

Factsheets Kaderrichtlijn Mariene Strategie- indicatoren van het Friese Front en de Centrale Oestergronden

Frouke Fey-Hofstede (IMARES) en Rob Witbaard (NIOZ)

Rapport C185/13



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Dhr. J.B. Weenink
Ministerie Infrastructuur en Milieu
Directie Water en Bodem
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

Publicatiedatum:

17-12-2013

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68	P.O. Box 77	P.O. Box 57	P.O. Box 167
1970 AB IJmuiden	4400 AB Yerseke	1780 AB Den Helder	1790 AD Den Burg Texel
Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 26	Fax: +31 (0)317 48 73 59	Fax: +31 (0)223 63 06 87	Fax: +31 (0)317 48 73 62
E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl

© 2013 IMARES Wageningen UR

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

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

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

A_4_3_1-V13.3

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Samenvatting.....	4
Inleiding.....	5
Kennisvraag.....	6
Factsheet Friese Front.....	7
Factsheet Centrale Oestergronden.....	8
Factsheet <i>Acanthocardia echinata</i>	9
Factsheet <i>Amphiura filiformis</i>	10
Factsheet <i>Brissopsis lyrifera</i>	11
Factsheet <i>Callianassa subterranea</i>	12
Factsheet <i>Corbula gibba</i>	13
Factsheet <i>Corystes cassivelaunus</i>	14
Factsheet <i>Goneplax rhomboides</i>	15
Factsheet <i>Nephtys incisa</i>	16
Factsheet <i>Thracia convexa</i>	17
Factsheet <i>Turritella communis</i>	18
Factsheet <i>Upogebia deltaura</i>	19
Factsheet <i>Upogebia stellata</i>	20
Kwaliteitsborging.....	21
Referenties.....	22
Verantwoording.....	26

Samenvatting

Het Friese Front en de Centrale Oestergronden zijn in de Nederlandse Mariene Strategie genoemd als zoekgebieden voor beschermingsmaatregelen voor de bodemfauna. Om de ecologische waarde van deze gebieden en de indicatorsoorten die zijn aangewezen voor het monitoringprogramma voor een breed publiek inzichtelijk te maken, worden de belangrijkste kenmerken en waarden van deze gebieden en soorten in deze rapportage kort en bondig beschreven. Het gaat hierbij om de soorten: *Callianassa subterranea*, *Upogebia stellata*, *Upogebia deltaura*, *Brissopsis lyrifera*, *Corbula gibba*, *Acanthocardia echinata*, *Turritella communis*, *Amphiura filiformis*, *Thracia convexa*, *Goneplax rhomboides*, *Corystes cassivelaunus*, *Nephtys incisa*.

Inleiding

Deze rapportage bestaat uit twee onderdelen. De inleiding is bedoeld voor de opdrachtgever en dient als aanloop naar de kennisvraag. De Factsheets zijn bedoeld voor een bredere doelgroep en dienen als een snelle kennismaking met de voor de Kaderrichtlijn Mariene Strategie relevante gebieden en soorten. De schrijfstijl in deze twee onderdelen verschilt daarom.

De Noordzee, onbekend terrein

Hoewel de Noordzee Nederlands grootste natuurgebied is, zijn de natuurwaarden en het onderwaterleven bij veel mensen onbekend. Het Nederlandse deel van deze zee is 57.000 km² groot en ligt in de zuidelijke en ondiepere helft. De Noordzee is erg divers als gevolg van verschillen in waterdiepte, voedselrijkdom, zoutgehalte, stroming en samenstelling van de bodem. Op basis van verschillen in watermassa's, sedimenttype en diepte kan ook het Nederlandse deel van de Noordzee in verschillende deelgebieden worden opgedeeld, met klinkende namen als de Oestergronden of het Friese Front (figuur 1). Van deze deelgebieden vormen de Doggersbank en noordrand van de Oestergronden het noordelijke deel van de Nederlandse Noordzee, de Oestergronden en Friese Front het centrale, en het gebied ten zuiden van het Friese Front het zuidelijke deel. Op de bodem zijn op sommige plaatsen grindbedden te vinden, zoals op de Klaverbank die in het westelijk deel van de Nederlandse Noordzee ligt. Er zijn diepe slikgronden zoals de Centrale Oestergronden en ondiepe zandbodems, zoals die van de Doggersbank. De Noordzee wordt gevoed door water uit de Atlantische Oceaan dat vanuit het zuiden via het Kanaal tussen Engeland en Frankrijk en vanuit het noorden via de Orkney- en Shetland-eilanden langs de Engelse oostkust stroomt (zie figuur 2). Bij het Friese Front komen deze stromingen bij elkaar. De verschillende rivieren leveren zoet water aan de Noordzee. Het zoutgehalte in de Noordzee varieert dan ook van brak bij de riviermondingen tot zout verder weg van de kust. De Noordzee is bijzonder rijk aan voedingsstoffen. Door de geringe diepte kan het zonlicht op veel plaatsen bijna tot op de bodem doordringen, waardoor productie van voedsel tot op grote diepte plaats kan vinden. Hierdoor is de Noordzee erg productief. Door de seizoenen zijn er grote temperatuurverschillen in het zeewater, variërend van 5 tot 16 °C. Langs de kust kan dit verschil nog groter zijn. De Noordzee ligt ingeklemd tussen dichtbevolkte landen en wordt intensief gebruikt. Er wordt gevist op bodemvissen, op vissen uit de waterkolom en op schelpdieren. Daarnaast wordt de Noordzee gebruikt voor scheepvaart, winning van windenergie, winning van olie, gas, zand, grind en schelpen, militaire doeleinden, baggerstort, landaanwinning, lozing van afvalstoffen en recreatie.

Bescherming en de Kaderrichtlijn Mariene Strategie

Bescherming van de Noordzeenatuur is geregeld in de Natuurbeschermingswet, het Gemeenschappelijke Visserijbeleid en de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM). De Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) is een Europese richtlijn, die een kader biedt aan een gemeenschappelijke doelstellingen ter bescherming en behoud van het mariene milieu van nu tot 2020 (eerste cyclus) en daarna (EU, 2008). De implementatie van deze richtlijn is in Nederland en andere Europese lidstaten in volle gang. Elke lidstaat heeft in 2012 een beschrijving gemaakt van de huidige toestand van het eigen deel van de (Noord)zee ('Initiële beoordeling'), hoe de gewenste toestand eruit ziet ('Goede Milieutoestand') en welke doelen en indicatoren zullen worden gebruikt om de voortgang te volgen ('Doelen en indicatoren'). Ook ruimtelijke beschermingsmaatregelen zijn onderdeel van de Kaderrichtlijn Marien.

De bestaande beschermingsmaatregelen (Natura 2000-gebieden, ingesteld via de Habitatrichtlijn en de Vogelrichtlijn) dekken niet alle ecosystemen waar de Kaderrichtlijn Marien zich op richt, zoals het bijzondere bodemecosysteem van de diepe slibrijke delen van het Nederlands deel van de Noordzee. Daarom werden in aanvulling hierop in de Nederlandse Mariene Strategie twee zoekgebieden aangewezen voor implementatie van ruimtelijke beschermingsmaatregelen in gebieden met een slibrijke bodem: het Friese Front en de Centrale Oestergronden (Ministeries IM en EZ, 2012). In deze gebieden is de soortenrijkdom, dichtheid en biomassa van de bodemgemeenschap relatief hoog en komen veel kwetsbare, langlevende soorten voor.

Indicatoren voor de Kaderrichtlijn Mariene Strategie

De Kaderrichtlijn Mariene Strategie verplicht de lidstaten verder tot het opstellen van een monitoringsprogramma in 2014, zodat ecologische ontwikkelingen gevolgd kunnen worden. Voor zowel het Friese Front als de Centrale Oestergronden zijn ten behoeve van het Nederlandse monitoringprogramma inmiddels zeven indicatoren gekozen (Wijnhoven et al, 2013). Deze indicatoren fungeren als een graadmeter voor de ontwikkeling van het bodemecosysteem. Het gaat om soorten die eenvoudig te monitoren zijn door middel van bestaande methodes, relatief vaak in de bodemmonsters worden aangetroffen en ook consistent in meerdere jaren aanwezig zijn. Daarnaast is bij de vaststelling van deze soorten gekeken naar gevoeligheid voor bodemverstoring door menselijk activiteiten of voor ecologische verstoring, belang voor het voedselweb, voor de structuur van de bodem en voor bodemprocessen en/of potentieel indicatief voor herstel of verstoring (Wijnhoven et al, 2013). De indicatoren kunnen daarmee dus ook verschillen van 'voorbeeldsoorten' of typische soorten die in andere contexten of publicaties worden beschreven.

Indicatorsoorten Centrale Oestergronden: *Callianassa subterranea*; *Upogebia stellata*; *Brissopsis lyrifera*; *Corbula gibba*; *Acanthocardia echinata*; *Turritella communis*; *Amphiura filiformis*

Indicatorsoorten Friese Front: *Amphiura filiformis*; *Callianassa subterranea*; *Upogebia deltaura*; *Thracia convexa*; *Goneplax rhomboides*; *Corystus cassivelaunus*; *Nephtys incisa*

Kennisvraag

In deze rapportage worden korte beschrijvingen (Factsheets) gegeven van het Friese Front en de Centrale Oestergronden en van de indicatorsoorten die voor het monitoren van de ontwikkeling in deze gebieden zijn aangewezen. Deze beschrijving is bedoeld voor een brede doelgroep en dient als een snelle kennismaking met de gebieden en relevante soorten.

Afbakening

Een onderbouwing of benoeming van de eigenschappen op basis waarvan deze soorten als indicator zijn gekozen valt nadrukkelijk niet onder de opdracht. Deze is terug te vinden in Wijnhoven et al (2013).

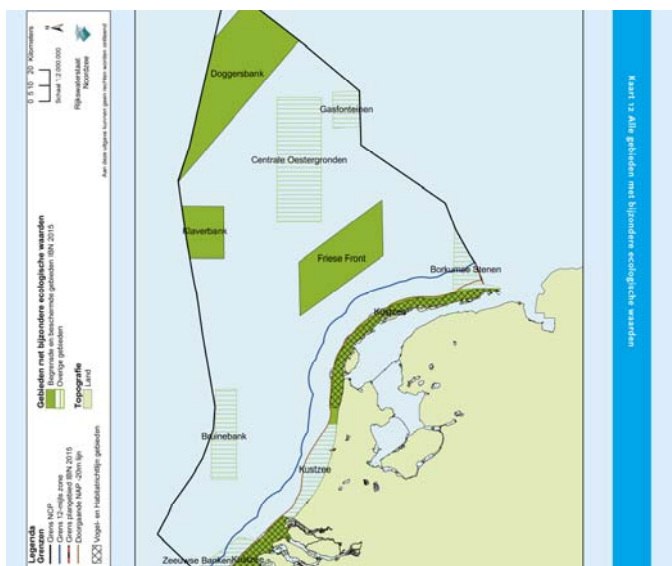
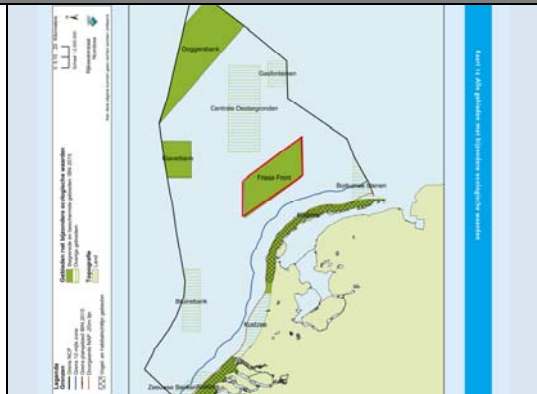


Fig. 1 Gebieden met bijzondere ecologische waarden (© Rijkswaterstaat Noordzee)

Fig. 2 Satellietbeeld waarop te zien is hoe sediment vanuit de rivier de Theems noordostwaarts de Noordzee in getransporteerd wordt (© Earth Snapshot).

Factsheet Friese Front

Engelse naam: Frisian Front



Waar ligt het gebied?

Het Friese Front ligt zo'n 50 kilometer ten noordwesten van de Waddeneilanden Vlieland en Terschelling. Het gebied is qua grootte vergelijkbaar met het Nederlandse deel van de Waddenzee. Het ligt in een overgangsgedebied waar de watermassa's uit het zuiden en uit het noorden samenkomen, die afkomstig zijn vanuit het Kanaal en vanaf de Engelse oostkust. Hier bevindt zich ook de overgang tussen de ondiepe zandgronden van de zuidelijke Noordzee en de diepere slibbodems van de Oestergronden. De bodem daalt er snel van 25 meter naar 50 meter diepte. Het Friese Front zelf ligt op 30 tot 40 meter diepte.

Hoe ziet het gebied eruit?

De samenkomende waterstromen in het Friese Front verschillen van elkaar. De waterstroom afkomstig uit de Zuidelijke Noordzee is permanent gemengd, die uit de Centrale Oestergronden is in de zomer gelaagd, met een warmere bovenlaag en een koudere onderlaag. Het Friese Front vormt een overgangszone tussen deze watermassa's. Dit heeft tot gevolg dat er in het Friese Front veel voedingsstoffen in omloop zijn. Het water van de Hollandse westkust en de Engelse oostkust vullen elkaar aan met nutriënten. Vanuit het zuidwesten komt daar het slibrijke water van de Engelse rivier de Theems nog bij. Door deze bijzondere omstandigheden ontstaat een verhoogde productie van voedsel; er is veel algengroei. Al die algen zakken naar de bodem als ze afgestorven zijn, waardoor een voedzame 'algenregen' ontstaat die de basis vormt van het rijke bodemleven. Ook de zeebodem zelf is gevarieerd; er zijn duidelijke overgangen in sedimenttype. In het zuidelijke ondiepste deel van het gebied is de bodem zandig. Naar het noorden toe neemt de diepte toe en bezinkt er door afnemende stroomsnelheden fijn materiaal. Hierdoor bestaat de bodem in het midden van het gebied uit veel fijner slibrijk sediment. Verder naar het noorden wordt de bodem weer zandiger. Het is een gebied met tal van overgangen, zowel in het zeewater als op de bodem. Dat is terug te zien in het zeeleven dat in het gebied voorkomt. Door de verschillende lokale condities, komen ook de bodemdieren in duidelijke zones voor.

Welke dieren leven er?

Waar voedsel is, is leven. Zowel in de bodem, als in de waterkolom, als in de lucht is het aantal dieren in het Friese Front opvallend hoog. De sterke groei van de algen wordt gevolgd door een opbloei van planktondiertjes, het basisvoedsel voor veel vissoorten. Daardoor komen er grote scholen sprong en jonge haring voor, en die trekken weer grote groepen vogels aan. In de zeebodem leven gravende diersoorten zoals de draadarmige slangster en kreeftjes zoals de harige molkreeft, die de zeebodem een pokdalig uiterlijk geven. Deze gravers spelen een grote rol in de uitwisselingsprocessen tussen de zeebodem en de waterkolom en zorgen er voor dat er nog meer voedsel geproduceerd kan worden. Door de botsende waterstromen en de verschillende bodemtypen in het gebied, zijn er op korte afstand relatief veel verschillende leefgebieden te vinden met elk hun specifieke diersoorten.

Welke rol speelt het gebied in de Noordzee?

Het Friese Front is een extreem voedselrijk gebied dat grote aantallen bodemdieren, vis, zeezoogdieren en zeevogels aantrekt. De aantallen kunnen wel twee tot drie keer hoger zijn dan elders in de Noordzee. Zo is het gebied onmisbaar voor zeekoeten die er hun jongen grootbrengen. De mannetjes zwemmen er met de jongen, die nog niet kunnen vliegen, voor van Schotland naar het Friese Front. Daar ruien de volwassen vogels hun veren en eten de jongen zich groot.

Is het gebied kwetsbaar en wat zijn de bedreigingen?

Bodemberoerende visserij heeft een groot effect op het bodemleven in het gebied. Gravende kreeftjes en kwetsbare schelpdieren zijn gevoelig voor deze vorm van visserij. Wanneer bodemberoering leidt tot afname in aantallen gravende kreeftjes kan dit negatieve gevolgen hebben voor de bodemstructuur en de afbraak van dierlijke en plantaardige resten in de bodem en daarmee ook voor het functioneren van dit gebied.

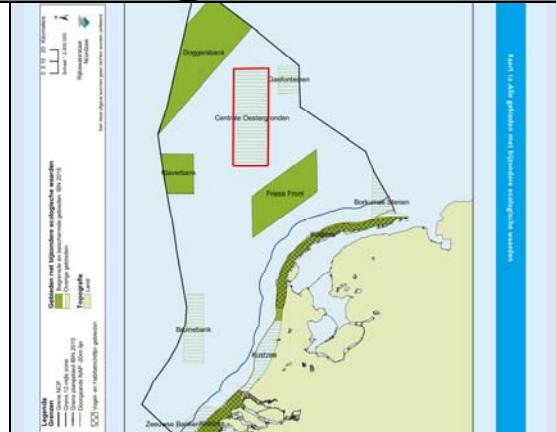
Welke richtlijnen spelen in het gebied een rol?

Het Friese Front zal worden aangewezen als Natura2000-gebied op basis van de Vogelrichtlijn. In het gebied komen vier vogelrichtlijnsoorten voor; grote jager, grote mantelmeeuw, zeekoet en kleine mantelmeeuw.

Referenties: 6, 7, 14, 18, 23, 25, 26, 27, 47, 56, 57

Factsheet Centrale Oestergronden

Engelse naam: Central Oyster Grounds



Waar ligt het gebied?

De Centrale Oestergronden liggen zo'n 100 kilometer ten noordwesten van de Waddeneilanden, tussen de Doggersbank en het Friese Front in. Het gebied is iets groter dan het Friese Front, ruim 3400 km². De zeebodem in dit deel van de Nederlandse Noordzee vormt een diepe kom ten opzichte van de omgeving en bereikt zo'n 40 tot 50 meter.

Hoe ziet het gebied eruit?

De zeebodem van de Centrale Oestergronden bevat relatief veel modderig sediment. Door de grotere waterdiepte ten opzichte van de omgeving zijn stroomsnelheden laag, waardoor dit fijne sediment op de bodem neer kan dalen. Door de diepte en de lage stroomsnelheid ontstaan er in de zomer duidelijk verschillende waterlagen, met warm water in de bovenste lagen en kouder water in de diepte. Doordat de waterlagen niet goed mengen bevat het water dicht bij de bodem soms minder zuurstof dan de bovenliggende waterlagen. Pas in de herfst, wanneer er meer stormen komen, mengen deze waterlagen zich weer. Het is waarschijnlijk dat er aan de uiterste noordrand van de Centrale Oestergronden actieve gasfonteinen voorkomen. Dat komt door lekkend aardgas uit de diepere bodem. Op die plaatsen kunnen in de normaal vlakke zeebodem kraters van een halve tot wel tien meter ontstaan door het 'explosief' vrijkomen van gas. Op het grensvlak tussen de Oestergronden en de Doggersbank, net buiten de grenzen van het centrale gebied, komen deze gasfonteinen met zekerheid voor.

Welke dieren leven er?

Vroeger lagen er uitgestrekte oesterbanken in het gebied, nu wordt in het gebied een typische levensgemeenschap van gravende en wroetende kreeftachtigen gevonden. De oesters zijn inmiddels al 150 jaar uit het gebied verdwenen, waarschijnlijk door een combinatie van klimaat, zeestromen en overbevissing. Er leven nu relatief veel zeldzame bodemdieren, zoals de 10 centimeter grote noordkromp, die in de Noordzee wel 100 jaar kan worden. De noordelijke oestergronden lijken het laatste bastion waar deze schelpdieren in dichtheden van 1 exemplaar per vierkante meter kunnen worden gevonden. Andere kenmerkende dieren in het gebied zijn draadarmige slangsterren, diverse soorten moddergarnalen, witte dunschalen (schelpdieren) en zeeklitten (een soort zee-egels). Er komen veel verschillende soorten bodemdieren voor, maar niet perse in grote aantallen.

Welke rol speelt het gebied in de Noordzee?

Zo'n diep, slibrijk leefgebied als de Centrale Oestergronden is zeldzaam in het Nederlandse deel van de Noordzee. Mede door de slibrijke bodem is het bodemleven heel divers. De Centrale Oestergronden vormen een hotspot van biodiversiteit, met vooral in de slibrijke delen relatief veel kwetsbare langlevende en grote soorten.

Is het gebied kwetsbaar en wat zijn de bedreigingen?

De Centrale Oestergronden zijn de afgelopen 150 jaar erg veranderd door het verdwijnen van de oesters uit het gebied. Daardoor is een belangrijk structuurvormend element in de bodemfauna verloren gegaan, waar andere soorten zich aan vasthechttten of tussen verstopten. Nu leven er andere soorten op de zeebodem in het gebied, zoals gravende moddergarnalen. Deze verschuiving heeft waarschijnlijk ook invloed gehad op het hele voedselweb in het gebied. Ook nu blijft intensieve bodemberoering door visserij er een bedreiging vormen. Pioniersoorten blijven het goed doen, terwijl gevoelige soorten onder hoge druk staan. Zo kan het gebied niet ontwikkelen naar een ander stadium. Het diepe, gelaagde water op de Centrale Oestergronden is gevoelig voor klimaatverandering. Lange, rustige zomers kunnen zorgen voor een verlengde gelaagdheid wat leidt tot een langer geïsoleerde bodem en tot lagere zuurstofconcentraties.

In welke richtlijnen speelt het gebied een rol?

De Centrale Oestergronden vallen niet onder andere richtlijnen.

Referenties: 6, 7, 18, 23, 25, 26, 27, 47, 56, 57

Factsheet *Acanthocardia echinata*

Nederlandse naam: gedoornde hartschelp
Engelse naam: prickly cockle

Indicatorsoort: Centrale Oestergronden



Hoe ziet deze soort eruit?

Deze robuuste bolronde schelpdieren hebben op beide schelpelften kenmerkende ribbels die lopen van de punt van de schelp naar de rand. De ribbels zijn bezet met stekels. Met een lange knalroze voet kunnen deze dieren zich geheel of gedeeltelijk in de zeebodem ingraven. De in- en uitstroombuisjes waarmee ze zeewater filteren blijven daarbij ruimschoots boven het sediment. De schelpdieren worden ongeveer 7,5 centimeter groot.

Waar komt deze soort voor en in welke mate?

Deze hartschelpen leven langs de oostzijde van de Atlantische Oceaan van IJsland en Noorwegen tot de Canarische eilanden, en in de Noordzee en Middellandse Zee. Sinds het begin van deze eeuw worden ze ook af en toe in de Oosterschelde gezien. Ze hebben een voorkeur voor modderige gebieden met fijn zand en grind. In de Noordzee worden gedoornde hartschelpen vooral gevonden op de Centrale Oestergronden. Daar leeft ongeveer één individu per vierkante meter.

Hoe plant deze soort zich voort en hoe oud kunnen ze worden?

De eitjes van gedoornde hartschelpen worden buiten het lichaam bevrucht. De larven blijven nog enige tijd in de waterkolom, voordat ze zich op de zeebodem vestigen. Het is niet bekend hoe ver de larven zich van de oorspronkelijke populatie kunnen verspreiden. De schelpdieren worden waarschijnlijk ongeveer 6 jaar oud.

Welke rol spelen ze in het ecosysteem en welke relatie is er met andere soorten?

Gedoornde hartschelpen filteren het zeewater en halen er voedseldeeltjes uit, zoals plantaardig plankton. Zo vormen ze een belangrijke link tussen de waterkolom en de zeebodem; ze leggen zwevend materiaal uit de waterkolom vast als biomassa in de bodem. Hartschelpen worden gegeten door zeesterren.

Is deze soort kwetsbaar en wat zijn de bedreigingen?

Hoewel gedoornde hartschelpen een stevige schelp hebben, zijn ze gevoelig voor boomkorvisserij. De schelpen kunnen wel over het zand rollen zonder dat ze beschadigd raken. Ze kunnen zich bij gevaar ook snel uit de voeten maken, door de kenmerkende 'sprongen' die ze met hun voet kunnen maken. Zo kunnen ze vluchten voor vijanden, zoals zeesterren.

In welke richtlijnen speelt deze soort een rol?

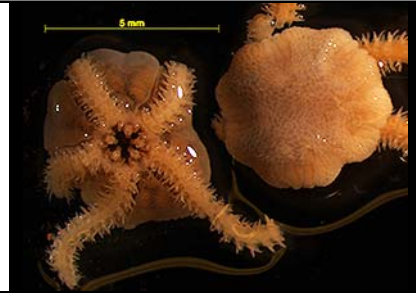
Deze soort komt niet voor in Europese richtlijnen of Nederlandse wet- en regelgeving en staat niet op de Nederlandse of Europese IUCN-lijst van bedreigde diersoorten.

Referenties: 25, 28, 29, 39, 52, 57, 59

Factsheet *Amphiura filiformis*

Nederlandse naam: draadarmige slangster
Engelse naam: brittle star

Indicatorsoort: Centrale Oestergronden en Friese Front



Hoe ziet deze soort eruit?

Met opvallend lange armen vangt deze slangster voedseldeeltjes uit het water. De armen kunnen wel tien keer zo lang zijn als de geschubde middenschijf. Draadarmige slangsterren leven ingegraven in de zeebodem, waarbij alleen de uiteinden van de armen boven het sediment uitsteken. Ze zijn rood- of grijsachtig bruin van kleur en kunnen blauwachtig oplichten. De middenschijf van de slangster wordt maximaal 1 cm breed.

Waar komt deze soort voor en in welke mate?

Deze slangsterren leven in de noordoost Atlantische Oceaan, de Noordzee, de Ierse zee, de Middellandse Zee en de Adriatische Zee. In de Noordzee komen draadarmige slangsterren veel voor. In het Nederlandse deel van de Noordzee worden ze vooral gevonden op zeebodems met fijn zand en slijk. Op de Centrale Oestergronden en in het westelijke deel van het Friese Front zijn ze in grote aantallen te vinden. Op sommige plekken kunnen meer dan 1000 individuen per vierkante meter worden gezien. Het lijkt er op dat deze soort op de Centrale Oestergronden gedurende de tweede helft van de 20^{ste} eeuw in aantal is toegenomen. De oorzaak is onbekend, maar een toename aan voedingsstoffen en daardoor een toename in voedsel, of overbevissing en daardoor een afname in de belangrijkste roofvissen, kunnen een rol gespeeld hebben. In het Friese Front is de soort in de jaren negentig juist met een factor tien afgenomen. Het is nog steeds onduidelijk hoe dit gekomen is.

Hoe plant deze soort zich voort en hoe oud kunnen ze worden?

Vrouwtjes produceren enkele tienduizenden eitjes die in het water worden bevrucht. De larven die daaruit ontstaan zweven ongeveer 12 weken in de waterkolom, waardoor ze zich over grote afstanden kunnen verspreiden. Daarna vestigen ze zich op de zeebodem. Na 3 tot 4 jaar zijn de slangsterren geslachtsrijp. Waarschijnlijk kan deze soort ruim 20 jaar oud worden.

Welke rol spelen ze in het ecosysteem en welke relatie is er met andere soorten?

Ingegraven draadarmige slangsterren dragen substantieel bij aan een verhoogd zuurstofgehalte in de bodem doordat ze hun woonholte doorluchten. Wanneer de slangsterren in hoge dichtheden voorkomen vormen ze een 'hoogpolig tapijt' met hun armen, die boven de bodem uitsteken. Dit zorgt ervoor dat de zeebodem minder gevoelig is voor erosie. Met die lange armen vangen de gedeeltelijk ingegraven slangsterren zwevende voedseldeeltjes uit het water. Zo verzamelen ze plankton en zwevend dood materiaal, zoals dode algen. Wanneer er geen of te weinig waterbeweging is, gaan ze over op het verzamelen van kleine voedseldeeltjes uit de bodem. Draadarmige slangsterren vormen zo een belangrijke link tussen de waterkolom en de zeebodem; ze vangen zwevend materiaal uit de waterkolom dat wordt vastgelegd als biomassa. Zelf worden ze weer gegeten worden door allerlei vissoorten en bodemroofdieren. Deze rovers hebben het vooral gemunt op de lange armen van de slangster, die weer kunnen aangroeien. Schelvis, schol en schar zijn de voornaamste consumenten van de slangsterarmen, maar ook allerlei soorten zeesterren en kreeftachtigen eten ze. De tweetandschelp *Kurtiella bidentata* leeft graag in de buurt van draadarmige slangsterren. Het kleine schelpje verschuift zich langs de randen van de holen en profiteert van het eten dat deze dieren vangen.

Is deze soort kwetsbaar en wat zijn de bedreigingen?

Jonge draadarmige slangsterren zijn erg kwetsbaar omdat ze zich nog niet kunnen ingraven. Volwassen exemplaren zijn gevoelig voor veranderingen in hun leefgebied, zoals in het zuurstofgehalte of veranderingen in de bodem die gravende moddergarnalen veroorzaken. Ze zijn gemiddeld gevoelig voor bodemverstoring door bodemvisserij. Omdat de larven zich over grote afstanden kunnen verspreiden kunnen ze geschikte lege gebieden zeer snel koloniseren.

In welke richtlijnen speelt deze soort een rol?

Deze soort komt niet voor in Europese richtlijnen of Nederlandse wet- en regelgeving en staat niet op de Nederlandse of Europese IUCN-lijst van bedreigde diersoorten.

Referenties: 9, 15, 25, 28, 29, 35, 53, 57, 59

Factsheet *Brissopsis lyrifera*

Nederlandse naam: niet aanwezig
Engelse naam: Spiny mudlark

Indicatorsoort: Centrale Oestergronden



Hoe ziet deze soort eruit?

Met een pantser vol harige stekels is deze zee-egel een opvallende verschijning. Deze soort is roodbruin van kleur en kan zo'n 7 centimeter lang worden. Aan de bovenkant is een opvallende stervormige lijn te zien die wordt gevormd door donkere stekels met trilhaartjes. De mond zit aan de onderkant van het lichaam. Met plakkerige voetjes transporteert de egel daar voedsel naar toe.

Waar komt deze soort voor en in welke mate?

Deze zee-egels leven langs de Atlantische kust van Noorwegen en IJsland tot aan Zuid-Afrika, en in de Noordzee en de Middellandse Zee. Ook langs de oostkust van Noord-Amerika worden ze gevonden. In de Noordzee worden ze vooral in het noordelijk deel van de Centrale Oestergronden gezien, op modderige bodem. Daar worden enkele tientallen individuen per vierkante meter gevonden.

Hoe plant deze soort zich voort en hoe oud kunnen ze worden?

Mannetjes en vrouwtjes zijn vruchtbaar vanaf hun vierde jaar. Niet veel later sterven ze, waarschijnlijk al na één voortplantingsseizoen. De vrouwtjes produceren in die tijd wel zo'n 1 miljoen eicellen. De bevruchting vindt plaats in de waterkolom waar eicellen en zaadcellen bij elkaar komen. De larven die daaruit ontstaan blijven voor ongeveer 8 weken in het water zweven, waardoor ze zich over grote afstand kunnen verspreiden.

Welke rol spelen ze in het ecosysteem en welke relatie is er met andere soorten?

Half ingegraven in de modderige zeebodem zoeken deze zee-egels naar kleine voedseldeeltjes in het sediment. Door zich al schommelend door de bodem te duwen, ontstaan sleuven van ongeveer 2 centimeter diep. Deze sleuven hebben een andere bodemsamenstelling dan die van de niet omgewoelde omgeving. Door het graven verhogen ze het zuurstofgehalte in de zeebodem, waardoor er meer micro-organismen kunnen groeien. Hierdoor worden dode algen en andere dierlijke en plantaardige resten sneller afgebroken. Door hun gegraaf vermengen en verplaatsen de zee-egels het sediment in de zeebodem. Dit zorgt ervoor dat andere soorten ook kunnen leven in deze omgeving. Daardoor neemt de diversiteit in het gebied toe. Maar als er teveel zee-egels zijn, kunnen ze net als andere gravende soorten ook een negatief effect hebben op andere soorten zoals sommige rondwormen.

Is deze soort kwetsbaar en wat zijn de bedreigingen?

Door hun kwetsbare schaal zijn zee-egels gevoelig voor beschadiging door bijvoorbeeld boomkorvisserij. Daarnaast kunnen ze slecht tegen het verwijderen van de bovenste laag van de zeebodem door de kettingen van de boomkor. Ze zijn te langzaam om zich in zulke gevallen op tijd uit de voeten te maken en komen zo mee aan boord of blijven beschadigd op de bodem achter. Omdat ze erg veel larfjes produceren die zich over grote afstanden kunnen verplaatsen, kunnen ze gebieden wel weer snel koloniseren. Deze zee-egels kunnen slecht tegen verzuring van het zeewater doordat hun kalkskelet daardoor oplost. Zee-egels kunnen daarom gevoelig zijn voor klimaatverandering.

In welke richtlijnen speelt deze soort een rol?

Deze soort komt niet voor in Europese richtlijnen of Nederlandse wet- en regelgeving en staat niet op de Nederlandse of Europese IUCN-lijst van bedreigde diersoorten.

Referenties: 5, 10, 21, 25, 28, 29, 46, 57, 59

Factsheet *Callinassa subterranea*

Nederlandse naam: moddergarnaal
Engelse naam: burrowing mud shrimp

Indicatorsoort: Centrale Oestergronden en Friese Front



Hoe ziet deze soort eruit?

Dit leverkleurige en enigszins doorzichtige kreeftje heeft één opvallend grote schuarpoot die meestal knalroze van kleur is. Bij de meeste individuen is dit de rechterpoot, maar het kan ook de linkerpoot zijn. Het is niet helemaal duidelijk wat de functie is van het vergrote lichaamsdeel, maar de voorpoten spelen een rol in het graven van de tunnels en bij agressieve ontmoetingen. Toch lijken moddergarnalen die één of beide voorpoten zijn verloren zich nog prima te kunnen redden. Het zijn kleine diertjes, met een maximum lichaamslengte van 46 millimeter. Ze hebben een opvallend zacht en flexibel pantser.

Waar komt deze soort voor en in welke mate?

Moddergarnalen leven in de zoute wateren van Noorwegen tot aan de Middellandse zee. Ze komen ook voor aan de westkust van Schotland en in de noordoostelijke Ierse Zee. Zoals de Nederlandse naam al doet vermoeden leven deze kreeftjes uitsluitend in modderige zeebodems met fijn sediment. Ze graven er complexe tunnels met meerdere gangen die tot 60 centimeter de diepte in kunnen gaan. Buiten hun gangenstelsel worden ze zelden tot nooit gezien, waarschijnlijk verblijven ze dus het grootste deel van hun leven onder de grond. In modderige zandbodems komen moddergarnalen algemeen voor. Ze worden daarom in het Nederlandse deel van de Noordzee vooral gevonden in de Centrale Oestergronden en in het Friese Front. In de Centrale Oestergronden is het een van de meest voorkomende diersoorten. De hoogste aantallen leven in het Friese Front, waar vele tientallen individuen per vierkante meter gevonden worden.

Hoe plant deze soort zich voort en hoe oud kunnen ze worden?

Vrouwelijke moddergarnalen dragen de eitjes onder aan hun achterlijf, vastgeklemd tussen hun poten. Wanneer de larven uitkomen, verblijven deze de eerste weken in de waterkolom en keren daarna terug naar de zeebodem. Door deze 'vrije' fase kunnen larven zich ver van de oorspronkelijke vestigingsplaats verspreiden. Vanaf 1 jaar zijn de kreeftjes geslachtsrijp, waarbij de vrouwtjes waarschijnlijk om het jaar eitjes produceren. Moddergarnalen kunnen 2 tot 3 jaar oud worden.

Welke rol spelen ze in het ecosysteem en welke relatie is er met andere soorten?

Door het graven van diepe gangenstelsels spelen moddergarnalen een grote rol in het vermengen en verplaatsen van sediment in de zeebodem. Het zeewater in de stelsels wordt actief ververst, waardoor zuurstof en andere stoffen kunnen doordringen in de zeebodem. De gangen zorgen voor een vergroot bodemoppervlak en daardoor voor een intensievere uitwisseling tussen bodem en water. Door het omhoogwerken van modder en zand ontstaan vulkaanvormige bergjes op de zeebodem waardoor de ruwheid en de erosie-gevoeligheid van de zeebodem toenemen. Daarnaast komen deeltjes uit de bodem in de waterkolom terecht, waardoor het water troebel wordt. Niet alle bodemdieren in de omgeving van de moddergarnaal kunnen omgaan met deze veranderingen in hun leefomgeving. De zeedieren die vastzitten op de bodem kunnen losraken. Ook kunnen de poriën en monddelen van sommige dieren verstopt raken met modder. De toename van moddergarnalen in het Friese Front verhindert waarschijnlijk de terugkeer van grotere aantallen draadarmige slangsterren *Amphiura filiformis* in het gebied. Het zeepissebedje *Ione thoracica* heeft juist profijt van de moddergarnaal. Deze soort leeft als parasiet in het achterlijf van het kreeftje. Doordat moddergarnalen op tientallen centimeters diepte in de zeebodem leven zijn ze goed beschermd en worden ze niet veel gegeten door andere zeedieren.

Is deze soort kwetsbaar en wat zijn de bedreigingen?

Moddergarnalen zijn goed bestand tegen lage zuurstofgehalten en troebel water. Ze zijn gevoelig voor bodemverstoring door boomkorvisserij en grote veranderingen in bodemsamenstelling. Ze zijn wel in staat om gedeeltelijk ingestorte gangenstelsels weer uit te graven en op te bouwen. De kreeftjes vermijden zandige gebieden, omdat hun gangenstelsels daar instorten.

In welke richtlijnen speelt deze soort een rol?

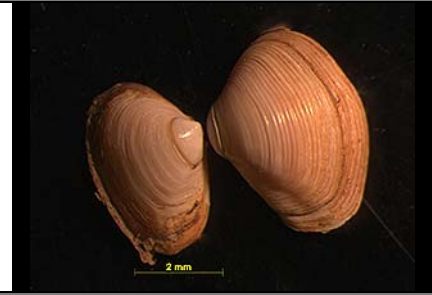
Deze soort komt niet voor in Europese richtlijnen of Nederlandse wet- en regelgeving en staat niet op de Nederlandse of Europese IUCN-lijst van bedreigde diersoorten. Gravende kreeften, zoals moddergarnalen, horen bij de levensgemeenschap 'Sea-pen and burrowing megafauna communities'. Dit is een habitat die valt onder de OSPAR 'List of Threatened &/or Declining Species and Habitats'.

Referenties: 1, 25, 28, 29, 34, 42, 48, 55, 57, 58, 59

Factsheet *Corbula gibba*

Nederlandse naam: korfschelp
Engelse naam: basket shell

Indicatorsoort: Centrale Oestergronden



Hoe ziet deze soort eruit?

Dit kleine schelpdier heeft twee ongelijke kleppen; het rechterdeel is duidelijk veel groter en boller dan het linker. Hierdoor passen de schelpen in elkaar. De schelpen zijn driehoekig van vorm en bleekroze van kleur. Ze zijn bedekt met een grijsbruine tot zwarte opperhuid die vaak grotendeels is weggesleten. Omdat de schelpkleppen erg dik zijn, met veel parallelle groeven en ribbels, hebben korfschelpen een wat plomp uiterlijk. De schelpdieren hebben één voet waarmee ze zich in de zeebodem ingraven. De in- en uitstroombuisjes waar de dieren zeewater mee filteren, zijn erg kort. Hierdoor zitten ze niet diep in de bodem. Korfschelpen worden ongeveer 1,2 centimeter groot.

Waar komt deze soort voor en in welke mate?

Korfschelpen leven langs de oost-Atlantische kust van Noorwegen tot aan de westkust van Afrika, en in de Noordzee, de Middellandse Zee en de Zwarte zee. Deze schelpen worden vooral gevonden in enigszins modderige, grove zandbodems. Jonge korfschelpen kunnen hele matten vormen doordat ze zich met hun hechtstraden ('byssusdraden') aan elkaar vastbinden. Deze schelpdieren leven vooral op de Centrale Oestergronden en het Friese Front, waar enkele tientallen tot honderden individuen per vierkante meter worden gevonden. Sinds het jaar 2000 worden ze ook in het ondiepe kustgebied gezien, zoals de Oosterschelde en de Grevelingen.

Hoe plant deze soort zich voort en hoe oud kunnen ze worden?

De eitjes van korfschelpen worden buiten het lichaam bevrucht. De larven blijven minstens 2 tot 4 weken in de waterkolom, voordat ze zich op de zeebodem vestigen. Hierdoor kunnen ze in potentie ver van de oorspronkelijke populatie terecht komen. Toch blijkt uit genetisch onderzoek dat larven van deze soort geen grote afstanden afleggen. Door de hoge productie verschijnen korfschelpen wel vaak als eerste in grote aantallen in een gebied waar andere soorten eerder zijn weggevaagd door een catastrofe. Korte tijd zijn deze schelpdieren dan de meest voorkomende soort, totdat de andere soorten terugkomen en deze de schelpdieren wegconcurreren of opeten. De jonge schelpdierdierjes kunnen in dichtheden voorkomen van 50.000 individuen per vierkante meter, maar de sterfte is hoog in de eerste maanden. Ze worden waarschijnlijk maximaal 5 jaar oud.

Welke rol spelen ze in het ecosysteem en welke relatie is er met andere soorten?

Korfschelpen filteren het zeewater en halen er voedseldeeltjes uit, zoals plantaardig plankton, kiezelwieren en bacteriën. Zo vormen ze een belangrijke link tussen de waterkolom en de zeebodem; ze leggen zwevend materiaal uit de waterkolom vast als biomassa in de bodem. Korfschelpen worden zelf weer gegeten door krabben en kreeften, zeesterren en vissen.

Is deze soort kwetsbaar en wat zijn de bedreigingen?

De stevige korfschelp is niet erg gevoelig voor natuurlijke of door mensen veroorzaakte verstoring. Door de schelp hermetisch af te sluiten kunnen ze momenten van tijdelijke vervuiling goed overleven. Ze kunnen ook goed tegen zuurstofarme omstandigheden, eutrofiering en veranderingen in zoutgehalte. Ook troebel water levert weinig problemen op, omdat ze goed in staat zijn de eetbare deeltjes van de oneetbare deeltjes te scheiden voordat ze deze opeten. Menselijke activiteiten als baggeren en bodemvisserij lijken weinig schade toe te brengen aan deze schelpdieren; de schelpen zijn robuust en de dieren kunnen lege gebieden snel opnieuw koloniseren.

In welke richtlijnen speelt deze soort een rol?

Deze soort komt niet voor in andere Europese richtlijnen of Nederlandse wet- en regelgeving en staat niet op de Nederlandse of Europese IUCN-lijst van bedreigde diersoorten.

Referenties: 8, 22, 24, 25, 28, 29, 40, 57, 59, 60

Factsheet *Corystes cassivelaunus*

Nederlandse naam: helmkrab
Engelse naam: masked crab of helmet crab

Indicatorsoort: Friese Front



Hoe ziet deze soort eruit?

Aan de opvallende vorm van het rugschild hebben deze krabben hun bijzondere naam te danken. De vorm doet denken aan een middeleeuwse helm en vissersmannen zien in het schild ook wel een gezichtje. Met de twee recht vooruitstekende voelsprietten vormen de krabben een adembuis naar het zeewater wanneer ze zich in de zeebodem hebben ingegraven. De voorpoten van de mannetjes zijn opvallend lang, ongeveer twee keer zo lang als het rugschild. Vrouwtjes onderscheiden zich door hun relatief korte schaarpoten. Helmkrabben zijn roodbruin tot gelig van kleur. Het rugschild kan 4 centimeter lang worden.

Waar komt deze soort voor en in welke mate?

Helmkrabben leven in het noordoostelijke deel van de Atlantische oceaan, van de Noorse zuidkust tot Portugal, en in de Noordzee en Middellandse Zee. Ze komen vooral voor op zandbodems, waar ze zich overdag helemaal ingraven. 's Nachts kruipen ze boven de grond om te eten. Ze komen in het hele Nederlands deel van de Noordzee voor. In het Friese Front en de Centrale Oestergronden worden de hoogste dichtheden gevonden. Daar leven enkele individuen per vierkante meter.

Hoe plant deze soort zich voort en hoe oud kunnen ze worden?

Helmkrabben groeien net als andere krabben door te vervellen. Ze kruipen uit hun oude pantser, groeien snel, waarna de nieuwe schaal uithardt. De mannetjes paren vlak na de vervelling met de vrouwtjes, als het pantser nog zacht is en de geslachtsopeningen niet verkalkt zijn. De eitjes worden door het wijfje onder het achterlijf geborgen en meegedragen tot ze uitkomen. De larven blijven 11 tot 30 dagen in de waterkolom. Helmkrabben kunnen zich vanaf het eerste levensjaar voortplanten en worden 3 tot 5 jaar oud.

Welke rol spelen ze in het ecosysteem en welke relatie is er met andere soorten?

Helmkrabben graven zich overdag achteruit de zeebodem in. Daardoor spelen ze lokaal een rol in het vermengen en verplaatsen van sediment in de zeebodem. Dit heeft een gunstig effect op de bodemstructuur, bodemchemie en de afbraak van dierlijke en plantaardige resten in de bodem. Deze krabben zijn alleseters en eten aas en levende kleine kreeftachtigen, schelpdieren en wormen. Ze worden zelf gegeten door vissen.

Is deze soort kwetsbaar en wat zijn de bedreigingen?

Door hun ingegraven bestaan zijn ze overdag relatief veilig voor roofdieren. Ze zijn behoorlijk mobiel en kunnen zich makkelijk opnieuw ingraven wanneer ze verstoord zijn. Deze krabben zijn wel gevoelig voor bodemberoerende visserij, omdat het vistuig door de bodem ploegt en de krabben hierdoor beschadigd raken. Doordat de larven vrij in het water zwemmen, kunnen ze nieuwe gebieden koloniseren.

In welke richtlijnen speelt deze soort een rol?

Deze soort komt niet voor in Europese richtlijnen of Nederlandse wet- en regelgeving en staat niet op de Nederlandse of Europese IUCN-lijst van bedreigde diersoorten.

Referenties: 17, 20, 25, 28, 29, 57, 59

Factsheet *Goneplax rhomboides*

Nederlandse naam: trapezium krab
Engelse naam: Angular crab

Indicatorsoort: Friese Front



Hoe ziet deze soort eruit?

Aan het hoekige rugschild heeft deze krab zijn Nederlandse en Engelse naam te danken. De mannetjes hebben opvallend lange en dunne voorpoten met scharen die wel vijf keer langer kunnen zijn dan het rugschild. Bij vrouwtjes zijn de voorpoten een stuk korter en dikker. De kleur van het pantser varieert van gelig wit, tot rood of zelfs felroze. Ze leven volledig ingegraven in de zeebodem. Het rugschild kan 4 centimeter breed worden.

Waar komt deze soort voor en in welke mate?

Deze krabben leven langs de noordoost Atlantische kust mogelijk tot aan zuidelijk Afrika en in de Middellandse Zee. Tot het begin van de 21ste eeuw werden ze zelden tot nooit in de Noordzee gevonden en werd aangenomen dat er geen levensvatbare populatie huisde. In 2003 werd deze soort voor het eerst gerapporteerd voor het Nederlandse deel van de Noordzee. Nu, 10 jaar later, blijkt dat een groot aaneengesloten gebied (Friese Front plus de oostelijke Oestergronden) is gekoloniseerd. Op het Friese Front en de Centrale Oestergronden worden nu dichtheden gevonden van ongeveer 1 exemplaar per vierkante meter. Waarschijnlijk heeft de soort zich de laatste tien jaar kunnen uitbreiden naar de Noordzee door de stijgende watertemperatuur in de winter en de heersende stroming in deze periode. Ze worden vooral in modderige bodems gevonden, waar ze complexe, vertakte gangenstelsels bouwen. De gangenstelsels van deze krabben hebben 1 tot 6 kraterachtige openingen en lopen horizontaal op 10 centimeter diepte.

Hoe plant deze soort zich voort en hoe oud kunnen ze worden?

Trapezium krabben groeien net als andere krabben door te vervellen. Ze kruipen uit hun oude pantser, groeien snel, waarna de nieuwe schaal uithardt. De krabben paren vlak na de vervelling, als het pantser nog zacht is en de geslachtsopeningen niet verkalkt zijn. De eitjes worden door het wijfje onder het achterlijf geborgen en meegedragen tot de eerste embryonale stadia zijn doorlopen. De larven zijn vrijzwemmend en behoren enige tijd tot het dierlijk plankton. Ze leven dan van voedseldeeltjes die zij uit het water filteren, zoals eencellige algen. Het is niet bekend hoe oud de krabben kunnen worden, maar het is aannemelijk dat ze enkele jaren kunnen leven.

Welke rol spelen ze in het ecosysteem en welke relatie is er met andere soorten?

Omdat deze soort nog niet zo lang in het Nederlandse deel van de Noordzee voorkomt, kan hij nieuwe concurrentie vormen voor andere soorten uit het gebied, zowel om leefruimte als om voedsel. Buiten de Noordzee komen deze krabben vaak samen voor met andere gravende soorten, zoals de moddergarnaal. Daar zijn de complexe gangenstelsels van deze soorten soms zelfs met elkaar verbonden. Daarom wordt concurrentie in leefruimte niet zozeer verwacht. De krab is een alleseter en eet dode en levende kreeftachtigen, schelpdieren, borstelwormen en voedseldeeltjes uit het sediment. Zelf wordt de krab gegeten door vissen, zoals kabeljauw. Mogelijk vormt de soort dus een aanzienlijke extra voedselbron voor Noordzeevissen. Door het graven van complexe gangenstelsels spelen de krabben een belangrijke rol in het vermengen en verplaatsen van sediment in de zeebodem en hebben ze een gunstig effect op bodemstructuur, bodemchemie en de afbraak van dierlijke en plantaardige resten in de bodem.

Is deze soort kwetsbaar en wat zijn de bedreigingen?

Hoewel trapezium krabben ingegraven in de zeebodem leven, is bekend dat ze beschadigd kunnen raken door bodemberoerende visserij. Ze kunnen zich bij gevaar wel snel uit de voeten maken. Op de zeebodem kunnen ze hard rennen, in Groot-Brittannië worden ze daarom ook wel 'modderrenners' genoemd.

In welke richtlijnen speelt deze soort een rol?

Deze soort komt niet voor in andere Europese richtlijnen of Nederlandse wet- en regelgeving en staat niet op de Nederlandse of Europese IUCN-lijst van bedreigde diersoorten.

Referenties: 4, 25, 28, 29, 31, 32, 41, 44, 50, 57, 59

Factsheet *Nephtys incisa*

Nederlandse naam: niet aanwezig
Engelse naam: niet aanwezig

Indicatorsoort: Friese Front



Hoe ziet deze soort eruit?

Het lange, dunne lichaam van deze borstelwormen bestaat uit 60 tot 70 segmenten. Aan elk segment zitten twee borstels die de worm voor de voortbeweging en ademhaling gebruikt. De monddelen van deze wormen zijn opvallend groot. *Nephtys incisa* is bleekroze van kleur. Volwassen exemplaren kunnen 10 centimeter lang zijn.

Waar komt deze soort voor en in welke mate?

Deze wormen komen zowel aan de west- als de oostkust van de Atlantische Oceaan voor, inclusief de Noordzee en de Middellandse Zee. Ze leven in sediment variërend van grind tot slijkgig zand, maar komen het meeste voor in modderige bodems. In het Friese Front kunnen ze in dichtheden van enkele individuen per vierkante meter gevonden worden.

Hoe plant deze soort zich voort en hoe oud kunnen ze worden?

Borstelwormen kunnen grote hoeveelheden eitjes produceren, waarschijnlijk zo'n 80.000 per jaar per worm. Deze worden buiten het lichaam bevrucht. De larven kunnen tot 12 maanden in de waterkolom blijven zweven, voordat ze zich op de zeebodem vestigen. Hierdoor kunnen ze op grote afstand van de oorspronkelijke populatie terechtkomen. De wormen kunnen zich voortplanten wanneer ze 1 jaar zijn. Het is niet bekend hoe lang ze leven, maar andere wormen binnen deze familie kunnen 6 tot 9 jaar oud worden.

Welke rol spelen ze in het ecosysteem en welke relatie is er met andere soorten?

De wormen bewegen zich, net als regenwormen, in dunne gangen. Ze graven deze in de bovenste 10 centimeter van de zeebodem. Verlaten gangen kunnen instorten of opnieuw gebuikt worden. Door te graven spelen deze wormen een rol in het vermengen en verplaatsen van sediment. De wormen eten zowel plantaardig als dierlijk materiaal, afhankelijk van wat er aanwezig is. Uit het sediment halen ze kleine voedseldeeltjes, kiezelwieren en kleine diertjes. De wormen zelf worden gegeten door kreeftachtigen en vissen.

Is deze soort kwetsbaar en wat zijn de bedreigingen?

Hoewel wormen binnen deze familie gevoelig kunnen zijn voor koude winters en verontreiniging, is bekend dat ze zich na een aantal maanden tot jaren vaak weer herstellen.

In welke richtlijnen speelt deze soort een rol?

Deze soort komt niet voor in andere Europese richtlijnen of Nederlandse wet- en regelgeving en staat niet op de Nederlandse of Europese IUCN-lijst van bedreigde diersoorten.

Referenties: 11, 25, 28, 29, 30, 59, 61

Factsheet *Thracia convexa*

Nederlandse naam: bolle papierschelp
Engelse naam: convex thracia

Indicatorsoort: Friese Front



Natural History Museum Rotterdam

Hoe ziet deze soort eruit?

Door de bolle schelpkleppen ziet dit schelpdier er wat opgeblazen uit. De schelpen zijn flinterdun en daardoor breekbaar. Ze zijn wit tot bleekgeel van kleur. De buitenkant van de schelp is glad met parallelle lijnen en er lijkt een vouw in te zitten. De in- en uitstroombuisjes, waar het dier zeewater mee filtert, zijn lang. Bolle papierschelpen leven ingegraven. Het schelpdier kan 7 centimeter lang worden.

Waar komt deze soort voor en in welke mate?

Bolle papierschelpen leven langs de noordoost Atlantische kust. Ze komen voor van Noorwegen tot in de Middellandse Zee en de Noordzee. Ze leven ingegraven in modderige bodems in dieper water. Ze komen lokaal voor in de Noordzee, maar nergens in grote aantallen. In het Friese Front worden de hoogste dichtheden gevonden, maar ook daar zijn dat hooguit een tot twee individuen per vierkante meter.

Hoe plant deze soort zich voort en hoe oud kunnen ze worden?

De schelpdieren produceren eitjes die buiten het lichaam worden bevrucht. De larven blijven nog enige tijd in de waterkolom, voordat ze zich op de zeebodem vestigen. Het is niet bekend hoe ver de larven zich van de oorspronkelijke populatie kunnen verspreiden. Het zijn langzaam groeiende schelpdieren, ze kunnen mogelijk 15 jaar oud worden.

Welke rol spelen ze in het ecosysteem en welke relatie is er met andere soorten?

Met de in- en uitstroombuisjes filteren bolle papierschelpen het zeewater en halen er voedseldeeltjes uit, zoals plantaardig plankton. Met de buisjes maakt het dier schoorsteenachtige gangen in de bodem. Bij gevaar kan hij deze buisjes terugtrekken. Door zwevend en neergeslagen materiaal vast te leggen als biomassa in de bodem vormen ze een link tussen de waterkolom en de zeebodem. Over welke dieren bolle papierschelpen opeten is weinig bekend. Waarschijnlijk zijn ze wel slachtoffer van bodemvissen die stukjes van hun in- en uitstroombuisjes eten.

Is deze soort kwetsbaar en wat zijn de bedreigingen?

De breekbare schelp van bolle papierschelpen maakt het dier gevoelig voor bodemberoerende visserij. Omdat ze weinig mobiel zijn lopen de papierschelpen ook gevaar bedolven of beschadigd te raken bij verplaatsing van het sediment door vistuigen. Omdat het om langlevende en langzaam groeiende dieren gaat is het aannemelijk dat ze zich moeizaam herstellen na verstoring.

In welke richtlijnen speelt deze soort een rol?

Deze soort komt niet voor in Europese richtlijnen of Nederlandse wet- en regelgeving en staat niet op de Nederlandse of Europese IUCN-lijst van bedreigde diersoorten.

Referenties: 25, 28, 29, 45, 57, 59

Factsheet *Turritella communis*

Nederlandse naam: penhoren
Engelse naam: common tower shell of auger shell

Indicatorsoort: Centrale Oestergronden



Hoe ziet deze soort eruit?

Dit spitse kegelvormige slakje heeft tot maximaal 19 bolle windingen, die geleidelijk in grootte afnemen tot een scherpe punt. De lange, slanke vorm van het slakkenhuis is opvallend. In de Noordzee worden ze ongeveer 4,5 centimeter lang. De mondopening is vrijwel rond. Het slakkenhuis is roodbruin van kleur, vaak met donkerder vlammen. In de bodem liggen ze meestal in een hoek van 10 graden, met de mondopening iets beneden het bodemoppervlak en de top iets schuin naar beneden gericht.

Waar komt deze soort voor en in welke mate?

Penhorens leven ingegraven in de zeebodem. Ze zijn niet erg mobiel en blijven vaak lang op één locatie. Ze leven langs de oost-Atlantische kust van noord-Noorwegen tot aan de noord-Afrikaanse kust, en in de Noordzee en de Middellandse Zee. Het zijn dieren van zachte bodems en ze komen voor in rustige gebieden, op dieptes waar de golven geen invloed meer hebben. In de Noordzee worden ze vooral gevonden in de slibrijke bodem van de Centrale Oestergronden en het Friese Front, maar ook wel ten zuiden daarvan. Op de Centrale Oestergronden kunnen ze voorkomen in dichtheden van bijna 100 individuen per vierkante meter.

Hoe plant deze soort zich voort en hoe oud kunnen ze worden?

De vrouwtjes leggen pakketjes eieren op de zeebodem. Elk pakket bevat enkele honderden eikapsels en elk eikapsel 10-20 eitjes. De larven die uitkomen blijven 2 tot 3 weken in de waterkolom voordat ze zich op de zeebodem vestigen. Penhorens zijn vruchtbaar wanneer ze 1 tot 2 jaar oud zijn en worden waarschijnlijk 6 tot 10 jaar oud.

Welke rol spelen ze in het ecosysteem en welke relatie is er met andere soorten?

Penhorens eten kleine voedseldeeltjes uit het water vlak boven de bodem. Ze zuigen de neergeslagen of zwevende deeltjes naar binnen en filteren met de kieuwen de eetbare voedseldeeltjes er uit. Ze eten vooral dierlijk plankton en dierlijke en plantaardige resten. Zo vormen ze een link tussen de waterkolom en de zeebodem; ze leggen zwevend materiaal uit de waterkolom vast als biomassa in de bodem. Penhorens zelf worden gegeten door zeesterren en grote vissen zoals kabeljauw.

Is deze soort kwetsbaar en wat zijn de bedreigingen?

Het slakkenhuis van penhorens is stevig, maar het is niet bekend of ze gevoelig zijn voor beschadigingen. Aangezien ze ingegraven leven in de zeebodem en weinig mobiel zijn kunnen ze gevoelig zijn voor bodemberoering, maar de directe sterfte wanneer ze worden opgevist is laag ten opzichte van andere schelpdiersoorten.

In welke richtlijnen speelt deze soort een rol?

Deze soort komt niet voor in andere Europese richtlijnen of Nederlandse wet- en regelgeving en staat niet op de Nederlandse of Europese IUCN-lijst van bedreigde diersoorten.

Referenties: 2, 25, 28, 29, 57, 59

Factsheet *Upogebia deltaura*

Nederlandse naam: harige molkreeft
Engelse naam: niet aanwezig

Indicatorsoort: Friese Front



Hoe ziet deze soort eruit?

Dit bleekoranje moddergarnaaltje wordt ongeveer 12 centimeter lang. Daarmee is de harige molkreeft groter dan het nauwverwante moddergarnaaltje *Upogebia stellata*, maar verder lijken deze twee kreeftjes sprekend op elkaar. De harige molkreeft is ook groter en forser dan de moddergarnaal *Callianassa subterranea*. In tegenstelling tot bij de moddergarnaal zijn de kleine scharen aan de beide voorpoten van de harige molkreeft even groot. De monddelen zijn bezet met stevige borsteltjes die belangrijk zijn bij het verzamelen en selecteren van voedseldeeltjes.

Waar komt deze soort voor en in welke mate?

Deze soort komt voor langs de noord-Atlantische kust van zuid-Noorwegen tot Spanje, en in de Noordzee, de Middellandse Zee en de Zwarte Zee. In het Nederlandse deel van de Noordzee komen deze kreeftjes vooral voor in het Friese Front, de Centrale Oestergronden en de slibrijke randen van de Klaverbank, waar ze in hoge dichtheden leven. De hoogste aantallen worden in het Friese Front gevonden, waar enkele tientallen individuen per vierkante meter voorkomen.

Hoe plant deze soort zich voort en hoe oud kunnen ze worden?

De vrouwtjes produceren jaarlijks zo'n 5000 eitjes, die ze gedurende enkele weken tussen de poten meedragen. Nadat de larven zijn uitgekomen blijven ze ongeveer 8 weken in de waterkolom zweven. Daardoor kunnen de larven op grote afstand van de oorspronkelijke vestigingsplaats terecht komen. Harige molkreeften kunnen 3 jaar oud worden.

Welke rol spelen ze in het ecosysteem en welke relatie is er met andere soorten?

Harige molkreeften zijn gravende kreeftjes. Hun gangenstelsel kan een diepte bereiken van meer dan 60 centimeter. Vergelijken met de complexe gangenstelsels van de moddergarnaal *Callianassa subterranea*, zijn de Y-vormige gangenstelsels van de harige molkreeft erg eenvoudig. Op plaatsen waar veel gravende kreeftjes leven heeft de zeebodem onder rustige weercondities een pokdalig uiterlijk. De bovenste laag van het sediment wordt door de graafactiviteiten volledig doorwoeld. Gravende kreeftjes hebben hierdoor een groot effect op bodemstructuur, bodemchemie en de afbraak van dierlijke en plantaardige resten in de bodem. Het zeewater in de stelsels wordt actief ververst doordat de molkreeft met zijn pootjes wappert. De gangen zorgen voor een vergroot bodemoppervlak en daardoor voor een intensievere uitwisseling tussen bodem en water. Omdat de stelsels van de harige molkreeft, wanneer ze eenmaal zijn gegraven, niet veel meer veranderen doorwoelt deze soort de bodem wel minder dan de steeds maar doorgravende moddergarnaal *Callianassa subterranea*. Harige molkreeften filteren kleine voedseldeeltjes uit het water met de borstels rond hun monddelen. Hoewel de kreeftjes zelden tot nooit buiten hun gangenstelsel worden gezien, worden ze wel gegeten door bodemvissen zoals roggen, schelvis en kabeljauwen.

Is deze soort kwetsbaar en wat zijn de bedreigingen?

Deze moddergarnalen zijn goed bestand tegen lage zuurstofgehaltenes en troebel water. Ze zijn wel gevoelig voor bodemverstoring door bodemberoerende visserij, omdat die hun gangen of de kreeftjes zelf kan beschadigen. Ze zijn in staat om gedeeltelijk ingestorte gangenstelsels weer uit te graven en op te bouwen. Doordat ze veel larven produceren die bovendien lang in het water rondzweven, kunnen molkreeften geschikte gebieden snel koloniseren.

In welke richtlijnen speelt deze soort een rol?

Deze soort komt niet voor in Europese richtlijnen of Nederlandse wet- en regelgeving en staat niet op de Nederlandse of Europese IUCN-lijst van bedreigde diersoorten. Gravende kreeften, zoals moddergarnalen, horen bij de levensgemeenschap 'Sea-pen and burrowing megafauna communities'. Dit is een habitat die valt onder de OSPAR 'List of Threatened &/or Declining Species and Habitats'.

Referenties: 3, 12, 13, 16, 19, 25, 28, 29, 37, 43, 49, 51, 54, 57, 59

Factsheet *Upogebia stellata*

Nederlandse naam: niet aanwezig
Engelse naam: niet aanwezig

Indicatorsoort: Centrale Oestergronden



Hoe ziet deze soort eruit?

Dit lange, slanke moddergarnaaltje is bleek van kleur, maar heeft vaak opvallende oranje stipjes op het pantser. De onopvallende scharen zijn bij mannetjes iets groter en robuuster dan bij vrouwelijke exemplaren. Zowel mannetjes als vrouwtjes hebben stevige borstelige haren rond de monddelen die belangrijk zijn bij het verzamelen en selecteren van voedsel. Volwassen exemplaren zijn ongeveer 6 centimeter lang en zijn daarmee iets kleiner en fijner dan exemplaren van het sterk gelijkende moddergarnaaltje *Upogebia deltaura*.

Waar komt deze soort voor en in welke mate?

Deze soort komt voor langs de noord-Atlantische kust van zuid-Noorwegen tot Spanje, en in de Noordzee en de Middellandse Zee. In het de Centrale Oestergronden en het Friese Front leven deze moddergarnaaltjes in hoge dichtheden. In het noordoostelijke deel van de Centrale Oestergronden worden de hoogste aantallen gezien. Daar leven enkele individuen per vierkante meter. In andere delen van de Nederlandse Noordzee worden ze nauwelijks gevonden.

Hoe plant deze soort zich voort en hoe oud kunnen ze worden?

De vrouwtjes leggen jaarlijks zo'n 5000 eitjes. Die dragen ze 8 weken met zich mee tussen hun pootjes. De larven verlaten vervolgens het gangenstelsel en zweven ongeveer 4 weken rond in de waterkolom. Daardoor kunnen ze op grote afstand van het gangenstelsel terecht komen. Uiteindelijk vestigen ze zich op de bodem. Na 1 jaar zijn de moddergarnaaltjes geslachtsrijp. Ze kunnen ongeveer 3 jaar oud worden.

Welke rol spelen ze in het ecosysteem en welke relatie is er met andere soorten?

Deze gravende kreeftjes hebben een vrij simpel gangenstelsel. De basis wordt gevormd door een U-vormige gang met twee openingen. Vanuit het midden van deze U wordt het stelsel verder uitgebouwd, vaak met één doodlopende gang in verticale richting. Het gangenstelsel is zo'n 30 centimeter diep. Door water door het gangenstelsel te pompen zorgen de moddergarnaaltjes er voor dat er voldoende voedsel en zuurstof binnenkomt. Met de borstelige haren rond hun monddelen filteren ze het water en halen er kleine voedseldeeltjes en algen uit. Ze eten het liefst plantaardig materiaal, de dierlijke deeltjes selecteren ze zo veel mogelijk uit. Naast het filteren van water, waar ze het grootste deel van het voedsel uit halen, kunnen ze ook voedseldeeltjes uit het sediment zeven. Door deze manier van leven zijn deze moddergarnaaltjes een belangrijke link tussen het systeem in de waterkolom en dat van de zeebodem. Gravende kreeftjes hebben een groot effect op bodemstructuur, bodemchemie en de afbraak van dierlijke en plantaardige resten materiaal in de bodem. Omdat de stelsels van deze kreeftjes, wanneer ze eenmaal zijn gegraven, niet veel meer veranderen, doorwoelt deze soort de bodem wel minder dan de steeds maar doorgravende moddergarnaal *Callinassa subterranea*.

Is deze soort kwetsbaar en wat zijn de bedreigingen?

Deze moddergarnalen zijn goed bestand tegen lage zuurstofgehaltenes en troebel water. Ze zijn wel gevoelig voor bodemverstoring door bodemberoerende visserij. Door de hoge productiviteit van eitjes en de 'vrije' periode als larfjes kunnen ze geschikte gebieden snel opnieuw koloniseren.

In welke richtlijnen speelt deze soort een rol?

Deze soort komt niet voor in andere Europese richtlijnen of Nederlandse wet- en regelgeving en staat niet op de Nederlandse of Europese IUCN-lijst van bedreigde diersoorten. Gravende kreeften, zoals moddergarnalen, horen bij de levensgemeenschap 'Sea-pen and burrowing megafauna communities'. Dit is een habitat die valt onder de OSPAR 'List of Threatened &/or Declining Species and Habitats'.

Referenties: 3, 13, 25, 28, 29, 33, 34, 37, 38, 49, 54, 57, 59

Kwaliteitsborging

Deze inventarisatie is uitgevoerd door een team van specialisten met meerjarige ervaring op het gebied van schelpdier-bestandsopnames en zij beschikken over een gedegen kennis van soorten en het gebied. De monsternamen worden uitgevoerd volgens de protocollen beschreven in het Handboek Bestandsopnames Schelpdieren WOT (Troost et al., 2013) en het Handboek Monstertuigen Schelpdierinventarisaties (Perdon & Troost, 2013).

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Referenties

1. Amaro TPF, GCA Duineveld, MJN Bergman, R Witbaard, M Scheffer (2007). The consequences of changes in abundance of *Callinassa subterranea* and *Amphiura filiformis* on sediment erosion at the Frisian Front (south-eastern North Sea). *Hydrobiologia* 589: 273–285.
2. Allmon WD (1988). Ecology of Recent Turritelline Gastropods (Prosobranchia, Turritellidae): Current Knowledge and Paleontological Implications. *Palaios* 3(3): 259-284.
3. Astall CM, AC Taylor, RJA Atkinson (1997). Behavioural and Physiological Implications of a Burrow-dwelling Lifestyle for Two Species of Upogebiid Mud-shrimp. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44: 155–168.
4. Atkinson RJA (1974). Behavioural Ecology of the Mud-Burrowing Crab *Goneplax rhomboides*. *Marine Biology* 25: 239--252.
5. Austen MC, Widdicombe S (1998). Experimental evidence of effects of the heart urchin *Brissopsis lyrifera* on associated subtidal meiobenthic nematode communities. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 222: 219-238.
6. Berkel C van, AR Boon, WA Wiersinga (2002). Natuurwaardenkaart Noordzee; gebieden met bijzondere natuurwaarden op het Nederlands Continentaal Plat. Rapport EC-LNV nr. 2002/115
7. Bos OG, R Witbaard, M Lavaleye, G van Moorsel, LR Teal, R van Hal, T van der Hammen, R ter Hofstede, R van Bemmelen, RH Witte, S Geelhoed, EM Dijkman (2011). Biodiversity hotspots on the Dutch Continental Shelf. A Marine Strategy Framework Directive perspective. Report number C071/11. Imares.
8. Brenko M (2006). The basket shell, *Corbula gibba* Olivi, 1792 (Bivalve Mollusks) as a species resistant to environmental disturbances: A review. *Acta Adriat.* 47(1): 49 - 64.
9. Bruggeman O, Dupont S, Mallefet J, Bannister R, Thorndyke MC (2001). Bioluminescence in the ophiuroid *Amphiura filiformis* (O.E Müller, 1776) is not temperature dependant. *Echinoderm Research Feral & Oavid* (eds.) Swets & Zeitlinger, Lisse, ISBN 90 5809 528 2.
10. Callaway R, Engelhard GH, Dann J, Cotter J, Rumohr H (2007). A century of North Sea epibenthos and trawling: comparison between 1902–1912, 1982–1985 and 2000. *Marine Ecology Progress Series* 346: 27-43.
11. Clark RB (1962). Observations on the food of *Nephtys*. *Limnol. Oceanogr.* 7: 380–385.
12. Conides AJ, Nicolaidou A, M Apostolopoulou, M Thessalou-Legaki (2012). Growth, mortality and yield of the mudprawn *Upogebia pusilla* (Petagna, 1792) (Crustacea: Decapoda: Gebiidea) from western Greece. *Acta Adriat.* 53(1): 87 - 103.
13. De Morgan W (1910). On the species *Upogebia stellata* and *Gebia deltura*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom (New Series)* 8(05): 475-478.
14. Dewicke A, V Rottiers, J Mees, M Vincx (2002). Evidence for an enriched hyperbenthic fauna in the Frisian Front (North Sea). *Journal of Sea Research* 47 121– 139.
15. Duineveld GCA, A Künitzer, RP Heyman (1987). *Amphiura filiformis* (ophiuroida: echinodermata) in the North Sea: distribution, present and former abundance and size composition. *Netherlands Journal of Sea Research* 21(4): 317-329.

16. Duineveld GCA, MJN Bergman, M Lavaleye (2007). Effects of an area closed to fisheries on the composition of the benthic fauna in the southern North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 64: 899–908.
17. Garstang W (1896). Contributions to Marine Bionomics: The Habits and Respiratory Mechanism of *Corystes cassivelaunus*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom (New Series)* 4: 223-232.
18. Hal R van, OG Bos, RG Jak (2011). Noordzee: systeemodynamiek, klimaatverandering, natuurtypen en benthos; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOT-werkdocument 255
19. Hall-Spencer JM, RJA Atkinson (1999). *Upogebia deltaura* (Crustacea: Thalassinidea) in Clyde Sea maerl beds, Scotland. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 79: 871-880.
20. Hartnoll RG (1968). Reproduction in the Burrowing Crab, *Corystes cassivelaunus* (Pennant, 1777) (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana* 15(2): 165-170.
21. Hollertz K, JC Duchêne (2001). Burrowing behaviour and sediment reworking in the heart urchin *Brissopsis lyrifera* Forbes (Spatangoida). *Marine Biology* 139 (5): 951-957
22. Holmes SP, N Miller (2006). Aspects of the ecology and population genetics of the bivalve *Corbula gibba*. *Marine Ecology Progress Series* 315: 129–140.
23. Holtmann SE, A Groenewold, KHM Schrader, J Asjes, JA Craeymeersch, GCA Duineveld, AJ van Bostelen, J van der Meer (1996). Atlas of the zoobenthos of the Dutch Continental Shelf. , Ministry of Transport, Public works and Water Management, North Sea Directorate, Rijswijk.
24. Kröncke I, Reiss H, Eggleton JD, Aldridge J, Bergman MJN, Cochrane S, Craeymeersch JA, Degraer S, Desroy N, Dewarumez J-M, Duineveld GCA, Essink K, Hillewaert H, Lavaleye MSS, Moll A, Nehring S, Newell R, Oug E, Pohlmann T, Rachor E, Robertson M, Rumohr H, Schratzberger M, Smith R, Vanden Berghe E, van Dalen J, Van Hoey G, Vincx M, Willems W, Rees HL (2011). Changes in North Sea macrofauna communities and species distribution between 1986 and 2000. *Coastal and Shelf Science* 94: 1-15.
25. Lindeboom HJ, SJ de Groot (1998) The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems. IMPAC-II NIOZ report 1998-1 RIVO-DLO report C003/98
26. Lindeboom HJ, R Witbaard, OG Bos, HWG Meesters Gebiedsbescherming Noordzee; Habitattypen, instandhoudingsdoelen en beheersmaatregelen Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOTerkdocument 114
27. Lindeboom HJ, EM Dijkman, OG Bos, EH Meesters, JSM Cremer, I.de Raad, R.van Hal, A.Bosma (2008). Ecologische Atlas van de Noordzee ten behoeve van gebiedsbescherming, Wageningen IMARES, Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies.
28. MarLIN BIOTIC - Biological Traits Information Catalogue. Available from www.marlin.ac.uk/biotic
29. MarLIN Marine Macrofauna Genus Trait Handbook . Available from www.genustrait handbook.org.uk/
30. Michaud E, G Stora (2010). Sedimentary organic matter distributions, burrowing activity, and biogeochemical cycling: Natural patterns and experimental artefacts. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 90: 21-34.

31. Neumann H, Ehrich S, I Kröncke (2010). Establishment of the angular crab *Goneplax rhomboides* (Linnaeus, 1758) (Crustacea, Decapoda, Brachyura) in the southern North Sea. *Aquatic Invasions* 5,(Supplement 1): 27-30.
32. Neumann H, I de Boois, I Kröncke & H Reiss (2013). Climate change facilitated range expansion of the non-native angular crab *Goneplax rhomboides* into the North Sea. *Marine Ecology Progress Series* 484: 143-153.
33. Nickell LA, RJA Atkinson (1995). Functional morphology of burrows and trophic modes of three Thalassinidean shrimp species, and a new approach to the classification of Thalassinidean burrow morphology. *Marine Ecology Progress Series* 128: 181-197.
34. Nickell LA, RJA Atkinson, EH Pinn (1998). Morphology of thalassinidean (Crustacea: Decapoda) mouthparts and pereopods in relation to feeding, ecology and grooming. *Journal of Natural History* 32(5): 733-761.
35. Noort GJ van, GCA Duineveld (1986). Observations on the population dynamics of *Amphiura filiformis* (Ophiuroidea: Echinodermata) in the Southern North Sea and its exploitation by the dab, *Limanda limanda*. *Netherlands Journal of Sea Research* 20 (1): 85-94.
36. Pinn EH, RJA Atkinson, A Rogerson (1998). The diet of two mud-shrimps, *Calocaris macandreae* and *Upogebia stellata* (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). *Ophelia* 48(3): 211-223.
37. Pinn EH, RJA Atkinson, A Rogerson (1998). Particle size selectivity and resource partitioning in five species of Thalassinidea (Crustacea: Decapoda). *Marine Ecology Progress Series* 169: 213-250.
38. Pinn EH, RJA Atkinson, A Rogerson (2001). Sexual dimorphism and intersexuality in *Upogebia stellata* (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 81(6): 1061-1062.
39. Ramsay K, MJ Kaiser, RN Hughes (1998). Responses of benthic scavengers to fishing disturbance by towed gears in different habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 224: 73-89.
40. Reiss H, K Meybohm, I Kröncke (2006). Cold winter effects on benthic macrofauna communities in near- and offshore regions of the North Sea. *Helgol Mar Res* 60: 224-238.
41. Rice AL, CJ Chapman (1971). Observations on the burrows and burrowing behaviour of two mud-dwelling decapod crustaceans, *Nephrops norvegicus* and *Goneplax rhomboides*. *Marine Biology* 10: 330--342.
42. Rowden AA, MB Jones, AW Morris (1998). The role of *Callinassa subterranea* (Montagu) (Thalassinidea) in sediment resuspension in the North Sea. *Continental Shelf Research* 18: 1365-1380.
43. Samuelsen TJ (2011). New records of *Upogebia deltaura* and *U. stellata* (Crustacea, Decapoda) from Western Norway. *Sarsia* 56(1): 131-134.
44. Sartor P, B Francesconi, I Rossetti, S De Ranieri (2006). Catch composition and damage incurred to crabs discarded from the eastern Ligurian Sea "rapido" trawl fishery. *Hydrobiologia* 557: 121-133.
45. Sartori AF, O Domaneschi (2005). The functional morphology of the antarctic bivalve *Thracia meridionalis* Smith, 1885 (Anomalodesmata: Thraciidae). *Journal of Molluscan Studies* 71: 199-210.

46. Spicer JI, Widdicombe S (2012). Acute extracellular acid–base disturbance in the burrowing sea urchin *Brissopsis lyrifera* during exposure to a simulated CO₂ release. *Science of the Total Environment* 427-428: 203–207.
47. Slijkerman DME, OG BOS, JT van der Wal, JE Tamis, P de Vries (2013) Zeebodemintegriteit en visserij op het Friese Front en de Centrale Oestergronden; beschikbare kennis en eerste uitwerking. rapport C078/13
48. Stamhuis EJ, T Reede-Dekker, Y Van Etten, JJ De Wiljes, JJ Videler (1996). Behaviour and time allocation of the burrowing shrimp *Callinassa subterranea* (Decapoda, Thalassinidea). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 204 225-239.
49. Taylor AC, CM Astall, RJA Atkinson (2000). A comparative study of the oxygen transporting properties of the haemocyanin of five species of Thalassinidean mud-shrimps. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 244: 265–283.
50. Trenkel VM, F Le Loch, 3, MJ Rochet (2007). Small-scale spatial and temporal interactions among benthic crustaceans and one fish species in the Bay of Biscay. *Mar Biol* 151: 2207–2215.
51. Tunberg B (1986). Studies on the Population Ecology of *Upogebia deltuura* (Leach) (Crustacea, Thalassinidea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 22: 753-765.
52. Van Rillaer L (1991). Een niet alledaagse vondst van de gedoornde hartschelp *Acanthocardia echinata* (Linnaeus, 1758) op het strand van Zeebrugge. *De Strandulo*, 11(1): 23-24.
53. Vopel K, D Thistle, R Rosenberg (2003). Effect of the Brittle Star *Amphiura filiformis* (Amphiuridae, Echinodermata) on Oxygen Flux into the Sediment. *Limnology and Oceanography* 48(5): 2034-2045.
54. Webb GE (1919). The Development of the Species of *Upogebia* from Plymouth Sound. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 12 (01): 81-134.
55. Welsh DT. (2003). It's a dirty job but someone has to do it: the role of marine benthic macrofauna in organic matter turnover and nutrient recycling to the water column. *Chemistry and Ecology* 19(5): 321–342.
56. Wijnhoven S, G Duineveld, M Lavaleye, J Craeymeersch, K Troost, M van Asch (2013). Kader Richtlijn Marien indicatoren Noordzee - Naar een uitgebalanceerde selectie van indicator soorten ter evaluatie van habitats en gebieden en scenario's hoe die te monitoren., NIOZ.
57. Witbaard R, MSS Lavaleye, GCA Duineveld, MJN Bergman (2013). Atlas of the megabenthos on the Dutch continental shelf of the North Sea, NIOZ-Report 2013-4.
58. Witbaard R, GCA Duineveld (1989). Some aspects of the biology and ecology of the burrowing shrimp *Callinassa subterranea* (Montagu) (Thalassinidea) from the southern North Sea. *Sarsia* 74(3): 209-219.
59. WoRMS Editorial Board (2013). World Register of Marine Species. Available from www.marinespecies.org at VLIZ.
60. Yonge CM (1946). On the habits and adaptations of *Aloidis* (*Corbula*) *gibba*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 26: 358-376.
61. Zajac RN, RB Whitlatch (1988). Population Ecology of the Polychaete *Nephtys incisa* in Long Island Sound and the Effects of Disturbance. *Estuaries*, 11(2): 117-133.

Verantwoording

Rapportnummer: C185/13

Projectnummer: 4306124001

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Dr. O.G. Bos
Onderzoeker



Handtekening:

Datum: 17-12-2013

Akkoord: drs. J. Asjes
Afdelingshoofd



Handtekening:

Datum: 17-12-2013