

Ontwikkeling van een monstertuig voor bestandsopnames van mesheften

J.A. Craeymeersch, ¹M.R. van Stralen, J.W. Wijsman,
J. Kesteloo, J. Perdon, I. de Mesel.

Rapport C084/07



Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

Wageningen *IMARES*

¹Onderzoeksbureau MarinX

Opdrachtgever: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Dienst Regelingen
Postbus 1191
3300 BD Dordrecht

Publicatiedatum: 31 december 2007

- Wageningen **IMARES** levert kennis die nodig is voor het duurzaam beschermen, oogsten en ruimte gebruik van zee- en zilte kustgebieden (Marine Living Resource Management).
- Wageningen **IMARES** is daarin de kennispartner voor overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties voor wie marine living resources van belang zijn.
- Wageningen **IMARES** doet daarvoor strategisch en toegepast ecologisch onderzoek in perspectief van ecologische en economische ontwikkelingen.

© 2007 Wageningen **IMARES**

Wageningen IMARES is een samenwerkingsverband tussen Wageningen UR en TNO.

Wij zijn geregistreerd in het Handelsregister Amsterdam nr. 34135929, BTW nr. NL 811383696B04.



A_4_3_1-V2

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

Inhoudsopgave

INHOUDSOPGAVE	3
SUMMARY	4
SAMENVATTING	5
1 INLEIDING	6
2 METHODE	7
3 RESULTATEN	8
3.1 ECOPROFIEL	8
3.1.1. <i>Voorkomen</i>	8
3.1.2. <i>Groei</i>	9
3.1.3. <i>Voortplanting, kolonisatie en migratie</i>	10
3.1.4. <i>Gedrag</i>	11
3.1.5. <i>Sterfte</i>	11
3.1.6. <i>Impact op de geassocieerde fauna</i>	12
3.2. VISSERIJ	12
3.2.1. <i>Visserij in Nederland</i>	12
3.2.2. <i>Visserij in Europa</i>	14
3.3. BEMONSTEREN VAN MESHEFTEN	15
3.3.1. <i>Bestaande monstertuigen</i>	15
3.3.2. <i>Pakket van eisen voor bemonsteren van mesheften</i>	17
3.4. ONTWIKKELING MONSTERTUIG VOOR MESHEFTEN	18
3.5. REMOTE SENSING TECHNIEKEN	20
4. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	21
5. REFERENTIES	22
VERANTWOORDING	25
BIJLAGE 1. TOELICHTING WERKWIJZE MONSTERTUIG MESHEFTEN	
BIJLAGE 2. VERKENNENDE STUDIE AKOESTISCHE KARAKTERISERING VOORKOMENS VAN MESHEFTEN, APRIL 2005 (EXCLUSIEF BIJLAGEN)	

Summary

Since 1995 Wageningen IMARES annually estimates the stocks of a number of shellfish species in the Dutch coastal waters for the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality. In the last years there is a particular interest in the stocks of the razor shells. The traditional sampling devices and methodologies are, however, not very adequate for sampling this species, as the animals live much deeper than the sampling depth (7-10 cm). Thus, it is at present not possible to get a good and quantitative picture of the population dynamics, the fishing pressure or the relation between razor shells, fishermen and birds.

A first step is the development of a new sampling device. This report describes the prototype of a new sampling device developed to satisfy the set of requirements: a dredge with a sampled surface area of 0.4 m² and a sampling depth of 25 cm. The device satisfies a set of requirements defined on the basis of ecological information of razor shells and on the sampling efficiency of traditional sampling devices. A first technical test was successful. Further testing and comparisons with traditional sampling devices are, however, necessary before this new device can be used effectively for the routine monitoring of razor shells.

Stratification of the seafloor is essential for locating appropriate sampling sites. An exploratory study examined the usefulness of remote-sensing techniques as a quick-scan of the spatial distribution of razor shells. The first results are promising, but further tests are necessary.

Samenvatting

Ten behoeve van het beleid voor de visserij inventariseert Wageningen IMARES in opdracht van het ministerie van LNV sinds 1995 jaarlijks de verspreiding en het bestand van een aantal schelpdieren in de Nederlandse kustzone. De laatste jaren is de aandacht vooral op mesheften komen te liggen. De daarbij gebruikte monstertuigen zijn echter niet geschikt voor een goede inventarisatie van mesheften, omdat deze dieren veel dieper in het sediment voorkomen dan de bemonsterde diepte (7-10cm). Daardoor is het niet mogelijk een goed en kwantitatief beeld te krijgen van de bestandsdynamiek, de visserijdruk of de relatie tussen mesheften, vissers en vogels.

Een eerste stap om uit deze impasse te geraken, is het ontwikkelen van een goed monsterapparaat. In deze studie is een programma van eisen voor zo'n tuig opgesteld op basis van informatie over de ecologie van mesheften en de kennis over de bemonsteringsefficiëntie van bestaande monstertuigen. Dit rapport beschrijft het prototype dat op basis daarvan ontwikkeld is: een schaaf met een bemonsterde oppervlakte van 0.4 m² en een monsterdiepte van 25 cm. Een eerste technische proefneming verliep naar tevredenheid. Verdere testen en vergelijkingen met bestaande monstertuigen zijn nodig alvorens het monstertuig daadwerkelijk voor de inventarisatie van mesheften ingezet kan gaan worden.

Om dit apparaat te kunnen gebruiken in de context van een inventarisatie zal ook informatie beschikbaar moeten komen die gebruikt kan worden bij stratificatie. In een verkennende studie is gekeken in hoeverre remote-sensing technieken kunnen worden gebruikt als quick-scan voor de ruimtelijke verdeling van mesheften. De eerste resultaten zijn hoopvol, maar verdere tests zijn nodig, waarbij meer info beschikbaar moet zijn over de grootte van banken mesheften, en de overige bodemdieren en andere verstorende factoren in het onderzochte gebied.

1 Inleiding

Het onderzoek naar de voedselbehoefte voor vogels betreft onderzoek naar de betekenis van de strandschelpen (*Spisula*) en mesheften (*Ensis*) als voedsel voor vogels zoals eidereenden en zwarte zee-eenden. Beide soorten vormen een belangrijke bron van voedsel voor deze vogelsoorten. De geschiktheid en beschikbaarheid van deze schelpdieren als voedselbron voor vogels is in het schelpdiervisserijbeleid onverminderd actueel. De kennis daaromtrent is nog lang niet volledig. De monitoring van de halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) was tot en met 2005 onderdeel van het programma Wettelijke Onderzoekstaken Visserijonderzoek (DLO-programma 406). De jaarlijkse inventarisatie van strandschelpen leverde ook een beeld op over de verspreiding van een 30-tal andere bodemdiersoorten. Deze gegevens waren echter onvoldoende om te komen tot een goede en betrouwbare schatting van het bestand aan mesheften. De voornaamste reden hiervan is dat mesheften over het algemeen te diep in het sediment zitten (tot 50 cm) in verhouding tot de diepte waarop de apparatuur van IMARES monstert (7-10 cm). Ook kunnen mesheften monstertuigen ontwijken, met name als de snelheid waarmee de monsters worden genomen laag is. Het gevolg is dat vaak alleen de sifonen of de toppen van *Ensis*-schelpen worden aangetroffen in monsters genomen met sleep- of zuigkor. Monsters die zijn genomen met een steekbuis, waarna het sediment met de hand wordt uitgegraven, zijn vrijwel altijd vrij van mesheften. Monsters die mesheften bevatten, impliceren dat mesheften aanwezig zijn. Onduidelijk blijft in welke dichtheden. Monsters die geen mesheften bevatten, impliceren geen afwezigheid van mesheften: het monster was mogelijk te ondiep genomen voor de aanwezige mesheften. Kwantitatieve informatie over de bestanden van mesheften ontbreekt daarom.

Omdat een goede surveymethodiek voor mesheften ontbreekt, is het niet mogelijk een goed en kwantitatief beeld te krijgen van de bestandsdynamiek, de visserijdruk of de relatie tussen mesheften, vissers en vogels. Een eerste stap om uit deze impasse te geraken, is het ontwikkelen van een apparaat en methodiek om deze informatie te verkrijgen. In dit rapport wordt een programma van eisen voor zo'n tuig opgemaakt op basis van informatie over de ecologie van mesheften en de kennis over de bemonsteringsefficiëntie van bestaande monstertuigen. Gekeken wordt of bestaande commerciële vistuigen eventueel omgebouwd kunnen worden.

De studie is meegefinancierd door RIKZ. Een deel van de resultaten is in dat kader gerapporteerd door Wijsman et al (2006).

2 Methode

Om een effectief werkend bemonsteringsapparaat en –methodiek te kunnen ontwerpen, is de volgende procedure gevolgd:

1. Opstellen van een ecoprofiel van *Ensis*, met een vertaling naar een programma van eisen voor mogelijke monsterapparaten.
2. Beschrijving van de huidige visserij op mesheften, inclusief
 - a. een schatting van de visserijdruk op basis van expert-judgment;
 - b. de apparaten die daarbij worden gebruikt;
 - c. de apparaten die gebruikt worden bij vergelijkbare visserijen elders ter wereld, met een vertaling naar een programma van eisen voor mogelijke monsterapparaten.
3. Vergelijking van reeds bestaande monstertuigen en commerciële tuigen met veldwaarnemingen.
4. Uitvoeren van een sterkte/zwakte analyse van mogelijke ontwerpen van een monstertuig voor mesheften, op basis van voornoemde informatie.
5. Bouwen van een prototype op basis van deze info.
6. Testen van het prototype in de praktijk, waaronder een vergelijk met bestaande (commerciële) apparatuur.
7. Om dit apparaat te kunnen gebruiken in de context van een survey zal ook informatie beschikbaar moeten komen die gebruikt kan worden bij stratificatie. In een verkennende studie zal gekeken worden in hoeverre remote-sensing technieken kunnen worden gebruikt als quick-scan voor de ruimtelijke verdeling van mesheften. Er is de laatste paar jaar een enorme ontwikkeling van deze technieken gerealiseerd.

3 Resultaten

3.1 Ecoprofiel

Mesheften zijn langgerekte, tweekleppige schelpdieren. Ze zitten verticaal ingegraven in de bodem waarbij hun korte (tot 10 mm lang) siphonen aan het sedimentoppervlak zitten. Met deze siphonen filteren ze het water, ze houden het plankton achter en geven het slib terug in de vorm van faeces en pseudo-faeces. Mogelijk is dit de reden dat banken met mesheften vaak slibrijk zijn. Naast voedsel wordt met de siphonen ook zuurstof opgenomen en worden afvalstoffen teruggegeven.

Mesheften is de verzamelnaam van verschillende soorten schelpdieren, onderverdeeld in de families *Solenidae* (messcheden) en de *Pharidae* (zwaardscheden en tafelmesheften) (Van Urk 1964). De bekendste soorten in Europa zijn het groot tafelmesheft (*Ensis siliqua*), het klein tafelmesheft (*Ensis minor*), de grote zwaardschede (*Ensis arcuatus*), de kleine zwaardschede (*Ensis ensis*), de Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus*) en de messchede (*Solen marginatus*).

De meest voorkomende soort in de Nederlandse wateren is tegenwoordig de Amerikaanse zwaardschede. De Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus*) is in 1979 voor het eerst in Europa aangetroffen, in de Duitse Bocht (Noordzee) (Dörjes 1992). Aangenomen wordt dat de larven meegevoerd zijn met ballastwater van zeetankers (von Cosel *et al.* 1982). Sindsdien heeft deze soort, oorspronkelijk afkomstig van de Atlantische kust van Noord-Amerika, zich zowel in noordelijke als westelijke richting verplaatst.

In de Nederlandse Waddenzee is de Amerikaanse zwaardschede voor het eerst aangetroffen in 1981 in de bocht van Wattum, vanaf 1982 op meerdere locaties verspreid over de gehele Waddenzee (Essink 1985). Inmiddels is de Amerikaanse zwaardschede verreweg de meest voorkomende mesheft soort in de Nederlandse Kustzone (Holtmann *et al.* 1996, Daan & Mulder 2004). Meer naar het zuiden wordt het dier aangetroffen op de stranden van Nederland en België, aan de Engelse oostkust tot het Kanaal en de Franse kust tot Le Havre. In de Belgische kustwateren zijn mesheften mogelijk de meest algemene schelpdiersoort (Pers. comm. E. Stienen). Larven van het schelpdier zijn in juni 1991 voor het eerst aangetroffen aan de Franse kust, na een periode met noorden wind (Luczak & Dewaromez 1992). Sinds de negentiger jaren komt het schelpdier ook voor bij de Britse eilanden en de westkust van Zweden. Eén van de factoren die de snelle verspreiding mogelijk maken is het langdurige pelagisch larve stadium (2-4 weken, Armonies & Reise 1999, Muir 2003). De larven kunnen dus gemakkelijker door de getijstromen over een grotere afstand getransporteerd worden (Essink 1984).

3.1.1. Voorkomen

Diepte

Kenmerkend verschil tussen de Amerikaanse zwaardschede en de inheemse *Ensis*-soorten is het leefgebied. De kleine en grote zwaardschede en het tafelmesheft komen alleen in het sublitoraal voor: *E. ensis* van 10 tot 40 meter, *E. siliqua* van 10 tot 50 meter, *E. arcuatus* van 15 tot 40 meter. In Noorse wateren is *E. arcuatus* zelfs op 100 meter diepte gevonden (<http://www.seawater.no/fauna/Blotdyr/knivskjell.htm>). De messchede, *Solen marginatus*, leeft in sublitoraal en in ondiep water. De Amerikaanse zwaardschede wordt zowel aangetroffen in de lagere delen van het intergetijdegebied als in het sublitoraal tot 15 à 30 meter diep. In het litoraal zitten ze voornamelijk bij de laagwaterlijn. Tijdens droogval kunnen ze niet eten en is de zuurstoftoevoer verminderd (Schiedek & Zebe 1987). Ze trekken zich dan terug in het zand en wachten daar tot het water weer terug is. Hierbij passen ze hun metabolisme aan de anaërobe omstandigheden aan (Schiedek & Zebe 1987). Beukema en

Dekker (1995) en Armonies en Reise (1999) hebben een negatieve relatie gevonden tussen de groei en het voorkomen van de Amerikaanse zwaardschede en de hoogteligging in het litoraal.

Sublitorale populaties prefereren waterdieptes van minder dan 18 meter, maar ook op grotere diepten in de Noordzee zijn mesheften gevonden (Armonies & Reise 1999). In het algemeen worden de hoogste dichtheden gevonden in het ondiepe litoraal. In de Voordelta vissen de mesheftenvissers voornamelijk op dieptes van 8 – 13 meter, in de buurt van geulen waar veel water met voedsel langs komt (pers. comm. A. Bout; P. Pekaar). Echter in minder dynamische systemen als de Oosterschelde en het Grevelingenmeer worden ook mesheften aangetroffen (pers. comm. H. Baptist; M. van Stee).

Sediment samenstelling

Ensis directus leeft bij voorkeur in een zanderige bodem (korrelgrootte 150-200 µm), maar komt ook voor in slik en grof schelpachtig sediment (Armonies & Reise 1999). *Ensis siliqua* prefereert relatief fijne zandbodems (heeft ook grotere en krachtiger voet), terwijl *Ensis arcuatus* en *Ensis ensis* in grovere sedimenten voorkomen. Daarbij verdraagt *Ensis ensis* hogere slibgehalten (tot 16%) dan de andere inheemse soorten (Henderson & Richardson, 1994; Holme, 1954). Mesheften verdragen geen zwarte, sterk gereduceerde sedimenten (Muir 2003). De dieren zijn aangepast aan het leven in gebieden onderhevig aan fysische verstoringen door golven of getijstromingen omdat ze zich snel en diep kunnen ingraven tot een diepte van 25 cm (Armonies & Reise 1999, Craeymeersch et al. 2001). Om zich snel te kunnen ingraven dient het sediment echter wel goed penetreerbaar te zijn (Muir 2003).

Zoutgehalte

Er is weinig bekend over de relatie tussen mesheften en zoutgehalte. Mesheften zijn mariene soorten en komen vrijwel niet voor in brakke gebieden in de Westerschelde en de monding van het Haringvliet. In de Marlin database (www.marlin.ac.uk) wordt *Ensis* spp. aangeduid als een mariene soort die voorkomt bij een range in zoutgehalten tussen 30 en 40 psu. In het Verenigd Koninkrijk wordt door duikers gebruik gemaakt van een geconcentreerde zoutoplossing die wordt uitgegoten over de zeebodem om mesheften uit het sediment te verjagen (Pyke 2002).

3.1.2. Groei

Mesheften zijn snelle groeiers. De groeisnelheid is een functie van voedselaanbod en temperatuur. In de zomer, als de watertemperatuur hoog is en er voldoende voedsel voorhanden is, groeien de mesheften het snelst. In de winterperiode is de groei zeer traag. Dit seizoenspatroon in groei is terug te vinden op de groeiringen op de schelp (Kristensen 1957). Deze groeiringen kunnen gebruikt worden om de leeftijd van de individuen te bepalen, maar ook om de groei van individuele organismen te reconstrueren (Fahy et al. 2001). Hiermee kunnen de groeiparameters van een populatie worden geschat. Echter in zwaarbeviste gebieden, waar selectief wordt gevist op de grote, snelgroeiende individuen kan dit leiden tot een onderschatting van de gemiddelde groei (Wijsman 1993). Visserij op mesheften (*Ensis arcuatus*) in een baai in de Orkney eilanden had een direct effect op de groeiparameters van mesheften, omdat selectief op de grotere individuen wordt gevist (Robinson & Richardson 1998).

In het algemeen kan de groei van mesheften worden beschreven door middel van een Von Bertalanffy groeicurve (Fahy & Gaffney 2001):

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

In deze vergelijking staat L_{∞} voor de (theoretische) maximale lengte, k is de relatieve groeisnelheid en t_0 is de theoretische leeftijd waarbij de lengte 0 is.

Voor een onbevisst gebied in de Clyde Sea (Schotland) zijn de regressie parameters voor respectievelijk *Ensis siliqua* en *Ensis arcuatus* geschat op L_{∞} : 233.80 en 176.94; k : 0.15 en 0.19 en t_0 : -0.01 en 0.15 (Muir 2003).

Voor diverse soorten is er een verschil in groeisnelheid gevonden tussen de sexen. De mannelijke individuen van *Ensis siliqua* groeien sneller en bereiken een grotere lengte dan hun vrouwelijke soortgenoten (Fahy & Gaffney 2001). Bij *Ensis arcuatus* is er geen duidelijk verschil gevonden tussen de groei van mannelijke en vrouwelijke individuen (Fahy et al. 2001).

In de Noordzee heeft *Ensis directus* op 1-jarige leeftijd een lengte van 1 tot 6.4 cm (gemiddeld 3.5 cm). Op 2-jarige leeftijd is de lengte 6 tot 12.6 cm (gemiddeld 9.4 cm), op 3-jarige leeftijd 12.4 tot 14.4 cm (gemiddeld 13.3 cm) en op 4-jarige leeftijd bereikt *Ensis directus* een lengte van 13.3 tot 15.2 cm (Armonies & Reise 1999). Armonies & Reise (1999) melden één 7-jarig exemplaar met een lengte van 18.6 cm. De dieren leven zelden meer dan 4 jaar. Eénjarige mesheften in de Voordelta bij Voorne Putten hadden in 2002 een gemiddelde lengte van 4 cm. In 2003 had dit cohort een gemiddelde lengte van 8.5 cm en in 2004 had het een gemiddelde lengte van 11 cm. Bij Ameland groeiden de mesheften aanzienlijk trager. Deze zelfde jaarklasse had in 2004 slechts een gemiddelde lengte van 8 cm (Daan & Mulder 2005).

3.1.3. Voortplanting, kolonisatie en migratie

Mesheften hebben gescheiden geslachten. De sex-ratio van mesheften is 1:1 (Muir 2003) en voortplanting vindt in de Nederlandse wateren doorgaans plaats in het voorjaar. Het sperma en de eieren komen via de uitstroom siphonen in het water terecht waar de bevruchting plaatsvindt (Kenchington et al. 1998) en het vrijzwemmende veliger ontstaat. De larven van *Ensis directus* zijn na 24 uur in het trochophore stadium, en na vijf dagen zijn de larven ongeveer 100 – 140 μm . Na 15 tot 16 dagen is het pediveliger stadium bereikt. De pediveliger heeft een voet waarmee het zich over het sediment kan verplaatsen en zich kan ingraven in de bodem (Kenchington et al. 1998, Muir 2003). De schelp ontwikkelt zich dan van een ovale vorm naar de voor mesheften typische langgerekte vorm. De larven blijven 2 – 4 weken in de waterkolom alvorens ze zich vestigen in de zeebodem (Armonies & Reise 1999, Muir 2003).

Bij het eiland Sylt in de Waddenzee zijn twee perioden van broedval van *Ensis directus* waargenomen, namelijk een eerste in mei/juni en een tweede in juli/augustus (Armonies 1996). Na deze broedval kan het zaad nog migreren naar geschiktere gebieden door zich door middel van byssusdraden te laten meevoeren met de stroming (Armonies & Reise 1999). Van de broedval van *Ensis directus* in de Voordelta is niet veel bekend. In de winter (januari - februari) neemt de conditie (en dus de kwaliteit) van de mesheften in de Voordelta sterk af omdat ze gaan paaien (Pers comm M. van Stee).

De leeftijd van geslachtsrijpheid is afhankelijk van de soort en de locatie. Aan de zuidkust van Portugal, maar ook in de Middellandse Zee wordt *Ensis siliqua* al geslachtsrijp in het eerste levensjaar, terwijl in de koudere Schotse wateren *Ensis siliqua* pas geslachtsrijp wordt na 4 tot 5 jaar, bij een lengte van meer dan 110 mm. *Ensis arcuatus* is al geslachtsrijp bij een lengte van 80 – 100 mm, bij een leeftijd van 2 – 3 jaar. *Ensis ensis* is minimaal 3 jaar oud. In Portugal zou *Solen marginatus* al volwassen zijn na 1 jaar, maar in Wales waren de volwassen dieren minimaal 3 jaar oud (Fahy & Gaffney 2001, Fahy et al. 2001, Muir & Moore 2003).

Zoals bij veel schelpdieren is de broedval niet ieder jaar succesvol, en is de recruterings van juvenielen in het ene jaar veel hoger dan in het andere jaar.

In de periode voor de voortplanting wordt er veel energie gestoken in de voortplantingsorganen (Darriba et al. 2004, 2005) waardoor de algemene conditie van de mesheften sterk achteruit gaat. Deze verminderde conditie kan leiden tot massale sterfte (Muir 2003).

De mesheften komen vaak geclusterd voor in banken en de verspreiding is daardoor heterogeen. Mogelijk ontstaan deze banken in gebieden die geschikt zijn voor filter-feeders waar voedsel wordt geaccumuleerd door getij, stormen en golfbeweging (Muir 2003). Mesheften kunnen actief (zwemmend) dan wel passief (met de stroming) migreren naar geschikte locaties.

3.1.4. Gedrag

Bij onraad kunnen mesheften zich snel ingraven in de bodem tot een diepte van meer dan 30 cm. Met hun gespierde voet verankeren ze zich in het sediment en trekken zich vervolgens naar beneden (Trueman 1967, Henderson & Richardson 1994). Bij laboratoriumexperimenten met *Ensis ensis* is gebleken dat ze binnen 5 minuten volledig zijn ingegraven (Robinson & Richardson 1998). Mogelijk is de snelle ingraafsnellheid te wijten aan het feit dat ze in min of meer permanente gangen zitten (Muir 2003). In perioden van fysieke verstoring (e.g. door stormen) graven mesheften zich dieper in het sediment. Hierdoor zitten ze in de winter doorgaans dieper ingegraven dan in de zomer.

Mesheften kunnen ook het sediment ontvluchten als gevolg van chemische (lage zuurstof concentraties en hoge zoutgehaltes) dan wel fysieke (bevissing) verstoring (Muir 2003) en zich door middel van een draaiende beweging van de voet en het openen en sluiten van de schelpheften over de zeebodem bewegen (Pyke 2002). Schneider (1982) heeft aangetoond dat mesheften ook vluchtgedrag vertonen als ze geconfronteerd worden met predatoren als tepelhoorns (*Polinices duplicatus*). Ze graven zich daarbij dieper in het sediment, keren zich in het sediment om en komen met hun voet eerst weer naar buiten. Met een krachtige beweging van hun voet werken ze zich vervolgens uit het sediment. Ze kunnen dan wegzwemmen door het vlug openen en sluiten van de schelp en het maken van draaibewegingen met hun voet (pers. comm David Schneider 2005).

3.1.5. Sterfte

Vooral tijdens de eerste levensjaren is de sterfte van mesheften hoog als gevolg van predatie door kreeftachtigen, vissen en vogels. De overleving van juvenielen tijdens de eerste winter is doorgaans slechts enkele procenten, maar in goede jaren kan de overleving oplopen tot meer dan 50% (Armonies & Reise 1999). Massale sterfte onder juveniele mesheften kan optreden als gevolg van de lage temperaturen tijdens de winter maar ook door de combinatie van kou en stormen, waardoor de mesheften die uit het sediment zijn gespoeld weer moeilijk terug het sediment in kunnen kruipen (Armonies & Reise 1999). Massale sterfte onder volwassen exemplaren kan mogelijk ook optreden ten gevolge van zuurstofloosheid na een algenbloei en een verminderde conditie na paaien (Cadée 2001). Op de stranden van de Nederlandse kust worden regelmatig massale hoeveelheden mesheften gevonden (pers. com M. Leopold; A. Bout). Ook aan de Belgische kust spoelen enorme hoeveelheden mesheften aan (pers. com. E. Stienen).

Het is voor vogels en vissen doorgaans moeilijk om grote mesheften te eten. De grote, scherpe schelpen kunnen schade toebrengen aan de potentiële predator, en ze zijn moeilijk uit het sediment te halen doordat ze zich snel

kunnen ingraven met hun krachtige voet (Leopold et al. 2001). Vissen als tong, schol en bot foerageren in de Voordelta ook op, vooral kleine, mesheften.

Mesheften kunnen passief uit de zeebodem worden gehaald (bijvoorbeeld tijdens stormen of als gevolg van bodemberoerende activiteit) of ze kunnen zelf actief uit de bodem kruipen (om zich te verplaatsen naar betere locaties). Terwijl ze uit het sediment zijn, staan ze bloot aan gevaar door predatie. Na een verstoring door visserij is gebleken dat krabben massaal op beviste gebieden afkomen op zoek naar voedsel (Robinson & Richardson 1998). Mesheften (*Ensis arcuatus*) die als gevolg van visserij-activiteit uit het sediment zijn gekomen (maar niet gevangen) doen er gemiddeld 14 minuten over om terug in het sediment te kruipen. In laboratorium experimenten met *Ensis ensis* is gebleken dat deze soort er korter over doet (5 minuten). Het verschil heeft mogelijk te maken met stress na bevissing.

3.1.6. Impact op de geassocieerde fauna

Door hun levenswijze en hun geaggregeerde voorkomen bestaat de hypothese dat *Ensis* hun omgeving en de geassocieerde fauna zouden kunnen beïnvloeden, maar daar is op dit moment weinig over bekend. Een eerste analyse op basis van data in de Voordelta (data najaar 2004 en 2005; zie Steenbergen & Escaravage 2006), toont echter weinig effect op de diversiteit, noch op de soortensamenstelling. Het aantal soorten dat samen met *Ensis* voorkomt en de spreiding van de individuen over de soorten, zoals berekend met de Shannon-Wiener Index, vertonen op het eerste zicht geen correlatie met de dichtheden van *Ensis*. Ook een gemeenschapsanalyse (MDS) op basis van relatieve dichtheden vertoont geen duidelijk onderscheid tussen gemeenschappen in aan- en afwezigheid van *Ensis*. Een aantal soorten blijken wel exclusief voor te komen in respectievelijk gebieden met of zonder *Ensis*. Of hier over typische associaties kan worden gesproken, is echter op dit moment nog niet duidelijk, en vraagt verder onderzoek.

3.2. Visserij

3.2.1. Visserij in Nederland

Op mesheften heeft zich in de loop van de negentiger jaren een visserij ontwikkeld waarin momenteel 4 visserijbedrijven actief zijn. Ze bezitten de vijf vergunningen die door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit zijn afgegeven om op mesheften te vissen in de 12-mijlszone. De KG-8 de BZ-9 en de YE-25 vissen in de Voordelta en de HA-36 vist bij de Waddeneilanden. Onlangs zijn 12 spijlvergunningen van de Coöperatieve Producentenorganisatie van de schelpdiervissers op de Noordzee u.a. omgezet in 3 *Ensis*-vergunningen. Hiermee komt het totaal aantal vergunningen dus op 8 stuks. Voor zover bekend wordt er door de PO nog niet gevestigd op mesheften. De visserij richt zich met name op de Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus*). De minimummaat voor mesheften is 12 cm schelpenlengte. De jaarlijkse aanvoer bedroeg in de periode 2000-2003, 3-7 miljoen kg (versgewicht). Er is geen detaillering bekend van de vangsten over de gebieden.

Doordat het om een dieplevende soort gaat, zijn hierop toegespitste vistuigen ontworpen. De gebruikte vistuigen voor de mesheftenvisserij bestaat doorgaans uit een slede die door een visserschip wordt voortgetrokken over de zeebodem. Het sediment wordt tijdens het vissen in suspensie gebracht door het spuiten van water via straalpijpen. Hierdoor ontstaat een mengsel van sediment, schelpdieren en zeewater. Deze suspensie komt in de

kor terecht. Het sediment wordt zoveel mogelijk weer geloosd via de spijlen van de kor, en valt terug in het getrokken visspoor. De schelpdieren blijven hangen in de spijlen van de kor. Ze worden vanuit de kor aan boord gezogen met behulp van een flexibele slang. De firma Ensis BV gebruikt een systeem waarbij er met een compressor lucht wordt geblazen bij de inlaat van de zuigleiding. Dit veroorzaakt een grote, opwaartse waterstroom welke het mengsel van zeewater, schelpdieren en sediment mee neemt. Dit principe wordt ook wel "airlift" genoemd. Het voordeel van dit systeem is dat er minder krachtige pompen nodig zijn en dat er op grotere diepten kan worden gevestigd (Baptist 2005, van Stralen 2005).

Het vistuig wordt in een langzaam tempo door de bodem voortgetrokken (200-400m/uur). Bij een visbreedte van 1 meter en een visdag van 8 uur betekent dit een oppervlakte van ongeveer 2500 m² die per visdag wordt afgevestigd. Tot een diepte van 30 cm in de bodem wordt het sediment uitgezeefd. Met behulp van water wordt het sediment vloeibaar gemaakt en wordt getracht zoveel mogelijk van het sediment door de spijlen van het vistuig, direct achter het mes, weer te lozen. Bij het vloeibaar maken van het sediment wordt het gebruik van krachtige waterstralen zoveel mogelijk vermeden omdat daardoor ook de mesheften makkelijk breken. Het wellen van water van onderaf in combinatie met sproeiers blijkt in dit verband de meest effectieve methode. Doordat het schip langzaam beweegt, blijven alleen de grotere delen op het rooster. De mesheften die in de korf achterblijven, worden vervolgens opgezogen. Dit gebeurt in het algemeen met een langzaam draaiende 1-kanaalswaaierpomp. Eén bedrijf maakt gebruik van een airlift. Hierbij wordt met een compressor lucht geblazen bij de inlaat van de zuigleiding. Dit veroorzaakt een grote opwaartse waterstroom welke het mengsel van zeewater, schelpen en sediment mee neemt. Aan boord worden de messen over een zeef of in een trommel schoongespoeld en direct aan boord verwaterd.

Visserij op alle onder het regime van de Visserijwet 1963 vallende schelpdiersoorten in de visserijzone, het zeegebied en de kustwateren is verboden, tenzij men over een vergunning dan wel een vrijstelling of ontheffing beschikt (LNV 2003). Mesheften zijn in 1999 aangewezen als schelpdieren in de zin van de Visserijwet (LNV 1999). In de zogenaamde Natura 2000-gebieden, zoals de Voordelta en de kustzone boven de Waddeneilanden, is verder op grond van de Natuurbeschermingswet 1998 een passende beoordeling en vergunning vereist.

De mesheften worden vers of als diepgevroren product afgezet. De afzetmarkt voor consumptie is voornamelijk Frankrijk, Italië, Portugal en Spanje. Mesheften worden ook als aas door sportvissers (voornamelijk in Nederland en Scandinavië) gebruikt. Het is vooral populair bij zeebaarsvissers, maar ook bij bootvissers die vissen op wijting en kabeljauw

Op basis van de bemonsteringen met de box-corer bedroeg het bestand, in de in het kader van de MEP-MV2 in het najaar 2004 onderzochte gebieden, 71 miljard individuen met een totaal versgewicht van 493 miljoen kg (Craeymeersch et al 2005). Ongeveer 3.5% van deze mesheften zijn langer dan 12 cm, goed voor 12.5% van de biomassa (62 miljoen kg). Een deel van de mesheften die lang genoeg zijn om te bevissen komen in te lage dichtheden voor om nog interessant te zijn voor de visserij. Dichtheden vanaf 100 individuen m² worden verondersteld interessant te zijn voor de visserij (Baptist 2005). De vangsten in de hele Nederlandse kustzone betreffen volgens deze berekening slechts zo'n 0.5 - 1.2% van het commercieel interessante bestand in de Voordelta. Hierbij moet onder commercieel interessant worden verstaan een percentage tussen 0.07 en 0.15 van het totale bestand in de Voordelta. Hierbij moet worden opgemerkt dat 2004 een extreem goed jaar was voor de mesheften. Maar het bestand in 2007 is nog hoger (Perdon & Goudswaard 2007).

De mesheftenvisserij kent sinds kort een interessante bijvangst. In een tv-uitzending van 'Klootwijk aan zee' is te zien dat er otterschelpen (*Lutraria* sp.) worden gevangen (in de uitzending ten onrechte Geoduck genoemd). Ook tijdens de voorjaarsinventarisatie van de kustzone die jaarlijks door IMARES wordt uitgevoerd zien we vanaf 2002

een stijgende lijn in waarnemingen van otterschelpen (zie ook rapport Perdon & Goudswaard 2007). Als verdere bijvangst wordt zeeklit gezien (*Echinocardium cordatum*), ook wel hartegel genoemd.

Bijvangst van andere schelpdieren mag maximaal 5 % van het bruto gewicht van de vangst bedragen. Deze voorwaarde vloeit voort uit de vergunning o.g.v. de Visserij.

3.2.2. Visserij in Europa

Portugal

Het vermogen van de schepen die in Portugal worden gebruikt voor o.a. de visserij op *Ensis siliqua* bedraagt tussen de 17 en 150 PK. De gebruikte vaartuigen zijn tussen de 4 en 15m lang en worden door 1 tot 5 vissers bemand. De basisuitvoering van de gebruikte korren in Portugal bestaat uit een kleine, zware, halfronde ijzeren constructie, met hieraan bevestigd een net om materiaal op te vangen. Aan de ijzeren constructie is aan de onderzijde een mes bevestigd met 12 tot 14 tanden. De tanden hebben een maximum lengte van 55 cm en staan 1.5 – 2.5 cm uit elkaar. Aan de halfronde ijzeren constructie zijn 3 metalen verbindingen gelast waaraan de kor door middel van een sleepkabel kan worden voortgetrokken (Gaspar 1999). De mesgrootte en de ruimte tussen de tanden zijn de belangrijkste onderdelen van de kor die de vis-selectiviteit bepalen (Drinkwater 1974 in Gaspar 1999).

De minimale landingsgrootte van de *Ensis siliqua* in Portugal is 100 mm. Deze afmeting is gebaseerd op leeftijd en grootte wanneer de schelpen vruchtbaar zijn, levensverwachting en groei van de soort. Het probleem is dat er nog steeds veel ondermaatse schelpen worden gevangen, omdat zowel oude als jonge schelpen door elkaar heen staan (Gaspar 1999).

Groot-Brittannië

Pyke (2002) geeft de volgende visserijtechnieken:

- Lopen op het strand. Door de druk die een voetstap veroorzaakt, kunnen de Ensischelpen water spuiten. Vervolgens is de plaats van de schelp bekend en kunnen de ontdekte schelpen worden uitgegraven, eventueel m.b.v. een schepje of steekgereedschap.
- Zout strooien in de nabijheid van de ingegraven Ensis-schelpen. De dieren verlaten hierdoor hun hol, en kunnen worden opgeraapt van het strand.
- Duikers gaan onder water op zoek naar sifons of andere kenmerken van een Ensisbed. Met een draaiende beweging en gebruik van duim en wijsvinger kunnen de schelpen uit het zand worden gehaald.
- Duikers gebruiken een zoutoplossing die over een bed met Ensischelpen wordt gegoten. Door de grotere dichtheid van de zoutoplossing zakt dit in de gegraven holletjes van de Ensischelp. De dieren verlaten hierdoor hun ingegraven plaatsen en komen aan de oppervlakte van de bodem, alwaar ze met de hand kunnen worden verzameld.
- Sleepkorren waarbij water op de zeebodem wordt gespoten onder druk. Hierdoor wordt de bodem en de eventuele schelpen in suspensie gebracht, waarna de grotere delen (lees schelpen) in een box worden opgevangen.

Voor alle soorten geldt een minimale landingsgrootte van 100 mm.

Italië

De gebruikte vaartuigen voor Ensisvisserij aan de Italiaans Adriatische kust (rond 1989) zijn schepen met een lengte van 8-12m, en een waterverplaatsing onder de 10 ton. De motoren hebben een vermogen van 50 – 150 pk. Aan boord zijn twee tot 3 personen aanwezig tijdens het vissen (Froglia 1989, Hauton et al 2002).

Tijdens het varen wordt op de visgronden een anker uitgeworpen, met hieraan vast 250 – 300m staalkabel. Vervolgens wordt de hydraulische kor neergelaten. M.b.v. een centrifugaalpomp wordt water onder druk (1,2 – 1,8 bar) van het schip via een slang naar de kor getransporteerd (Hauton et al 2002). De kor wordt voortgetrokken door het schip achteruit te trekken aan een anker. Op goede visgronden houdt men het anker soms op één plaats en doet men verschillende slepen rond het anker. Twee sleden zorgen ervoor dat de kor zichzelf niet te diep ingraaft. Voor de vangst van o.a. mesheften graven de korren 8 – 15cm in de bodem. De kor is aan het schip bevestigd met 2 sleepdraden. De lengte van de sleepdraden bedraagt ongeveer 2 maal de visdiepte.

Aan het eind van de sleep wordt de gehele kor aan het voordek gehesen en daar in 1 keer geleeegd. De vangst wordt vervolgens verder geleid naar een zeefstelsel bestaande uit 2 of 3 ronddraaiende drums met een bepaalde maaswijdte. De schelpdieren van commerciële grootte worden hier uitgezeefd, terwijl de kleine exemplaren en andere kleine organismen m.b.v. een waterstraal worden weggespoeld. Tijdens een sleep wordt de voorgaande vangst verwerkt en in plastic gaas verpakt. Iedere sleep duurt 10 – 15 minuten. Tijdens het vissen wordt een snelheid gevaren van 0.6 – 1.0 knopen. Uit waarnemingen van scuba-duikers blijkt dat de visefficiëntie bijna 100% bedraagt. De techniek van het slepen van het schip naar het anker maakt de beweging van de kor erg gelijkmatig op een vlakke zandige bodem, en zorgt waarschijnlijk voor de hoge efficiëntie (Froglia 1989).

Spanje

Galicië is de enige regio in Spanje waar zich een visserij op mesheften heeft ontwikkeld (Freire, pers. comm.). Mesheften worden zowel in het getijdengebied als sublitoraal verzameld, in het laatste geval via duiken (Freire et al 2002). In het verleden was er ook een kleine visserij met schepen, maar deze is verdwenen en nu niet meer toegestaan (Freire, pers. comm.).

3.3. Bemonsteren van mesheften

3.3.1. Bestaande monstertuigen

Voor het bemonsteren van de in de zeebodem levende fauna vanaf schepen worden in de Noordzee traditioneel de volgende monstertuigen gebruikt: happers, box-corers en gesleepte dreggen.

Er zijn verschillende types box-corers in gebruik, waarbij het ontwerp veelal gebaseerd is op de Reineck 'Kastengreifer' (Reineck, 1963). De bemonsterde oppervlakte (voor macrofauna) varieert van 0.1 tot 0.25 m². De penetratiediepte bedraagt maximaal 45 cm.

Een box corer kan niet op alle schepen gebruikt worden, vooral niet in ondiepe gebieden. En soms laat het weer niet toe een box-corer te gebruiken. In dat geval wordt veelal een happer gebruikt. De meest gebruikte happer is de Van Veen happer (van Veen, 1933 met modificaties; zie o.a. Riddle, 1989 en Kingston, 1988) en de Day en

Smith-McIntyre happers (zie Eleftheriou et al, 2005 voor een beschrijving). Voor een kwantitatieve bemonstering van de macrobenthische infauna van heel grove sedimenten wordt de Hamon happer aanbevolen (Boyd SE, 2002). Een goede happer moet een oppervlakte van 0.1 m² bemonsteren, een gewicht hebben van 35-40 kg bij monstren in slibrijke bodems of 70-100 kg in zandige sedimenten. Verdere technische kenmerken die het gebruik optimaliseren, zijn beschreven in o.a. Kingston (1988) en Rumohr (1990). De penetratiediepte bedraagt 5 – 15 cm en hangt sterk af van het gewicht van de happer.

Er zijn verschillende types korren in gebruik, o.a. mede bepaald door bodemtype en doelsoort (ankerdreg, Ockelmann-dreg speciaal ontwikkeld voor bemonsteren van broed) (Eleftheriou et al, 2005; Boyd SE, 2002). Slechts een fractie van de epibenthische en praktisch geen endobenthische dieren worden bemonsterd en de verkregen dichtheden zijn dan ook altijd minimum schattingen. Veelal is de gemiddelde en soortspecifieke efficiëntie van het monstertuig niet bekend. De data zijn daarom semi-kwantitatief. Een relatief nieuwe type dreg te gebruiken voor een kwantitatieve bemonstering van de grotere en relatief zeldzame epifauna en infauna-soorten is de bodemschaaf. In Nederland zijn op dit moment twee types in gebruik: de schaaft gebruikt bij schelpdierinventarisaties (IMARES) (van Stralen, 1992; Craeymeersch & van der Land, 1998) en de triple-D (NIOZ) (Bergman & van Santbrink, 1994).

De bodemschaaf van IMARES is een kooi (maaswijdte 0.5 cm) aan de onderzijde voorzien van een mes van 10 cm breed. Het mes is ontworpen om een strip sediment over een bepaalde afstand tot een diepte van 7 cm weg te halen en in de kooi te brengen. Bovenaan de schaaft is een plaat gemonteerd die ervoor zorgt dat het mes in de bodem gedrukt wordt. Omdat het voorste deel iets boven de bodem hangt, worden ook epibenthische dieren gevangen. De kooi fungeert als zeef. Vissen gebeurt over een afstand van ongeveer 150 meter, waardoor de bemonsterde oppervlakte ongeveer ± 15 m² bedraagt. De beviste afstand wordt bepaald via een aan de zijkant van de schaaft gemonteerd wiel voorzien van een elektronische teller die het aantal omwentelingen van het wiel registreert.

De eerste versie van de triple-D (NIOZ) is beschreven door Bergman en van Santbrink (1994). De schaaft bestaat uit een paar glijders waarop een metalen kooi is gemonteerd (met maaswijdte 0.7 cm). Onder de kooi is een vervangbaar mes (30 cm bij 5 cm diep of 20 cm breed bij 10-14 cm diep) gemonteerd. Door een opening in het midden van de kooi wordt ook epifauna gevangen. Een fijnmazig net (mazen gestrekt 1.4 cm) van 6 m lang is aan de achterzijde van de kooi gebonden. Er wordt gevist over een afstand van ongeveer 100 meter. In zijn huidige configuratie kan de schaaft pneumatisch in en uit het sediment gehaald worden.

Slechts een beperkt aantal studies hebben de vangstefficiëntie van de verschillende monstertuigen vergeleken. De meeste aandacht ging daarbij naar een vergelijking van de happer en de box-corer (Heip et al 1985; Beukema 1974). Bergman & van Santbrink (1994) hebben een vergelijkende studie gemaakt tussen de triple-D en een Reineck box-corer, waarbij de dichtheid van nonnetjes (*Macoma balthica*) in de bovenste 10 cm van het sediment bepaald is (maaswijdte zeef 0.5 cm). Uit de studie blijkt dat happers met name voor soorten als *Ensis* totaal niet efficiënt zijn, vooral voor de grotere individuen. De ratio happer/box-corer was slechts 0.60.

Ook uit een vergelijking van de box-corer en bodemschaaf blijkt dat deze laatste de dichtheden (en bestanden) sterk onderschat. In het kader van het Monitoring- en Evaluatieprogramma Maasvlakte 2 (MEP-MV2) is in het najaar 2004 gestart met een studie naar de huidige situatie met betrekking tot de bodemfauna in de Voordelta. In een aantal deelgebieden zijn in 2004 en 2005 telkens op 402 locaties monsters genomen met box-corer en bodemschaaf om een beeld te krijgen van het bestand, de samenstelling en de verspreiding van de macrobenthische infauna (Craeymeersch et al. 2005). Van de (topjes van de) mesheften uit de bodemschaaf zijn enkel de aantallen bepaald. Uit de box-corer is per locatie het aantal en de biomassa (asvrijdrooggewicht) aan mesheften bepaald. Van de niet kapotte mesheften uit de box-corer zijn ook de lengtes gemeten. Deze data laten toe om, althans voor de bemonsterde gebieden, de gegevens verkregen met beide monstertuigen te vergelijken. Bestanden in het najaar 2004 zijn berekend op basis van het gemiddelde aantal en biomassa per deelgebied,

vermenigvuldigd met de oppervlakte van dat deelgebied. Het bestand in versgewicht is op twee manieren bepaald: op basis van het asvrijdrooggewicht (1g natgewicht = 0.071 g asvrijdrooggewicht; (Rumohr et al. 1987)) en op basis van de lengte-frequentieverdeling en gerapporteerde lengte-breedtere regressies en breedte-versgewicht regressies (Craeymeersch & van der Land 1998).

Op basis van de inventarisatie met de bodemschaaf schatten we het totaal aantal mesheften in 2004 met de bodemschaaf op 43 miljard individuen, op basis van de box-corer op 71 miljard individuen (oppervlakte onderzoeksgebied 68 duizend ha). De bestandsschatting (in aantallen individuen) op basis van de bodemschaaf bedraagt dus maar 61% van deze op basis van de box-corer (de ratio bodemschaaf/box-corer (61%) komt dus overeen met de ratio happer/box-corer (zie hierboven).

Berekend op basis van het gemiddeld asvrijdrooggewicht per deelgebied, bedraagt het bestand (gemeten met de box-corer) 553 miljoen kg (versgewicht). Op basis van de lengte-frequentie verdelingen en gebruikmakend van de lengte-breedte regressie en de breedte-versgewicht regressie van de mesheften wordt het bestand van de mesheften in de Voordelta geschat op ongeveer 500 miljoen kg. Deze onderschatting geldt niet zondermeer ook voor andere jaren. De mate van onderschatting zal afhankelijk zijn van de leeftijdsopbouw van de populatie. Oudere, grotere dieren zullen zich dieper in het sediment kunnen terugtrekken dan kleinere, jonge dieren en worden daardoor minder goed gevangen. Hierdoor is er waarschijnlijk geen eenduidige verhouding tussen het geschatte bestand en het werkelijk aanwezige bestand. De onderschatting zal vooral gelden voor de grotere mesheften. Kleinere mesheften worden relatief beter bemonsterd door de huidige methoden. Dat blijkt ook uit het aantal hele en kapotte schelpen (van mesheften die de neerkomende happer ontwijken door de diepte in te schieten) die in een monster met een Van Veen happer zitten: het aantal kapotte schelpen neemt toe met de lengte (Leopold 2002).

3.3.2. Pakket van eisen voor bemonsteren van mesheften

Uit hoofdstuk 3.1 (ecoprofielen) blijkt dat mesheften diep in het sediment voorkomen. Vissers gebruiken daarom gespecialiseerde tuigen (hoofdstuk 3.2). Eerste eis is dus dat er voldoende diep gemonsterd wordt.

De traditionele monstertuigen die slechts de bovenste centimeters van het sediment bemonsteren, resulteren in een grote onderschatting (60%) van het aanwezige bestand. Hetzelfde geldt voor de bodemschaaf (als schaafdiepte beperkt is tot bovenste centimeters).

Alhoewel er bij bemonstering van de box-corer ook nog veel exemplaren kapot zijn (50%), en dus dieper in het sediment zaten dan de penetratiediepte van de box-corer, geeft dit tuig naar verwachting een goed beeld over het aanwezige bestand aan mesheften. Hetzelfde geldt voor de dieper vissende bodemschaaf.

De door de visserij gebruikte tuigen vissen uiteraard diep genoeg. Een optie zou er daarom in kunnen bestaan om een van die tuigen zo aan te passen dat ook de kleinere mesheften opgevist kunnen worden (zoals bij inventarisaties van kokkels met een aangepaste hydraulische kor), en er dus een schatting van het hele bestand gemaakt kan worden. Nadeel is echter dat het visklaar maken per locatie erg veel tijd vraagt. Daar lijkt voorlopig geen oplossing voor te vinden. Daarom kunnen deze tuigen niet ingezet worden bij routinematige opnames.

Box-corers hebben als nadeel dat er per monster een kleinere oppervlakte bemonsterd wordt dan met schaafmonsters. Daardoor is het betrouwbaarheids-interval bepaald uit de schaafmonsters kleiner dan het betrouwbaarheids-interval bepaald uit de box-corers (Bergman & van Santbrink, 1994). Dit betekent dat aanzienlijk meer box-corers genomen moeten worden om een zelfde betrouwbaarheids-interval te verkrijgen en dat kleinere verschillen in dichtheid makkelijker met een schaaf dan met een box-corer gedetecteerd kunnen worden. Bemonsteren met een schaaf vraagt daardoor ook veel minder tijd.

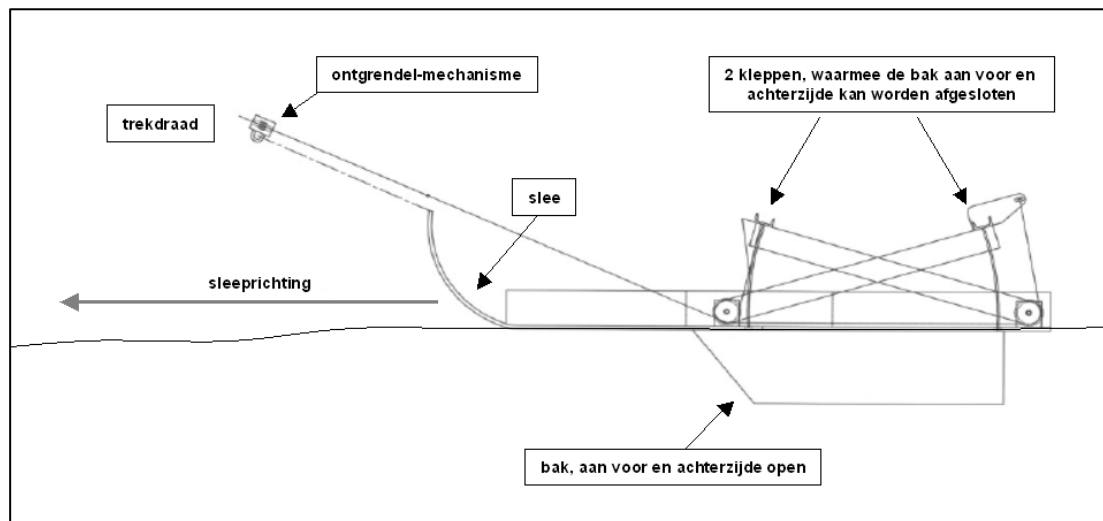
Box-corers hebben verder als nadeel dat het schip telkens stil moet liggen bij het nemen van een monster waardoor de vaartijd langer wordt. Een gesleept tuig is verder vaak bij slechter weer nog te gebruiken, terwijl een box-corer rustig water vereist.

Naast een voldoende diepte van bemonstering, een voldoende groot bemonsterde oppervlak en minimaliseren van de tijd nodig voor het nemen van de monsters, is het ook wenselijk dat monsters vanaf meerdere schepen genomen kunnen worden. Het monstertuig moet dus breed inzetbaar zijn en eenvoudig te bedienen.

3.4. Ontwikkeling monstertuig voor mesheften

Op basis van het hierboven genoemde eisenpakket, is door het onderzoeksbureau MarinX en de firma Van Stee (o.a. actief in de mesheftenvisserij) een prototype ontwikkeld.

Het monstertuig bestaat uit een 1m brede slee waaronder een bak (koker) is gemonteerd die aan de voor- en achterzijde open is (figuur 1). Wanneer het tuig wordt voortgesleept, graaft de bak zich onder zijn eigen gewicht (ca. 300 kg) in. Omdat de bak aan de voor- en achterzijde open is, blijft het sediment door de bak stromen en krijgt het tuig de tijd om zich voldoende diep in de bodem te trekken. Tot dan wordt het tuig nog voortgesleept aan de slee. Op enig moment wordt het grendelmechanisme ontsloten (hoe, zie later), waarna de trekkrachten via de touwen die aan de kleppen zijn bevestigd gaan lopen. Op het moment van ontsluiten valt het tuig even stil en sluiten de kleppen zich. Wanneer deze dicht zijn, wordt via de gesloten kleppen weer aan het gehele tuig getrokken en zal dit (nu met de kleppen dicht), over de bodem gaan schuiven. Vanaf dit moment kan het tuig aan boord worden gehaald en worden gelegegd.



Figuur 1. Schematisch overzicht van het monstertuig (zij-aanzicht). Het betreft hier een eerder prototype, waarbij de bekabeling van het tuig voor het sluiten van de kleppen inmiddels wat is gewijzigd (dubbel ingeschoord). Het principe oogt simpel, maar gaande de ontwikkeling kwamen toch een aantal belangwekkende zaken boven water gekomen:

- Een bak van (nog) nieuw ijzer bleek te stroef om door de bodem te trekken en te leiden tot het opstropen van het sediment in de bak tijdens het ingraven. Gebruik van RVS is noodzakelijk.
- In verband met het doorstromen bleek ook nodig dat de ruimte in de bak (breedte en hoogte naar de achterzijde) iets moet toenemen. Gebeurt dat niet, dan leidt ook dat tot verstoppingen.

- De kleppen waren aanvankelijk enkel ingeschoord. Op deze wijze bleek er toch onvoldoende kracht te ontstaan bij het sluiten om de kleppen door het sediment te drukken. Daarom zijn de kleppen nu dubbel ingeschoord via een extra aangebrachte katrol.

Op zich gaat het om een klein tuig (ca. 300 kg) en met een beperkt monstervolume (LxBxH = 80x50x25 cm = 100 liter). De krachten op het tuig bleken toch erg groot. Uitgaande van trekkrachtmetingen aan boord van de RIOS kunnen deze gemakkelijk oplopen tot boven een paar ton. Dit was op voorhand niet verwacht en resulteerde er in dat een aantal malen onderdelen zijn kromgetrokken en het tuig uiteindelijk deels is herbouwd en verzwaaard.

Op 5 juli 2005 is het tuig op de Oosterschelde uitgetest met het onderzoeksschip Luctor. De test betrof alleen een technische proefneming. Het tuig bleek, op een paar details na, naar tevredenheid te functioneren. Ook tijdens deze testen viel op dat er toch flink kracht nodig is om het tuig door de bodem te trekken. In bijlage 1 is een en ander verder toegelicht aan de hand van foto's genomen tijdens de proefnemingen.

Tot slot nog enkele opmerkingen over het praktisch gebruik van het tuig aan boord:

Vaarsnelheid

Hoe lager de vissnelheid hoe beter het tuig functioneert. Tijdens de testen met de Luctor bleek met een snelheid van ca. 2 mijl nog steeds goede monsters te kunnen worden genomen.

Een bezwaar van veel snelheid is dat de tijdens het monstern ook de afgelegde afstand toeneemt en daarmee het risico om een steen o.i.d. te raken groter wordt. Mogelijk dat driftend voor stroom en/of de wind al voldoende is om monsters te nemen. De praktijk zal moeten uitwijzen met welke snelheid optimaal kan worden gewerkt.

Lengte visdraad

Een draadlengte ten opzichte van de waterdiepte van 3 à 4 op 1 lijkt voldoende. Checken van het monster, waarbij de bak tot boven in gevuld moet zijn, geeft hierin nader inzicht.

Meevieren nylondraad

Er blijkt vaak toch vrij veel kracht nodig om het tuig te ontgrendelen. Het meegevierde koord kan in dat geval het best op een bolder worden vastgezet, waarna het tuig nog wat wordt gevierd en het koord vanzelf op spanning komt. Het koord moet daarvoor wel dik genoeg zijn, naar inschatting min. 12 mm.

Verwerking aan boord

Voorkomen moet worden dat het tuig tijdens het binnenhalen tegen bijvoorbeeld de verschansing slaat. Schade zal dan niet te vermijden zijn. Een kleine vervorming van de bak kan al sterk ten nadele werken van de doorstroming en vervanging nodig maken. De kleppen kunnen erg vast zitten, doordat het tuig nog enige tijd met gesloten kleppen door de bodem is getrokken. De kleppen kunnen daarom het best met een liertje worden opengetrokken. Dit dient wel rechtstandig boven het tuig te gebeuren. Scheef trekken kan leiden tot vervorming van de kleppen, zo is tijdens de testen op de Luctor gebleken.

Gebiedkeuze

Het spreekt verder voor zich dat de kans op schade groot is wanneer gemonsterd wordt in stenige gebieden. Zowel de bak, als de kleppen kunnen dan beschadigd raken. Het verdient aanbeveling daar te monstern met een Van Veen happer. Het nemen van monsters in gebieden met klei, veen of veel schelpen (oesters) lijkt geen probleem.

Selectiviteit

In zeer zandige bodems blijkt een deel van het sediment door de kieren tussen de bak en de kleppen weg te kunnen spoelen. Bij de constructie van het tuig is er voor gezorgd dat kieren kleiner zijn dan 5 mm (= reguliere maaswijdte schelpdiersurveys).

3.5. Remote sensing technieken

In april 2005 is een verkennende studie gedaan naar de mogelijkheden om akoestische signalen met behulp van echo-lodingen te gebruiken voor het detecteren van banken met mesheften. De test is uitgevoerd door Stema Survey Services. De volledige rapportage is in bijlage 2 gegeven. Het gebruikte echolood had een frequentie van 24kHz. Deze signaalfrequentie geeft voldoende penetratie in de toplaag van het sediment en nog een zeer hoog oplossend vermogen. Het gehele gereflecteerde signaal is digitaal opgenomen met het door Stema Survey ontwikkelde SILAS-systeem. Met dit systeem werd de akoestische informatie verwerkt en geïnterpreteerd. Met name is gekeken naar de reflectiepatronen. Uit de metingen blijkt de aanwezigheid van mesheften terug te vinden in de diffractiehyperbolen. Helaas lijken er heel wat storende factoren: visserij, andere bodemdieren. De kennis over de aanwezige fauna en omgevingsparameters was niet gedetailleerd genoeg om definitieve conclusies over de bruikbaarheid te maken.

Er is daarom gezocht naar een mesheftenbank die bij laag water droog kwam te liggen, zodat a) de contouren ingelopen konden worden, en b) de aanwezigheid van andere bodemdieren gecheckt kon worden. Voor de Belgische kust bleek zo'n bank voor te komen, gedeeltelijk droogvallend bij springtij. In januari 2007 werd de gemiddelde dichtheid op zo'n 500 ind m² geschat, voornamelijk derdejaars (jaarklasse 2005) (waarnemingen F. Kerckhof, Beheerseenheid Mathematische Modellen, België). Half april bleek het mogelijk de contouren van de bank gedeeltelijk in te lopen. De aantallen waren dan als gevolg van het slechte weer al sterk afgenomen. De inschatting was echter dat de bank wellicht wel nog te detecteren viel met het SILAS-systeem. Een opname door Stema Survey Services was gepland begin juni maar kon door het slechte weer niet doorgaan. Daardoor is een verdere test helaas niet meer mogelijk geweest binnen de looptijd van dit project.

4. Conclusie en aanbevelingen

Zoals verwacht blijkt uit de ecoprofielen dat mesheften veel dieper in het sediment voorkomen dan de diepte waarop de IMARES bodemschaaf monstert. Dichtheden bepaald met de bodemschaaf zijn dan ook sterk onderschat. De dichtheden in het najaar 2004 bedroegen gemiddeld slechts 60% van deze genomen op dezelfde locaties met een box-corer. Om goede data te krijgen over de verspreiding, de leeftijdsopbouw en het bestand aan mesheften, moet dus bemonsterd worden met een apparaat dat dieper in het sediment gaat.

Voor routinematige opnames over grote gebieden is het daarenboven van belang dat de bemonsterde oppervlakte per locatie voldoende groot is (om betrouwbaarheid te vergroten), dat de vaartijd geminimaliseerd wordt, en dat het monstertuig breed inzetbaar is (meerdere schepen, eenvoudige bediening).

Op basis van deze eisen is een prototype ontwikkeld: een schaaft met een oppervlakte van 0.4 m². In tegenstelling tot een box-corer die een oppervlak van 0.075 m² bemonstert. Deze nieuwe schaaft bemonstert 5 maal zo'n groot oppervlak. Vergeleken met de huidige bodemschaaf van IMARES, waarmee ca. 15 m² wordt bemonstert, is dit dus aanzienlijk minder (een factor 37). Een test met huidige bemonsterapparatuur moet uitwijzen in hoeverre de verkregen gegevens nog een goed beeld geven van de verspreiding van diverse soorten bodemdieren. Vanwege slechte weersomstandigheden in het najaar van 2007 kon deze test niet binnen het tijdsbestek van dit LNV-bestek gerealiseerd worden.

Andere verwachte voordelen t.o.v. een box-corer zijn te zoeken in het aspect tijd. Het nemen van monsters met een box-corer is zeer tijdsrovend doordat het schip stil moet liggen. Het nieuwe tuig fungeert als gesleept tuig waarbij de tempo van de huidige bodemschaaf als indicatief moet worden gezien. Of het nieuwe tuig daadwerkelijk een tijdswinst t.o.v. een box-corer oplevert, zal de praktijk moeten uitwijzen.

In hoeverre het nieuwe tuig onder zwaardere weersomstandigheden nog te gebruiken valt, zal de praktijk ook moeten uitwijzen. Een box-corer is vanwege gewicht en omvang vaak snel niet meer te gebruiken bij slechtere weersomstandigheden. De verwachting is echter wel dat met een gesleept tuig (dus ook de nieuwe mesheftenkor) langer op een efficiënte wijze kan worden doorgevist.

De mesheftenkor kan in principe op alle schepen met een visdraad aan boord opereren. Echter ook dit zal in de praktijk moeten blijken. De verwachting is dat daar waar de bodemschaaf beter toepasbaar is dan de box-corer dit ook geldt voor de mesheftenkor. Wel is voldoende ruimte nodig voor de opvangbak en is een snelle lier wenselijk.

Om het apparaat ook te kunnen gebruiken in de context van een survey, zal ook informatie beschikbaar moeten komen die gebruikt kan worden bij stratificatie. Een betere kennis over het gebied waar mesheften potentieel kunnen voorkomen, kan bijdragen aan een goede stratificatie. En remote sensing technieken kunnen wellicht aangeven waar zich binnen het potentieel gebied ook daadwerkelijk banken bevinden. In een verkennende studie is gekeken in hoeverre informatie uit echolodgingen hiervoor gebruikt kan worden. De eerste resultaten zijn hoopvol, maar verdere tests zijn nodig, waarbij meer info beschikbaar moet zijn over het areaal dat de messen innemen, de andere bodemdieren en andere verstorende factoren.

5. Referenties

- Armonies, W. (1996) Changes in distribution patterns of 0-group bivalves in the Wadden Sea: byssus-drifting releases juveniles from the constraints of hydrography. *Journal of Sea Research*, 35, 323-334.
- Armonies, W. & Reise, K. (1999) On the population development of the introduced razor clam *Ensis americanus* near the island of Sylt (North Sea). *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 52, 291-300.
- Baptist, H. (2005). Toetsing Vogelrichtlijn, *Ensis* visserij Waddenkust, Rep. No. 2005/01. Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist, Kruisland.
- Bergman MJN van Santbrink JW (1994) A new benthos dredge ('triple-D') for quantitative sampling of infauna species of low abundance. *Neth J Sea Res* 33:129-133
- Beukema, J.J. (1974) The efficiency of the Van Veen grab compared with the Reineck box sampler. *Journal de Conseil International pour l' Exploration de la mer* 35: 319-327.
- Beukema, J.J. & Dekker, R. (1995) Dynamics and growth of a recent invader into European coastal waters: the American razor clam, *Ensis directus*. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*, 75, 351-362.
- Boyd SE (2002). Guidelines for the conduct of benthic studies at aggregate dredging sites. Department for Transport, Local Government and the Regions, London. 117 pp.
- Cadée, G.C. (2001) Zilvermeeuwen profiteren van sterven van *Ensis directus*. *Het Zeepaard*, 61, 133-140.
- Craeymeersch, J.A., Escavara, V., & Perdon, J. (2005). Baseline study MEP-MV2 Lot2: bodemdieren. Voortgangsverslag juni 2005, Rep. No. C027/05. Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO), Yerseke.
- Craeymeersch, J.A., Leopold, M.F., & Van Wijk, M.O. (2001). Halfgeknotte strandschelp en Amerikaanse zwaardschede: een overzicht van bestaande kennis over visserij, economische betekenis, regelgeving, ecologie van de beviste soorten en effecten op het ecosysteem. Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO), Yerseke.
- Craeymeersch, J.A. & van der Land, M.A. (1998) De schelpdierbestanden in de Voordelta 1993-1997. In Rijksinstituut voor Visserijonderzoek RIVO-DLO. Rapport C056/98. 37 pp.
- Daan, R. & Mulder, M. (2004). The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 2003 and a comparison with previous data, Rep. No. NIOZ-RAPPORT 2004-4. Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), Den Burg.
- Daan, R. & Mulder, M. (2005) The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 2004 and a comparison with previous data. NIOZ-rapport – 3. 95 pp.
- Darriba, S., San Juan, F., & Guerra, A. (2004) Reproductive cycle of the razor clam *Ensis arcuatus* (Jeffreys, 1865) in northwest Spain and its relation to environmental conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 311, 101-115.
- Darriba, S., San Juan, F., & Guerra, A. (2005) Energy storage and utilization in relation to the reproductive cycle in the razor clam *Ensis arcuatus* (Jeffreys, 1865). *ICES Journal of Marine Science*, 62, 886-896.
- Dörjes, J. (1992) Die amerikanische Schwertmuschel *Ensis directus* (Conrad) in der Deutschen Bucht. III. Langzeitentwicklung nach 10 Jahren. *Senckenbergiana maritima*, 22, 29-35.
- Eleftheriou, A. & McIntyre, A.D. (eds.) (2005). *Methods for the study of marine benthos*, 3rd edition. Blackwell Science, Oxford, UK. 418 pp.
- Essink, K. (1984) De Amerikaanse zwaardschede *Ensis directus* (Conrad, 1843): Een nieuwe soort voor de Waddenzee. *Het zeepaard*, 44, 68-71.
- Essink, K. (1985) On the occurrence of the American jack-knife clam *Ensis directus* (Conrad, 1843) (Bivalvia, Cultellidae) in the Dutch Wadden Sea. *Basteria*, 49, 73-80.

- Fahy, E. & Gaffney, J. (2001) Growth statistics of an exploited razor clam (*Ensis siliqua*) bed at Gormanstown, Co Meath, Ireland. *Hydrobiologia*, 465, 139-151.
- Fahy, E., Norman, M., Browne, R., Roantree, V., Pfeiffer, N., Stokes, D., Carroll, J., & Hannafy, O. (2001). Distribution, population structure, growth and reproduction of the razor clam *Ensis arcuatus* (Jeffreys) (Solenaceae) in coastal waters of western Ireland.
- Freire J, Bernárdez C, Corgos A, Fernández L, Gonzáles-Gurriarán E, Sampedro MP, Verísimo P (2002) Management strategies for sustainable invertebrate fisheries in coastal ecosystems of Galicia (NW Spain). *Aquatic Ecology* 36:41-50
- Froggia, C. (1989) Clam fisheries with hydraulic dredges in the Adriatic sea. In: J. F. Caddy Marine invertebrate fisheries: Their assessment and management. New York, Wiley Interscience: 507-524.
- Gaspar, M.M. Castro et. al. (1999) Effect of tooth spacing and mesh size on the catch of the Portuguese clam and razor clam dredge. *ICES Journal of Marine Science* 56: 103-110.
- Hauton, C., Morello, E.B., Howell, T.R., Froggia, C., Moore, P.G. & Atkinson, R.J.A., (2002). "Assessments of the impact and efficiency of hydraulic dredging in Scottish and Italian waters", <http://www.gla.ac.uk/centres/marinstation/research/hydraulic.htm>
- Heip, C. et al. (1985) Report on an intercalibration exercise on sampling methods for macrobenthos. ICES C.M. 1985 / L:19.
- Henderson, S.M. & Richardson, C.A. (1994) A comparison of the age, growth-rate and burrowing behaviour of the razor clams, *Ensis siliqua* and *E. ensis*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 74, 939-954.
- Holme, N.A. (1954) The ecology of British species of *Ensis*. *Journal of the Marine Association of the United Kingdom*, 33 (1), 145-172.
- Holtmann, S.E., Belgers, J.J.M., Kracht, B., & Daan, R. (1996) The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1995 and a comparison with previous data. NIOZ report 1996-8.
- Kenchington, E., Duggan, R., & Riddell, T. (1998) early life history characteristics of the razor clam (*Ensis directus*) and the Moonsnails (*Euspira* spp.) with applications to fisheries and aquaculture. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2223, 1-32.
- Kingston, P. (1988) Limitations on off-shore environmental monitoring imposed by sea bed sampler design. *Adv. Underw. Technol., Ocean. Sci. and Off-Shore Eng.* 16/31: 273-281.
- Kristensen, I. (1957) De groeisnelheid van het tafelmesheft. *De levende natuur*, 60, 93-96.
- Leopold, M.F. (2002) Nulmeting vogels en benthos in de Texelse vooroever (KUSTADV*NH). *Alterra-Texel*, maart 2002. 20 pp.
- Leopold, M.F., Kats, R.K.H., & Ens, B.J. (2001) Diet (preferences) of Common Eiders *Somateria mollissima*. *Wadden Sea Newsletter*, 25-31.
- LNV (1999) Wijziging regeling aanwijzing vissen, schaal- en schelpdieren, 7 juni 1999/TRCJZ/1999/5635. *Staatscourant* 1999, nr.106, p.5.
- LNV (2003) Wijziging Beschikking visserij, visserijzone, zeegebied en kustwateren. Regeling van de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit van 5 december 2003/ Nr. TRCJZ/2003/6218 Directie Juridische zaken. *Staatscourant* 31 december 2003, nr.252.
- Luczak, C. & Dewarumez, J.-M. (1992) Note on the identification of *Ensis directus* (Conrad, 1843). *Cahier de Biologie Marine*, 33, 515-518.
- Muir, S.D. (2003) The biology of razor clams (*Ensis* spp.) and their emergent fishery on the West coast of Scotland, University Marine Biological Station, Millport.
- Muir, S.D. & Moore, P.G. (2003) Too close a shave for razor clams? *Shellfish news*, 15, 7-9.
- Perdon, K.J. & Goudswaard, P.C. (2007) Mesheften (*Ensis directus*), halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) en kokkels (*Cerastoderma edule*) in de Nederlandse kustwateren in 2007. *IMARES rapport* C087/07.

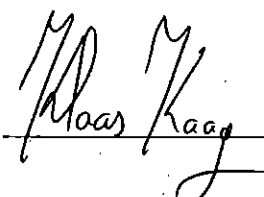
- Pyke, M. (2002). Evaluation of good handling practice for razor clams, Rep. No. SR548. Sea Fish Industry Authority.
- Reineck, H.E. (1963). Der Kastengreifer. *Natur und Museums* 93, 102-108.
- Riddle, M.J. (1989) Bite profiles of some benthic grab samplers. *Estuarine, coastal and shelf science* 29: 285-292.
- Robinson, R.F. & Richardson, C.A. (1998) The direct and indirect effects of suction dredging on a razor clam (*Ensis arcuatus*) population. *ICES Journal of Marine Science*, 55, 970-977.
- Rumohr, H. (1990) Soft bottom macrofauna: collection and treatment of samples.
- Rumohr, H., Brey, T., & Ankar, S. (1987) A compilation of biometric conversion factors for benthic invertebrates of the Baltic Sea Askö Laboratory, Stockholm.
- Schiedek, D. & Zebe, E. (1987) Functional and environmental anaerobiosis in the razor-clam *Ensis directus* (Mollusca: Bivalvia). *Marine Biology*, 94, 31-37.
- Schneider, D. (1982) Escape response of an infaunal clam *Ensis directus* Conrad 1843, to a predatory snail, *Policines duplicatus* Say 1822. *Veliger*, 24, 371-372.
- Steenbergen J, Escaravage V (2006) Baseline study MEP-MV2. Lot 2: Bodemdieren. Eindrapportage Campagnes 2004-2005. Wageningen IMARES Rapport C053/06. 64 pp.
- Trueman, E.R. (1967) The dynamics of burrowing in *Ensis* (Bivalvia). *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 166, 459-476.
- van Stralen, M.R. (1992) Het bestand mosselzaad in de Waddenzee in het voorjaar 1992. Rijksinstituut voor Visserijonderzoek RIVO-DLO. Rapport AQ 92-601.
- Van Stralen, M. (2005). De ontwikkeling van het bestand aan mesheften (*Ensis* sp.) en de visserij daarop in de Nederlandse kustwateren in de periode 1995 - 2004: Een analyse van de beschikbare bestand- en vangstgegevens op verzoek van de V.O.F. van Stee uit yerseke in verband met de aanvraag van een vergunning voor de Ensisvisserij in 2005 in VHR gebieden., Rep. No. Marinx rapport 2005.45. Marinx.
- Van Urk, R.M. (1964) De Nederlandse Ensis-soorten. *Basteria*, 28, 60-66.
- Van Veen, J. (1933). Onderzoeken naar het zandtransport van rivieren. *De Ingenieur* 48, 151-159.
- von Cosel, R., Dörjes, J., & Mohlenhardt-Siegel, U. (1982) Die amerikanische Schwertmuschel *Ensis directus* (Conrad) in der Deutschen Bucht. I. Zoogeographie und Taxonomie im Vergleich mit den einheimischen Schwertmuschel-Arten. *Senckenbergiana maritima*, 14, 147-173.
- Wijsman, J.W.M. (1993) Grootte-selectieve mortaliteit bij baars op het IJsselmeer en reconstructie van de potentiële groei, Agricultural University Wageningen.
- Wijsman J, Kesteloo J, Craeymeersch J (2006) Ecologie, visserij en monitoring van mesheften in de Voordelta. Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek, IJmuiden. RIVO Rapport nr. C009/06. 39 pp.

Verantwoording

Rapport C084/07
Projectnummer: 439.41006.01

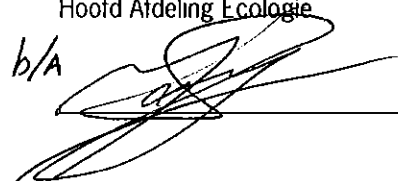
Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en beoordeeld door of namens het Wetenschapsteam van Wageningen IMARES.

Akkoord: Dr. N.H.B.M. Kaag
Projectleider Ecotoxicologie

Handtekening: 

Datum: 31 december 2007

Akkoord: Dr. F. Groenendijk
Hoofd Afdeling Ecologie

Handtekening: *b/A* 

Datum: 31 december 2007

Aantal exemplaren: 15
Aantal pagina's: 25
Aantal figuren: 1
Aantal bijlagen: 2

Bijlage 1. Toelichting werkwijze monstertuig mesheften



1. Werkschip RIOS van de firma van Stee, met op de voorgrond het monstertuig. De testen met de RIOS zijn uitgevoerd door het tuig op een lier naar het schip te trekken.



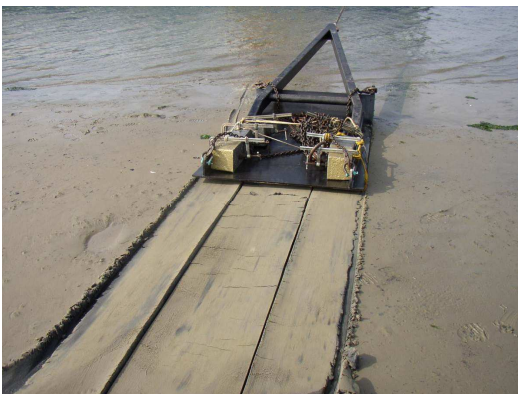
2. Het eerste prototype, bestaand uit nog alleen een slee en een stalen bak. De stalen bak is later vervangen door RVS en ook demontabel gemaakt, zodat bij schade de bak eenvoudig kan worden vervangen. De kleppen ontbreken hier nog.



3. Het eerste prototype, bij aanvang van een test op een droogvallende plaat in de Oosterschelde



4. Het tuig is in de bodem getrokken



5. Sleepspoor. Duidelijk zichtbaar is dat zand dat aan de voorzijde de bak instroomt dat aan de achterzijde vrijwel ongestoord weer verlaat



6. Gat dat achterblijft wanneer (in dit geval) het monstertuig na te zijn ingegraven verticaal uit de bodem wordt getild. In de praktijk wordt het tuig na het sluiten van de kleppen in voorwaartse richting uit de bodem getrokken.



7. De laatste versie van het tuig tijdens de testen aan boord van de Luctor op 5 juli 2007.



8. De afsluitkleppen, inmiddels dubbel ingeschoord en het ontkoppel-mechanisme (zie ook foto 12) zijn goed zichtbaar. Op de slede liggen enkele mesheffen die tijdens de testen zijn opgevist.



9. Het monstertuig te water. Het tuig bleek zich stabiel te gedragen en geen neiging te vertonen zich om te draaien. Wanneer later mocht blijken dat het tuig daar toch neiging toe heeft, dan kan dit waarschijnlijk verholpen worden door het een paar blazen aan de bovenzijde van de kooi te bevestigen.



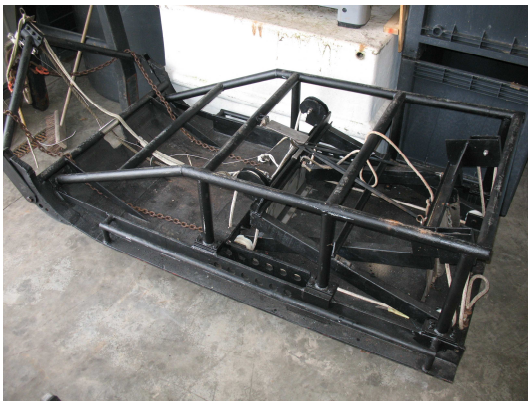
10. Het monstertuig komt met gesloten kleppen weer boven water. Duidelijk zichtbaar is de loshangende ontgrendelde visdraad.



11. Een beeld van het monster. De foto is genomen aan de voorzijde van de bak, na het openen van de kleppen.



12. Het ontgrendelmechanisme waarbij gebruik is gemaakt van een Wichard Quick Release Shackle. Zie voor de technische specificaties bijlage 1. Ontgrendeling vindt plaats via een met het tuig meegevoerd nylon koord (12 mm).



13. Recente foto van het tuig inclusief kooistructuur ter bescherming van vitale delen van het tuig.

Bijlage 2. Verkennende studie akoestische karakterisering voorkomens van mesheften, april 2005 (exclusief bijlagen)

VERKENNENDE STUDIE AKOESTISCHE KARAKTERISERING VOORKOMENS VAN MESHEFTEN

April 2005

Datum uitvoering onderzoek: 19 april 2005
Project nummer: C2005/018

Rapport versie: definitief rapport
Datum: 11 september 2007



Stema Survey Services
Postbus 69
4190 CB Geldermalsen
Tel. + 31 (0) 345 580395
www.stema-survey.com



Animal Sciences Group
Wageningen UR
Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek
Postbus 77
4400 AB Yerseke

INHOUDSOPGAVE

1	SAMENVATTING	1
2	INLEIDING	2
2.1	PROBLEEMSTELLING	2
2.2	ONDERZOEKS DOELSTELLING	2
2.3	ONDERZOEKSOPZET	2
3	METHODE METINGEN	3
3.1	AKOESTIEK	3
3.2	SURVEY GEGEVENS	3
3.2.1	<i>Datum uitvoering</i>	3
3.2.2	<i>Onderzoeksgebied</i>	3
3.2.3	<i>Systeem instellingen</i>	4
3.3	POSITIONERING	4
3.3.1	<i>GPS systeem</i>	4
4	RESULTATEN	5
4.1	HYPOTHESE AKOESTISCHE RESPONS MESHEFTEN	5
4.2	AKOESTISCHE SIGNALEN	5
4.3	VERGELIJK AKOESTISCHE INFORMATIE MET BEMONSTERINGSGEGEVENS	7
5	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	8
5.1	CONCLUSIES	8
5.2	AANBEVELINGEN	8

BIJLAGEN

- Bijlage 1, Kaart met onderzoekslocaties
- Bijlage 2, Kaart met gevaren lijnen
- Bijlage 3, Kaart met visueel geïnterpreteerde akoestiek
- Bijlage 4, Kaart met reflectie intensiteiten
- Bijlage 5, Kaart met frequentie informatie

1 Samenvatting

Het Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek voert jaarlijks een bestandsopname uit van het bodemleven in de Nederlandse kustzone. Voor een bepaalde schelpdierensoort, te weten de mesheften, is het verkrijgen van een goed beeld van het verspreidingsgebied en aantallen met de huidige bemonsteringstechnieken niet mogelijk. De mesheften leven in de toplaag van het sediment, veelal onder het niveau dat met de monsternamen technieken kan worden bereikt.

Dit onderzoek beoogt inzicht te verwerven in de mogelijkheden van het in kaart brengen van mesheften voorkomens met behulp van akoestische metingen, waarbij gebruik wordt gemaakt van de SILAS technologie. Met SILAS kunnen de gereflecteerde geluidspulsen worden geanalyseerd en de akoestische karakteristieken worden bepaald.

Er zijn een drietal hypotheses opgesteld voor de te verwachten respons van de mesheften voorkomens op het gereflecteerde akoestische signaal. Een aantal potentiële meetgebieden worden geselecteerd waarvan bekend dat is of er wel of geen mesheften voorkomen. 19 april 2005 zijn akoestische opnamen gemaakt in de geselecteerde gebieden. De akoestische registraties zijn verwerkt en beoordeeld. De resultaten zijn vergeleken met de beschikbare kennis omtrent het voorkomen van mesheften en de hypotheses zijn getoetst.

Uit de beschikbare gegevens is gebleken dat niet alle hypotheses valide zijn. Mogelijk zijn ook andere omgevings parameters hiervan de oorzaak. De meest belovende hypothese is het voorkomen van diffractiehyperbolen in gebieden met mesheften.

Akoestische metingen en de SILAS technologie lijken in principe mogelijkheden te bieden voor de detectie van schelpdieren. Voor een betere interpretatie en correlatie is echter nader onderzoek benodigd. Ook is het wenselijk additionele informatie van het waterbodempoppervlak ter beschikking te hebben (side scan sonar).

2 Inleiding

2.1 Probleemstelling

Het Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek voert jaarlijks een bestandsopname uit van het bodemleven in de Nederlandse kustzone. De mesheften zijn langerekte schelpen die in banken in verticale positie in het sediment leven. De schelpen filteren plankton uit het water en verkeren tegen het waterbodemp oppervlak. Bij gevaar kunnen de schelpen zich dieper in het sediment terugtrekken. Voor deze schelpdierensoort is het verkrijgen van een goed beeld van het verspreidingsgebied en aantallen met de huidige bemonsteringstechnieken niet mogelijk. De mesheften bevinden zich veelal onder het niveau dat met de monsternamen technieken kan worden bereikt. Discrepanties tussen de bemonsteringsresultaten en de rapportages van de schelpdiervisserij treden op.

Voor het in kaart brengen van de voorkomens van de mesheften is het wenselijk een alternatieve onderzoeksmethode toe te passen. Hierbij kan gedacht worden aan destructieve (bemonsteren) en niet destructieve methodes (remote sensing).

2.2 Onderzoeks doelstelling

De doelstelling van het onderzoek is verkennen of:

- de niet destructieve remote sensing techniek op basis van penetrerende akoestische signalen toepasbaar is voor het in kaart brengen van de voorkomens van mesheftschelpen
- de SILAS technologie bruikbaar is voor het meten van de specifieke akoestische karakteristieken.

2.3 Onderzoeksopzet

1. Er wordt een hypothese opgesteld voor de te verwachten respons van de mesheftschelpen voorkomens op het gereflecteerde akoestische signaal.
2. Een aantal potentiële meetgebieden worden geselecteerd. Van deze meetgebieden is bekend dat er wel of geen mesheften voorkomen.
3. Er worden akoestische opnamen gemaakt in de geselecteerde gebieden. De akoestische registraties worden verwerkt en beoordeeld.
4. De resultaten worden vergeleken met de beschikbare kennis over het voorkomen van mesheften en de hypothesen worden getoetst.

3 Methode metingen

3.1 Akoestiek

Het akoestisch onderzoek is in grote lijnen vergelijkbaar met de werkwijze van het bepalen van de waterbodemdpte met behulp van echolodgingen. Een signaalpuls wordt naar beneden uitgestuurd en wordt gereflecteerd door de waterbodem. De looptijd van dat signaal door de waterkolom is een maat voor de waterdiepte. Door het gebruik van lagere geluidsfrequenties kan het uitgestuurde signaal ook in de waterbodem doordringen en reflecteren op gelaagdheden in de bodem. Een belangrijk verschil met standaard echolodgingen is dat niet enkel het moment van aankomst van het signaal wordt geregistreerd, maar het gehele signaal. Het gereflecteerde signaal wordt digitaal opgenomen met het door Stema Survey ontwikkelde SILAS-systeem. Met dit systeem wordt de akoestische informatie verwerkt en geïnterpreteerd.

Er bestaan verschillende geluidsbronnen met verschillende frequenties. Lagere frequenties hebben meer doordringend vermogen. Hogere frequenties hebben meer resolutie en kunnen dus dunnere lagen waarnemen en meer detail verschaffen.

Voor dit onderzoek is een Odom HT100 echolood met een 24 kHz transducer als geluidsbron toegepast. Voor deze frequentie is gekozen gezien de goede ervaringen in vergelijkbare gebieden. Deze signaalfrequentie geeft voldoende penetratie in de toplaag van het sediment en heeft nog een zeer hoog oplossend vermogen.

3.2 Survey gegevens

3.2.1 Datum uitvoering

Het veldonderzoek is uitgevoerd op 19 april 2005. Er is gebruik gemaakt van het vaartuig Isis van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit..

3.2.2 Onderzoeksgebied

Er is gemeten op een aantal verschillende locaties voor de Zeeuwse kust, op ongeveer 15 km ten westen van de Oosterschelde kering. De mogelijke meetlocaties zijn door het RIVO aangegeven op basis van observaties van metingen van 2004 en recente informatie van schelpenvissers. In totaal zijn 5 mogelijke gebieden geselecteerd (bijlage 1):

1. Kleine locatie waar door vissers de aanwezigheid van grote mesheften is geconstateerd.
2. Locatie met boven 10 meter waterlijn voorkomens van grote mesheften. In diepere delen enkel zeeklit.
3. Gebied waar geen mesheften aanwezig zijn, volgens vissers kaal gebied.
4. Door vissers grote mesheften geconstateerd
5. Gebied waar in 2004 door RIVO geen mesheften in de monsters zijn aangetroffen.

In overleg met de opdrachtgever zijn niet in alle gebieden metingen uitgevoerd. In gebied 4 is niet gemeten, gezien de decentrale ligging en beschikbare meettijd. De overige gebieden wel. Een overzicht van de gevaren lijnen is opgenomen in bijlage 2.

In bijlage 2 staat aangegeven waar is gevaren, en welke lijnen zijn geïnterpreteerd en verwerkt. Uit de opgenomen informatie is een selectie gemaakt. De geselecteerde lijnen liggen binnen de geselecteerde gebieden. In het licht van de doelstellingen van deze studie is gekozen voor inzoomen op een deel van de beschikbare informatie.

3.2.3 Systeem instellingen

De transducer is aan de bakboordzijde van het schip geplaatst en is bevestigd middels touw en hout om een rigide opstelling te verkrijgen.

Tabel 1. Gegevens en instellingen HT100 echolood

Aantal transducers	1
Trigger rate	20 schoten / sec
Transducer diepte	0.35 m
Heave sensor	offline filtering techniek
Opname systeem	SILAS

3.3 Positionering

3.3.1 GPS systeem

Voor de positionering is gebruik gemaakt van een Novatel GPS systeem. De antenne is gemonteerd op het dek boven de stuurhut. De offsets naar de transducer zijn gecorrigeerd.

4 Resultaten

4.1 Hypothese akoestische respons mesheften

Voorafgaand aan het onderzoek is beredeneerd of de aanwezigheid van mesheften in de bodem invloed heeft op het gereflecteerde akoestische signaal. Een aantal kenmerken van de schelpen voorkomens en de mogelijke uitwerking daarvan zijn hieronder opgesomd.

1. Mesheften zijn relatief grote objecten (ten opzichte van het omringende sediment) in de bodem. De zijanten van de schelpen zijn potentieel sterke reflectoren. Beide aspecten kunnen bijdragen aan het voorkomen van diffractiehyperbolen¹ in de akoestische data. De aanwezigheid van diffractiehyperbolen kan aldus het voorkomen van mesheftenschelpen indiceren.
2. Mesheften graven zich in het sediment. Dit zal een invloed hebben op de pakkingsdichtheid van de sedimentkorrels. De dichtheid van het bodemmateriaal is van invloed op de reflectiecoëfficiënt² van het akoestische signaal. Hierbij is te verwachten dat de aanwezigheid van mesheften de pakkingsdichtheid doet afnemen. Een geringere dichtheid heeft een kleinere reflectiecoëfficiënt en daarmee een lager energieniveau van het gereflecteerde signaal tot gevolg.
3. De korrelgrootte en het voorkomen van verstoringen in de bodem heeft invloed op het frequentiespectrum van het gereflecteerde akoestische signaal. Grotere sediment korrels of verstoringen zullen selectief de hogere frequentiecomponenten uit het signaal filteren. Indien de hoge frequentiecomponenten in sterkere mate zijn weggefilterd in vergelijking met de omgeving kan dat duiden op het voorkomen van mesheften, zijnde relatief grote objecten in het sediment.

Naast mesheften zullen ook andere aspecten van de waterbodem vergelijkbare invloeden kunnen hebben. De reflectiecoëfficiënt wordt eveneens beïnvloed door het voorkomen van bijvoorbeeld golfribbels. Andere organismen, levend aan het oppervlak, zullen eveneens invloed hebben op het gereflecteerde signaal.

4.2 Akoestische signalen

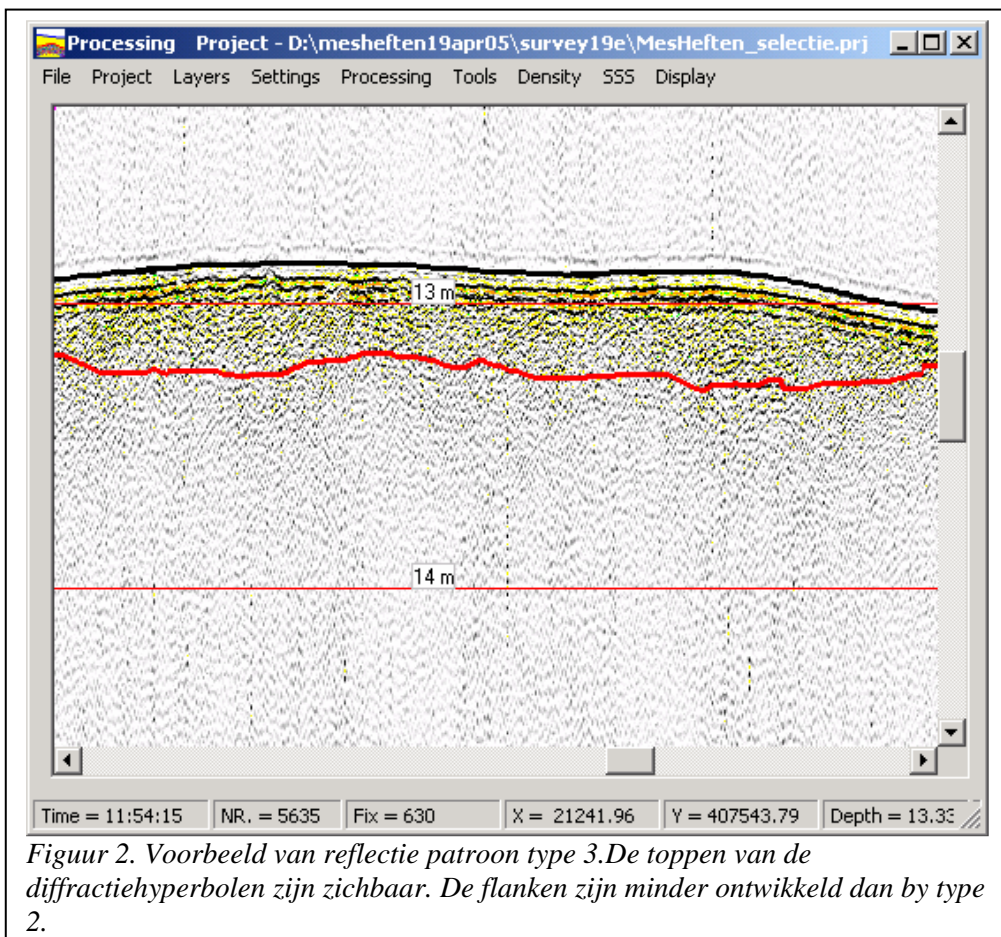
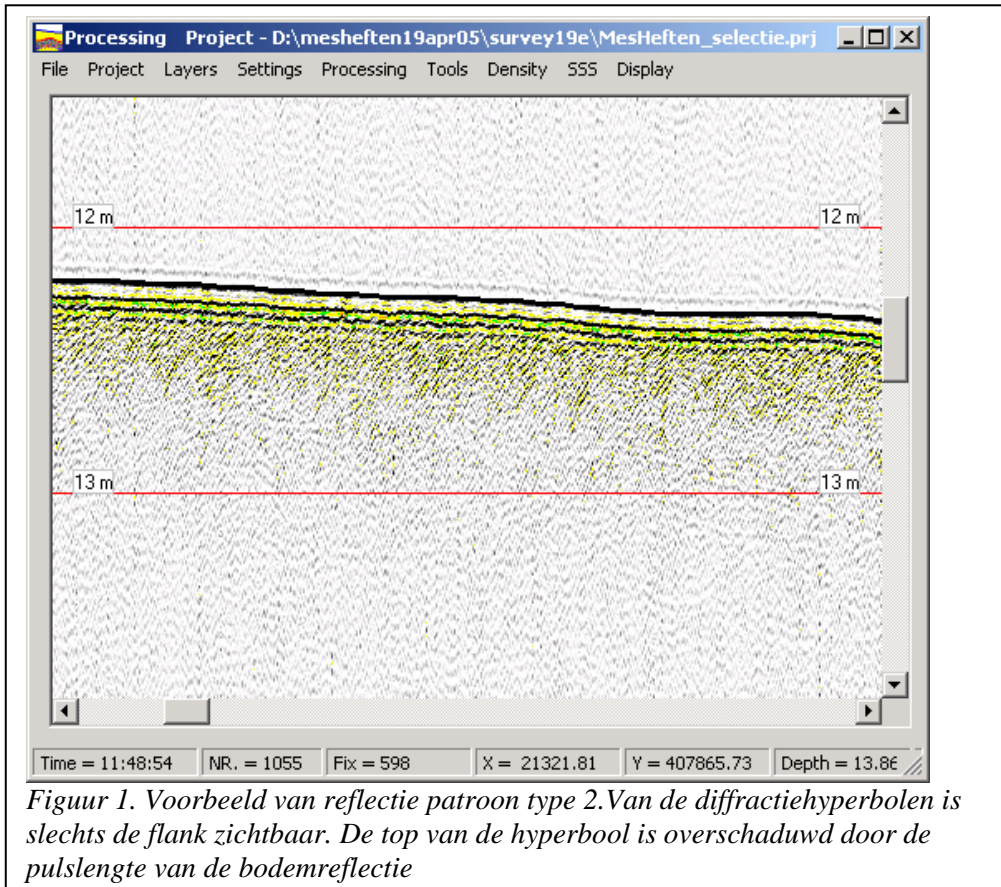
Diffractie hyperbolen

De gegevens zijn visueel geïnterpreteerd. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de verschillende reflectie patronen in de bodem. Er zijn 4 verschillende patronen waargenomen:

1. Een relatief harde bodemreflectie met slechts enkele diffractiehyperbolen.
2. Een relatief harde bodemreflectie met diffractiehyperbolen met hun top (i.e. de werkelijke ligging van de puntreflector) op of aan de waterbodem.
3. Een minder regelmatige bodemreflectie met diffractiehyperbolen dieper dan 10 cm in de bodem.
4. Een minder regelmatige bodemreflectie met zowel diffractiehyperbolen op de waterbodem als dieper dan 10 cm in de bodem.

¹ Diffractiehyperbolen ontstaan door zijreflecties van een puntvormig voorwerp in de bodem. Het uitgezonden signaal heeft een zekere bundelhoek. Bij een vlakke langerekte reflector heeft de bundelhoek geen invloed op het terugontvangen signaal. Puntvormige objecten worden reeds gedetecteerd voordat het voorwerp zich onder de signaalbron bevindt. De looptijd van het signaal is echter onder een hoek langer dan het vertikaal gereflecteerde signaal. Dit geeft de hyperbool structuur in de akoestische opnames.

² De mate waarin het signaal in het sediment doordringt is afhankelijk van de uitgezonden golflengte en de dichtheidscontrasten. De ratio van het gereflecteerde en doorgelaten signaal wordt gerepresenteerd door de reflectiecoëfficiënt.



In bijlage 3 zijn de resultaten van de visuele interpretatie in kaart gebracht. Op basis van de gestelde hyptheses correleren de verschillende reflectie patronen met de aanwezigheid van bodemleven:

1. Het eerste patroon kan gecorreleerd worden aan een bodem zonder veel schelpdieren.
2. Het tweede patroon kan gecorreleerd aan schelpdieren die op de bodem leven of aan het bodemoppervlak. Het betreft hier eventueel mesheften, die zich aan het sediment oppervlak bevinden, maar mogelijk is zijn de diffractiehyperbolen het gevolg zijn van zeeklit of van kleine schelpen. De reflectiesterkte van de diffractiehyperbolen kan nog uitsluitel geven over de aard van het organisme.
3. Het derde patroon kan gecorreleerd worden de aanwezigheid van mesheften in de bodem. Omdat zij wat dieper in de bodem leven ontstaat een wat verstoorde bodem die mogelijk een verstoorde reflectie patroon oplevert.
4. Het vierde patroon kan gecorreleerd worden aan mesheft voorkomens, waarbij de schelpen zich op variabele diepte in het sediment bevinden of aan een combinatie van mesheften en zeeklit of ander leven op het grensoppervlak water-bodem.

De verschillen zijn niet groot, maar wel groot genoeg voor een geoefend oog om waar te nemen. Deze interpretatie is als gevolg subjectief.

Reflectiecoëfficiënt

De reflectiecoëfficiënt, de mate waarin het akoestische signaal wordt gereflecteerd op de waterbodem, laat een zekere variatie zien in de gebieden. Alle gebieden hebben duidelijke zones met hardere en minder harde bodemreflectiviteit. Naast het voorkomen van bodemleven is deze parameter echter ook gevoelig voor de aard van het sediment. De resultaten zijn weergegeven in bijlage 4.

Frequentiespectrum

Het frequentiespectrum van het gereflecteerde signaal in de bovenste 30 cm van het sediment is gekarakteriseerd door de aanwezigheid van hoogfrequente componenten en geplot in bijlage 5. In de verschillende registraties is een duidelijke variatie waarneembaar in de karakteristiek van het spectrum. Wat opvalt is dat vooral tussen de verschillende gebieden het frequentiespectrum varieert. Zo is met name in gebied 3 het frequentiespectrum in hoge mate gefilterd voor hogere frequentiecomponenten.

4.3 Vergelijk akoestische informatie met bemonsteringsgegevens

Wanneer de 3 hypothesen getoetst worden aan akoestische karakteristieken en de beschikbare waarnemingen valt op dat:

- In grote lijnen de geïdentificeerde akoestische bodemtypes op basis van diffractiehyperbolen te koppelen lijken aan de recente waarnemingen van de voorkomens van mesheften.
 - ♦ In gebied 2 komen de gegevens overeen met het voorkomen van mesheften in de ondiepe delen (reflectie type 3) en het voorkomen van zeeklit (reflectie type 2).
 - ♦ In gebied 5, waar in 2004 geen mesheften zijn waargenomen, is nu een gevarieerd beeld te zien. Lokaal zijn patronen waargenomen die mesheften indiceren (type 3 en 4). Verder bestaat het gebied uit type 1 en type 2. Type 2 kan mogelijk mesheften aangeven, maar ook schelpenvoorkomens op de waterbodem.
 - ♦ In gebied 3 is aangegeven dat er geen mesheften voorkomen. Uit de akoestiek komen echter wel gebieden die de aanwezigheid van mesheften indiceren.

Monstername terplaatse met grabsampler toonde echter wel de aanwezigheid van mesheften aan.

- Het voorkomen van een zachte bodemreflectie aan het voorkomen van mesheften is niet eenduidig. In een aantal gebieden komt het overeen maar ook een tegengestelde relatie komt voor. Met name in gebied 5 is dit het geval. Mogelijk is de invloed van de mesheften op de pakkingsdichtheid onvoldoende om significante invloed te hebben op deze parameter. Tevens zal deze parameter een sterke relatie hebben met het sedimenttype waarin de mesheften zich bevinden.
- Gebieden waar veel hoge frequentiecomponenten nog aanwezig zijn corresponderen in het algemeen met gebieden met een zachte bodemreflectie. Dit is strijdig met de opgestelde hypothesen, die veronderstellen dat een zachte bodemreflectie correspondeert met een frequentiespectrum waaruit de hoge frequentiecomponenten zijn weggefilterd.
- De afwezigheid van hoge frequentiecomponenten correleert deels met gebieden waar op basis van de diffractiehyperbolen en monsterinformatie mesheften voorkomen. De correlatie is echter niet consistent over het gehele gebied.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

De voorkomens van mesheften geven in principe aanleiding tot de veronderstelling dat de aanwezigheid een invloed zal hebben op het akoestische signaal. Ook uit de metingen blijkt dat. Het voorkomen van diffractiehyperbolen lijkt momenteel reeds een bruikbare indicator.

Voor de indicatoren reflectiecoëfficiënt en frequentiespectrum zijn de relaties met het voorkomen van mesheften nog niet duidelijk. Versturende invloeden aan het waterbodempoppervlak zijn hier mogelijk ook debet aan.

Correlatie van de SILAS opnames met de meta-informatie van het voorkomen van mesheften is niet overal eenduidig. Waarschijnlijk is de informatie over het voorkomen van de schelpen niet gedetailleerd en accuraat genoeg voor de correlatie doeleinden.

Verstorende invloeden van andere organismen dan mesheften, bv. zeeklit, of recente visserijactiviteit kunnen niet enkel uit de akoestische signalen onderkend worden. Deze invloeden kunnen leiden tot verkeerde interpretatie van het signaal.

De resultaten van de verkennende studie geven naar de mening van Stema voldoende aanleiding voor het overwegen van vervolg onderzoek. In eventueel vervolg onderzoek zal meer aandacht moeten worden geschonken aan de bemonstering en omgevingsparameters.

5.2 Aanbevelingen

In eventueel vervolg onderzoek zal een aantal aspecten aandacht moeten krijgen:

- Naast akoestische reflectie signalen zal side scan sonar informatie nodig zijn voor het elimineren van invloeden van andere oorzaken aan het zeebodempoppervlak (bv. zeeklit, visserijactiviteit, golfribbels).
- Adequate monsternamen in het meetgebied.
- Verdieping van kennis van de invloed van mesheften op de fysische eigenschappen van het bodemsediment en bodempoppervlak.

- Kennis over habitatseisen (vooral omgevingsvariabelen als sedimenttype, waterdiepte, stromingscondities) voor het voorkomen van mesheften.
- Kennis over specifieke associaties van mesheften met andere organismen. Met name organismen die mogelijk een invloed hebben op het akoestisch signaal zijn van belang.
- Kwantificeringsalgoritmes van de reflectiehyperbool intensiteit en diepte dient in SILAS geprogrammeerd te worden om tot een objectieve maat te komen.