aangetroffen.

Bijzonderheden: *Ensis directus* leeft pas enkele decennia in Europa. Rond 1980 werden de eerste dieren van deze van oorsprong Amerikaanse zwaardschede aangetroffen en heeft de soort zich razend snel verspreid. Men gaat er van uit dat larven van de soort met ballastwater in schepen afkomstig van de Amerikaanse kust is meegekomen.

Suppleties: De *Ensis*-soorten zijn van alle tweekleppigen het beste in staat tot uit- en weer ingraven. Deze exotische opportunist is van nature een bewoner van sterk dynamische bodems, en kan gemakkelijk verticaal in de bodem bewegen en daardoor gemakkelijker suppleties overleven. Maar ook voor deze soorten geldt dat een bedekking door een dik pakket zand niet of nauwelijks zal worden overleefd.

Grote zwaardschede - *Ensis magnus* Schumacher, 1817

(Synoniem: *Ensis arcuatus* (Jeffreys, 1865))

Beschrijving: Tweekleppige. Zwak gebogen. Paarsroze met groenbruine opperhuid. Tot 18 mm. Habitat: het dier heeft korte siphonen en zit gewoonlijk vlak onder het bodemoppervlak ingegraven. Bij verstoring graven ze zich dieper in de bodem in. De soort kan zich over kleine afstanden verplaatsen. Vanaf enkele meters beneden de laagwaterlijn tot een diepte van ca. 40 meter. CL ± 18-19 promille. Sediment: fijn tot grof zand.

Leeftijd: ten minste 4 jaar.

Voeding: Suspension-feeder.

Optimum langs de Nederlandse kust: op diepten vanaf ca. 6 meter tot ver beneden de twintig meter dieptelijn

Voorkomen langs het strand: Op het strand vroeger vaak lege verse doubletten, een enkele keer ook levende dieren, soms in grote aantallen tegelijk, in met name het voor- en najaar en na storm. De laatste jaren veel minder gemeld.

Bijzonderheden: : Eisma (1966) en latere onderzoekers troffen nergens voor de kust grote aantallen aan, terwijl de soort wel regelmatig op het strand aanspoelde. De grotere dieren weten zich tijdens de bodembemonsteringen met bodemhappers hoogstwaarschijnlijk snel diep in de bodem terug te trekken.

Suppleties: De soort is in staat tot uit- en weer ingraven, maar zal bedekking door een dik pakket zand nauwelijks overleven.

Klein tafelmesheft - *Ensis minor* (Chenu, 1843)

Beschrijving: Tweekleppige. Langwerpig, recht. Paarsroze met groene opperhuid. Glad met alleen groeilijnen. Tot 17 mm.

Habitat: Zoals alle *Ensis*-soorten ingegraven levend in de zeebodem in verticale positie, tot vlak onder het bodemoppervlak. Vanaf enkele meters beneden de laagwaterlijn tot diepten van 30 meter en meer. Sediment: middelgrof zand.

Leeftijd: ten minste driejarig.

Voeding: Suspension-feeder'.

Optimum langs de Nederlandse kust: Tot (zeer) dicht onder de kust.

Voorkomen op het strand: Vroeger spoelden regelmatig verse doubletten aan, een enkele keer ook levende dieren. *Ensis minor* werd in 1917 voor het eerst op de Nederlandse kust aangetroffen in hetzelfde biotoop als tegenwoordig *Ensis directus*. Recente waarnemingen zijn zeer schaars.

Suppleties: is in staat tot uit- en weer ingraven, maar zal bedekking door een dik pakket zand nauwelijks of niet overleven.

Brede kleine zwaardschede – *Ensis ensis* Linnaeus, 1758

–brede kustvorm- (Synoniem: *Ensis ensis phaxoides* Van Urk, 1964)

Beschrijving: Tweekleppige. Langwerpig, duidelijk gebogen. Onderrand iets meer gebogen dan de bovenrand, achterkant wat toegespitst. De grootste breedte ligt in het midden. Glad met alleen groeilijnen. Paarsroze met groene opperhuid. Tot 17 mm.

Habitat: Ingegraven in de bodem levend in verticale positie, tot vlak onder het bodemoppervlak. Vanaf enkele meters beneden de laagwaterlijn tot diepten van 30 meter en meer. Sediment: middelgrof zand.

Leeftijd: 2-4 jaar.

Voeding: Suspension-feeder.

Optimum langs de Nederlandse kust: Vroeger tot circa 1981 tot dicht onder de kust aangetroffen, maximale diepte onbekend.

Voorkomen op het strand: Vroeger tot circa 1981 spoelden regelmatig verse doubletten aan, een enkele keer ook levende dieren. Recente waarnemingen zijn zeer schaarser. De soort leefde onder meer in dezelfde biotoop als tegenwoordig *Ensis directus*.

Suppleties: is in staat tot uit- en weer ingraven, maar zal bedekking door een dik pakket zand nauwelijks of niet overleven.

Mossel – *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758

Beschrijving: Tweekleppige. Vrij dunschalige, langwerpig-driehoekige schelp. De top ligt aan de voorkant. De achterrand is afgerond, de onderrand bijna recht. Oppervlak glad, met alleen groeilijnen. Paarsblauw, geelbruin tot groen, met vanuit de top vaak stralende donkerpaarse lijnen. Opperhuid donkerbruin tot zwart. Tot 95 mm.

Habitat: De dieren leven vastgesponnen met byssusdraden aan stenen en schelpen in het gebied rond de laagwaterlijn, op hard substraat en in slikgebieden. Langs de gesloten kust vaak aan de voet van piertjes, dijken of havenhoofden. Op slikkige plaatsen komen soms grote mosselbanken voor. Wordt veel voor consumptie gekweekt (ook in hangculturen). Sediment/substraat: gehecht aan hard substraat, vooral in slikgebieden, maar ook elders.

Leeftijd: 2-4 jaar.

Voeding: Suspension-feeder.

Optimum langs de Nederlandse kust: zeeland en Waddengebied.

Voorkomen op het strand: Op plaatsen waar de soort op bijvoorbeeld piertjes leeft, spoelen ook vaak losgeslagen mosselkluiten aan.

Suppleties: Zit vastgehecht aan substraat en zal bedekking door zand niet overleven.

Amerikaanse boormossel - *Petricola pholadiformis* Lamarck, 1818

Beschrijving: Tweekleppige. Vrij stevige, langgerekte schelp. De bovenrand is niet omgeslagen zoals bij de Witte boormossel. De top ligt ver buiten het midden, ongeveer op 4/5 van de achterrand. Vanuit de top lopen stralende ribben, gekruist door groeilijnen. De ribben in het gedeelte onder de top dragen duidelijke schubvormige uitsteeksels. Kalkwit of geelwit. Oudere exemplaren vaak bruingeel verkleurd. Tot 85 mm.

Habitat: De dieren leven in zelfgeboorde gangen en gaten in hard substraat. De gangen boort het dier door mechanische bewegingen met de schelpkleppen te maken. Soms ook niet ingeboord levend in mosselbanken. Sediment/substraat: veen, hout en soms klei. Algemeen in voor de kust aanwezige veenplaten en wrakhout. Ook plaatselijk in slikgebieden in stevige klei. In het buitenland ook in steen.

Leeftijd: 2-4 jaar.

Voeding: Ssuspension-feeder. Door twee gescheiden siphonen die uit het boorhol steken, houden de dieren contact met het water.

Optimum langs de Nederlandse kust: vooral op plaatsen waar in zee veen in de zeebodem aan de oppervlakte komt.

Voorkomen op het strand: Langs de gehele Noordzeekust regelmatig te vinden in aangespoeld hout en veen.

Bijzonderheden: Feitelijk geen 'echte boormossel', maar behoort tot de Petricolidae (Pseudoboormossels). Omstreeks 1890 met oesters ingevoerd in Groot-Brittannië, van waaruit de soort zich verspreid heeft langs vrijwel de gehele zuidoostelijke Noordzeekust.

Suppleties: Zit ingegraven in gangen in veenpakketten op de zeebodem en zal bedekking door een zand niet overleven.

Witte boormossel - *Barnea candida* (Linnaeus, 1758)

Beschrijving: Tweekleppige. Dunschalige, langwerpige-ovale schelp. De top wordt bedekt door de gedeeltelijk omgeslagen bovenrand. De schelpkleppen sluiten niet geheel op elkaar (ze gapen). Sculptuur van horizontale ribben, gekruist door verticale (traliwerksculptuur). Op de kruispunten staan schubvormige stekels. Wit, met een geelgrijze opperhuid. Tot 50 mm.

Habitat: De dieren leven in zelfgeboorde gangen en gaten in hard substraat. Sediment/substraat: veen en wrakhout, langs de Ooster- en Westerschelde soms ook in (kalk-)steen. Langs de gehele Noordzeekust vrij algemeen.

Leeftijd: 2-4 jaar.

Voeding: Suspension-feeder. Door twee siphonen die uit het boorhol steken, houden de dieren contact met het water.

Optimum langs de Nederlandse kust: Vooral op plaatsen waar in zee veen in de zeebodem aan de oppervlakte komt.

Voorkomen op het strand: Langs de gehele Noordzeekust regelmatig te vinden in aangespoeld hout en veen.

Bijzonderheden: Na import rond 1890 van de Amerikaanse boormossel, leek de soort aanvankelijk af te nemen, maar de populaties herstelden zich weer.

Suppleties: Zit ingegraven in gangen in veenpakketten op de zeebodem en zal bedekking met zand niet overleven.

Bijlage 1b. Soortprofielen: Kreeftachtigen

Kleine heremietkreeft - *Diogenes pugilator* (Roux, 1828)

Beschrijving: Heremietkreeft. Soort met een week achterlijf dat ter bescherming wordt verstopt in een leeg slakkenhuis. De dieren kunnen tot 15 mm worden, met een rugschild van ongeveer 5 mm. Volwassen dieren gebruiken onder meer Tepelhorens, Alikruik en ook Trapgeveltjes en Wenteltrapjes. Slechts twee van de vier paar looppoten zijn goed ontwikkeld. Opvallend is de asymmetrie: in dit geval is de linker schaarppoot vrijwel altijd groter dan de rechter (in tegenstelling tot de Grote heremietkreeft waarbij dit net andersom is). De ogen staan op steeltjes. Het rugschild en de scharen zijn niet roodoranje zoals bij de Grote heremietkreeft, maar dragen een lichtblauwe gloed. De dieren kunnen zich bijzonder snel en volledig ingraven en vanuit die positie plankton uit het water filteren. Het zijn echter zeer actieve dieren, die zich al scharrelend over de bodem op zoek naar prooi, tegoed doen aan kleine wormachtigen en andere kleine organismen en aas.

Habitat: De soort leeft in de zeer nabije kustzone, op zandbodems tot enkele tientallen meters diepte. Komt in de zomer zelfs (soms in groten getale) voor in getijdenpoelen en slenken op het strand.

Bijzonderheden: De Kleine heremietkreeft is een zuidelijker soort die sinds 1991 in onze kustwateren sterk toegenomen en nu vooral 's zomers zeer massaal voorkomt langs de Noordzeekust. In Oosterschelde en Grevelingen wordt de soort niet of nauwelijks waargenomen.

Suppleties: Is goed in staat tot (uit-)graven, maar zal desondanks bedekking door een dik pakket zand niet of nauwelijks overleven.

Grote heremietkreeft - *Pagurus bernhardus* Linnaeus, 1758

Beschrijving: Heremietkreeft. Soort met een week achterlijf, dat ter bescherming wordt verstopt in een leeg slakkenhuis. De dieren kunnen tot 10 cm worden, met een rugschild van ongeveer 35 mm. Jonge dieren gebruiken onder meer Tepelhorens, Alikruik en Trapgeveltjes. Als ze groter worden dan 30 mm centimeter, gaan ze op zoek naar huisjes van de Wulk. Slechts twee van de vier paar looppoten zijn goed ontwikkeld. Opvallend is de asymmetrie: de rechter schaarppoot is vrijwel altijd groter dan de linker (in tegenstelling tot de Kleine heremietkreeft waarbij het andersom is). De ogen staan op steeltjes. De kleur van de scharen en poten is geeloranje tot roodbruin, gedeeltelijk vuilwit. De ogen staan op steeltjes en zijn olijfgroen. Het zijn alleseters. Ze kunnen plankton uit het water filteren, maar leven ook van wormen, kleine kreeftachtigen en andere dieren, alsmede van (vers) aas.

Habitat: Waargenomen tot honderden meters diepte. In de getijdenzone alleen jonge dieren. De soort komt voor op rotsige bodems, schelpenbodems en zachte bodems, zoals zand en niet te zacht slib en tussen begroeiing van zeewieren, hydroïdpoliepen en in zeegrasvelden. In de Nederlandse wateren is de soort algemeen in Oosterschelde, Grevelingenmeer, Westerschelde en Veerse meer en langs de hele Noordzeekust, van ondiep tot diep water.

Suppleties: Is in staat tot (uit-)graven, maar zal bedekking door een pakket zand niet overleven.

Breedpootkrab - *Portumnus latipes* (Pennant, 1777)

Beschrijving: Krab. De Breedpootkrab is een vrij kleine, opvallend zandkleurige soort. Het rugschild is even breed als lang, maar omdat het aan de achterkant versmald is lijkt het langer dan breed. De maximale lengte en breedte van het rugschild meten 32 mm. Er bevinden zich vijf tanden lang de zijkant en 3 tussen de ogen, waarvan de middelste het grootst. De schaarpoten zijn vrij kort en porseleinachtig wit van kleur. De looppoten zijn kort en langs de onderrand gedeeltelijk behaard. Het laatste lid van het laatste paar looppoten is afgeplat tot peddelvormig, echter niet zo opvallend als bij de meeste zwemkrabben. Bovendien is in tegenstelling tot bij de zwemkrabben deze 'peddel' slechts aan één rand behaard. Het rugschild is gemarmerd zandkleurig. In het midden van het rugschild bevindt zich een min of meer ruitvormige vlek, deze is zeer variabel van vorm en varieert van een nauwelijks waarneembaar vlekje tot een volledig wit rugschild.

Habitat: De Breedpootkrab komt voor langs de gehele kust, vanaf de getijdenzone tot ca. 30 meter diepte. De dieren leven op zandbodems, waarin ze meestal ingegraven zitten. Ze kunnen soms ook levend worden gevonden op het strand, ingegraven in de randen van zwinnetjes.

Suppleties: De Breedpootkrab is een relatief kleine en relatief kwetsbare soort, die goed in staat tot in- en uitgraven en bovendien kan zwemmen. Toch zullen bij bedekking door een dik pakket zand slechts weinig dieren dit overleven.

Helmkrab - *Corystes cassivelaunus* Pennant, 1775

Beschrijving: Krab. Krab met een langgerekt, ovaal rugschild. De antennen zijn langer dan het rugschild. Het mannetje heeft opvallend lange schaarpoten, tot wel twee keer zo lang als het schild. Bij het vrouwtje zijn de scharen korter dan het rugschild. De kleur van het rugschild is lichtrood tot oranje. De schaarpoten zijn meestal donkerder. In het algemeen zijn de mannetjes feller gekleurd dan de vrouwtjes. Lengte van het rugschild tot 40 mm. Met scharen erbij kunnen de mannetjes een lengte bereiken van 120 mm. De dieren leven deels ingegraven in de bodem en kunnen hun voelsprietten samenvoegen tot een zuigbuis. Vanuit het zand kunnen ze deze buis omhoog steken en daarmee water 'rondpompen' en zuurstof uit het water opnemen. De paartijd valt vermoedelijk vooral in het voorjaar. De mannetjes zijn dan ook vaker overdag actief. In deze tijd begroeien ze vaak met algen, poliepen en zeepokken. Buiten de paartijd zitten de dieren vooral ingegraven, net onder het bodemoppervlak. 's Nachts worden ze actief en gaan ze op zoek naar voedsel. Dit bestaat uit kleine kreeftachtigen, weekdieren en borstelwormen en in mindere mate uit stekelhuidigen.

Habitat: De soort komt langs onze kust merendeels voor in de zone beneden de 20 meter lijn. In het voorjaar trekken de dieren echter richting kust en vooral mannetjes worden dan ook in ondieper water aangetroffen. Ze leven op zandbodems en kunnen zich daarin zeer snel ingraven. Doordat het optimum niet in de nabije kustzone ligt maar in dieper water, wordt de soort weinig op het strand aangespoeld gevonden. Tijdens en na suppleties worden dieren en resten meer gemeld.

Suppleties: De soort is goed in staat tot in- en uitgraven, maar niet of nauwelijks in staat tot zwemmen. Het is een relatief kwetsbare soort, waarvan slechts weinig dieren bedekking door een dik pakket zand zullen overleven.

Noordzeekrab – *Cancer pagurus* Linnaeus, 1758

Beschrijving: Krab. Grote, trage soort. Het rugschild is twee keer zo breed als lang. De dieren hebben forse scharen met zwarte schaarpunten. De ogen staan dicht bij elkaar. Het is de grootste autochtone krab van de Nederland kustwateren, die een breedte kan bereiken van ruim 300 mm. Rugschild en scharen zijn roodbruin. De punten van de scharen zijn zwart, de buik is geelachtig.

Habitat: de dieren leven vanaf het intergetijdengebied tot diepten van enkele honderden meters. Het meest algemeen tussen 6 en 40 meter. In het intergetijdengebied leven vooral jonge exemplaren. Aanwezig op alle typen bodems, zoals op zand, grind en tussen rotsen. Vaak massaal in wrakken. Noordzeekrabben zijn vooral 's nachts actief, maar altijd opvallen traag. De paring vindt plaats van juli t/m september. Noordzeekrabben zijn pas volwassen vanaf ca. 5 jaar. Vanaf die leeftijd planten ze zich meestal om het jaar voort.

Bijzonderheden: Net als bij de andere krabben wordt het vrouwtje een aantal dagen tot weken meegedragen, tot de vervelling heeft plaatsgevonden en de paring kan beginnen. Zowel mannetjes als vrouwtjes kunnen last hebben van een parasiet, 'Krabbezakje' genoemd.

Suppleties: De soort is goed in staat tot in- en uitgraven. In de nabije kustzone bevinden zich vooral juveniele exemplaren en weinig grote sterke dieren. Bedekking door een dik pakket zand zullen zowel volwassen als juveniele dieren niet of nauwelijks kunnen overleven.

Strandkrab – *Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758)

Beschrijving: Krab. De 'gewone' Strandkrab is een meestal onopvallend gekleurde, algemene krab. Het rugschild kan een breedte bereiken van ongeveer 60 (maximaal 90) mm. Tussen de ogen staan drie zeer korte, stompe uitsteeksels. Het rugschild kan diverse kleuren groen hebben, soms met gele vlekken. Jonge dieren hebben vaak witte vlekken op het rugschild, gewoonlijk één grotere in het midden, direct achter de voorrand. De onderkant varieert van vuilgeel tot oranje-rood. In tegenstelling tot bij de zwemkrabben, heeft het achterste paar poten geen zwemplaatsjes.

Habitat: Strandkrabben stellen weinig eisen aan hun milieu. Ze leven op allerlei bodemtypen, liefst waar enige beschutting is. In zandbodems graven ze zich in, maar in veenbodems maken ze holen, waar mogelijk kruipen ze onder stenen. Met name de jonge dieren leven tot hoog in de getijdenzone. De dieren leven ook in brakke wateren en riviermondingen. De soort komt voor langs de Noordzeekust, de Zeeuwse zoute en brakke wateren en in de Waddenzee. Ook in licht brakke wateren kan de soort zeer algemeen zijn. Spoelt vaak aan, soms nog levend.

Suppleties: Strandkrabben zijn weliswaar goed in staat tot in- en uitgraven, maar kunnen niet of nauwelijks zwemmen. Bedekking door een dik pakket zand zullen ze niet of nauwelijks overleven.

Gewone zwemkrab - *Liocarcinus holsatus* (Fabricius, 1798)

Beschrijving: Krab. Bij de Gewone zwemkrab zijn, net als bij andere zwemkrabben, de uiteinden van het achterste paar poten afgeplat en breed. De dieren kunnen mede hierdoor goed zwemmen. Het rugschild is glad en heeft drie korte, niet al te scherpe punten tussen de ogen, maar daartussen geen haren. Het rugschild van volwassen dieren is meestal rond de 40 mm, maar ze kunnen aanzienlijk groter worden. De Gewone zwemkrab is lichter van kleur dan de meeste andere krabbensoorten. De kleur varieert en is vaak licht grijsgroen of grijsblauw, maar kan ook zandkleurig bruin of grijswit zijn. De schaarpoten hebben een min of meer oranje kleur. Paring vindt plaats in de zomermaanden. Wijfjes met eieren zijn het gehele jaar door te vinden.

Habitat: De soort komt voor vanaf de getijdenzone tot ver daar beneden. De dieren leven op zachte bodems en hebben een voorkeur voor schoon zand, waarin ze zich kunnen ingraven. De soort komt langs de hele Nederlandse kust, in de Zeeuwse wateren en in de Waddenzee algemeen. Spoelt vaak nog levend aan.

Suppleties: De soort is goed in staat tot in- en uitgraven en kan bovendien goed zwemmen. Toch zullen bij bedekking door een dik pakket zand slechts weinig dieren dit overleven. Zwemmend zouden de dieren wellicht kunnen ontkomen, maar omdat de dieren bij schrik zich ingraven, zijn ze daardoor vrijwel kansloos.

Fluwelen zwemkrab – *Necora puber* (Linnaeus, 1758)

Beschrijving: Krab. Een brede, ruwe soort met opvallend rode ogen en blauwpaarse uiteinden van de scharen. Zoals bij alle zwemkrabben zijn de uiteinden van het laatste paar achterpoten afgeplat. De lijsten op de poten zijn roodachtig; de poten zijn voorzien van een donkere streep in het midden. De dieren hebben op schild en poten een fluweelachtige beharing, waarin vaak slib blijft hangen. Hierdoor heeft de krab een modderbruin voorkomen. Het schild is vrij breed en ruw; tussen de ogen staan 8 tot 10 scherp en onregelmatig gevormde tandjes. De breedte van het rugschild is bij wijfjes tot 90 mm, mannetjes worden nog groter.

Habitat: de dieren worden gevonden vanaf de getijdenzone tot diepten van 70 meter en meer. De soort heeft voorkeur voor meer rotsachtig substraat of locaties met veel verstopplaatsen. Voor de Hollandse kust vooral op plaatsen met veenbanken. In de Zeeuwse wateren trekken de dieren in de winter de Oosterschelde uit. Als het zeewater na de winter warmer wordt, trekken de dieren de Delta weer binnen.

Bijzonderheden: De Fluwelen zwemkrab is een opvallend agressieve krabbensoort die bij het minste of geringste de schaarpoten dreigend vooruit steekt en stevig kan knijpen.

Suppleties: De Fluwelen zwemkrab is goed in staat tot in- en uitgraven en kan bovendien zwemmen. Toch zullen bij bedekking door een dik pakket zand slechts weinig dieren dit overleven.

Chinese wolhandkrab - *Eriocheir sinensis* Milne-Edwards, 1854

Beschrijving: Krab. Opvallende soort met een relatief klein, bijna rond schild en grote poten. Schild tot 70 mm lang, nauwelijks breder dan hoog, met aan de voorkant vier tanden en een groef tussen de ogen. Alle poten zijn stevig behaard, vooral de buitenste drie leden. De scharen zijn groot en voor een deel dik behaard. De schaarpunten zijn echter kaal. De krab is olijfgroen, soms meer bruin of met bruinachtige vlekken. Het zijn alleseters, het voedsel bestaat uit wieren, wormen en aas. De dieren leven zowel in zoet als brak en zout water. Als ze geslachtsrijp zijn, trekken ze in de herfst richting zee. De paring vindt plaats in de riviermondingen. Het vrouwtje draagt de eieren de hele winter met zich mee en in het volgend voorjaar komen de larven te voorschijn.

Habitat: Vooral in zoet en brak water. Graaft holen en gangen in oevers. Vertoont trekgedrag en kan over land massaal hele afstanden afleggen. Spoelt regelmatig langs de kust aan vooral nabij riviermondingen of uitwateringen.

Bijzonderheden: De soort is oorspronkelijk afkomstig uit Oost-Azië. In 1912 voor het eerst in Europa aangetroffen in Noord-Duitsland. Vermoedelijk meegekomen met ballastwater van een schip uit Oost-Azië. Vanuit Duitsland verspreid over een deel van Noordwest-Europa via eieren en larven met zeestromingen en lopend over land. Als schadelijk gezien voor visserij: vreet fuiken leeg en graaft gangen in de oevers van allerlei wateren. Inmiddels ook in de handel, de soort schijnt goed te smaken.

Suppleties: De soort is groot deel van het jaar nauwelijks voor de kust aanwezig. In hoeverre de dieren bedekking door zand kunnen overleven, is onbekend. Volwassen dieren kunnen snel lopen. Er lijkt alleen enige kans op overleving voor deze robuuste dieren als ze op tijd kunnen ontkomen.

Bijlage 1c. Soortprofielen: Stekelhuidigen

Zeester – *Asterias rubens* (Linnaeus, 1758)

Beschrijving: Zeester. De Gewone zeester heeft een duidelijke vijfpuntige stervorm, bestaande uit een centrale schijf, volledig omgeven met vijf armen. Volwassen dieren kunnen tot ruim 500 mm worden, maar zijn vaak tot 300 mm. Gewoonlijk redelijk egaal van kleur, meestal oranjebruin, aan de onderzijde geel. Echter variabel van geel tot paars. De huid is stevig, korrelig en stekelig. Aan de onderzijde van de armen zit een groot aantal zuig- en kruipvoetjes. In staat om actief op jacht te gaan. Ondanks de grote variatie in kleur en afmeting is deze soort niet te verwarren met enige andere in Nederland levende stekelhuidige.

Voedsel: Het voedsel bestaat vooral uit schelpdieren (tweekleppigen), maar ook uit aas.

Voortplanting: De voortplanting vindt plaats door afscheiden van eieren en zaad in het vrije water (het zogenaamde 'roken'). Dit gebeurt in maart en april.

Habitat: Vooral vastgehecht aan een harde ondergrond (stenen, mosselbanken, veenplaten, hard zand) vanaf de getijdenzone tot grote diepten (ruim 650 m). Komt langs de gehele Noordzeekust voor. Zeer algemeen in het Grevelingenmeer en de Ooster- en Westerschelde. Zeldzaam in het Veerse Meer.

Bijzonderheden: De dieren hebben meestal vijf armen, maar door beschadiging kunnen één of meer armen ontbreken. Deze kunnen weer geheel of gedeeltelijk aangroeien.

Suppleties: Ten opzichte van andere stekelhuidigen is de Zeester een vrij actieve soort, maar ten opzichte van bijvoorbeeld krabben zijn het trage dieren. Ze leven op het substraat en gravers zich niet in. De dieren kunnen waarschijnlijk alleen een zeer geringe bedekking door zand overleven.

Gewone slangster - *Ophiura texturata* Lamarck, 1816

Beschrijving: Zeester. Het lichaam van de Gewone slangster heeft een duidelijke ronde, centrale schijf en 5 zeer lange, dunne, bijna ronde armen. De armen zijn opgebouwd uit dunne ringen met kleine stekels aan de zijkant. De centrale schijf wordt tot 35 mm. De armen worden tot vier maal de afmeting van de centrale schijf (tot ca. 130 mm). De dieren zijn vaak egaal van kleur, van oranje-rood tot grijsbruin. Vaak geel-bruin (zandkleurig) en qua kleur afhankelijk van de ondergrond.

Habitat: De soort leeft bijvoorkeur op zand- of slibbodems en de dieren zitten overdag vaak ingegraven in de bodem. Ze zijn vaak actiever in het donker. Soms ook tussen en onder stenen en veen verscholen.

Voeding: De dieren leven vooral van dood organisch materiaal dat op de bodem terecht is gekomen.

Voortplanting: Bevruchting vindt plaats in het water. Na enkele dagen zakken de larven naar de bodem en na ongeveer drie weken is er een juveniele ster. Snelgroeiend, na ca twee maanden compleet. Habitat: langs de hele Nederlandse kust, in de Zeeuwse wateren en in de Waddenzee, gewoonlijk op zandbodems. Spoelt met name bij vorst nog levend aan.

Bijzonderheden: De soort wordt ook wel Grote slangster genoemd. Kleinere individuen kunnen verward worden met de veel zeldzamere Kleine slangster *Ophiura albida* Forbes.

Suppleties: De fragiele dieren kunnen zich uit- en ingraven, maar zullen bedekking door een dikke laag zand niet overleven.

Zeeklit - *Echinocardium cordatum* (Pennant, 1777)

Beschrijving: Irregulaire zee-egel. Opvallend fragiel. Niet rond, maar meer ovaal, aan de onderzijde afgeplat. Lichaam overdekt met een zeer groot aantal zeer dunne, korte stekels, die plat op het lichaam liggen en naar achteren gericht zijn. Het dier lijkt daardoor harig. In het midden ook enkele langere, kromme stekels. Er zijn vijf dubbele rijen zuigvoetjes. Eén daarvan is langer dan de andere en ligt in een verdieping van het skelet. Maximaal tot 90 mm in doorsnee, meestal tot 60 mm. Stekels tot 15 mm. De kleur is vrij egaal: lichtgrijs tot bruingeel.

Voeding: Het voedsel bestaat uit kleine tweekleppige schelpdieren, slakjes en wormen.

Voortplanting: De voortplanting vindt in het zeewater plaats.

Habitat: Vanaf iets beneden de laagwaterlijn tot grotere diepten. De dieren kunnen zich met behulp van de stekels snel ingraven en leven 80 tot 200 mm diep onder het oppervlak in gangetjes in zacht substraat (zand of slib). Plaatselijk kunnen grote dichtheden voorkomen van 20 of meer dieren per vierkante meter. Langs de hele Nederlandse kust algemeen, evenals in Zeeuwse wateren en Waddenzee. Spoelt regelmatig op het strand aan, maar vrijwel steeds als skelet, dus zonder de stekels. De stekels vallen meteen na het afsterven uit. Bijzonderheden: De soort wordt ook wel Hartegel genoemd. Vissers noemen de Zeeklit ook wel zandbollen of koetenei en hebben er een enorme hekel aan als een bodemvisnet geheel gevuld met Zeeklitten boven water komt.

Suppleties: De dieren zijn goed in staat te graven en zijn wellicht in staat ook wat dikker pakket aan zand te overleven. De kans dat dieren een zandpakket van meer als een meter overleven is waarschijnlijk gering.

Bijlage 1d. Soortprofielen: Wormen

Goudkammetje - *Lagis koreni* (Malmgren, 1866)

Synoniem: *Pectinaria koreni*

Beschrijving: (Koker-)worm. Deze kokerworm vormt een karakteristieke koker of buis van maximaal 8 cm lengte en is geheel opgebouwd uit één enkele laag, tamelijk grote en grove zandkorrels, aaneengekit met stevig slijm. De koker loopt taps toe en is aan beide kanten open. Het dier kan 50 mm lang worden en heeft een gesegmenteerd lichaam, bestaande uit 15 segmenten. Bij de kop zitten de vier kieuwen, die rood gekleurd zijn vanwege de rijke doorstroming van bloed. Het dier zelf is wit, deels doorschijnend met een roze weerschijn, mede door het bloedvat dat midden over de buikzijde loopt. Op de kop zitten een aantal lange borstelachtige haren, die de kop zelf vrijwel verbergen. Deze haren glanzen goudachtig (vandaar de naam 'goudkammetje').

Voeding: De worm zoekt naar algen en kleine prooidiertjes. Hij doet dit met de kop naar beneden.

Habitat: De soort leeft ingegraven in het zand tot 10 cm onder het bodemoppervlak, rond de laagwaterlijn en dieper. In slikkige bodems maken Goudkammetjes ook wel u-vormige buizen. Komt meestal in grote dichtheden voor. Op het strand aangespoeld worden vaak nog levende goudkammetjes gevonden die losgewoeld zijn door stroming en branding.

Suppleties: De dieren zijn kwetsbaar en min of meer aan een vaste locatie gebonden. Slechts een dunne laag zand kunnen ze overleven.

Schelpkokerworm - *Lanice conchilega* (Pallas, 1766)

Beschrijving: (Koker-)worm. De Schelpkokerworm vormt een tamelijk recht, maar toch buigzaam kokertje van stukjes schelp, grof zand en slijm. Vaak steken de kokers een eindje (tot ca. 5 cm) boven de bodem uit, maar soms ook niet. Een langer deel van de koker bevindt zich onzichtbaar in de bodem. In totaal wordt de worm ongeveer 30 cm lang, met een lichaam bestaande uit 300 segmenten. Slechts enkele segmenten hebben borstels, de rest van het lichaam is dun en kwetsbaar. Bij de kop zitten drie paar sterk vertakte kieuwen en een aantal lange tentakels. De bovenkant van de koker is vertakt, met kromme, gebogen takjes. Tussen deze takjes door worden de draadvormige tentakels uitgespreid, die dienen voor het vangen van voedsel.

Voeding: De worm eet ééncellige diertjes, zoals algen en dood organisch materiaal (detritus).

Habitat: de soort is algemeen in de Noordzee, bij voorkeur in gebieden met een sterkere stroming. Langs de hele Nederlandse kust, vanaf het intergetijdengebied tot grotere diepten. Vooral in zandbodems, maar ook in slibbodems en in spleten tussen stenen en rotsen die met slib gevuld zijn. Houdt van golfbeweging en is bij extreem laag water gemakkelijk waar te nemen.

Suppleties: zal bedekking door een dik pakket zand niet overleven. (Van de Waddeneilanden worden afnames gemeld na de suppleties). Aan vaste locatie gebonden en niet in staat tot verplaatsing. Fragiel en kwetsbaar.

Bijlage 2. Suppleties voor Hollandse kust en Texel

| Kustvak | Plaatsnaam | Type suppletie | Start maand | Start jaar | Eind maand | Eind jaar | Begin raai | Eind raai | Lengte | Omvang |
|---------------|-------------------------------------|------------------------|----------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------|---------|
| Noord-Holland | Hondsbossche- en Pettemer Zeewering | onderwatersuppletie | 9 | 2008 | 3 | 2009 | 15 | 29,5 | 14500 | 4700000 |
| Texel | Eierlandse dam | onderwatersuppletie | 1 | 2008 | 12 | 2008 | 26 | 28,8 | 2800 | |
| Noord-Holland | Den Helder-Julianadorp | onderwatersuppletie | 8 | 2007 | 12 | 2007 | 0 | 7,1 | 7100 | 5774562 |
| Noord-Holland | Den Helder-Julianadorp | strandsuppletie | 8 | 2007 | 11 | 2007 | 1,5 | 5,9 | 4400 | 1553015 |
| Texel | Zuidwest | onderwatersuppletie | 7 | 2007 | 12 | 2007 | 9 | 13,5 | 4500 | 2301116 |
| Noord-Holland | Callantsoog - Zwanenwater | onderwatersuppletie | 3 | 2006 | 10 | 2006 | 10 | 15,2 | 5200 | 1600000 |
| Texel | Centrale kust | strandsuppletie | 5 | 2006 | 6 | 2006 | 14,4 | 16,9 | 2500 | 1000000 |
| Texel | De Koog | onderwatersuppletie | 5 | 2006 | 9 | 2006 | 17 | 23 | 6000 | 1500000 |
| Noord-Holland | Bergen | strandsuppletie | 4 | 2005 | 4 | 2005 | 32,25 | 33,75 | 1500 | 300000 |
| Noord-Holland | Bergen | onderwatersuppletie | 8 | 2005 | 9 | 2005 | 31,5 | 36,2 | 4700 | 1262364 |
| Noord-Holland | Castricum | strandsuppletie | 5 | 2005 | 6 | 2005 | 46,5 | 48,5 | 2000 | 500000 |
| Noord-Holland | Egmond | strandsuppletie | 4 | 2005 | 5 | 2005 | 37 | 39,25 | 2250 | 500000 |
| Texel | centrale kust | onderwatersuppletie | 6 | 2005 | 9 | 2005 | 13,52 | 16,9 | 3380 | 2251000 |
| Texel | Zuid-west | strandsuppletie | 9 | 2005 | 10 | 2005 | 8,8 | 10,63 | 1830 | 301384 |
| Noord-Holland | Aansluitconstructie Camperduin | strandsuppletie | 9 | 2004 | 10 | 2004 | 25,65 | 26,41 | 760 | 194955 |
| Noord-Holland | Aansluitconstructie Petten | strandsuppletie | 6 | 2004 | 6 | 2004 | 19,83 | 20,58 | 750 | 98953 |
| Noord-Holland | Callantsoog | strandsuppletie | 6 | 2004 | 7 | 2004 | 11,1 | 13,74 | 2640 | 216655 |
| Noord-Holland | Egmond aan Zee | onderwatersuppletie | 6 | 2004 | 11 | 2004 | 36,2 | 40,2 | 4000 | 1606056 |
| Texel | Eierland | onderwatersuppletie | 6 | 2004 | 10 | 2004 | 25,2 | 27,8 | 2600 | 2318147 |
| Noord-Holland | Callantsoog | strandsuppletie | 6 | 2003 | 7 | 2003 | 11,1 | 13,75 | 2650 | 438155 |
| Noord-Holland | Callantsoog-Zwanenwater | onderwatersuppletie | 2 | 2003 | 5 | 2003 | 10 | 16 | 6000 | 2572642 |
| Noord-Holland | Camperduin | strandsuppletie | 8 | 2003 | 9 | 2003 | 25,62 | 26,41 | 790 | 357788 |
| Noord-Holland | Den Helder-Julianadorp | strandsuppletie | 3 | 2003 | 5 | 2003 | 1,5 | 5,88 | 4380 | 1305458 |
| Noord-Holland | Egmond aan Zee | onderwatersuppletie | 1 | 2003 | 12 | 2003 | 36 | 40 | 4000 | 1500000 |
| Noord-Holland | Egmond aan Zee, PROEF | onderwatersuppletie | 1 | 2003 | 12 | 2003 | 36,5 | 39,5 | 3000 | 3000000 |
| Noord-Holland | Groote Keeten | onderwatersuppletie | 8 | 2003 | 8 | 2003 | 9,13 | 9,43 | 300 | 12243 |
| Noord-Holland | Petten | strandsuppletie | 6 | 2003 | 6 | 2003 | 19,83 | 20,58 | 750 | 230577 |
| Texel | Zuid-west/Den Hoorn | onderwatersuppletie | 2 | 2003 | 8 | 2003 | 9 | 11,48 | 2480 | 1213103 |
| Deifland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 1 | 2002 | 12 | 2002 | 117 | 118 | 1000 | 0 |
| Noord-Holland | Camperduin | onderwatersuppletie | 6 | 2002 | 10 | 2002 | 26,5 | 30 | 3500 | 1972272 |
| Noord-Holland | Petten | strandsuppletie | 4 | 2002 | 7 | 2002 | 18,27 | 20,35 | 2080 | 500561 |
| Rijnland | Noordwijkenhout | onderwatersuppletie | 4 | 2002 | 12 | 2002 | 73 | 80 | 7000 | 3000000 |
| Rijnland | Wassenaar | onderwatersuppletie | 2 | 2002 | 12 | 2002 | 91 | 97 | 6000 | 3000000 |
| Texel | De Koog | onderwatersuppletie | 3 | 2002 | 11 | 2002 | 17 | 23 | 6000 | 5396832 |
| Deifland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 1 | 2001 | 12 | 2001 | 117,5 | 118,5 | 1000 | 0 |
| Deifland | Kijkduin-Ter Heyde | onderwatersuppletie | 3 | 2001 | 11 | 2001 | 107,4 | 112,5 | 5100 | 3581899 |
| Deifland | Kijkduin-Ter Heyde | strandsuppletie | 4 | 2001 | 6 | 2001 | 108 | 112 | 4000 | 801178 |
| Noord-Holland | Bergen | strandsuppletie | 6 | 2001 | 7 | 2001 | 28,32 | 30 | 1680 | 511127 |
| Noord-Holland | Den Helder | strandsuppletie | 6 | 2001 | 7 | 2001 | 1,5 | 5,68 | 4180 | 1290240 |
| Noord-Holland | Ziipe | onderwatersuppletie | 6 | 2001 | 10 | 2001 | 11,08 | 14,01 | 2930 | 1499940 |
| Noord-Holland | Zwanenwater | strandsuppletie | 1 | 2001 | 12 | 2001 | 16,26 | 16,88 | 620 | 0 |
| Rijnland | Bloemendaal | strandsuppletie | 5 | 2001 | 6 | 2001 | 61,5 | 64,5 | 3000 | 603630 |
| Rijnland | Zandvoort | strandsuppletie | 5 | 2001 | 5 | 2001 | 66,25 | 67,5 | 1250 | 248093 |
| Deifland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 1 | 2000 | 12 | 2000 | 117,5 | 118,5 | 1000 | 200000 |
| Noord-Holland | Bergen aan Zee | onderwatersuppletie | 4 | 2000 | 8 | 2000 | 32,25 | 34,25 | 2000 | 994000 |
| Noord-Holland | Bergen aan Zee | strandsuppletie | 6 | 2000 | 6 | 2000 | 32,75 | 33,25 | 500 | 225000 |
| Noord-Holland | Egmond | strandsuppletie | 6 | 2000 | 7 | 2000 | 38 | 38,8 | 800 | 207445 |
| Noord-Holland | Zwanenwater | strandsuppletie | 1 | 2000 | 12 | 2000 | 16,26 | 16,88 | 620 | 120000 |
| Texel | Texel-west (3) | strandsuppletie | 4 | 2000 | 6 | 2000 | 17,03 | 18,33 | 1300 | 245223 |
| Texel | Texel-zuid (1) | strandsuppletie | 4 | 2000 | 6 | 2000 | 10,01 | 11,9 | 1890 | 357020 |
| Texel | Texel-zuidwest (2) | strandsuppletie | 4 | 2000 | 6 | 2000 | 12,98 | 16,44 | 3460 | 701731 |
| Texel | Westkust (Eierland) | strandsuppletie basket | 7 | 2000 | 9 | 2000 | 25,5 | 27,8 | 2300 | 883683 |
| Deifland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 1 | 1999 | 12 | 1999 | 117,8 | 118,5 | 750 | 200680 |
| Deifland | Scheveningen | onderwatersuppletie | 2 | 1999 | 6 | 1999 | 97,73 | 100,5 | 2770 | 1425780 |
| Noord-Holland | Bergen aan Zee | strandsuppletie | 4 | 1999 | 5 | 1999 | 32,5 | 33,75 | 1250 | 205793 |
| Noord-Holland | Callantsoog | strandsuppletie | 5 | 1999 | 6 | 1999 | 13,2 | 14 | 800 | 144000 |
| Noord-Holland | Egmond | strandsuppletie | 4 | 1999 | 4 | 1999 | 37,25 | 38,75 | 1500 | 214515 |
| Noord-Holland | Egmond | onderwatersuppletie | 6 | 1999 | 9 | 1999 | 36,9 | 39,1 | 2200 | 880100 |
| Noord-Holland | Julianadorp | strandsuppletie | 1 | 1999 | 3 | 1999 | 3,95 | 6,28 | 2330 | 287480 |
| Texel | Eierland | strandsuppletie | 7 | 1999 | 10 | 1999 | 26 | 28,6 | 2600 | 1219174 |
| Deifland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 1 | 1998 | 12 | 1998 | 117 | 118 | 1000 | 0 |
| Noord-Holland | Egmond | strandsuppletie | 6 | 1998 | 7 | 1998 | 37,5 | 38,75 | 1250 | 244442 |
| Noord-Holland | Ziipe | strandsuppletie | 10 | 1998 | 11 | 1998 | 19,25 | 20,5 | 1250 | 228901 |
| Rijnland | Bl-daal/Zandvoort (2) | strandsuppletie | 9 | 1998 | 10 | 1998 | 66 | 67,5 | 1500 | |
| Rijnland | Bloemendaal/Z-voort (1) | strandsuppletie | 9 | 1998 | 10 | 1998 | 61,5 | 63,5 | 2000 | 193378 |
| Rijnland | Katwijk | onderwatersuppletie | 9 | 1998 | 2 | 1999 | 87,5 | 89,5 | 2000 | 753350 |
| Rijnland | Noordwijk | onderwatersuppletie | 1 | 1998 | 4 | 1998 | 80,5 | 83,5 | 3000 | 1266028 |
| Deifland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 1 | 1997 | 12 | 1997 | 117,8 | 118,8 | 1000 | 200000 |

| Kustvak | Plaatsnaam | Type suppletie | Start maand | Start jaar | Eind maand | Eind jaar | Begin raai | Eind raai | Lengte | Omvang |
|---------------|-------------------|---------------------|----------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------|----------|
| Delfland | Ter Heijde | strandsuppletie | 1 | 1997 | 12 | 1997 | 107,5 | 112,5 | 5000 | 834000 |
| Delfland | Ter Heijde | onderwatersuppletie | 8 | 1997 | 11 | 1997 | 113,2 | 114,9 | 1700 | 1028950 |
| Noord-Holland | Bergen aan Zee | strandsuppletie | 6 | 1997 | 6 | 1997 | 31,05 | 33,5 | 2450 | 352000 |
| Noord-Holland | Bergen-Egmond | strandsuppletie | 5 | 1997 | 5 | 1997 | 34,5 | 35,75 | 1250 | 158000 |
| Noord-Holland | Egmond | strandsuppletie | 5 | 1997 | 5 | 1997 | 36,25 | 38,8 | 2550 | 314000 |
| Noord-Holland | Heemskerk | strandsuppletie | 2 | 1997 | 3 | 1997 | 49,65 | 50,43 | 775 | 304450 |
| Noord-Holland | Schoorl | strandsuppletie | 6 | 1997 | 7 | 1997 | 26 | 30,05 | 4050 | 547000 |
| Rijnland | Wassenaar | strandsuppletie | 1 | 1997 | 12 | 1997 | 94 | 98,5 | 2500 | 552800 |
| Texel | De Koog | strandsuppletie | 1 | 1997 | 12 | 1997 | 18,78 | 20,91 | 2130 | 658846 |
| Texel | Texel-zuidwest | strandsuppletie | 1 | 1997 | 12 | 1997 | 10,38 | 11,43 | 1050 | 340038 |
| Delfland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 1 | 1996 | 12 | 1996 | 117,8 | 118,8 | 1000 | 200000 |
| Delfland | Scheveningen | strandsuppletie | 1 | 1996 | 12 | 1996 | 97 | 101 | 4000 | 800000 |
| Noord-Holland | Callantsoog | strandsuppletie | 5 | 1996 | 6 | 1996 | 12,2 | 14,1 | 1900 | 459000 |
| Noord-Holland | Den Helder | strandsuppletie | 8 | 1996 | 9 | 1996 | 1,5 | 7,5 | 6000 | 400000 |
| Noord-Holland | Heemskerk | strandsuppletie | 10 | 1996 | 11 | 1996 | 50,43 | 51 | 575 | 180050 |
| Noord-Holland | Zijpe | strandsuppletie | 5 | 1996 | 6 | 1996 | 10,01 | 12,13 | 2120 | 459000 |
| Texel | De Koog | strandsuppletie | 6 | 1996 | 8 | 1996 | 15,26 | 18,73 | 3470 | 1490561 |
| Texel | De Koog | strandsuppletie | 6 | 1996 | 8 | 1996 | 22,11 | 23,4 | 1290 | 493317 |
| Delfland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 1 | 1995 | 12 | 1995 | 117,8 | 118,8 | 1000 | 200000 |
| Delfland | Ter Heijde | strandsuppletie | 5 | 1995 | 6 | 1995 | 112,2 | 114,5 | 2290 | 300000 |
| Noord-Holland | Bergen aan Zee | strandsuppletie | 5 | 1995 | 5 | 1995 | 32,63 | 33,63 | 1000 | 306000 |
| Noord-Holland | Egmond | strandsuppletie | 5 | 1995 | 5 | 1995 | 37,25 | 38,75 | 1500 | 306000 |
| Noord-Holland | Petten | strandsuppletie | 9 | 1995 | 10 | 1995 | 18,8 | 20,4 | 1600 | 361740 |
| Noord-Holland | Zwanenwater | strandsuppletie | 9 | 1995 | 10 | 1995 | 16,24 | 17,6 | 1360 | 306840 |
| Texel | Eierland | strandsuppletie | 1 | 1995 | 12 | 1995 | 30 | 30,6 | 600 | 300000 |
| Texel | Eierland | strandsuppletie | 4 | 1995 | 5 | 1995 | 28,2 | 29,6 | 1400 | 835000 |
| Delfland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 1 | 1994 | 12 | 1994 | 117,8 | 118,8 | 1000 | 200000 |
| Noord-Holland | Bergen aan Zee | strandsuppletie | 6 | 1994 | 6 | 1994 | 32,9 | 33,5 | 600 | 106683 |
| Noord-Holland | Egmond | strandsuppletie | 6 | 1994 | 6 | 1994 | 37,85 | 38,2 | 350 | 106343 |
| Rijnland | Wassenaar | strandsuppletie | 1 | 1994 | 12 | 1994 | 94,25 | 96,25 | 2000 | 700000 |
| Rijnland | Zandvoort | strandsuppletie | 5 | 1994 | 6 | 1994 | 65 | 67,3 | 2300 | 334147 |
| Texel | Eierland | strandsuppletie | 5 | 1994 | 8 | 1994 | 25,4 | 28,2 | 2800 | 1331225 |
| Texel | Texel-zuidwest | strandsuppletie | 4 | 1994 | 5 | 1994 | 9,3 | 12,1 | 2800 | 761204 |
| Delfland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 3 | 1993 | 4 | 1993 | 114 | 118,8 | 4750 | 463000 |
| Delfland | Ter Heijde | strandsuppletie | 6 | 1993 | 7 | 1993 | 106,2 | 112,2 | 5980 | 1143000 |
| Noord-Holland | Den Helder | strandsuppletie | 5 | 1993 | 5 | 1993 | 3,28 | 5,68 | 2400 | 280000 |
| Rijnland | Bloemendaal | strandsuppletie | 9 | 1993 | 5 | 1994 | 60,5 | 63,35 | 2850 | 255076 |
| Texel | Texel-zuidwest | strandsuppletie | 4 | 1993 | 7 | 1993 | 12,1 | 18,13 | 6030 | 2245231 |
| Delfland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 1 | 1992 | 12 | 1992 | 117,8 | 118,8 | 1000 | 560000 |
| Noord-Holland | Den Helder | strandsuppletie | 8 | 1992 | 5 | 1993 | 1 | 7,5 | 6500 | 615527 |
| Noord-Holland | Egmond | strandsuppletie | 9 | 1992 | 11 | 1992 | 37,65 | 38,6 | 950 | 69225 |
| Noord-Holland | Egmond-Camperduin | strandsuppletie | 5 | 1992 | 11 | 1992 | 26,2 | 38,5 | 12300 | 1472640 |
| Delfland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 1 | 1991 | 12 | 1991 | 117,8 | 118,8 | 1000 | 223000 |
| Delfland | Scheveningen | strandsuppletie | 2 | 1991 | 5 | 1991 | 97,81 | 101,4 | 3580 | 1005699 |
| Noord-Holland | Callantsoog | strandsuppletie | 5 | 1991 | 6 | 1991 | 11 | 14 | 3000 | 538404 |
| Noord-Holland | Petten | strandsuppletie | 9 | 1991 | 10 | 1991 | 18 | 20,18 | 2180 | 371418 |
| Texel | De Koog | strandsuppletie | 4 | 1991 | 9 | 1991 | 18,13 | 23,4 | 5270 | 2008998 |
| Delfland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 1 | 1990 | 12 | 1990 | 117,8 | 118,8 | 1000 | 183000 |
| Noord-Holland | Bergen aan Zee | strandsuppletie | 5 | 1990 | 6 | 1990 | 32,25 | 33,75 | 1500 | 385774 |
| Noord-Holland | Egmond | strandsuppletie | 5 | 1990 | 5 | 1990 | 37 | 38,5 | 1500 | 323318 |
| Rijnland | Bloemendaal | strandsuppletie | 8 | 1990 | 10 | 1990 | 62 | 63,25 | 1250 | 261682 |
| Texel | Eierland | strandsuppletie | 6 | 1990 | 11 | 1990 | 25,6 | 30,61 | 5010 | 2543022 |
| Delfland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 1 | 1989 | 12 | 1989 | 118 | | | 100000 |
| Delfland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 1 | 1988 | 12 | 1988 | 118 | 118,5 | 500 | 200000 |
| Delfland | Scheveningen | strandsuppletie | 1 | 1987 | 12 | 1987 | 99 | 101 | 2000 | 8000 |
| Noord-Holland | Zwanenwater | strandsuppletie | 4 | 1987 | 9 | 1987 | 13,76 | 18,1 | 4345 | 1695000 |
| Delfland | Ter Heijde | strandsuppletie | 5 | 1986 | 10 | 1986 | 107,7 | 115,6 | 7880 | 1900000 |
| Noord-Holland | Callantsoog | strandsuppletie | 8 | 1986 | 10 | 1986 | 10,83 | 13,73 | 2900 | 1242434 |
| Delfland | Scheveningen | strandsuppletie | 3 | 1985 | 4 | 1985 | 98,75 | 101,3 | 2500 | 250000 |
| Texel | Eierland | strandsuppletie | 6 | 1985 | 9 | 1985 | 25,4 | 30,4 | 5000 | 2849721 |
| Texel | De Koog | strandsuppletie | 7 | 1984 | 12 | 1984 | 18,13 | 24 | 5870 | 3021115 |
| Delfland | Scheveningen | strandsuppletie | 1 | 1982 | 12 | 1982 | 99 | 101 | 2000 | 15400 |
| Delfland | Scheveningen | strandsuppletie | 1 | 1981 | 12 | 1981 | 99 | 101 | 2000 | 10000 |
| Texel | Eierland | strandsuppletie | 9 | 1979 | 11 | 1979 | 25,6 | 31,2 | 5600 | 3089668 |
| Delfland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 1 | 1977 | 12 | 1977 | 115,7 | 118,8 | 3050 | 870000 |
| Delfland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 1 | 1976 | 12 | 1976 | 115,7 | 119 | 3300 | 1500000 |
| Delfland | Scheveningen | strandsuppletie | 4 | 1975 | 8 | 1975 | 98,5 | 101,5 | 3000 | 700000 |
| Delfland | Hoek van Holland | strandsuppletie | 1 | 1971 | 12 | 1971 | 115,7 | 118,8 | 3050 | 18940000 |