

RIVO - Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek

Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel.: 0255 564646
Fax.: 0255 564644
Internet:postkamer@rivo.dlo.nl

Postbus 77
4400 AB Yerseke
Tel.: 0113 572781
Fax.: 0113 573477

RIVO Rapport

Nummer: C061/99

Uitwerking graadmeter 'stapelvoedsel': *Spisula subtruncata* in de Nederlandse kustzone (1993-1997)

J.A. Craeymeersch

Oprichtgever: Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee
Postbus 20907
2500 EX Den Haag

Project nummer: 75003-99-18

Contract nummer: 990086

Akkoord: Dr. A.C. Smaal
locatiemanager Yerseke

Handtekening: _____

Datum: 18.11.1999

Aantal exemplaren: ~nr~
Aantal pagina's: ~nr~
Aantal tabellen: ~nr~
Aantal figuren: ~nr~
Aantal bijlagen: ~nr~

In verband met de verzelfstandiging van de Stichting DLO, waartoe tevens RIVO behoort, maken wij sinds 1 juni 1999 geen deel meer uit van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Wij zijn geregistreerd in het Handelsregister Centraal Nederland nr. 09098104 BTW nr. NL 806511618B14.

De Directie van het RIVO is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van het RIVO; opdrachtgever vrijwaart het RIVO 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 van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave:

Samenvatting

~tekst~

1. Inleiding

De halfgeknotte strandschelp, *Spisula subtruncata*, komt langs de Europese en Westafrikaanse kusten voor van Noorwegen tot Senegal, en verder in de Middellandse Zee en de Zwarte Zee. De soort leeft vooral in de kustwateren in zandige, soms slibhoudende, sedimenten (Poppe & Goto, 1993; Holtmann et al., 1996). Ook voor de Nederlandse kust is *S. subtruncata* een van de meest voorkomende soorten (Eisma, 1966; Holtmann et al., 1996). *S. subtruncata* is een suspension feeder, en kan algen met een zeer grote efficiëntie uit het gesuspendeerd organisch materiaal filteren (Kjørboe & Møhlenberg, 1981). Over de levenscyclus is slechts weinig gekend. Waarschijnlijk vindt de voortplanting plaats in de winter of vroege lente, gevolgd door een lange pelagische fase (Holtmann et al., 1996). Maar de sterke daling in het kookgewicht begin juni (mond. med. Holstein) wijst op een later tijdstip van voortplanting en broedval. Broedval zou in mei-juli gebeuren (Cattaneo and Massé, 1983; Møhlenberg & Kjørboe, 1981; Ambroggi & Ambroggi, 1985). Gezien het latere tijdstip van voortplanting in de Nederlandse wateren, zal de broedval vooral in juli plaatsvinden. Dit is in overeenstemming met de bevindingen voor de Belgische kust, waar in 1995 een grote broedval in juli gevonden werd (Degraer, 1999). Over de factoren die de vestiging van jong broed bepalen, is weinig gekend. Ambroggi & Ambroggi (1985) veronderstellen dat jonge dieren na de primaire vestiging nog naar iets minder diepe plaatsen kunnen migreren. In het eerste halfjaar worden de dieren 10-15 mm lang; de maximale lengte is iets meer dan 30 mm (Degraer, 1999). In de Nederlandse kustwateren worden de dieren 4-5 jaar oud (Leopold, 1996), maar meestal 3 jaar.

Oppervlakkig in het sediment levende tweekleppigen, zoals *Spisula subtruncata*, kunnen een belangrijk voedselprooi zijn voor ongewervelde predatoren, zoals de zeester (*Asterias rubens*) (Anger et al., 1977; Allen, 1983). Ook grotere garnalen (*Crangon crangon*) prederen tweekleppigen (del Norte-Compos & Temping, 1994), maar dan vooral op de sifons van surface deposit-feeders zoals het nonnetje (*Macoma balthica*) (Kamermans & Huitema, 1994). Daarnaast worden bivalven regelmatig in magen van epibenthische vissen gevonden. Zo zijn er ook (fragmenten van) *Spisula* gevonden in magen van schollen (*Pleuronectes platessa*) en tong (*Solea solea*), al vormen ze er niet de belangrijkste voedselprooi (Braber & de Groot, 1973; Offringa, 1991; De Clerck & Buseyne, 1989; Rijnsdorp & Vingerhoed, in voorbereiding).

De meest talrijke zeeëend in de Nederlandse kustzone is de zwarte zeeëend (*Melanitta nigra*). Daarnaast komen nog drie andere schelpdieretende soorten voor in de kustzone: de grote zeeëend (*Melanitta fusca*), de Toppereend (*Aythya marila*) en de Eidereend (*Somateria mollissima*) (Leopold, 1996). Uit maagonderzoek en een koppeling tussen het voorkomen van zeeëenden en beschikbare prooien ter plaatse blijkt dat tweekleppigen de voornaamste prooi zijn, al kunnen de prooi-soorten per gebied en per soort verschillen.

Voor de Noordzeekust van Denemarken bleek de halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) de belangrijkste prooi voor zowel de zwarte zeeëend als de grote zeeëend (*Melanitta fusca*) (Durinck et al., 1993). En in de jaren negentig is *S. subtruncata* de belangrijkste voedselprooi van de zwarte zeeëend voor de Belgische kust (Offringa et al., 1996; Degraer, 1999). Ook in Nederland blijkt uit maagonderzoek dat *Spisula subtruncata* in het laatste decennium de belangrijkste voedselbron is voor zeeëenden (Leopold, 1996).

Sinds 1985 wordt er in de Nederlandse kustwateren op *Spisula subtruncata* gevist. Maar met de overheidsbeperkingen van de kokkelvisserij begin jaren negentig, zijn meer vissers op *Spisula* gaan vissen. Momenteel zijn acht tot zestien bedrijven actief. Visserij vond daarbij plaats in de Voordelta, de Noordhollandse kustzone en boven de Waddeneilanden. De omzet is bestemd voor de export (voornamelijk Spanje) (RLG, 1998). De markt is niet erg groot. Maximaal wordt zo'n 4000-5000 ton visvlees gevist, meestal slechts enkele 100-en tonnen (mond. med. Holstein).

De visserij op *Spisula* spp. is enkel toegestaan in de visserijzone. Vanaf medio 1999 is een vergunning vereist voor het gebruik van vistuigen die geschikt zijn voor het vissen op de deze soort. Een vergunning wordt slechts verleend indien het bestandsbelang van de betreffende soort zulks toelaat en vooralsnog uitsluitend aan degenen die kunnen aantonen dat zij voor 1 januari 1999 reeds bedrijfsmatig de visserij op *Spisula* en/of *Ensis* uitoefenden. In de loop van de tweede fase zal de reeds in gang gezette wijziging van de Visserijwet worden afgerond en in werking treden. Dan zal aan de besluitvorming om vergunningen voor deze visserij te verlenen tevens rekening worden gehouden met de belangen van de natuurbescherming ref.....

Gezien het belang als voedselbron voor met name zwarte zeeëenden is *Spisula subtruncata* als mogelijke ecologische graadmeter voor het evalueren van de ecologische toestand van, en de gevolgen van gebruik op het Noordzee ecosysteem opgenomen. In het kader van dit project (GONZ; zie Duel, 1997) heeft het RIVO daarom de gegevens verkregen in de periode 1993-1997 met betrekking tot de verspreiding, dichtheid, biomassa en populatie-opbouw van *Spisula subtruncata* nader verwerkt. Naast verspreidingskaarten wordt voor deelgebieden van de kustzone de evolutie in de tijd weergegeven. Verder is gepoogd de definitie van banken nader te omschrijven, zowel vanuit het oogpunt van de zeeëenden als van de visserij. Tot slot wordt nagegaan in hoeverre *Spisula* (nu al) als graadmeter gebruikt kan worden.

2. Materiaal en methoden

2.1. Bestandsopnames

Sinds 1995 worden door het RIVO jaarlijks de schelpdierbestanden voor de Nederlandse kust tussen Hoek van Holland en de Duitse grens geïnventariseerd. Het overige deel van de Nederlandse kustzone, de Voordelta, wordt reeds sinds 1993 onderzocht (van Stralen & Kesteloo-Hendrikse, 1993; Craeymeersch & van der Land, 1998). Het onderzoeksgebied is aan de zeezijde ongeveer begrensd door de 20m-dieptelijn (ca. 12 km uit de kust). Het onderzoek is gericht op het in kaart brengen van de schelpdierbestanden en de fluctuaties in de tijd in de ligging en omvang van deze bestanden. Het onderzoek is in eerste instantie gericht op de bestanden van *Spisula subtruncata*, maar geeft ook een kwantitatief beeld over de verspreiding en dichtheid van een 25-tal andere bodemdiersoorten.

De bemonsteringen zijn steeds uitgevoerd in het voorjaar (april-juni). Er werd gevist met twee verschillende vistuigen: een aangepaste zuigkor en, bij waterdieptes groter dan 10 meter (Voordelta), een speciaal voor het bemonsteren van schelpdieren ontworpen sleepkor (de "guts"). De guts is een soort kooi die aan de onderzijde is voorzien van een schaaaf van 10 cm breed. De vissende breedte van de zuigkor bedraagt 20 cm. Beide vistuigen bemonsteren de bovenste 7 cm van het sediment. Vissen gebeurde over een afstand van ongeveer 150 meter. De bemonsterde oppervlakte was daardoor $\pm 15\text{m}^2$ met de sleepkor en $\pm 30\text{m}^2$ met de zuigkor. De methode van monstern wordt sinds 1992 ook toegepast tijdens inventarisaties van het mosselzaad in de Waddenzee (zie o.a. van Stralen, 1992).

De monsterpunten zijn over het onderzoeksgebied verdeeld volgens een grid, waarbij voor een efficiënte verdeling van de onderzoeksinspanning het gebied verdeeld werd in een aantal strata: gebieden met verschillende kans of verwachting op het voorkomen van schelpdieren. De indeling is daarbij gebaseerd op informatie uit eerdere bestandsopnames en op informatie van schelpdiervissers. In strata waar zich mogelijk schelpdieren konden bevinden, werd een fijner grid bemonsterd dan in gebieden waar maar lage dichtheden verwacht werden. In strata waar geen schelpdieren verwacht werden, is het minst intensief bemonsterd. Figuur 1 geeft de ligging van de monsterpunten (1993-1997).

Het bodemmateriaal dat naar boven komt, werd in een grote roestvrijstalen bak opgevangen en uitgespoeld (maaswijdte 5 mm). De vangst werd opgemeten (in liters) en uit een deelmonster werden alle levende organismen uitgezocht. Voor *Spisula subtruncata* is daarbij een onderscheid gemaakt tussen jaarklasse 0 (broed van voorgaande jaar) en oudere individuen.

Per lokatie is de dichtheid (aantal per vierkante meter) en de biomassa (gram versgewicht per vierkante meter) bepaald. Voor vier deelgebieden (Voordelta, Zuidhollandse kust, Noordhollandse kust, Waddeneilanden) is de bestandsgrootte (totaal aantal en totale biomassa) berekend. Omdat de zeewaartse begrenzing van het onderzochte gebied in 1995 veel dicht bij de kust lag dan in 1996 en 1997, zijn de meest zeewaarts gelegen punten niet bij de verwerking meegenomen (zie figuur 1).

2.2. Definitie banken

Zowel zeeëenden als vissers zullen pas onder bepaalde voorwaarden ook daadwerkelijk op de aanwezige *Spisula* prederen of vissen. Gedacht kan worden aan beperkingen in diepte, eisen wat betreft de dichtheid, de biomassa, de lengte van de schelpen, enz... Deze randvoorwaarden hoeven voor zeeëenden en vissers niet dezelfde te zijn, en dus kan ook de definitie van een '*Spisula*-bank' verschillen.

Op basis van literatuurgegevens over de voedselopname door zeeëenden en gesprekken met de visserijsector en collega's is gepoogd het begrip bank nader te definiëren.

3. Resultaten

3.1. Verspreiding, dichtheid, biomassa en omvang van de bestanden van *Spisula subtruncata*

In figuren 2 tot en met 4 worden de verspreiding, en de dichtheid van *Spisula subtruncata* (totaal, 0-jarig, meerjarig) voor de jaren 1993 tot en met 1997 gegeven. De biomassagegevens laten eenzelfde patroon zien, en zijn daarom niet in deze rapportage opgenomen. De omvang van de bestanden wordt voor de vier onderscheiden deelgebieden in de Nederlandse kustzone gegeven in tabel 1. Tabel 2 geeft de gemiddelde dichtheid en biomassa.

De aantallen (en biomassa's) variëren sterk, zowel in de ruimte als in de tijd. In 1994 was er een goede broedval op meerdere plaatsen in de Voordelta (zie inventarisatie 1995) en ten noorden van Terschelling en Ameland, in 1995 voor de Noordhollandse kust, in 1996 (zie survey 1997) opnieuw boven de Waddeneilanden. Een jaar later is dit te zien in de kaartjes van de meerjarige dieren. Dit heeft ook zijn weerslag op de totale bestanden. Doordat een goede broedval niet in alle gebieden in dezelfde jaren voorkomt, is het verloop van de bestanden ook niet synchroon.

3.2. Definitie banken

Zwarte zeeëenden kunnen zowel op kleine dieren als op grotere dieren prederen (Offringa 1991; Leopold, et al., 1998). *Spisula* van rond de 1 cm lengte is blijkbaar al voldoende groot voor consumptie door zwarte zeeëenden (Leopold, 1996). Een eend heeft in per dag zo'n 15-55000 jonge *Spisula's* nodig, of ongeveer 1300-2100 oude *Spisula's* (Leopold et al., 1998). De eenden concentreren zich echter waarschijnlijk bij voorkeur op de oudere schelpdieren. Zwarte zeeëenden kunnen daarbij tot zo'n 30m diep duiken (Offringa, 1991).

Als de eenden op een bepaalde plaats niet meer genoeg energie per tijdseenheid kunnen opnemen, trekken ze weg naar andere banken. Zo suggereert Offringa (1991) dat de verplaatsing van Schiermonnikoog via Ameland naar Terschelling in de winter 1990/1991 het gevolg was van te lage aantallen voedselprooien bij Schiermonnikoog. En in de winter van 1995/1996 trok een deel van de zwarte zeeëenden na het afsterven van de voedselbron ten noorden van de wadden naar de bank bij Noord-Holland (Leopold et al., 1998). Een bank zou dus gedefinieerd kunnen worden als een gebied van een bepaalde grootte waar *Spisula's* van een bepaalde lengte met een bepaalde dichtheid of biomassa voorkomen. Maar hoe hoog de minimale dichtheid of biomassa moet zijn, is niet gekend. Dit zal mee afhangen van de diepte waarop de banken voorkomen. En de banken zullen groot genoeg moeten zijn voor grote groepen eenden. Eenden komen namelijk in groepen voor. Hoe groot zo'n gebied moet zijn, is onbekend. Verder zullen ook de (water)temperatuur en het tijdstip van het jaar van invloed zijn op de voedselbehoefte (Leopold, mond. med.).

Of een gebied met *Spisula* voor de visserij interessant is, hangt af van de dichtheid, de lengte en de biologische conditie van de dieren. De biologische conditie is te vertalen in stukstal en visgewicht. De dieren kunnen op het einde van hun eerste levensjaar al commercieel aantrekkelijk zijn. De dieren hebben een marktwaarde als het zogenaamde stukstal (d.i. het aantal gekookte dieren (exclusief schelp) in 1 kg) voldoende klein is. Dit betekent dat bij voorkeur op grotere dieren gevestigd zal worden. De minimale dichtheid moet dan 200 tot 500 ind./m² zijn. Dit alles is uiteraard afhankelijk van de grootte van de dieren en de prijs. Veelal zal de dichtheid tussen de 4000-5000 ind./m² liggen (mond. med. J. Holstein). Zoals reeds eerder aangegeven, daalt het visgewicht sterk begin juni. Dit valt samen met een grote terugval in stukstal. Pas in oktober is het stukstal weer voldoende hoog. Enkel als dan geen of onvoldoende op kokkels gevestigd kan worden, zullen de georganiseerde bedrijven zich opnieuw op *Spisula's* richten.

Ook vissers vissen liefst in grotere gebieden. Kleine banken worden daarenboven slechts per toeval gevonden.

4. Discussie

4.1. Temporele fluctuaties *Spisula*

Uit de weliswaar korte tijdsserie die de hele kustzone omvat, is het duidelijk dat er grote temporele fluctuaties zijn. Deze fluctuaties lopen niet in alle gebieden synchroon. Een goede broedval, en later een groot bestand aan meerjarige dieren, doet zich niet steeds op dezelfde plaats voor. Banken komen en gaan. Dit fenomeen is overigens niet alleen van deze tijd. Leopold (1996) vatte de historische gegevens samen. Belangrijke banken zijn achtereenvolgens gevonden langs de Hollandse kust (jaren 30 en in mindere mate begin jaren 60 bij Zuid-Holland); bij Noord-Holland vanaf het einde van de jaren 70; in de Voordelta in de jaren 80; bij de Waddeneilanden sinds de jaren 80, maar op wisselende locaties. Hierbij dient opgemerkt dat er mogelijk verschillen in identificatie zijn. Zo werd *S. subtruncata* door Wolff (1973) nauwelijks aangetroffen, wel *S. elliptica*. Waarschijnlijk waren deze dieren echter voor een groot deel halfgeknotte strandschelpen.

Hierbij dient opgemerkt dat bij deze historische gegevens op een andere manier gemonsterd werd dan tijdens de schelpdierinventarisaties van het RIVO. Met name zijn de monsters indertijd genomen met een happer of box-corer (bemonsterde oppervlakte maximaal 0.2m²). Door het monstern met een gesleepte kor (bemonsterd oppervlakte ± 15m²) wordt een beter beeld verkregen van de aanwezige schelpdieren, ook al komen ze er in lagere dichtheden voor. Bij de bestandsopnames van het RIVO worden de monsters op een 5mm zeef gezeefd (tegenover 1mm in andere studies). Maar de meeste individuen hebben tijdens de bemonsteringen in mei-juni deze lengte al bereikt.

Het sterk geaggregeerd voorkomen van veel schelpdieren vereist een dichter monsternet dan meestal in het verleden gebeurd is, zeker voor bestandsopnames. Voorafgaand aan de schelpdierinventarisaties door het RIVO is

enkel in februari 1994 en 1995 de kustzone (Hoek van Holland tot Rottum) vrij intensief bemonsterd (met happer) (Leopold, 1996). In 1994 werden enkel boven de waddeneilanden grote aantallen oudere dieren gevonden (jaarklasse 1990; gemiddelde lengte \pm 28cm). Slechts op een punt werden 'broedjes' gevonden: bij de noordpier van Hoek van Holland. Bij Noord-Holland en Ameland werden nog dieren van ongeveer 12mm gevonden. In 1995 werden opnieuw grote dichtheden boven de wadden (Ameland, Terschelling) en bij Petten gevonden. Boven de wadden betrof het vooral 0-jarigen (lengte 15mm). Dit beeld komt overeen met de RIVO-gegevens.

Verder werden nog lokaal een aantal inventarisaties uitgevoerd. Zo werd in 1993 intensief bemonsterd bij Terschelling en voor de Noordhollandse kust. Bij Terschelling werd het bestand in februari op ongeveer 8 miljard geschat, in mei op 3.6 miljard. Voor de Noordhollandse kust werd het bestand op 5 miljard exemplaren geschat (Leopold, 1996). In januari-maart 1996 werd gemonsterd bij Terschelling en Ameland, in maart-mei 1996 voor de kust van Noord-Holland. In januari werden boven de wadden zowel oude als jonge *Spisula*'s gevonden, maar tijdens de daaropvolgende vorstperiode stierven deze dieren grotendeels (Leopold et al, 1998). Ook bij de RIVO-inventarisaties werden praktisch geen dieren meer gevonden. Voor de Noordhollandse kust vonden Leopold et al. (1998) in 1996 jonge en oudere dieren. Jonge dieren werden in dieper water verder uit de kust gevonden. Ook dit is duidelijk waargenomen tijdens de bestandsopnames door het RIVO (vergelijk figuur 2 en 3).

4.2. *Spisula subtruncata* als voedselbron voor zeeëenden

Sinds eind jaren '80 lijkt *Spisula subtruncata* zowel voor de Belgische, Nederlandse en Deense kust de voornaamste voedselprooi voor zeeëenden. Maar dit is waarschijnlijk puur een afspiegeling van de toegenomen aantal van *S. subtruncata* in onze kustwateren in vergelijking met de voorafgaande decennia. In de jaren 50, 60 en 70 waren de aantallen waarschijnlijk veel lager (de Bruyne et al., 1993). Zo waren de voornaamste voedselprooien voor de Belgische kust eind jaren zeventig vooral tere dunschalen (*Abra alba*), tweetandsschelpjes (*Mysella bidentata*) en rechtsgestreepte platschelpen (*Tellina fabula*) (Offringa et al., 1996). Voor de kust van Schleswig-Holstein vonden Meissner & Brager (1990) dat in de diepere wateren (18-22m) noordkrompen (*Arctica islandica*) de voornaamste voedselprooien waren voor zowel zwarte zeeëend als eidereenden. In de ondiepe wateren voedden de adulte eidereenden zich voornamelijk met mosselen (*Mytilus edulis*), jonge eidereenden met strandgapers (*Mya arenaria*). Zwarte zeeëenden voedden zich vooral met kokkels (*Cerastoderma edule*) en strandgapers. En ook nu nog worden lokaal andere soorten in de magen van zwarte zeeëenden gevonden (Leopold, 1996), en worden zeeëenden ook waargenomen waar geen *Spisula*-bank ligt (Baptist, mond. med.) Daarnaast komen eenden zeer sterk geclusterd voor en lijken (om nog onbekende redenen) een voorkeur voor bepaalde gebieden te hebben. Soms worden eenden jaren achtereen gevonden op zich ontwikkelende banken, eerst op kleine *Spisula*'s, in de daaropvolgende jaren op steeds groter wordende schelpdieren (Leopold, mond. med.). Daarbij worden soms grote voorraden *Spisula* op andere lokaties ongemoeid gelaten (Leopold, 1996).

4.3. *Spisula subtruncata* en de visserij

Sinds 1993 wordt in de Nederlandse kustzone op *Spisula*'s gevist. De visserij vond plaats in de Voordelta, de Noordhollandse kustzone en boven de Waddeneilanden. Onbekend is wat er na visserij nog aan *Spisula* overblijft. Gezien de schepen met een black-box uitgerust zijn, zou dit wel eenvoudig nagegaan kunnen worden.

De visserij vindt vooral plaats in mei en juni. Gezien de bestandsschattingen in dezelfde periode plaatsvinden, was er in bepaalde gebieden reeds gevist.

Uit de natgewichten zouden voor iedere locatie de stukstallen berekend kunnen worden. In het lab hebben we bepaald dat het kookgewicht van vlees 20% van het vers natgewicht bedraagt (eenmalige waarneming). Volgens Holstein (mond. med.) is dit aan de hoge kant. Het percentage ligt meestal dicht bij de 15, in mei rond de 17.5%. Er kan dus nagegaan worden op welke locaties (en gebieden) zowel stukstal als dichtheid aan de randvoorwaarden voor visserij voldeden. Hierbij dient opgemerkt dat de inventarisaties niet afgerond waren bij aanvang van het visseizoen.

4.4. *Spisula subtruncata* als graadmeter

Een graadmeter voor de voedselvoorraad zou de totale oppervlakte, de totale dichtheid of de totale biomassa aan prooidieren binnen voor zeeëenden potentieel aantrekkelijke schelpdierbanken kunnen zijn. Daarbij moet niet op voorhand de beperking tot *Spisula subtruncata* gemaakt worden, gezien ook andere schelpdieren een belangrijke voedselbron voor zeeëenden kunnen zijn. Voorlopig is de kennis over alternatieve prooien echter te gering.

Analoog kunnen de voor de visserij belangrijke banken in kaart gebracht worden. En dus kan eenvoudigweg nagegaan worden in hoeverre de gebieden overlappen. Veelal zal dit het geval zijn. Zowel eenden als visserij zullen hoge dichtheden grotere *Spisula*'s prefereren. Zo verkozen de eenden in 1990/91 de bank van Terschelling (met grotere *Spisula*) boven die van Schiermonnikoog. Maar in 1995 bijvoorbeeld vond de visserij plaats bij Noord-Holland (grotere *Spisula*), terwijl de eenden zich ophielden bij Ameland en Terschelling (kleine *Spisula*) (Leopold., 1996). Bij veel verstoring door visserij zullen de eenden uitwijken. Volgens Leopold (mond. med.) komen ze dan niet meer terug. Zo weken in 1993 de eenden bij Terschelling uit naar de Noordhollandse kust. Of ze ook tijdelijk kunnen uitwijken naar gebieden zonder voedsel, is niet bekend (Leopold, mond. med.).

5. Conclusie

Alvorens *Spisula* een goede graadmeter voor het kustecosysteem van de Noordzee kan zijn, zullen nog een aantal 'knelpunten' nader onderzocht moeten worden. Vooral met betrekking tot de 'wensen' van de eenden ontbreekt nog noodzakelijke kennis. Een nadere analyse van de black-box gegevens uit het verleden en de in dit rapport gepresenteerde dichtheden zou aanvullende informatie over de dichtheden in beviste gebieden kunnen opleveren. Opgemerkt dient daarbij dat de schelpdierinventarisaties in een aantal gevallen tegelijkertijd met de visserij plaatsvonden.

Als ook banken van andere schelpdieren een alternatief voor eenden zijn (zoals blijkt uit gegevens uit het verleden), moeten ook deze meegenomen worden. De graadmeter zou dus beter gedefinieerd kunnen worden als 'beschikbaar area / aantal / biomassa schelpdieren voor zeeëenden'.

Voortzetten van de schelpdierinventarisaties en de tellingen van zeeëenden zijn daarbij noodzakelijk. De schelpdierinventarisaties zijn voor 2000 opgenomen in de activiteiten voortvloeiend uit voor de visserij van kracht zijnde internationale en nationale wettelijke regelingen, en gefinancierd door het Ministerie van LNV. Ook voor de tellingen van eenden geldt dat het kader en de budgetten ieder jaar herzien worden. Verder is het onduidelijk welke invloed predatoren (zeesterren) hebben.

6. Referenties

- Allen, P.L. 1983. Feeding behaviour of *Asterias rubens* (L.) on soft bottom bivalves: a study in selective predation. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 70, 79-90.
- Ambrogi, R. & A.O. Ambrogi 1985. The estimation of secondary production of the marine bivalve *Spisula subtruncata* (da Costa) in the area of the Po river delta. P.S.Z.N.I: Marine Ecology 6, 239-250.
- Anger, K., U. Rogal, G., Schriever & C. Valentin 1977. *In situ* investigations on the echinoderm *Asterias rubens* as a predator of soft bottom communities in the western Baltic Sea. Helgol. Wiss. Meeresunters. 29, 439-459.
- Braber, L. & S.J. de Groot 1973. The food of five flatfish species (Pleuronectiformes) in the southern North Sea. Neth. J. Sea Res. 6, 163-172.
- Cattaneo, M. & H. Massé 1983. Importance du recrutement de *Spisula subtruncata* (da Costa) sur la structure et les fluctuations d'un peuplement benthique. Ocanologica Acta, No. SP, 63-67.
- Craeymeersch, J.A. & M.A. van der Land 1998. De schelpdierbestanden in de Voordelta 1993-1997. RIVO Rapport C056/98.
- de Bruyne, R.H., L. van der Valk & A.W. Gmelig Meyling 1993. Kustgenese. Molluskentransport als indicatie voor zandtransport. Een onderzoek naar transportbanen in de ondiepe kustgebieden voor Holland en de Waddeneilanden. RIVO Rapport C009/93.
- De Clerck, R. & D. Buseyne 1989. On the feeding in the plaice in the southern North Sea. ICES CM 1989/G:23
- Degraer, S. 1999. Macrobenthos of shallow marine habitats (Belgian coast) and its use in coastal zone management. PhD Thesis, Rijksuniversiteit Gent.
- del Norte-Campos, A.G.C. & A. Temming 1994. Daily activity, feeding and rations in gobies and brown shrimp in the northern Wadden Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 115, 41-53.
- Duel, H. 1997. GONZ
- Durinck, J., K.D. Christensen, H. Skov & F. Danielsen 1993. Diet of the Common Scoter *Melanitta nigra* and Velvet Scoter *Melanitta fusca* wintering in the North Sea. Ornis Fennica 60, 215-218.
- RLG 1998. Leven en laten leven. Advies over kustvisserij en natuur in kustgebieden. Raad voor het Landelijk Gebied, maart 1998, 50 pp.
- Kamermans, P. & H.J. Huitema 1994. Shrimp (*Crangon crangon* L.) browsing upon siphon tips inhibits feeding and growth in the bivalve *Macoma balthica* (L.). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 174, 59-75.
- Kiørboe, T. & F. Møhlenberg, F. 1981. Particle selection in suspension-feeding bivalves. Mar. Ecol. Prog. Ser. 5, 291-296.
- Leopold M.F. 1996. *Spisula subtruncata* als voedselbron voor zee-eenden in Nederland. BEON Rapport nr. 96-2.
- Leopold, M.F., M.A. van der Land & H.C. Welleman 1998. *Spisula* en zee-eenden in de strenge winter van 1995/96 in Nederland. BEON Rapport nr. 98-6.
- Meissner, J. & S. Brager 1990. The feeding ecology of wintering eiders *Somateria mollissima* and common scoters *Melanitta nigra* on the Baltic Sea coast of Schleswig-Holstein, FRG. Wader Study Group Bulletin 58, 10-12.
- Møhlenberg, F. & T. Kiørboe 1981. Growth and energetics in *Spisula subtruncata* (da Costa) and the effect of suspended bottom material. Ophelia 20, 79-90.
- Offringa, H. 1991. Verspreiding en voedseloecologie van de Zwarte Zeeëend (*Melanitta nigra*) in Nederland. NIOZ Rapport 1991-13.
- Offringa, H., J. Seys, W. van den Bossche & P. Meire 1996. Seabirds on the Channel doormat. Le Gerfaut / De Giervalk 86, 3-71.
- Rijnsdorp, A.D. & B. Vingerhoed, in voorbereiding. The effects of beam trawling on the feeding of plaice *Pleuronectes platessa* L. and sole *Solea solea* (L.).
- van Stralen, M.R. 1992. Het bestand mosselzaad in de Waddenzee in het voorjaar van 1992. RIVO Rapport AQ 92-610.
- van Stralen, M.R. & J.J. Kesteloo-Hendrikse 1993. De ontwikkeling van schelpdierbestanden in de Voordelta in de periode 1984-1993 in relatie tot de schelpdiervisserij. RIVO Rapport C026/93.

Dankwoord

Mardik Leopold (IBN), Henk Offringa (dir. Noordzee), Henk Baptist (RIKZ)
Jaap Holstein (PO Spisula)
Karen van Essen (RIKZ)