bemonsteringsmethoden voor estuariene crustaceeën in het noordelijk deltagebied

Peter Paalvast
oktober 2000

Adviesbureau Ecoconsult

bemonsteringsmethoden voor estuariene crustaceeën in het noordelijk deltagebied

Peter Paalvast

oktober 2000

Ecoconsult

Asterstraat 19
3135 HA Vlaardingen
010-7537549
peter.paalvast@gmail.com

In opdracht van:
het Rijksinstituut voor Kust en Zee/*RIKZ*

inhoud

samenvatting I

1. inleiding 1

2. verantwoording 3

3. rol van crustaceeën in het voedselweb van estuaria 4
   3.1 crustaceeën voedsel voor crustaceeën 5
   3.2 crustaceeën voedsel voor vissen 5
   3.3 crustaceeën voedsel voor vogels 8

4. zonering en compartimenten in het estuarium 10
   4.1 verticale zonering 10
   4.2 horizontale zonering 11
   4.3 compartimenten 11

5. bemonstering van crustaceeën 16
   5.1 bemonstering van het supralitoraal 16
      5.1.1 hard substraat 16
      5.1.2 zacht substraat 17
   5.2 bemonstering van het eulitoraal of intergetijdengebied 17
      5.2.1 hard substraat 17
      5.2.2 zacht substraat 19
         5.2.2.1 onbegroeid zacht substraat 19
         5.2.2.2 begroeid zacht substraat 20
   5.3 bemonstering van het sublitoraal 21
      5.3.1 hard substraat 21
      5.3.2 zacht substraat 22
         5.3.2.1 in de bodem (endobenthos) 22
         5.3.2.2 op de bodem (epibenthos) 23
   5.4 bemonstering van de waterkolom 25
      5.4.1 de onderste meter van de waterkolom (hyperbenthos) 26
      5.4.2 de waterkolom minus de onderste meter (pelagos) 27

6. fluctuaties in ruimte en tijd 28
   6.1 aantalsfluctuaties door het jaar heen 28
   6.2 dag-nacht- en eb-vloedritme 29

7. discussie en aanbevelingen 30

8. literatuur 34

Bijlagen 43

samenvatting

In het huidige waterbeleid wordt ernaar gestreefd estuariene gradiënten te herstellen. Voor het Haringvliet (als onderdeel van het voormalige estuarium van Rijn en Maas) is in dit kader een milieu-effectrapportage opgesteld. Hierin wordt een beheer voor de Haringvlietsluizen volgens de variant “Getemd getij” als voorkeursalternatief aanmerkt. Als eerste stap hiertoe wordt de tussenvariant “de Kier” ingevoerd. Bij deze variant is er ook bij vloed een (kleine) opening die het Haringvliet met de zee verbindt. Om de huidige toestand in kaart te brengen en de komende veranderingen te kunnen meten wordt een monitoringprogramma opgesteld. Het monitoren van crustaceeënpopulaties zal hier een onderdeel van zijn.

In voorliggende literatuurstudie worden de belangrijkste kwalitatieve en kwantitatieve bemonsteringsmethoden voor crustaceeën, die in de verschillende compartimenten van het huidige en het toekomstige estuarium van Rijn en Maas voorkomen, beschreven.
In onderstaande tabel staan de methoden die voor het bemonsteren van crustaceeën in het estuarium van Rijn en Maas relevant worden geacht.

compartiment			methode
supralitoraal	hard substraat	diverse	kunstmatig vloedmerk
	zacht substraat	slik, begroeid en onbegroeid	kunstmatig vloedmerk
		zand	kunstmatig vloedmerk steekbuizen en frames
eulitoraal	hard substraat	diverse	kunstmatige substraten pompen?
	zacht substraat	slik en zand onbegroeid	steekbuizen en frames strandslede push net
		slik en zand begroeid	steekbuizen en frames enclosures fuiken stuwnetten
sublitoraal	hard substraat	diverse	kunstmatig substraat pompen?
	zacht substraat	in de bodem	Rheineck boxcorer steekbuizen
		op de bodem	boomkor epibenthische slee
waterkolom		1e meter	hyperbenthische slee
		minus de 1e meter	planktonnet NISKIN-flessen

1. inleiding

het begrip estuarium

“Een estuarium is een overgangsgebied tussen één of meerdere rivieren en de zee, waar naast de rivierafvoer het getij een meer of minder sterke invloed heeft op de waterbeweging, en zoet en zout water elkaar ontmoeten. Het getij is het belangrijkste fysische proces dat het getijden-gebied vorm geeft en in stand houdt.”

Bovenstaande definitie is te vinden in het rapport “Doelstellingen ecologisch herstel benedenrivierengebied” (Ruys et al., 1993). Om een estuarium verder te karakteriseren wordt vervolg met :

Als overgangsgebied is het estuarium rijk aan gradiënten in processen en milieufactoren, en daarmee samenhangend gradiënten in en een grote variatie aan biotopen en levensgemeenschappen. Kenmerkende gradiënten zijn:

- de overgang in hydrologische en morfologische dynamiek, van rivierdynamiek naar zeedynamiek;
- de overgang van het zoete rivierwater naar het zoute zeewater;
- de overgang van riviersediment naar zeesediment;
- de overgang van zoetwaterorganismen naar brak- en vervolgens zoutwaterorganismen;
- een landschappelijke gradiënt. Aan zeezijde heeft het gebied een open karakter, met brede stroomgeulen, omzoomd door strand en duinen aan de kust en door brede slikken en gorzen meer landinwaarts. Stroomopwaarts verschijnt in toenemende mate opgaande begroeiing langs de oevers. Dit zet zich verder door tot in het rivierlandschap van ooibossen in het bovenrivierengebied.

ontwikkelingen in het estuarium
Het benedenrivierengebied maakte tot de uitvoering van het Deltaplan onderdeel uit van het omvangrijke estuarium van Rijn en Maas dat o.a. de grote wateren Haringvliet, Hollandsch Diep, Grevelingen en Oosterschelde omvatte. Alle bovenomschreven karakteristieken waren er te vinden. Door de Deltawerken zijn deze grote wateren vanwege de veiligheid, maar ook ten behoeve van andere functies (landbouw- en drinkwatervoorziening, scheepvaart) van elkaar geïsoleerd. De geleidelijke zoet-zoutovergang van het Rijn-Maas-estuarium is nu alleen nog maar te vinden in de Nieuwe Waterweg en bijbehorende havensystemen en sinds november 1997 in het Hartelkanaal. Systemen die vooral in het oog springen door de zwaar verdedigde harde oevers en het nagenoeg afwezig zijn van zachte overgangen van water naar land met bijbehorende estuariene flora en fauna.

nieuw beleid
In het huidige waterbeleid wordt ernaar gestreefd estuariene gradiënten te herstellen. Zo lopen er initiatieven voor de Oosterschelde (Haas, 1998) en de Waddenzee (Anonymus, 1996). Voor het benedenrivierengebied liggen er grootschalige maatregelen in het verschiet in de vorm van een ander beheer van de Haringvlietsluizen. In 1998 is hiervoor een MER afgerond, met als advies een beheer van de Haringvlietsluizen waarbij 95% van de tijd bij vloed vanuit zee water het Haringvliet op kan stromen. De grens tussen zoet en brak water komt hierbij niet verder dan de monding van het Spui. Dit beheer, dat bekend staat onder de naam Getemd getij (Paalvast, et al., 1998) wordt

niet van de een op de andere dag ingesteld maar komt tot stand door gefaseerd de sluizen steeds verder open te gaan zetten. Het nu volledig zoete Haringvliet krijgt in de toekomst dus weer met zilt water te maken. De eerste stap daartoe is het beheer volgens het programma “de Kier”. Een beheer waarbij bij vloed een zodanige opening wordt toegelaten dat er wel enige verzilting aan de oostzijde van de sluizen optreedt maar er verder geen echte hydrodynamische veranderingen op het Haringvliet optreden.
In de aanloop naar de Kier en na instelling daarvan zullen de biotische en abiotische processen in het benedenrivierengebied, het studiegebied, door middel van een intensief monitoringsprogramma worden gevolgd. Onderdeel van deze monitoring zal het volgen van de ontwikkeling van crustaceeën-populaties zijn.

doel en afbakening van deze studie
Deze literatuurstudie heeft tot doel de bestaande bemonsteringsmethoden voor kreeftachtigen te inventariseren. Een belangrijk uitgangspunt vormt hierbij de rol die deze organismen spelen als voedselbron voor vogels en vissen. De studie beperkt zich tot alleen die organismen die relevant zijn voor het huidige en het toekomstige estuarium van Rijn en Maas. Bemonsterings-methoden die niet relevant zijn voor het studiegebied worden niet besproken.

leeswijzer
In *hoofdstuk 2* wordt verantwoording afgelegd voor de wijze waarop de gebruikte informatie is verkregen.

De rol die crustaceeën spelen in het estuariene voedselweb wordt besproken in *hoofdstuk 3.*

De compartimenten of biotopen (lees ook ecotopen) met hun belangrijkste vertegenwoordigers onder de crustaceeën die zijn te onderscheiden in een estuarium worden behandeld in *hoofdstuk 4*.

De voor de compartimenten toepasbare kwalitatieve en kwantitatieve bemonsteringsmethoden komen aan bod in *hoofdstuk 5*.

Seizoensvariatie en dagelijkse variatie in de het voorkomen van crustaceeën wordt behandeld in *hoofdstuk 6*.

In *hoofdstuk 7* tenslotte worden aanbevelingen gedaan ten aanzien van de te toe te passen methodieken, periode van bemonstering en noodzakelijk aanvullend onderzoek.

2. verantwoording

Voor het verzamelen van informatie zijn vier wegen bewandeld.

1. literatuuronderzoek via internet
2. literatuuronderzoek via geautomatiseerde literatuurbestanden
3. literatuuronderzoek in eigen bestand (schrijver van dit rapport)
4. directe benadering van deskundigen

internet
Op het internet is gezocht met verschillende sleutelwoorden en combinaties daarvan. Het beste resultaat werd geboekt door op naam van een soort dan wel een methode te zoeken. Dit heeft tevens geleid tot een aantal nuttige contacten met wetenschappelijke instellingen in het buitenland.

geautomatiseerde literatuurbestanden
Bij onderstaande instituten zijn met verschillende combinaties van sleutelwoorden alle aldaar beschikbare geautomatiseerde literatuurbestanden geraadpleegd.

- NIOO-CEMO (Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek, Centrum voor Estuariene en Mariene Oecologie) te Yerseke. Dit is het voormalige DIHO (Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek) dat indertijd is opgezet om vóór de uitvoering van het Deltaplan het estuarium van Rijn en Maas hydrologisch, morfologisch en ecologisch in kaart te brengen en tijdens de uitvoering de gevolgen van de ingrepen te bestuderen.
- RIKZ (Rijksinstituut voor Kust en Zee) voortgekomen uit de vroegere Deltadienst van Rijkswaterstaat. De Deltadienst heeft het grootste deel van de Deltawerken uitgevoerd. Tijdens de uitvoering heeft het veel hydraulisch, hydrologisch en morfologisch onderzoek verricht in de veranderende Delta.
- RIZA (Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwater-behandeling) voortgekomen uit het vroegere Rijksinstituut voor de Zuivering van Afvalwater.

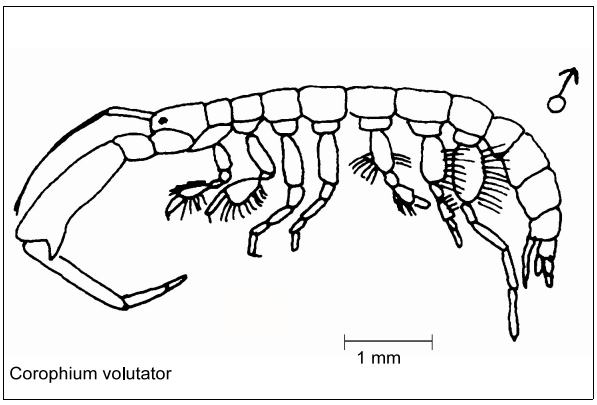
eigen bestand
In het eigen bestand is alle literatuur over kreeftachtigen van zowel zoete, brakke en zoute watersystemen en daarmee samenhangende systemen, alsook determinatieliteratuur en literatuur over estuaria op bemonsterings-methoden doorgenomen.

directe benadering van deskundigen
Meerdere deskundigen (zie bijlage 1) welke onderzoek doen of hebben dedaan in met name de grotere estuaria in binnen- en buitenland zijn benaderd. Dit heeft naast verschillende publicaties ook rapportages uit het zogeheten grijze circuit opgeleverd.

3. rol van crustaceeën in het voedselweb van estuaria

Crustaceeën zijn belangrijke organismen in het estuarium. Ze komen voor in alle compartimenten van het watersysteem (zie volgende hoofdstuk) en veelal in zeer hoge dichtheden. In de litorale zone van het zachte substraat kan een soort als de slijkgarnaal (*Corophium* sp.) zeer dominant aanwezig zijn. Op het hard substraat zijn dit vaak zeepokken met in veel gevallen een bedekking van 100%. Maar ook op schorren zijn crustaceeën belangrijk. Onder planten als Gewone zoutmelde kan het wemelen van de springers (*Orchestia gammarellus*). Met vloed komen aasgarnalen, juveniele garnalen en steurgarnalen tezamen met vissen de schorren bevolken (Anonymus, 1997).

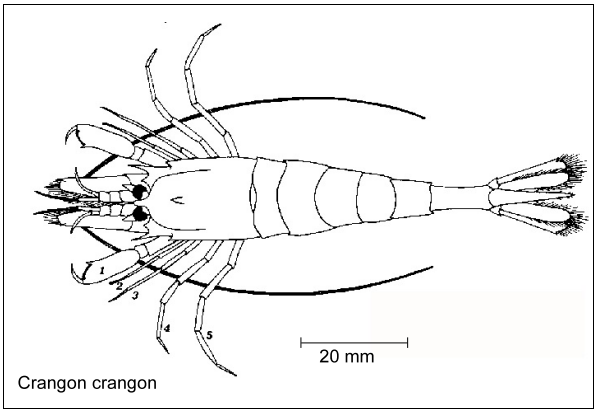
Figuur 1
De slijkgarnaal *Corophium volutator* (uit Barnes, 1994)



Op (epibenthos) en in (endobenthos of infauna) de bodem van het sublitoraal zijn crustaceeën goed vertegenwoordigd en ook hier kunnen slijkgarnalen (bijvoorbeeld *Corophium volutator*, figuur 1) de voornaamste macrofaunagroep vormen (Anonymus, 1997). Boven de bodem over de gehele zoutgradiënt en gedurende het gehele jaar wordt de levensgemeenschap (hyperbenthos) gedomineerd door aasgarnalen (*Loire*, Marchand & Alliot, 1981, *Elbe*, Riedel-Lorjé, 1998, *Westerschelde,* Mees, 1994, *Eems, Gironde*, Mees, et al., 1995, *Seine,* Abarnou & Dauvin, 1997, Dauvin et al., 2000, Mouny, 1998, Aaser et al, 1995, *Theems*, Attrill, 1998).

Andere soorten die er belangrijk zijn, zijn de Gewone garnaal (*Crangon crangon*, figuur 2), steurgarnalen en vlokreeften en afhankelijk van het seizoen bestaat een niet onbelangrijk deel van het hyperbenthos uit de larven van krabben, vissen en garnalen (dit wordt ook wel het temporele hyperbenthos genoemd)(Hamerlynck & Mees, 1991, Mees, 1994, Anonymus, 1997).

Figuur 2
De Gewone garnaal *Crangon crangon* (uit Fischer et al., 1987)

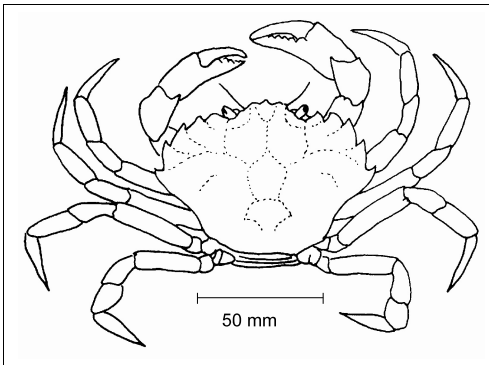


Crustaceeën vormen ontegenzeglijk een belangrijke voedselbron voor verschillende bewoners van het estuarium. In het navolgende wordt op de rol van kreeftachtigen als voedsel voor een aantal soortsgroepen dieper ingegaan.

3.1 crustaceeën voedsel voor crustaceeën

Verschillende kreeftachtigen eten hun (meestal kleinere) soortgenoten en andere kreeftachtigen. Een voorbeeld hiervan is de in het estuarium algemeen voorkomende Strandkrab (*Carcinus maenas*, figuur 3). Deze omnivoor eet naast aas en schelpdieren, garnalen en verschillende andere kreeftachtigen (Adema, 1991). De Strandkrab predeert ook op zeepokken en men heeft gevonden dat de bovengrens van de verspreiding van de Gewone zeepok (*Semibalanus balanoïdes*) in het intergetijdengebied mede hierdoor wordt bepaald (Leonard et al., 1996).

Figuur 3
De Strandkrab *Carcinus maenas* (uit Barnes, 1994)



Carcinus maenas

Ook de Gewone garnaal eet verschillende crustaceeënsoorten waaronder kleinere soortgenoten. Op het menu staan *Neomysis integer* (Brakwateraasgarnaal), *Cyathura carinata* (een brakwater isopode), *Corophium volutator* en vlokreeften van het geslacht *Gammarus* (Marchand & Alliot, 1981, Marchand, 1981, Lange, 1982). Jonge garnalen eten naast allerlei andere zaken ook copepoden en larven van zeepokken (Boddeke et al., 1986).

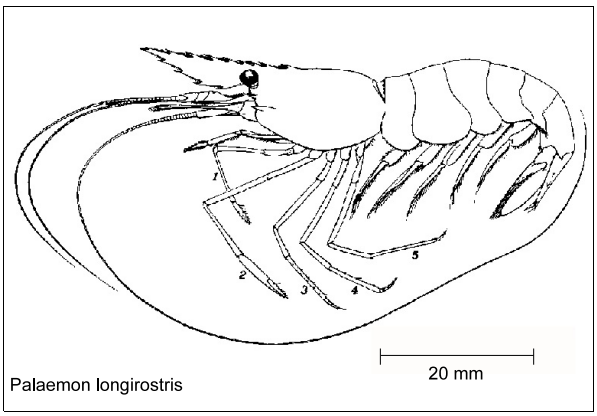
De Langneussteurgarnaal (*Palaemon longirostris*, figuur 4) eet dezelfde kreeftachtigen als de Gewone garnaal (Marchand, 1981).

In de brakke zone van het estuarium bestaat het voedsel van de Brakwateraasgarnaal hoofdzakelijk uit de copepode *Eurytemora affinis* (Aaser, et al., 1995, Castel, 1995, Mouny & Dauvin, 1998, Mouny, 1998).

3.2 crustaceeën voedsel voor vissen

Voor veel vissoorten vormen kreeftachtigen gedurende hun gehele leven of een deel daarvan een belangrijke voedselbron. Zo is *Corophium volutator* voor Zeebaars (*Dicentrarchus labrax*), Bot (*Platichthys flesus*) en Schol (*Pleuronectus platessa*) in het intergetijdengebied (niet de stranden) de belangrijkste prooi (Summers, 1980, Morin et al, 1999). Andere kreeftachtigen die door deze vissoorten in het intergetijdengebied worden bemachtigd zijn garnalen, aasgarnalen en vlokreeften.

Figuur 4
De Langneussteurgarnaal *Palaemon longirostris* (uit Fischer, 1987

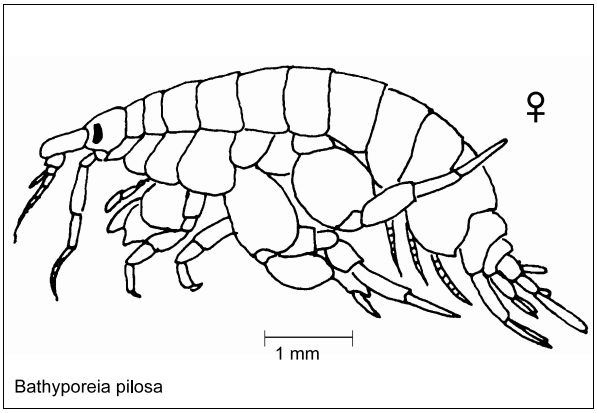


Palaemon longirostris

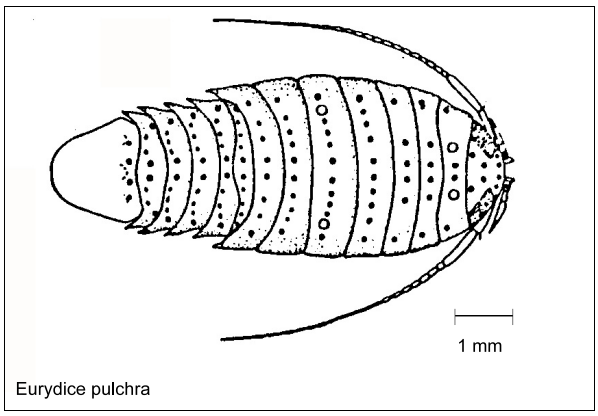
In de brandingszone van de stranden, waar veel jonge platvis foerageert zoals Schol, Tarbot (*Scophthalmus maximus*), Schar (*Limanda limanda*), Griet (*Scophthalmus rhombus*) en Tong (*Solea solea*), zijn kreeftachtigen als aasgarnalen (*Schistomysis kervilei*), gewone garnalen, kniksprietkreeftjes (*Bathyporeia* spec., figuur 5) en verschillende kleine crustaceeën belangrijke prooidieren (Beyst, et al., 1999). *Eurydice pulchra* (een isopode, figuur 6) kan in deze zone numeriek in de meerderheid zijn (Degraer et al., 1999).

In het begroeide intergetijdengebied, het schor, vormen crustaceeën het belangrijkste voedsel voor de er foeragerende vissen. Zo is in de baai van de Mont Saint-Michel recent vastgesteld dat de er foeragerende vis zich er vrijwel uitsluitend tegoed doet aan springers (pers. meded. Lefeuvre). Kreken in schorren zijn kinderkamers voor jonge garnalen en oefenen daardoor een bijzondere aantrekkingskracht uit op soorten als de Brakwatergrondel (*Pomatoschistus microps*) en de Zeebaars (Cattrijsse et al., 1997).

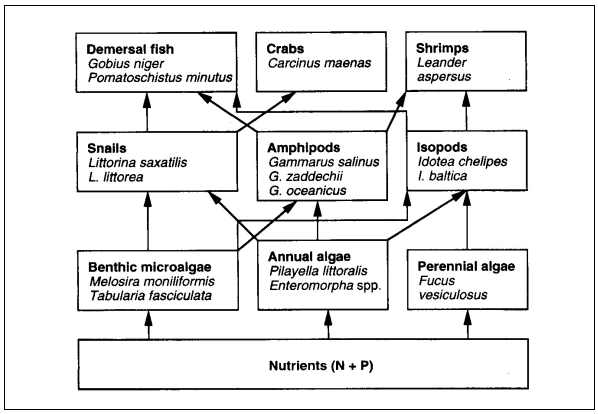
Figuur 5
Het Knikspriet kreeftje *Bathyporeia pilosa* (uit Barnes, 1994)



Figuur 6
De isopode *Eurydice pulchra* (uit Huwae, 1977)



Figuur 7
Het hardsubstraatvoedselweb in de Baltische Zee (uit Worm et al., 2000)



Op het hard substraat van de oeververdedigingen komen tussen de wieren vlokreeften en zeepissebedden voor. Deze soorten, die door verschillende vissen worden gegeten (zie figuur 7 en intermezzo), kunnen door hun graasdruk voorkomen dat met name darmwieren gaan woekeren (Worm, et al., 2000, Lotze, et al., 2000) en spelen daarmee een sleutelrol in het handhaven van soortenrijke gemeenschappen (Worm, et al., 1999).

In het sublitoraal worden door vissen allerlei prooien gegeten. Zo is in het Seine-estuarium (Morin et al, 1999) vastgesteld dat het voedsel van de volwassen schol voor ruim 60% bestaat uit schelpdieren en voor bijna 10% uit slijkgarnalen. Volwassen Tong houdt er een ander menu op na. 80% van het voedsel komt uit de bodem en 20% is pelagisch. Het voedsel is voor 65 % samengesteld uit anneliden en voor bijna 25% uit crustaceeën waarvan het merendeel gewone garnalen. Het voedsel van de Zeebaars bestaat er voor 90% uit kreeftachtigen en dan voornamelijk gewone garnalen en zwemkrabben (*Liocarcinus* spec) maar ook aasgarnalen en slijkgarnalen (*Corophium volutator*). Ook de Steenbolk (*Trisopterus luscus*) is een echte crustaceeëneter met 67% kreeftachtigen en dan voornamelijk gewone garnalen en aasgarnalen.

Ook in het Grevelingenmeer (Glazenburg, 1982, Vernij, 1983, Doornbos, G. & F. Twisk, 1984) werd vastgesteld dat kreeftachtigen een belangrijk deel van het voedsel voor Bot (*Platichthys flesus*) en Schol vormen. Ook hier zijn gewone garnalen belangrijk maar ook de Strandkrab en afhankelijk van het seizoen zeepissebedden (*Idotea* spec.) en zelfs zeepokken (*Balanus spec.*).

Het voorafgaande heeft vooral betrekking op het sterk brakke deel van het estuarium, doch vele mariene soorten dringen door tot in het brakke en zwak brakke deel en doen zich daar tegoed aan onder andere de er voorkomende kreeftachtigen. In de Westerschelde vormt in het brakke gebied de Brakwateraasgarnaal (*Neomysis integer*) het hoofdvoedsel voor het Dikkopje (*Pomatoschistus minutus*), Lozano's grondel (*P. lozanoi*), de Brakwatergrondel, de Zeebaars, de Steenbolk, de Slakdolf (*Liparis liparis*) en de Kleine zeenaald (*Syngnathus typhle*). Andere soorten die op de Brakwateraasgarnaal en andere aasgarnalen prederen zijn de Sprot (*Sprattus sprattus*), de Haring (*Clupea harengus*), de Wijting (*Merlangius merlangus*) en natuurlijk de bovengenoemde platvissen (Hamerlynck & Hostens, 1993, Mees, 1994, Hostens & Mees, 1999).

Vlokreeften worden door zeer veel vissen genuttigd. Bijvoorbeeld de Sprinkhaanvlokreeft (*Gammarus locusta*) een mariene soort die ver de estuaria

binnen kan dringen, wordt onder andere gegeten door Bot en Schol (Vernij, 1983). In het zoete deel van het estuarium van de Theems vormen de vlokreeften *(Gammarus zaddachi*, figuur 8) het hoofdbestanddeel van het voedsel van de meeste zoetwatervissen (Attrill, 1998).

Uit maaganalyse van zoetwatervis bemonsterd van de zeven van de koelwaterinmame van de elektriciteitscentrale bij Nijmegen bleek dat de immigranten de Kaspische slijkgarnaal *(Corophium curvispinum)* en/of de Tijgervlokreeft (*Gammarus tigrinus*) een belangrijk deel van het voedsel van de Aal (*Anguilla anguilla*), de Baars (*Perca fluviatilis*), de Snoekbaars

Diet patterns

Robert Rangeley, 1999

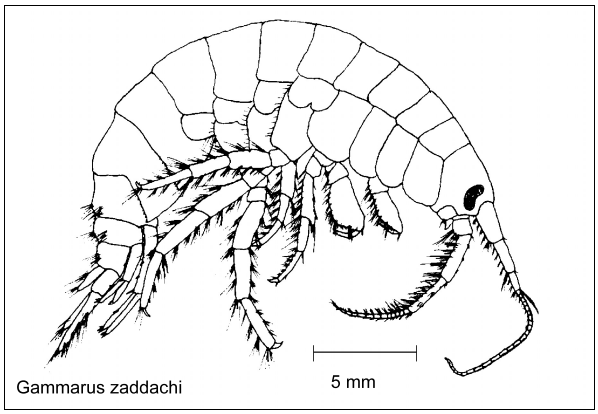
Among the major intertidal habitats, the rocky intertidal probably presents the greatest taxonomic breadth and functional diversity of potential prey for intertidal fishes. Small mobile crustaceans are important components of the diet of many rocky intertidal fishes. The populations of these mobile crustaceans fall or rise in conjunction with changes in primary production and especially in response to fluctuations in detrital food webs. The short generation time and direct development of many crustaceans (e.g. amphipods and isopods) allows populations to respond quickly to local fluctuations in productivity. Unfortunately, very little work has been done on profitability of different prey for intertidal fishes.

Small crustaceans (harpacticoid copepods, gammarid amphipods, isopods, shrimps and crabs) are clearly the predominant prey items in the diets of rocky intertidal fishes from several sites around the world: e.g. Chile, South Africa, California. There are also consistent patterns in the ontogenetic diet shifts among fishes of the rocky intertidal zone. Often, harpacticoid copepods are the dominant prey by number and small gammarid amphipods are the dominant prey by weight or volume in the diets of the smallest fishes. Both groups drop out of the diet as the fish age and grow. With age, prey species richness increases as does food intake. Increase in energy is accomplished by eating fewer but larger prey (rather than eating more small items) by either consuming larger prey taxa or larger individuals of the same prey taxa.

Diet composition of all fishes sampled in the rocky intertidal zone in Passamaquoddy combined consisted of over 100 invertebrate prey with the greatest frequency of occurrence represented by crustaceans. Prey included many of the species that are closely associated with rockweed algae. As fish grew through the summer period, harpacticoid copepods dropped out of the diets of most fishes and larger individuals of the amphipod Gammarus oceanicus increased in occurrence. Diet breadth increased as well. Of the eight fishes examined in detail, all had relatively large numbers of prey from algal habitats in their stomachs (Atlantic tomcod, pollock, white hake, threespine stickleback and longhorn sculpin) and, with the exception of alewife, herring and winter flounder, prey from algae comprised the greatest average volume in stomachs.

(*Stizostedion lucioperca*), de Pos (*Gymnocephalus cernuus*) en de Kolblei (*Abramis bjoernkna*) uitmaakten (Kelleher et al., 1999). Zowel de genoemde crustaceeën als de vissen komen voor in het estuariene deel van Rijn en Maas en het is niet onwaarschijnlijk dat ook daar kreeftachtigen een belangrijk onderdeel van het voedsel van de zoetwatervissen zijn.

Figuur 8
De vlokreeft *Gammarus zaddachi* (uit Attrill, 1999)



De volwassen Langneussteurgarnaal, een euryhaliene soort die over de gehele saliniteitsrange in het estuarium is te vinden, lijkt minder in trek bij vissen. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door zijn stekelige rostrum. In het Loire-estuarium vond men (Marchand, 1981) alleen bij de Vijfdradige meun en de Zeebaars de Langneussteurgarnaal in magen. In het Seine-estuarium werden echter bij middelgrote en grote botten en zeebaarzen naast strand-, zwemkrabben (figuur 9), slijkgarnalen, aasgarnalen en copepoden ook Langneus-steurgarnalen in soms behoorlijke aantallen in de magen gevonden (Bessineton et al., 1998, Anonymus, 1999).

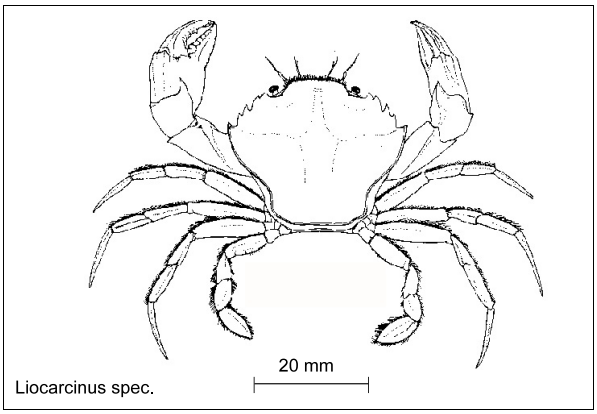
Een belangrijke prooi voor juveniele vis en haring-achtigen zijn calanoïde copepoden (Hostens, pers. meded.).

3.3 crustaceeën voedsel voor vogels

Door veel watervogels worden crustaceeën gegeten. Veel kennis omtrent de soorten die worden genuttigd is er niet. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat het geen probleem is 10.000 vissen te vangen en te doden voor maaganalyse maar wel (om uiteenlopende redenen) ditzelfde bij 10 vogels te doen.

Toch is er wel het een en ander bekend. Hoewel zeker niet het hoofdvoedsel van de Grote zee-eend, want deze eet overwegend schelpdieren en slakken, zijn in de magen van deze vogels Heremietkreeften (*Diogenes pugilator*), zwemkrabben (*Macropipus* spec.), erwtenkrabbetjes (*Pinnotheres pisum*, een commensaal in voornamelijk mosselen) en andere krabben aangetroffen (Aulert & Sylvand, 1997).

Figuur 9
Een zwemkrab van het geslacht *Liocarcinus* (uit Fischer, 1987)



Strandkrabben worden door verschillende vogelsoorten gegeten, waarbij elke vogelsoort een voorkeur heeft voor het formaat. Bij de Zilvermeeuw (*Larus argentus*), de Wulp (*Numenius arquata*), de Tureluur (*Tringa totanus*), de Zwarte ruiter (*T. erythropus*) en de Groenpootruiter (*T. nebularia*) kan in het zomer-herfstseizoen het menu voor 100% uit strandkrabben bestaan. De Noordse stern (*Sterna macrura*) voert zijn jongen in de voorzomer vaak met grote, oude strandkrabben die aan het vervellen zijn. In de herfst trekken de strandkrabben zich terug in de geulen en kunnen dan een belangrijke prooi voor de Eidereend (*Somateria mollissima*) zijn (Zwarts, pers. meded.). Ook andere vogelsoorten die foerageren in het intergetijdengebied zullen, indien ze het formaat aan kunnen, een strandkrab niet aan hun neus voorbij laten gaan. Te denken valt aan scholeksters (*Haematopus ostralegus*), strandlopers (*Calidris* spec.) en dergelijke.
Slijkgarnalen vormen voor verschillende wadvogels een belangrijke prooi (Zwarts, 1997) en ook op deze soorten wordt grootteselectief gepredeerd. Zo eten Rosse grutto's (*Limosa lapponica*) alleen de allergrootste (7-9 mm),

Tureluurs alle exemplaren groter dan 4 mm en Bonte strandlopers (*Calidris alpina*) elke grootteklasse behalve slijkgarnalen kleiner dan 3 mm. Bij de twee laatstgenoemde soorten kan de slijkgarnaal 100% van het dieet uitmaken. Ook de Kap- of Kokmeeuw (*Larus ridibundus*) is niet vies van slijkgarnalen (Zwarts pers. meded).

Garnalen zijn voor veel watervogels een belangrijke prooisoort. In de periode juni-oktober worden ze in ruime mate gegeten door onder andere kapmeeuwen, zwarte ruiters, groenpootruiters en tureluurs. Voor de Wulp, Rosse grutto, Noordse stern en soms de Wilde eend vormt de garnaal een belangrijke bijvangst (Zwarts, pers. meded., van de Kam et al., 1999).
In de maanden juli tot en met september zijn aasgarnalen belangrijke prooidieren voor de Kluut.

Over steurgarnalen als vogelvoedsel is nauwelijks iets bekend. De Langneussteurgarnaal wordt waarschijnlijk gegeten door reigers (*Ardea cinerea*)(Marchand, 1981) en waarschijnlijk ook door Lepelaars (*Platalea leucordia*). Lepelaars immers eten alles wat ze kunnen kraken en de Gewone garnaal staat op het menu (van de Kam et al., 1999). Steur-garnalen en Gewone garnalen komen vaak tezamen voor en het ligt niet voor de hand dat de Lepelaar de moeite zal nemen de Gewone garnaal er exclusief tussenuit te pikken.

Zeepokken worden gegeten door zilvermeeuwen (*Larus arguntatus*) en waarschijnlijk ook door steenlopers (*Arenaria interpres*)(Zwarts, pers. meded.).

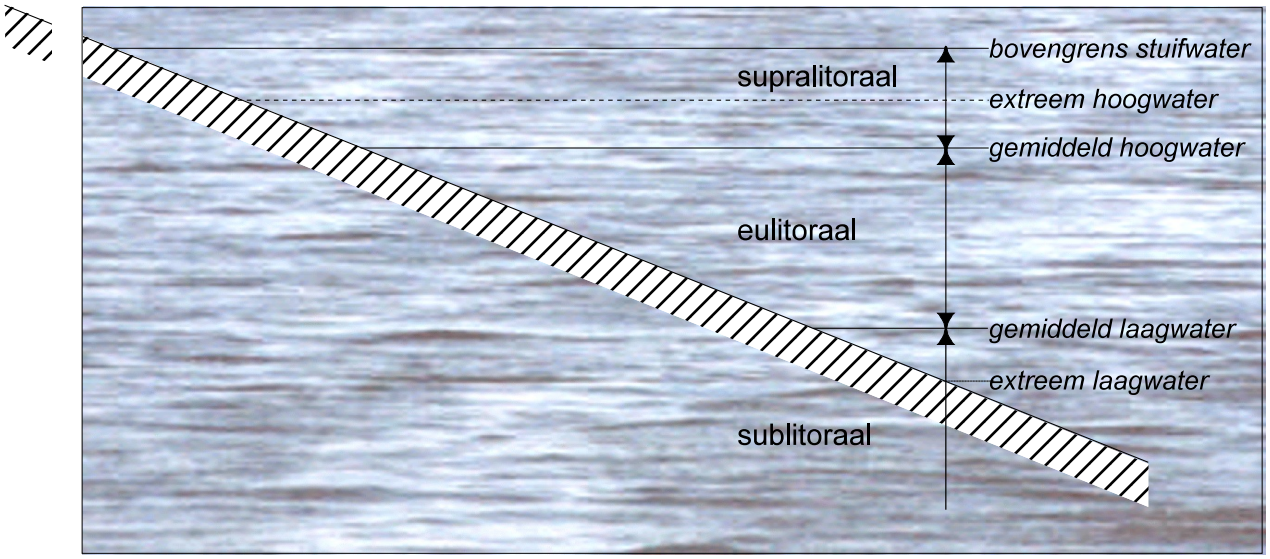
Onder het vloedmerk op stranden en oevers kan het wemelen van de springers en zandvlooien. Weinig is bekend of vogels op deze soorten prederen. Een probleem is mogelijk dat ze alle kanten uitspringen wanneer ze verstoord worden. Doch de aantallen zijn zo groot dat wellicht meerdere kustvogelsoorten maar ook vogels uit de duinen deze dieren op het menu hebben staan. Een aantal soorten is foeragerend tussen het vloedmerk waargenomen (pers. meded. Norman van Swelm). In de (na-)zomer waren dat vooral spreeuwen (*Sturnus vulgaris*), gele en witte kwikstaarten (resp. *Molicella flava* en *M. alba*) maar ook jonge kokmeeuwen en bonte strandlopers lopen weleens in het vloedmerk te pikken.

4. zonering en compartimenten in het estuarium

4.1 verticale zonering

SUBSTRAAT
In figuur 10 is het zoneringschema van het substraat (de bodem) van de getijdenwateren zoals die oorspronkelijk door Den Hartog (1959) voor onze regio is opgesteld, weergegeven. Den Hartog noemde de delen van de zonering regionen. Dit is later veranderd in zone's (Nienhuis, 1975) en deze terminologie is heden ten dage nog steeds in zwang.

Figuur 10
Zonering in een getijdenwater (naar Nienhuis, 1975)



Binnen de onderscheiden zones kunnen crustaceeën in, op of boven het substraat voorkomen. In het onderstaande (naar Nienhuis, 1975) worden de zones kort beschreven.

supralitorale zone of supralitoraal
Het supralitoraal is gelegen tussen de bovengrens van het stuifwater en de ondergrens van de aanspoelgordel (vloedmerk of veek). De aanspoelgordel ligt over het algemeen even boven de gemiddelde hoogwaterlijn.

eulitorale zone of eulitoraal
Het eulitoraal ligt tussen de gemiddelde hoogwater- en de gemiddelde laagwaterlijn. Het is een zone die tweemaal daags wordt geïnundeerd.

sublitorale zone of sublitoraal
Het sublitoraal ligt direct onder de gemiddelde laagwaterlijn.

Onder het sublitoraal wordt de zone onder de gemiddelde laagwaterlijn tot de 200 m dieptelijn verstaan (Waller, 1996). In diep water worden onder deze zone nog andere zones onderscheiden. Deze zijn voor de Nederlandse situatie niet van toepassing omdat de Noordzee in onze regio nergens dieper is dan 60 meter (de Wolf, 1990).

WATERKOLOM
Ook de waterkolom kan in verschillende zones of lagen worden ingedeeld. Voor onze regio is alleen de epipelagische zone van belang. Deze strekt zich uit van het wateroppervlak tot een diepte 200 meter (Waller, 1996).

4.2 horizontale zonering

In estuaria is er onder andere op basis van het zoutgehalte ook sprake van een zonering lang de horizontaal. Deze zonering is meestal niet zo expliciet als de verticale doch is meer gradueel van aard. Daar komt bovendien bij dat in estuaria waar er sprake is van een hoge rivierafvoer de zonering of beter saliniteitsgradiënt per fase van de getijcyclus verschilt. De gehanteerde zonering (tabel 1) voor de Nederlandse kustzone is beschreven in de rapportage "Habitatkarakteristieken van de Nederlandse kustzone" (Wintermans et al., 1995) op basis van het zoutgehalte en stemt overeen met de indeling volgens het Venetiaans systeem (Venice System, 1959).

Tabel 1
Horizontale zonering in het estuarium op basis van het zoutgehalte (naar Wintermans, 1995).

Zone of halinicum	g/l Cl^- of ‰ Cl	g/l NaCl of ‰ NaCl (S)
limnetisch of zoet	≤ 0,3	≤ 0,5
oligohalien of zwak brak	0,3 - 3,0	0,5 - 5,0
mesohalien of brak	3,0 - 10,0	5,0 - 18,0
polyhalien of sterk brak	10,0 - 16,5	18,0 - 30,0
euhalien of zout	16,5 - 22,0	30,0 -40,0

4.3 compartimenten

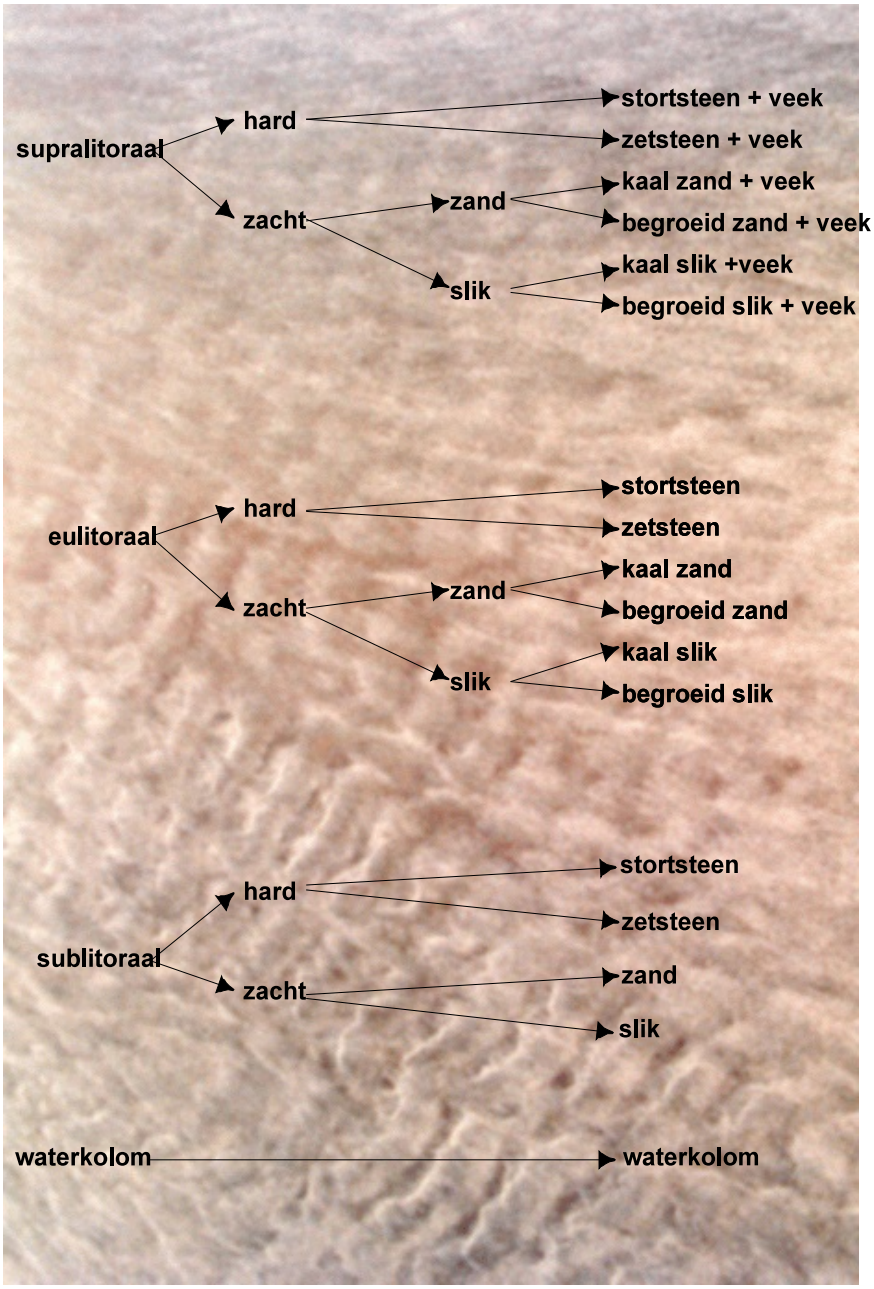
De combinatie van verticale en horizontale zonering gepaard aan de variatie in substraatsamenstelling leidt tot een grote verscheidenheid aan (sub-) compartimenten (lees ook biotopen of ecotopen) in het watersysteem. In figuur 11 is de combinatie verticale zonering, het substraat en de waterkolom schematisch weergegeven. In tabel 2 zijn aan de hand van literatuur de voor de compartimenten karakteristieke crustaceeëngroepen over de saliniteitsgradiënt ingevuld.
Om het geheel overzichtelijk te houden is een aantal subcompartimenten samengevoegd.

SUPRALITORAAL
In het supralitoraal is de aanwezigheid van vloedmerk belangrijk. Soorten die hieronder gevonden worden, zijn de springers (*Orchestia spec.*). Van de zeepissebedden is de havenpissebed een algemene soort op hard substraat in het oligohalinicum. Op de stranden komt vooral de Strandvlo (*Talitrus saltator*) in grote aantallen voor.

EULITORAAL
In het eulitoraal zijn in het polyhalinicum op het hard substraat de zeepokken veelal in de grootste dichtheden te vinden. De belangrijkste soort is de Nieuwzeelandse pok (*Elminius modestus*). Andere crustaceeën zijn te vinden tussen de wieren en onder stenen. Het aantal soorten neemt sterk af naarmate het overspoelingswater minder zout bevat.

In het zoete deel van het estuarium zijn op het hard substraat onder de crustaceeën vrijwel uitsluitend de Tijgervlokreeft en de Kaspische slijkgarnaal te vinden.

Figuur 11
Schematische indeling van het watersysteem in compartimenten



Slijkgarnalen zijn over het gehele saliniteitstraject wellicht de belangrijkste crustaceeën in de zachte substraten van het eulitoraal, maar ook vlokreeften komen veelvuldig voor.

In het zandige intergetijdengebied van het polyhalinicum is het Kniksprietkreeftje de belangrijkste soort. Bij eb blijven jonge garnalen (Janssen & Kuipers, 1980), maar ook steurgarnalen in het sediment achter (Attrill, 1998). De Strandkrab tenslotte is op alle substraten in het poly- en mesohalinicum te vinden.

Tijdens vloed verandert de samenstelling van de levensgemeenschap in het intergetijdengebied aanzienlijk en komen vanuit het sublitoraal allerlei kreeftachtigen het intergetijdengebied bevolken.

mariene crustaceeën

Daar waar de crustaceeën zich in het watersysteem ophouden, heeft te maken met hun levenswijze en afmeting. Op basis hiervan zijn zij in de volgende groepen op te delen:

zoöplankton
Dit zijn de kleine zwemmende crustaceeën in de waterkolom. De bulk bestaat uit roeipootkreeftjes , mosselkreeftjes en vroeglarvale stadia van zeepokken. De belangrijkste groep zijn calanoÿde copepoden die meer dan 90% van de biomassa vormen.

epibenthos
Dit zijn de dieren die op de bodem leven of er net boven zwemmen (demersaal). Het gaat hier om juveniele en adulte garnalen, steurgarnalen, krabben en heremietkreeften. Het belangrijkst zijn de garnalen die meer dan 70% van de biomassa voor hun rekening nemen.

hyperbenthos
Dit zijn de dieren zwevend boven de zeebodem, inclusief de verticaal migrerende zoöplanktonische en endobenthische organismen. Gebonden aan het seizoen zijn de (post-)larvale stadia van garnalen, krabben en heremietkreeften (het temporele hyperbenthos). Permanent zijn alle levensstadia van aasgarnalen, vlokreeften en cumaceeën (kleine garnaalachtigen). De belangrijkste groep zijn de aasgarnalen, met een biomassa die veelal meer dan 60% van de totale biomassa van het hyperbenthos bedraagt.

endobenthos
Dit zijn de dieren in of op de bodem. Het zijn vooral gravende soorten vlokreeften, zeepissebedden, cumaceeën en aasgarnalen. De vlokreeften zijn het belangrijkst met een biomassa van meer dan 10% van het totaal.

Kris Hostens, Universiteit van Gent, persoonlijke communicatie

SUBLITORAAL
In het sublitoraal zijn in het poly- en mesohalinicum de garnalen de belangrijkste soort die op de bodem te vinden is. In het oligohalinicum en het zoete water wordt deze rol door de Langneussteurgarnaal overgenomen. In de bodem kunnen zich allerlei gravende soorten ophouden. Zo zijn er in het polyhalinicum verschillende soorten vlokreeften aan te treffen (Craeymeersch, 1996), terwijl dat in het oligohalinicum en het zoete water van het estuarium er slecht enkele zijn of soms slechts één soort is (Attrill, 1998, Bij de Vaate & Greijdanus-Klaas, 1993).

WATERKOLOM

Het compartiment waterkolom valt in feite onder te verdelen in de onderste zone van ongeveer 1 meter waar het hyperbenthos zich bevindt en de zone daarboven waar de planktonische en larvale crustaceeën zich ophouden (hier maken zij onderdeel uit van het zogenaamde pelagos). De belangrijkste soorten van het hyperbenthos zijn de aasgarnalen en deze omvatten vaak meer dan 60% van de totale hyperbenthosbiomassa in het estuarium (Mees, 1994). Van het pelagos is de copepode *Eurytemora affinis* in het brakke deel van het estuarium de belangrijkste soort (onder andere Mees, 1994, Castel, 1995, Satour & Castel, 1995, Escaravage & Soetaert, 1995. Mouny et al., 1996).

5 bemonstering van crustaceeën

De Crustacea zijn een fylum met wereldwijd meer dan 30.000 soorten die bijna allemaal voorkomen in de zee (Hayward et al., 1999). Slechts een paar soorten is doorgedrongen tot het zoete water en een enkele soort komt voor op het land. In het water kunnen kreeftachtigen voorkomen in alle denkbare habitats en dientengevolge is er binnen dit fylum sprake van een zeer uiteenlopende specialisatie en differentiatie. De soorten zijn er dan ook in allerlei vormen en maten en om ze te vangen wordt er gebruik gemaakt van allerlei apparatuur. Van kleine schepnetjes gemaakt van nylonkousen tot grote geavanceerde trawlers voor de krilvisserij, maar ook van pvc-steekbuizen tot geavanceerde boxcorers en zware bulldozerachtige benthische sleden zoals de Triple-D van het NIOZ (Bergman & Santbrink, 1994).
In het benedenrivierengebied is een groot aantal biotopen (zie hoofdstuk 4) waar crustaceeën voorkomen voor handen zodat de inzet van verschillende bemonsteringstechnieken noodzakelijk is. Navolgend zullen per onderscheiden compartiment de er voor de er voorkomende kreeftachtigen beschikbare bemonsteringstechnieken worden besproken. Als leidraad kan bijlage 2 worden gebruikt, waarin in een tabel de methoden en doelsoorten per comparitment zijn weergeven. In bijlage 3 is tevens een overzicht opgenomen uit Elliott & Hemingway (2000) met de verschillende in de Europese estuaria gebruikte visserijmethoden (zowel commercieel als wetenschappelijk) waarin ook de toepasbaarheid voor crustaceeën is aangegeven.

5.1 bemonstering van het supralitoraal

Voor het bemonsteren van de kreeftachtigen in het supralitoraal, strandvlooien en springers is naast de determinatietabel van de KNNV (Dekker, 1978) geen literatuur gevonden. Voor het zacht substraat is door correspondentie via het internet de website van het door de Europese Unie gesubsidieerde project met de titel “MECO PROJECT BASES FOR THE INTEGRATED SUSTAINABLE MANAGEMENT OF MEDITERRANEAN SENSITIVE COASTAL ECOSYSTEM” gevonden.

5.1.1 hard substraat

Het in het supralitoraal gelegen hard substraat in het benedenrivierengebied omvat oeververdedigingen en bij vloed boven water uitstekende vooroever-verdedigingen en geleidingsdammen.

KWALITATIEVE BEMONSTERING
Voor het kwalitatief bemonsteren van de kreeftachtigen van het hard substraat kan worden volstaan met het omkeren van het vloedmerk en de (wegspringende) te dieren pakken. Bestaat het hard substraat uit niet al te zware stenen dan kunnen ook deze worden omgekeerd. Ook kunnen vallen worden geplaatst.

KWANTITATIEVE BEMONSTERING
Voor kwantitatieve bemonstering van de kreeftachtigen van het hard substraat moet een *kunstmatig vloedmerk* worden ontworpen. Dit zou bijvoorbeeld kunnen bestaan uit een dunne betonnen (ferrocem) plaat van 50 cm x 50 cm met daarop enige lagen bestaande uit riet of ander materiaal waar de dieren tussen en in kunnen kruipen. Door deze te plaatsen in de zone waar zij zich ophouden kan de dichtheid gedurende het jaar worden gevolgd en kunnen tevens jaren en locaties met elkaar worden vergeleken.

Naast het bemonsteren met kunstmatig vloedmerk kunnen vallen worden geplaatst. Door deze vallen volgens een nader vast te stellen protocol te legen kan de populatiedichtheid worden geschat en locaties met elkaar worden vergeleken.

5.1.2 zacht substraat

Het in het supralitoraal gelegen zacht substraat omvat stranden en de hogere delen van de gorzen of schorren.

KWALITATIEVE BEMONSTERING
Voor het kwalitatief bemonsteren van de kreeftachtigen van het zacht substraat kan worden volstaan met het omkeren van het vloedmerk en de (wegspringende) te dieren pakken. Op stranden kan bovendien het zand boven de vloedlijn worden gezeefd.

Figuur 12
Zogenaamde *Tetradirectional pitfall cross traps*. Foto M. Fallaci, Department of Animal Biology and Genetics, University of Florence, Italië.

KWANTITATIEVE BEMONSTERING
Voor het kwantitatief bemonsteren van de kreeftachtigen van het zacht substraat (zand en slik, begroeid en onbegroeid) kan een *kunstmatig vloedmerk* worden ontworpen. Dit kan bestaan uit een betonnen (ferrocem) plaat van 50 cm x 50 cm met een opstaande rand zodat locatiespecifiek substraat kan worden aangebracht met daaroverheen enige lagen bestaande uit riet of ander materiaal waar de dieren tussen en in kunnen kruipen. Door deze te plaatsen in de zone waar zij zich ophouden kan de dichtheid gedurende het jaar worden gevolgd en kunnen tevens jaren en locaties met elkaar worden vergeleken.

Op stranden waar strandvlooien en springers zich in het natte zand boven de vloedlijn bevinden kan met *steekbuizen* of met *frames* (graven en zeven) een kwantitatieve bestandsopname worden gemaakt. Deze methode wordt gebruikt voor bovengenoemd project in Tunesië en Italië op stranden langs de Middellandse Zee en in Portugal op de stranden langs de Atlantische Oceaan (zie bijlage 4).

Een andere methode (zie bijlage 5 en figuur 12) is het in het zand in de vorm van een kruis plaatsen van *kunststof strips* die 10 cm boven het zand uitsteken met in het snijpunt en aan de uiteinden *vallen*. Hiermee kunnen kreeftachtigen en andere organismen worden gevangen die over het zand lopen.

Een efficiënte methode om kruipende Arthropoda en dus ook kruipende crustaceeën te bemonsteren is de genoemde *strips*, met aan de uiteinden *vallen*, met een onderlinge afstand van steeds 5 meter parallel aan de waterlijn in het zand te plaatsen (bijlage 5).

5.2 bemonstering van het eulitoraal of intergetijdengebied

5.2.1 hard substraat

Het hard substraat waar het in het benedenrivierengebied om gaat, betreft de bekleding van oevers, kribben en vooroeververdedigingen. De toe te passen methodieken om kreeftachtigen hierop te bemonsteren zijn afhankelijk van de constructie (zetsteen of stortsteen en dergelijke) , het doelorganisme en de fysische omstandigheden.

KWALITATIEVE BEMONSTERING
eb

. . . . . .
Figuur 12
"Indestructible Dip Net".
©Wildlife Supply Company, USA

Kwalitatieve bemonstering van kreeftachtigen van de harde substraten is relatief eenvoudig. Het kan bestaan uit het *vaststellen van de aanwezigheid* van zee- of brakwaterpokken en het *keren* van en het *afborstelen* van stenen en het *zoeken* tussen wieren voor de aanwezigheid van strandkrabben, vlokreeften, zeepissebedden en slijkgarnalen. Ook zouden *vallen* (eventueel met aas) met een keel geplaatst kunnen worden, zodat de dieren er wel in maar niet meer uit kunnen. Voorafgaande geldt zowel voor zet- als stortsteen.

In het Elbe-estuarium worden *jutezakken* gebruikt om gammariden mee te vangen. Bij laag water kruipen de dieren er tussen (Bergemann, pers. meded.).

vloed
Om de harde substraten bij vloed te bemonsteren op vlokreeften, zeepissebedden, aasgarnalen, slijkgarnalen en garnalen kan uit een breed scala aan *netten* worden geput. Te denken valt aan handnetten (Kroer, 1986) in stevige frames zoals het "Indestructible Dip Net" (figuur 12).

KWANTITATIEVE BEMONSTERING
eb
Het bemonsteren van zee- en brakwaterpokken kan het beste met behulp van *kunstmatig substraat* plaatsvinden. Dit kan bestaan uit platen van verschillend materiaal. Met kunststof zijn goede ervaringen opgedaan in het Noordzeekanaal met de Brakwaterpok (PVC-plaatjes, Van der Gaag et al., 1998) en in de Noordzee bij Helgoland met de Nieuwzeelandse pok (plexiglas, Harms & Anger, 1989). Ook kan materiaal worden gebruikt dat overeenstemt met bijvoorbeeld het meest gebruikte harde substraat in het studiegebied. Opgemerkt dient hier wel te worden dat de mate waarin de substraten begroeid raken afhankelijk is van het type, de expositie en de positie in het intergetijdengebied. In het Rotterdamse havengebied is de mate waarin in het intergetijdengebied het substraat begroeid is met zeepokken in volgorde van afnemend bedekkingspercentage basalton, graniet, basalt, asfalt (Paalvast, 1998).

Kwantitatieve bemonstering van andere crustaceeën kan geschieden met behulp van *kwadraten* op verschillende plaatsen binnen het intergetijdengebied.

Wanneer het gaat om vlokreeften en zeepissebedden zou ook hier een *kunstmatig substraat*, waarop wieren zich kunnen vestigen, uitkomst kunnen bieden. Het zou kunnen bestaan uit een te demonteren op het substraat bevestigde *betonnen plaat*. In een passend frame met daaraan bevestigd een net zouden de dieren kunnen worden uitgeschut.

Om locaties op het voorkomen van gammariden met elkaar te vergelijken, kunnen eerder genoemde *jutezakken* of andere *kunstmatige substraten* worden toegepast. Bij laag water trekken veel aan het intergetijdengebied gebonden crustaceeën zich namelijk terug in vochtige plekken zoals onder stenen, vegetatie en dergelijke. In de Seine is met succes kunstmatig substraat gebruikt in het intergetijdengebied van het zoete deel van het estuarium (Lasnier, 1998).

Strandkrabben kunnen met vallen bemonsterd worden.

vloed
Om de crustaceeën, zoals aasgarnalen en garnalen, die met vloed vanuit het sublitoraal het intergetijdengebied van het hard substraat komen bevolken kwantitatief te bemonsteren kunnen ook *handnetten* worden ingezet. Door standaardprocedures te hanteren kunnen (semi-)kwantitatieve bemonsteringen worden uitgevoerd en locaties met elkaar worden vergeleken.

Met *pompen* kan het hard substraat worden “gestofzuigd”. Door ook hier een standaardprocedure voor te ontwikkelen kunnen kwantitatieve bemonsteringen worden uitgevoerd en locaties met elkaar worden vergeleken.

Ook zouden vallen kunnen worden ingezet.

Figuur 13
Voorbeeld van een eenvoudige handcorer.
©Wildlife Supply Company, USA

5.2.2 zacht substraat

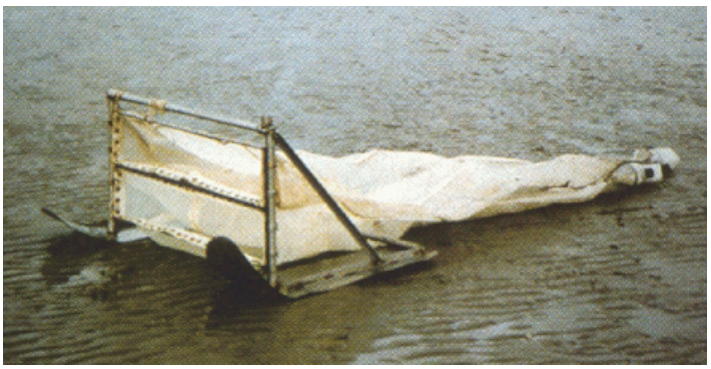
Het zacht substraat in het eulitoraal van het benedenrivierengebied stranden, zandplaten, slikken, sterk brak-, brak- en zoetwatergorzen.

5.2.2.1 onbegroeid zacht substraat

KWALITATIEVE BEMONSTERING
eb
Het intergetijdengebied van het strand, zandplaten en slikken het domein van het Bulldozerkreeftje (*Urothoe poseidonis*), kniksprietkreeftjes en slijkgarnalen kan eenvoudig kwalitatief worden bemonsterd met *steekbuizen* of *handcorers* (figuur 13, zie ook bijlage 6). Een andere methode bestaat uit het gebruik van een metalen *frame* met een oppervlakte van bijvoorbeeld 0,1 m² of 0,25 m², dat in de bodem wordt gedrukt en tot een zekere diepte wordt uitgegraven (Holme & McIntire, 1984).

vloed
Om het intergetijdengebied kwalitatief te bemonsteren kan gebruik worden gemaakt van verschillende methoden afhankelijk van de diepte. In dat deel van het intergetijdengebied dat bij vloed niet kan worden betreden kan met een *rubberboot* met een *garnalennet*, een *kleine boomkor* (zie figuur 22) of een *strandslede* (figuur 14) worden bemonsterd. Het garnalennet en de boomkor worden gebruikt voor het epibenthos (garnalen en steurgarnalen) en de strandslede voor het hyperbenthos (aasgarnalen). Ook broedzegens zijn toepasbaar.Voor slijkgarnalen is ook het “Aggasiz sleepnet” gebruikt (Pinn et al., 1998).

Figuur 14
Een strandslede voor de bemonstering van het intergetijdengebied (uit Anonymus, 1997).



In het ondiepe te betreden intergetijdengebied kan gebruik worden gemaakt van een met de hand voortgetrokken *garnalennet*, een zogenaamd “*push net*” (een kornet dat voor de bemonsteraar uit wordt over de bodem wordt geduwd, zie Holme & McIntire, 1984) of een door twee personen voortgetrokken *strandslede* (Anonymus, 1997).

KWANTITATIEVE BEMONSTERING
eb
Voor kwantitatieve bemonsteringen kunnen dezelfde apparaten worden gebruikt als voor de kwalitatieve. Alleen is het gebruik van een protocol van belang.

Voor de kwantitatieve bemonstering van het intergetijdengebied van het strand kunnen *transecten* worden uitgezet waarlangs met gelijkmatige intervallen steken met een *corer* of een *frame* worden genomen (Holme & McIntire, 1984, Degraer et al., 1999, zie ook bijlage 7). De transecten lopen vanaf de hoogwaterlijn tot aan de laagwaterlijn. Deze methode van bemonsteren is ook geschikt voor het bemonsteren van slikken en platen.

vloed
Het *garnalennet*, de *boomkor*, de *strandslede*, het *Agassiz sleepnet* en het *push net* kunnen ook voor kwantitatieve bemonstering van het intergetijden-gebied worden ingezet. De bemonstering moet dan bijvoorbeeld plaatsvinden

bij een standaardsnelheid gedurende een vast tijdsbestek. Daarbij worden vaak ook flowmeters toegepast die in de opening van het vangtuig zijn geplaatst, zodat ook het volume gefilterd water bekend is.
Met *broedzegens* kan een vast oppervlak worden bevist.

Om de kreeftachtigen die in de bodem zitten te bemonsteren zou ook de "Yabby" pomp kunnen worden ingezet (Manning, 1975). Dit is een pomp die in het sediment wordt gedrukt en waarvan de zuiger omhoog kan worden getrokken. De pomp is vernoemd naar een Australisch spookkreeftje, de Yabby. Doordat steeds een vast oppervlak wordt bemonsterd kan eenvoudig de dichtheid worden berekend.

5.2.2.2 begroeid zacht substraat

Onder het begroeide zachte substraat worden de gorzen (syn. schorren) verstaan, zowel de zoute, brakke als zoete. Voor de bemonstering van het begroeide zacht substraat zijn geen referenties gevonden. Doch het ligt voor de hand instrumenten die ook voor het kale zacht substraat en die in stagnante water of langs rivieren in het begroeide zachte substraat worden gebruikt in te zetten.

KWALITATIEVE BEMONSTERING
eb
Het begroeide zachte substraat kan kwalitatief worden bemonsterd met *steekbuizen*, *frames* en door dieren te *zoeken* onder de vegetatie. Het gaat hier om slijkgarnalen, ingegraven jonge garnalen, aasgarnalen, steur-garnalen, vlokreeften.

vloed
Met behulp van *handnetten*, *"kick" netten* (figuur 15), *"push" netten*, *pompen*, *fuikjes*, diverse soorten *vallen* kunnen allerlei soorten kreeftachtigen worden bemonsterd die bij vloed op het schor komen foerageren.

Figuur 15
Een "kick net".
© 2000 Ben Meadows Company

KWANTITATIEVE BEMONSTERING
eb
Voor kwantitatieve bemonstering van het begroeide zachte substraat kunnen dezelfde instrumenten worden gebruikt als bij de kwalitatieve. Hiervoor moet een protocol worden ontworpen. Te denken valt aan transecten vanaf de hoogwaterlijn tot aan de laagwaterlijn waarlangs op vaste intervallen monsters genomen worden.

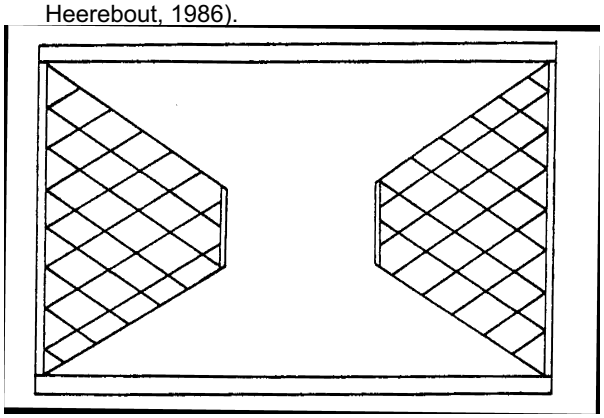
vloed
Voor de kwantitatieve bemonstering van de kreeftachtigen (postlarvale garnalen, aasgarnalen, steurgarnalen, gammariden) die het schor bij vloed bevolken kunnen kleine *fuiken* met een kleine maaswijdte worden gebruikt op plaatsen waar bij vloed het water als eerste het schor betreedt en weer verlaat. De opening van de fuiken moet steeds tegen de stroomrichting in zijn. Door stroomsnelheden te meten kan het gefilterd volume worden bepaald en door dit op een systematische uit te voeren dichtheden worden geschat.

Afhankelijk van het type vegetatie kan ook een "push" net worden ingezet (Manning, 1975, zie ook bijlage 8). Door het net aan de voorzijde te voorzien van een roller kan worden voorkomen dat het net niet vastloopt in de vegetatie. Door het net over een vaste afstand binnen een bepaald tijdsbestek over de vegetatie te bewegen kunnen dichtheden worden vastgesteld en locaties met elkaar worden vergeleken.

Ook zouden *enclosures* gemaakt kunnen worden, die bij vloed omhoog worden getrokken. Bij afgaand water kunnen de kreeftachtigen in het laagste punt verzameld worden.

Voor het kwantitatief bemonsteren van kreken kunnen fijnmazige *fuiken, stuwnetten* en *bloknetten* (garnalen, aasgarnalen en steurgarnalen) worden gebruikt. In de kreken van "het Verdronken Land van Saeftinghe" is gebleken dat in combinatie met het meten van de stroomsnelheid goede resultaten worden verkregen (Cattrijsse et al., 1994, Cattrijsse et al., 1997, zie ook bijlage). Stuwnetten zijn verankerde netten, die in het uiteinde zijn voorzien van een keel, die de gehele kreek afsluiten. Bloknetten worden bij vloed omhoog getrokken en sluiten eveneens de kreek af. Bij eb blijven de organismen kunnen de dieren niet met het water terugbewegen en kunnen eenvoudig gevangen worden.

Figuur 16
Een eenvoudige garnalenval of kreeftenkorfje gemaakt van een PVC-buis (uit Holthuis en Heerebout, 1986).



5.3 bemonstering van het sublitoraal

Ook voor het bemonsteren van het sublitoraal is de fase in de getijcyclus van belang omdat hier bij eb de dieren die bij vloed naar het intergetijdengebied trekken zich bevinden. Alleen kan in het sublitoraal zowel bij eb als bij vloed in principe met hetzelfde materiaal worden gewerkt.

5.3.1 hard substraat

KWALITATIEVE BEMONSTERING
Voor de kwalitatieve bemonstering van zeepokken in het sublitoraal van het hard substraat is het uithangen van kunstmatig substraat de meest eenvoudige methode.

Voor aasgarnalen, steurgarnalen en garnalen kunnen *kruisnetten* met aas, *handnetten*, *fuiken* en *vallen* met aas (figuur 16) worden gebruikt. Voor grotere crustaceeën kunnen krabbevallen worden ingezet.

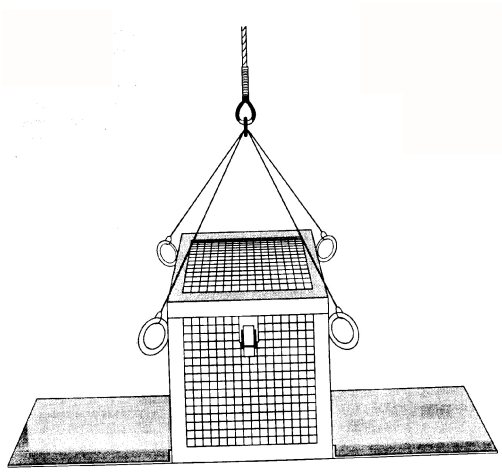
Het hard substraat is ook goed kwalitatief te bemonsteren met een *duikuitrusting* en de soorten met een handnetje te verzamelen of direct te noteren indien identificatie eenvoudig is.

Met *pompen* kunnen door kikvorsmannen kreeftachtigen ook van het hardsubstraat worden gezogen.

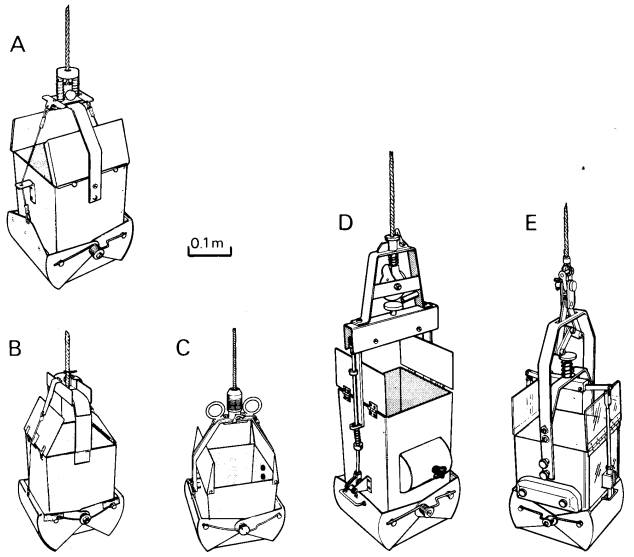
KWANTITATIEVE BEMONSTERING
Zeepokken kunnen met *kunstmatig substraat* kwantitatief worden bemonsterd.

Ook voor gammariden is *kunstmatig substraat* een goede (semi-)kwantitatieve bemonsteringsmethode, waarmee ook uitstekend verschillende locaties met elkaar vergeleken kunnen worden.
Dit kunstmatig substraat kan bestaan uit de eerder genoemde jute zakken. Ook zijn goede ervaringen zijn opgedaan met RIZA-knikkerkorfjes (Bij de Vaate et al., 1998) en netten met diverse kunstmatige substraten waarbij het type substraat selectief kan zijn voor bepaalde soorten of soortsgroepen (De Paauw et al., 1986, De Paauw et al., 1994). Het betrof hier echter rivieren en kanalen, maar het is niet onredelijk te veronderstellen dat ook in de getijdenwateren kunstmatige substraten goed hun dienst kunnen bewijzen. Het kunstmatig substraat leende zich goed voor het vergelijken van locaties en tijdreeksen.

Figuur 17
Het RIZA knikkerkorfje als kunstmatig substraat (uit de la Haye, 1996).



Figuur 18
Diverse variaties op de Ekman-happer (uit Blomqvist, 1990).



Voor crustaceeën zoals slijkgarnalen die op het hard substraat voorkomen kunnen stenen met *grijpers* boven water worden gehaald.

Door standaardprocedures te gebruiken kunnen met *pompen* door kikvorsmannen kreeftachtigen kwantitatief worden bemonsterd.

Met *kleine fuiken* kunnen soorten die zich over of net boven het hard substraat bevinden (semi-)kwantitatief worden bemonsterd.

Voor het kwantitatief bemonsteren van garnalen en steurgarnalen is het wellicht ook mogelijk een standaardmethode met *kruisnetten* te ontwikkelen.

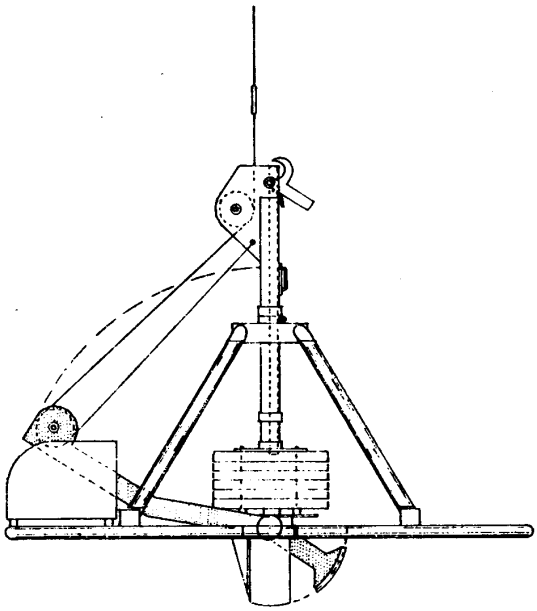
5.3.2 zacht substraat

5.3.2.1 in de bodem (endobenthos)

KWALITATIEVE BEMONSTERING
Voor het kwalitatief bemonsteren van crustaceeën die in de bodem (vlokreeften, garnalen en dergelijke) van het sublitoraal voorkomen, kunnen met kleine vaartuigen diverse soorten corers, happers (figuur 18) en lichte sleepnetten worden ingezet.

KWANTITATIEVE BEMONSTERING
Voor het (semi-)kwantitatief bemonsteren van de bodemfauna worden bovengenoemde maar ook diverse andere apparaten ingezet. Reden daartoe is veelal dat zware apparaten alleen vanaf relatief grote vaartuigen bediend kunnen worden en derhalve niet geschikt zijn voor relatief ondiep water of kreken.

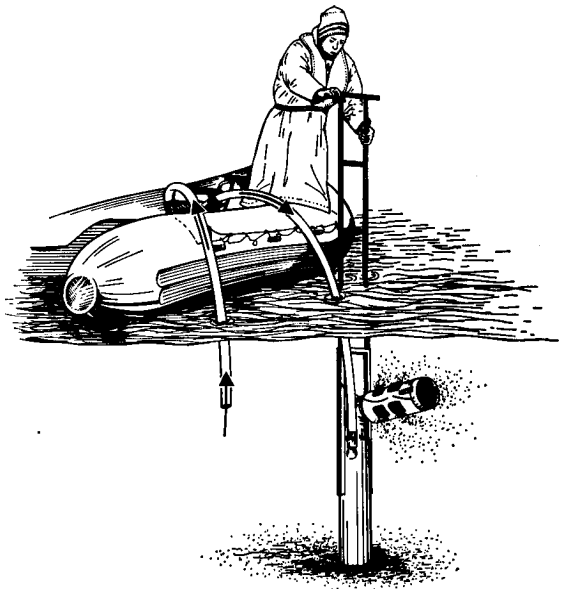
Figuur 19
Reineck boxcorer (uit Holme & McIntire, 1984)



Voor de bemonstering van diep water wordt veel gebruikt gemaakt van de *Reineck box-corer* (figuur 19), die een relatief groot oppervlak in een keer bemonsterd (zie ook bijlage 6). Vanuit het monster worden veelal een aantal submonsters getrokken. Voor wat betreft de crustaceeën gaat het hier om vlokreeften, garnalen, aasgarnalen maar ook om meer buitengaatse soorten als het Bulldozerkreeftje.

In diep water worden ook zware *ankersleepnetten* ("anchor dredges", zie Holme & McIntire, 1984) ingezet, die door de bovenste laag van de bodem worden gesleept. Deze sleepnetten bemonsteren de bodem tot een diepte van zo'n 10 cm en zijn naast andere bodembewoners geschikt voor onder andere garnalen, vlokreeften en krabben. Door een dergelijke net steeds over een bepaalde afstand met een constante snelheid binnen een bepaald tijdsbestek over de bodem te slepen kan (semi-) kwantitatief worden bemonsterd.

Niet alle kreeftachtigen en andere bodembewoners laten zich door elk apparaat even gemakkelijk vangen. Dit kan te maken hebben met hoe diep een organisme zich in de bodem bevindt of de dichtheid waarmee het voorkomt. Om dit te ondervangen is door het NIOZ (Bergman & van Santbrink, 1994) een bijzonder kwantitatief sleepnet ontworpen, de *"Deep Digging Dredge"* of *"Triple-D"* of bodemschaaf (figuur 20b). Het is een 600 kg zwaar apparaat dat 10 cm diep en over een breedte van 20 cm in de bodem steekt. De maaswijdte is grof en hierdoor worden alleen dieren gevangen groter dan 10 mm. De



Figuur 20b
De “counterflush corer” van het NIOZ (uit Van Arkel & Mulder, 1975).

Triple-D is voor wat betreft crustaceeën bijzonder geschikt voor helmkrabben (*Coristes cassivelaunus*) en gewone zwemkrabben.
De Triple-D moet door een boot met voldoende vermogen worden voortgetrokken met een snelheid van 3 knopen per uur.

In ondiep water waar met een *rubberboot* kan worden gevaren of bij laagwater kan worden gewaad kunnen met eenvoudige *corers* en *happers* kwantitatieve bemonsteringen plaatsvinden (zie ook bijlage 6), bijvoorbeeld door het uitzetten van transecten en met regelmatige intervallen steken dan wel happen te nemen.

Een methode die lange tijd met succes in ondiep water (tot 2,5 m) door het
NIOZ in de Waddenzee is gebruikt (voordat men de activiteiten verlegde naar de Noordzee, Mulder, NIOZ pers. meded.), is een bijzonder soort steekbuis waaraan een pompmechanisme (figuur 20b) is gekoppeld. Het principe (een soort doorspoelen) wordt ook gebruikt in de geologie onder de engelse naam “counterflush coring”, waarmee het apparaat met de naam “counterflush corer” zou kunnen worden aangeduid. In tegenstelling tot corers, en zuigers die onder water bediend worden door kikvorsmannen, kunnen veel sneller en gemakkelijker kwantitatieve bemonsteringen vanuit een rubberboot plaatsvinden (van Arkel & Mulder, 1975, Mulder & van Arkel, 1980). Het is een methode die goed toepasbaar is in de diepere delen van kreken die bij laag water niet leegstromen.

Figuur 20a
De Triple-D of bodemschaaf (uit Bergman & van Santbrink, 1994)

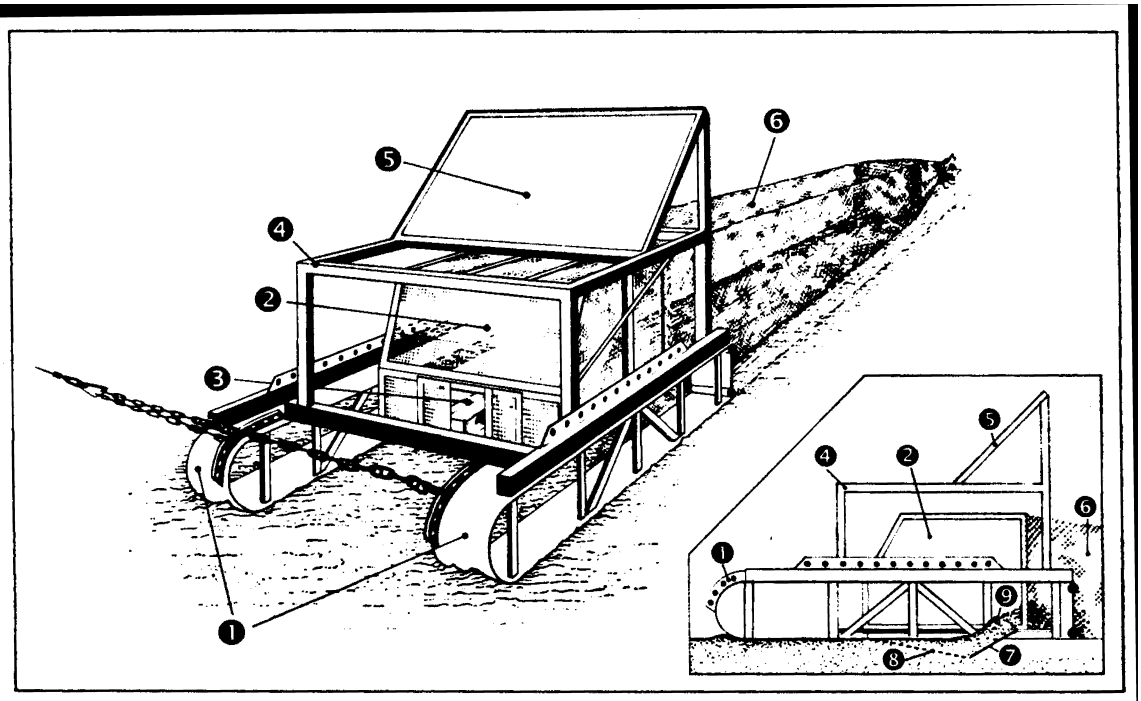


Fig. 1. General view of the prototype of the Triple-D showing the mode of operation (inset). 1. runners; 2. cage (front panel); 3. opening in the front panel to catch epifauna; 4. steel bars for protection of the cage; 5. depressor; 6. net; 7. cutting blade; 8. (dotted line) front edge of vertical strips, mounted on both sides of the cutting blade; 9. sediment entering the net.

5.3.2.2 op de bodem (epibenthos)

Afhankelijk waar men zich in het saliniteitstraject bevindt bestaat het epibenthos voor wat de crustaceeën betreft hoofdzakelijk uit garnalen, steurgarnalen, krabben en heremietkreeften.

KWALITATIEVE BEMONSTERING
Om het epibenthos in het diepere sublitoraal kwalitatief te bemonsteren is een paar trekken met een *benthische slede* (figuur 21) of een *boomkoor* (figuur 22) toereikend. In het ondiepere litoraal kan eveneens een *benthische slede* of een eenvoudig *kruinet* worden gebruikt. In zowel het diepe als ondiepe sublitoraal kunnen diverse soorten vallen worden gebruikt (zie bijlage 9).

KWANTITATIEVE BEMONSTERING
De in figuur 21 afgebeelde benthische slede is er een van het lichtere type (15 kg) die naast zandbodems ook geschikt is voor zachtere slikkige bodems (Blomqvist & Lundgren, 1996). De slede is boven en onder symmetrisch waardoor het niet uitmaakt welke kant boven is. Twee brede geleiders zorgen ervoor dat de slede niet wegzakt in de bodem. Het net is opgehangen in een frame waarvan de onder- en bovenzijde in hoogte instelbaar is afhankelijk van de gesteldheid van de bodem. De slede kan door een licht vaartuig worden voortgetrokken. Met de slede zijn goede ervaringen opgedaan in de ondiepe kustwateren van de Baltische Zee. Door de slede over een bepaalde afstand met een vaste snelheid over de bodem te slepen kunnen goede kwantitatieve bemonsteringen worden uitgevoerd.
De benthische slee is indien voorzien van een net met een kleine maaswijdte geschikt voor het bemonsteren van de kleine crustaceeën. Om te voorkomen dat bij het neerlaten en het ophalen van de slede organismen uit de waterkolom worden gevangen kan de slede het beste worden voorzien van een afsluitmechanisme.

Figuur 21
Een eenvoudige benthische slede (uit Blomqvist & Lundgren, 1996).

In figuur 22 is een 2 meter brede boomkor afgebeeld. In de Westerschelde

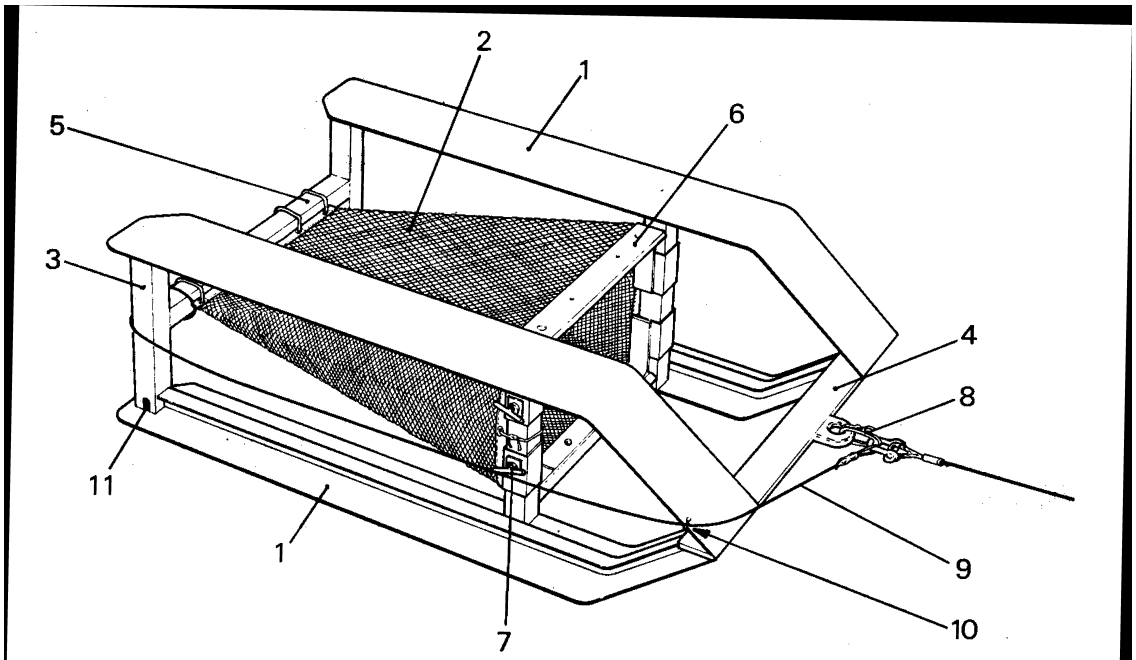
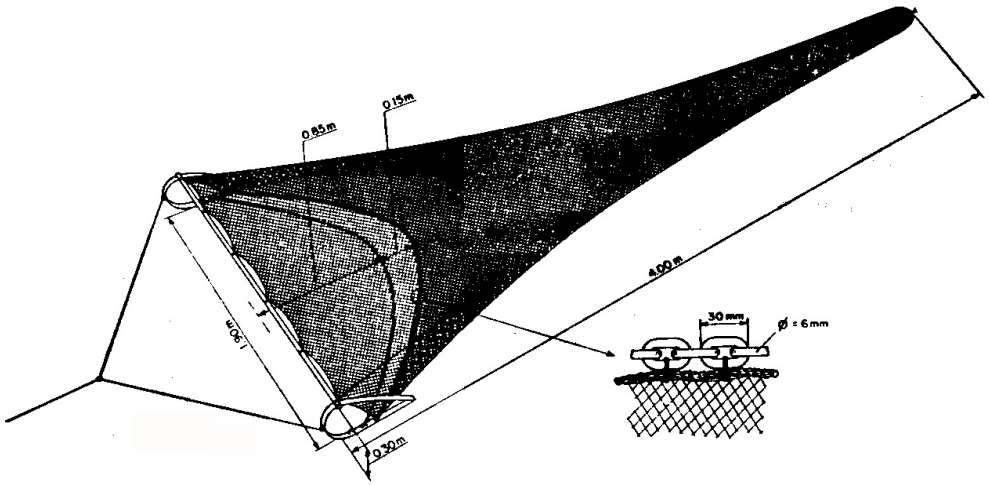


Fig. 1. Drawing of the benthic sled. Dimensions of the sled: total length 1125 mm, total breadth 700 mm, cutting breadth 400 mm and bag volume 55 litres. 1: runners; 2: collecting bag; 3: upright (hollow); 4: front cross member (solid); 5: rear cross member (hollow); 6: cutting blade bar; 7: wing-bolts of linear guide; 8: weak link (polyester cable); 9: safety wire; 10: safety wire holder; 11: drainage hole

zijn goede ervaringen voor het kwantitatief bemonsteren van het mobiele epibenthos met een 3 meter brede boomkor opgedaan (Hamerlynck et al., 1993, Cattrijsse et al., 1997). Voor wat betreft de crustaceeën gaat het hier om met name garnalen en krabben. De boomkor bestaat uit twee zogenaamde sloffen die door een 3 meter lange stang aan elkaar zijn verbonden die tezamen een frame vormen. Aan het frame is een 6 meter lang kuilnet bevestigd waarvan de onderreep is verzwaard met een ketting

Figuur 22
Een 2 meter brede boomkor (uit Kuipers et al, 1975).



zodat het over de bodem sleept. Om de dieren van het sediment los te krijgen is de boomkor voorzien van een wekkerketting. In de Westerschelde worden trekken van 1 kilometer gemaakt met een snelheid van 4,5 knopen per uur en dit vereist een vaartuig met voldoende vermogen (Westerschelde 500 pk). De boomkor wordt ingezet voor de grotere organismen.

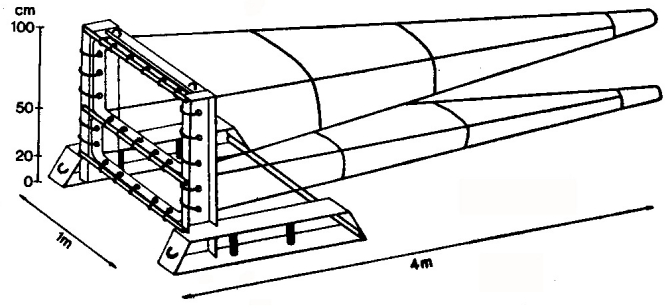
5.4 bemonstering van de waterkolom

Organismen komen niet gelijkmatig verdeeld over de waterkolom voor en derhalve is een onderverdeling noodzakelijk. Een grote groep crustaceeën houdt zich op voornamelijk in de zone 1 meter boven de bodem (hyperbenthos). Afhankelijk van de locatie in het saliniteitstraject gaat het om de (post-)larvale stadia van garnalen, krabben en kreeften en aasgarnalen, amphipoden en cumaceeën. Hoger in de waterkolom (pelagon) gaat om voornamelijk copepoden, ostracoden en de larven van pokken.

5.4.1 de onderste meter van de waterkolom (hyperbenthos)

KWALITATIEVE BEMONSTERING

Om de onderste meter van de waterkolom kwalitatief te bemonsteren is een korte trek met een willekeurige hyperbenthische slede voldoende. Voorwaarde is wel dat de netten bij het neerlaten en ophalen gesloten kunnen worden om contaminatie met organismen uit de rest van de waterkolom te voorkomen.



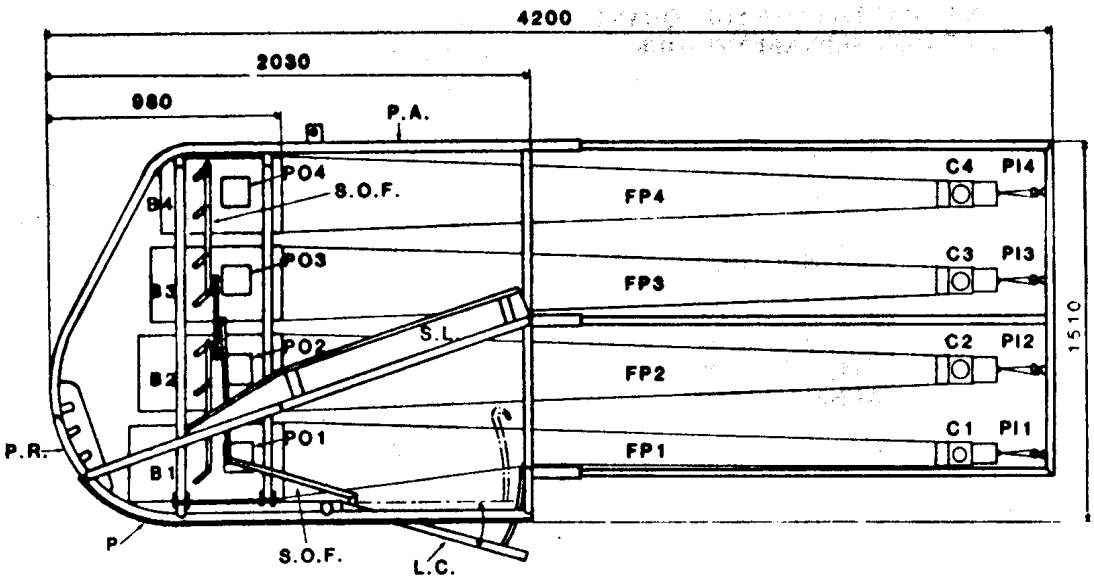
Figuur 23
De in de Westerschelde en Voordelta gebruikte hyperbenthische slede (uit Mees, 1994).

KWANTITATIEVE BEMONSTERING

Voor het (semi-)kwantitatief bemonsteren van het hyperbenthos worden exclusief *hyperbenthische sleden* ingezet. De organismen die ermee worden gevangen zijn voor het overgrote deel zwemmende crustaceeën, jonge garnalen, larvale stadia van krabben en heremietkreeften, aasgarnalen, cumaceeën, vlokreeften en pissebedachtigen.

In de Westerschelde en de Voordelta wordt met succes het hyperbenthos bemonsterd met een eenvoudige hyperbenthische slee (Hamerlynck & Mees, 1991, Mees, Cattrijsse & Hamerlynck, 1993, Mees, Dewicke & Hamerlynck, 1993, Mees, 1994). De 250 kg zware slede bestaat uit twee glij-ijzers, waarop een frame is gemonteerd, waaraan twee netten zijn bevestigd (figuur 23). De netten zijn vier meter lang en hebben over de eerste 3 meter een maaswijdte van 2*2 mm en over de laatste meter een maaswijdte 1*1 mm. De slede is 1 meter breed en 1 meter hoog. De afstand van het onderste net tot de bodem bedraagt 20 cm. Over het algemeen wordt bemonsterd over een afstand van 1000 m met de getijstroom mee, waarbij een snelheid van 4,5 knopen ten opzichte van de bodem wordt aangehouden. De slede is goed te gebruiken in de ondiepe wateren. De netten zijn niet voorzien van een afsluitmechanisme omdat in ondiep water er bij het ophalen van de slede nauwelijks contaminatie met pelagische organismen optreedt. De slede is ook met succes ingezet in het estuarium van de Eems en de Gironde (Mees, Fockedey & Hamerlynck, 1995).

Figuur 24
Zijaanzicht van de in Frankrijk gebruikte hyperbenthische slede (uit Dauvin & Lorgeré, 1989). Maatvoering is in cm.



Voor de bemonstering van het hyperbenthos wordt in Frankrijk gebruik gemaakt van de hyperbenthische slede de MACER-GIROQ (Dauvin &

Lorgeré, 1989). De slede (figuur 24) bestaat uit een roestvrijstalen frame met een gewicht 300 kg. Aan dit frame zijn 4 afsluitbare netten (WP2) met een maaswijdte van 500 µm zijn bevestigd. De gelaagde opbouw maakt het mogelijk de waterkolom vanaf de waterbodem op vier niveau's te bemonsteren. De slede wordt gebruikt in open zee op grote diepte (om deze reden zijn de netten afsluitbaar om contaminatie met het pelagos te voorkomen), in de kustzone en in de estuaria over de gehele saliniteitsgradiënt (onder andere Wang & Dauvin, 1994, Mouny et al, 1996 en 1998). De hyperbenthische faunabemonsteringen in het estuarium vinden plaats tegen de stroom in gedurende 5 minuten met een maximale snelheid van 2 knopen. In de opening van elk der netten is een flowmeter gemonteerd, zodat exact kan worden bepaald hoeveel water er is gefilterd.

5.4.2 de waterkolom minus de onderste meter (pelagos)

KWALITATIEVE BEMONSTERING

Om een indruk te krijgen van de (meest planktonische) kreeftachtigen in de waterkolom kan worden volstaan met het neerlaten en weer ophalen van een daartoe geëigend planktonnet. Ook kan door een slang met daarop aangesloten een pomp de waterkolom verticaal worden bemonsterd. Daarnaast kunnen allerlei typen monsterflessen worden gebruikt.

Figuur 25
Het afsluitbare WP-2 planktonnet.
© KC Denmark

KWANTITATIEVE BEMONSTERING

Voor de kwantitatieve bemonstering van het zooplankton (waaronder veelal dominant de calanoïde copepode *Eurytemora affinis*) en larven (van allerlei vissen en crustaceeën, vooral van zeepokken) in de waterkolom wordt in veel gevallen het WP2 net (figuur 25) of een vergelijkbaar planktonnet gebruikt (Castel, 1995, Mouny et al, 1996, Mouny, 1998). De totale lengte van het net bedraagt 166 cm waarvan de eerste 95 cm cilindrisch is en vervolgens taps toeloopt. De afsluitbare opening heeft een diameter van 57 cm, waarmee het een oppervlak heeft van 0,25 m². De maaswijdte bedraagt 200 µm. Met een flowmeter kan het gefilterd volume worden vastgesteld.
Het net wordt neergelaten en vervolgens weer opgehaald, waardoor de gehele waterkolom wordt bemonsterd.
In het bijzonder voor de bemonstering van de calanoïde copepode *Eurytemora affinis* worden tegen de stroom in even onder het wateroppervlak en vaak ook net boven de bodem gedurende 1 à 2 minuten een trek met het net gemaakt (Castel, 1995, Mouny et al, 1996, Mouny, 1998).
Om alle larvale stadia van het plankton over de waterkolom te bemonsteren worden ter aanvulling vaak zogenaamde NISKIN-flessen gebruikt. Met deze flessen kan op een bepaalde diepte water worden bemonsterd. Nadat de flessen zijn opgehaald kan het water gefilterd (over een zeef met een maaswijdte van 63 µm) worden.

Ook pompen zijn een goed middel om het mesozooplankton kwantitatief te bemonsteren (zie onder andere Escaravage & Soetaert, 1995, Dauvin et al, 1998).

6 fluctuaties in ruimte en tijd

6.1 aantalsfluctuaties gedurende het jaar

De crustaceeën van het estuarium vertonen alle fluctuaties in dichtheden en biosmassa gedurende de seizoenen en door de jaren heen. De fluctuaties die de soorten vertonen vallen niet met elkaar samen en zijn bovendien van plaats tot plaats verschillend.

De vestiging van de Brakwaterpok (*Balanus improvisus*) vindt in het estuarium van de Loire over het algemeen plaats in de periode april tot en met oktober onder meso- en optimaal onder polyhaliene condities en vertoont een piek in juli tot en met september. Maar kan afhankelijk van het zoutgehalte lopen van februari tot en met november. Onder gunstige omstandigheden groeit kunstmatig substraat (panelen) in een maand voor 90% met de soort dicht (Marchand & Denayer, 1992). Onderzoek naar de vestiging en groei van de Brakwaterpok in het Noordzeekanaal wees bovendien uit dat beide duidelijk positief gecorreleerd zijn aan de watertemperatuur (Van der Gaag, et al., 1998).

Garnalen (*Crangon crangon*) zijn zeer cyclisch in relatie tot hun voorkomen. In de Nederlandse kustzone en estuaria neemt in de maanden juni tot oktober de biomassa van de garnalen enorm toe door de massale vestiging van postlarvale stadia die zeer snel groeien. In de maand oktober begint de herfsttrek richting zee. Deze trek is gerelateerd aan de watertemperatuur. Bij zeer strenge winters kan het overgrote deel van de garnalenpopulatie zich tot ver in zee terugtrekken, doch bij zachte winters komen de garnalen nauwelijks uit de estuaria en kustzone. Geslachtelijk onvolwassen garnalen blijven ook in strenge winters in de kinderkamergebieden achter (Boddeke, 1989). In het Loire-estuarium zijn de garnalen over het algemeen aanwezig van april tot en met december (Marchand& Alliot, 1981). Hier vertonen zij ook ruimtelijke fluctuaties in de tijd door mee te bewegen met de zoet-zoutgrens.
Ook de populaties van de Langneussteurgarnaal (*Palaemon longirostris*) vertonen dergelijke fluctuaties. De soort piekt in de wintermaanden in het zoete water. In het overige deel van het jaar bevindt de soort zich in de meso- en polyhaliene zone van het estuarium (Marchand& Alliot, 1981, Brink & van der Velde, 1986, Cartaxa, 1994).
In het Forth-estuarium is aan de hand van bijvangsten in de monitoring van vissen over een periode van 10 jaar de verdeling in ruimte en tijd van een vijftal krabbesoorten bestudeerd in zowel het eu- als het sublitoraal. Hieruit kwam naar voren dat een soort als *Carcinus maenas* jaarrond aanwezig is doch dat het voorkomen op bepaalde locaties in de tijd afhankelijk is van het seizoen. Ook zijn er verschillen in sexratio in ruimte en tijd en zijn kleinere dieren vooral te vinden in het eulitoraal en de grotere meer sublitoraal (Mathieson & Berry, 1997).

Gammarus zaddachi is een soort die een jaarlijkse migratie vertoont (Conwy estuary, North Wales). In de winter bevindt hij zich op de grens van de getijdeninvloed. Aan het einde van de winter migreert de soort stroom-afwaarts. Er zijn duidelijke verschillen in relatie tot de saliniteit tussen juvenielen en eidragende vrouwtjes. De eerstgenoemde bewegen zich vroeg in het jaar stroomopwaarts terwijl de laatstgenoemden tegelijkertijd zich juist in tegenovergestelde richting begeven (Hough & Taylor, 1992). *Gammarus zaddachi* is bovendien een soort met een duidelijk dag/nachtritme over de waterkolom (Attrill, 1998).

Aasgarnalen zijn het gehele jaar door aanwezig, waarbij de verschillende soorten verspreid over het jaar één of meerder dichtheidspieken vertonen. Op verschillende locaties pieken de soorten bovendien ook nog in andere maanden. Sommige soorten zijn in de winter niet aanwezig. *Neomysis integer* is een soort die veelal het gehele jaar door in het brakke deel van estuaria in grote getalen te vinden is (Mees, Dewicke & Hamerlynck, 1993, Mees, 1994).

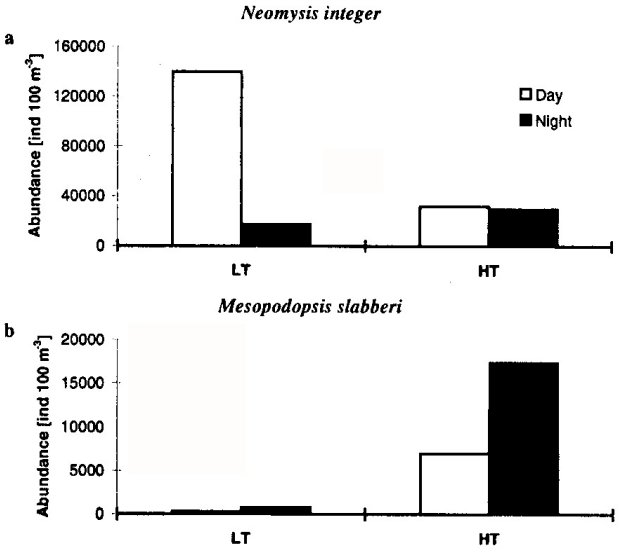
Ook endobenthische soorten vertonen fluctuaties in ruimte en tijd die samenhangen met de ligging van de zoutgradiënt. Queiroga (1990) vond dit bij de slijkgarnaal *Corophium volutator* in het Myra-estuarium in Portugal. In door hem uitgevoerde laboratoriumexperimenten kozen de dieren duidelijk voor hun voorkeurszoutgehalte. Slijkgarnalen zijn uitstekende zwemmers en het ligt dan ook voor de hand dat zij zich onder ongunstige omstandigheden getijdeselectief naar betere locaties zullen bewegen.

Planktonische crustaceeën zijn eveneens cyclisch in hun voorkomen. Zo heeft de copepode *Eurytemora affinis* de hoogste dichtheden in de maanden februari tot en met juni en de copepode *Acartia tonsa* in de zomermaanden juli en augustus (Escaravage & Soetaert, 1995).

6.2 dag-nacht- en eb-vloedritme

Verschillende kreeftachtigen vertonen een dag-nacht- en/of eb-vloedritme voor wat betreft hun voorkomen in de bodem of de waterkolom.
In Mees en Jones (1997) is de huidige (overigens beperkte) kennis van dit soort aspecten in algemene termen samengevat. Bij aasgarnalen is gevonden dat zij zich gedurende de dag ophouden in de onderste zone van de waterkolom. ‘s-Nachts vindt verspreiding naar de waterkolom plaats hoewel een aanzienlijk deel van de populatie nabij de bodem aanwezig blijft. Op grond van dit gegeven hebben bemonsteringen van aasgarnalen in de Westerschelde en de Voordelta dan ook gedurende de dag plaatsgevonden (Mees et al., 1993).

Figuur 26
Schommelingen in de dichtheid van *Neomysis integer* (a) en *Mesopodopsis slabberi* (b) gedurende 24 uur in de maand september. LT = eb, HT = vloed (naar Zouhiri et al, 1998 uit Dauvin et al, 2000).



Meer recent is hiernaar onderzoek gedaan in het Seine-estuarium (Zouhiri et al., 1998, Dauvin et al., 2000). Men vond een actieve verticale migratie van de bodem naar de waterkolom en vanuit de hyperbenthische zone naar de waterkolom. De totale dichtheid van het hyperbenthos was over het algemeen het laagst gedurende de dag. Direct na zonsondergang nam de dichtheid toe en bereikte rond middernacht het maximum.
De dagelijkse veranderingen in dichtheid van de Brakwateraasgarnaal (*Neomysis integer*) hingen samen met de getijcyclus en het tijdstip van de dag. Hogere dichtheid bij eb en gedurende de dag. Bij de aasgarnaal *Mesopodopsis slabberi* was het omgekeerde het geval (zie figuur 26).

7 discussie en aanbevelingen

KWALITATIEF OF KWANTITATIEF BEMONSTEREN

In hoofdstuk 5 zijn steeds per compartiment de voor crustaceeën geschikte kwalitatieve en kwantitatieve bemonsteringsmethoden besproken. De vraag is nu wat voor type bemonsteringen geschikt zijn om de effecten van een ander beheer van de Haringvlietsluizen goed te kunnen monitoren.

Met *kwalitatieve* bemonsteringen wordt een indruk verkregen van de soorten die op een bepaalde tijdstip op een locatie voorkomen. Doet men dit type bemonsteringen gedurende een flink aantal jaren dan zullen er ongetwijfeld trends in het voorkomen van soorten zijn te ontdekken. Maar veel meer dan dat gegeven levert het niet op. Sterker nog men krijgt geen zicht of met de kostbare en ingrijpende maatregelen (gaande naar een beheer van de Haringvlietsluizen volgens Getemd getij wordt ruim 360 miljoen gulden geïnvesteerd) wel het beoogde effect wordt bereikt. Dit is namelijk het herstel van het estuarium van Rijn en Maas, in dit geval het Haringvlietestuarium.

Met de “Kier” als beheer van de Haringvlietsluizen wordt de eerste stap gezet, waarbij onder bepaalde omstandigheden de omgeving aan de oostzijde van de sluizen een brak karakter krijgt, maar waarbij er ook een vrijwel constante verbinding komt tussen de zee enerzijds en het Haringvliet anderzijds. Hierop zal het ecosysteem aan beide zijden reageren en er ontstaat weer, hoe beperkt ook, een continuüm van rivier naar zee, een estuarien ecosysteem.

De gevolgen van de afsluiting van het Haringvliet voor de estuariene natuur zijn redelijk tot goed gedocumenteerd (Paalvast et al, 1998). Hoe echter het restant van het estuariene ecosysteem van Rijn en Maas functioneert is slechts fragmentarisch bekend. Kennis, bijvoorbeeld omtrent de huidige functie van het mondingsgebied van het Haringvliet als kinderkamer voor jonge garnaal en jonge vis, is er niet. Ook is niet bekend wat de grote polyhaliene havensystemen (Beerkanaal en Calandkanaal) betekenen voor het huidige estuarium. Ditzelfde geldt ook voor de open overgangsgebieden van zout naar zoet gelegen op de Nieuwe Waterweg en het Hartelkanaal. Daar komt nog bij dat in de huidige “Biologische Monitoring van de Zoete Rijkswateren” het epibenthos nauwelijks en het hyperbenthos in het geheel niet aan bod komen.
Kwalitatief bemonsteren wordt als onvoldoende beschouwd om de huidige toestand te beschrijven en inzicht te verschaffen in de veranderingen die ten gevolge van een ander beheer van de Haringvlietsluizen zullen gaan optreden.

PERIODE EN TIJDSTIP VAN BEMONSTERING

periode van bemonstering
Duidelijk zal zijn dat voorafgaand aan een ander beheer van de Haringvlietsluizen het noodzakelijk is grip te krijgen op de populatiedynamiek van de, voor het estuariumecosysteem van Rijn en Maas, zo belangrijke crustaceeën. Dat gaat niet door zondermeer bemonsteringsprogramma’s, die in andere estuaria worden toegepast, voor het Haringvliet-estuarium te gaan gebruiken. In de aanloop zal er *estuariumrond* en *maandelijks jaarrond* moeten worden bemonsterd en mogelijk in sommige periodes met een nog hogere frequentie. Pas wanneer meer bekend is omtrent de seizoens-

fluctuaties van de populaties in ruimte en tijd kunnen keuzes voor een beperkter bemonsteringsprogramma worden gemaakt.
Echter voor welk programma men ook kiest, in de periode direct na het instellen van de Kier, zal ondanks het feit dat dit midden in de winter is (1 januari 2005) intensief bemonsterd moeten worden.

Hostens (Univ. van Gent, pers. comm.) adviseert voor het epi- en hyperbenthos 5 bemonsteringen per jaar, in het voorjaar in de maanden maart, april en mei en vervolgens in de maanden juli en september. Voor het endobenthos genieten bij hem de maanden april en oktober de voorkeur. Dit advies komt voort uit de ruime ervaring die de vakgroep “Mariene biologie” van de Universiteit van Gent heeft opgedaan met hun onderzoek in de Westerschelde, de Oosterschelde, de Voordelta en de Belgische kustzone. Bemonsteren in het voorjaar voor de voortplantings-periode geeft een indicatie over de winteroverleving en het vroege najaar over de recrutering van de soorten.
Ysebaert en Meire (1999) hebben voor het onderzoeksproject ECOFLAT, gefinancieerd door de Europese Commissie in het kader van "Environment & Climate", een model voor de Westerschelde ontwikkeld dat in staat is voor een twintigtal (zacht substraat) endobenthossoorten op grond van fysisch-chemische parameters hun voorkomen te voorspellen. Hiervoor hebben zij alle endobenthosbemonsteringen die in de Westerschelde hebben plaatsgevonden geanalyseerd. Hieruit blijkt dat door de jaren heen veruit de meeste bemonsteringen in de maanden september en oktober, in mindere mate in de maanden april en mei hebben plaatsgevonden en nauwelijks in de overige maanden. Dat vrijwel niet in de winter is bemon-sterd heeft ongetwijfeld te maken met het feit dat dit niet de voortplantigs-periode is, de productie op een laag pitje staat en dat verschillende soorten in die periode elders overwinteren. Voor de andere perioden is dat minder helder.

Indien de financiële middelen een beperkende factor vormen om in de aanloop jaarrond maandelijks te bemonsteren dan wordt aanbevolen het epi- en hyperbenthos te bemonsteren volgens het advies van Hostens (zie boven) met aanvullende bemonsteringen in de maanden februari en oktober. Hierna kan een passend programma worden opgezet.
Ditzelfde geldt voor de bemonstering van het endobenthos en de crustaceeën in de overige compartimenten. In aanvang vier bemonsteringen per jaar, in het voorjaar in maart en april en in het najaar in september en oktober.

tijdstip van bemonstering
Gezien het feit dat veel crustaceeën er een dag-nacht- en/of eb-vloedritme op nahouden is het moment van monstername van cruciaal belang. Met name voorwat het epi- en endobenthos betreft is hieromtrent nog niet voldoende bekend en moet aanvullend literatuur- en praktijkonderzoek worden uitgevoerd.

LOCATIEKEUZE

Voor de bemonstering dienen enerzijds statische locaties te worden gekozen, doch gezien het getijde en de rivierafvoer met als gevolg dagelijkse verschuiving en seizoensverschuiving van de zoet-zoutgradiënt ook dynamische locaties (zie ook Kramer et al., 1992).

WELKE COMPARTIMENTEN (BIOTOPEN) BEMONSTEREN

Om een evenwichtig beeld te krijgen van het functioneren van het estuariene ecosysteem verdient het de voorkeur *alle* beschreven *compartimenten* kwantitatief en (indien mogelijk) maandelijks te bemonsteren. Pas geruime tijd na de instelling van “de Kier” als beheer voor de Haringvlietsluizen en pas wanneer er voldoende bekend is over het voorkomen, de verspreiding, de periodiciteit, de dichtheid en de biomassa van de kreeftachtigen in het studiegebied, kan er prioriteit worden aangebracht in de mate waarin compartimenten (biotopen) worden bemonsterd. Ook dan pas kan worden vastgesteld welke compartimenten wel of niet in de monitoring worden meegenomen.
Veel omtrent het voorkomen van kreeftachtigen in de onderscheiden biotopen in het huidige en toekomstige estuarium van Rijn en Maas is nog onbekend. Dit betekent dan ook dat gedurende de monitoring voorafgaand aan “de Kier” er vooronderzoek zal moeten plaatsvinden in dat deel van het estuarium van Rijn en Maas waar de voor het Haringvliet toekomstige biotopen, hoe beperkt ook, voorkomen.

Tabel 3
Voorkeursbemonstering-methoden voor de monitoring van crustaceeën in het estuarium van Rijn en Maas.

compartiment			methode
supralitoraal	hard substraat	diverse	kunstmatig vloedmerk
	zacht substraat	slik, begroeid en onbegroeid	kunstmatig vloedmerk
		zand	kunstmatig vloedmerk steekbuizen en frames
eulitoraal	hard substraat	diverse	kunstmatige substraten pompen?
	zacht substraat	slik en zand onbegroeid	steekbuizen en frames strandslede push net
		slik en zand begroeid	steekbuizen en frames enclosures fuiken stuwnetten
sublitoraal	hard substraat	diverse	kunstmatig substraat pompen?
	zacht substraat	in de bodem	Rheineck boxcorer steekbuizen
		op de bodem	boomkor epibenthische slee
waterkolom		1^{e} meter	hyperbenthische slee
		minus de 1^{e} meter	planktonnet NISKIN-flessen

KEUZE BEMONSTERINGSMETHODE

De keuze voor een bepaalde methode zal wel altijd een compromis blijven gebaseerd op financiën, personeel, expertise, beschikbaar materieel, welke andere soortsgroepen er moeten worden bemonsterd, et cetera. In tabel 3 is beknopt aangegeven welke methode en/of apparatuur (voor wat betreft de voor en nadelen van sommige apparatuur wordt verwezen naar bijlage 10) het meest geschikt worden geacht voor het studiegebied. Hierbij moet wel worden aangetekend dat zeker nog het nodige onderzocht zal moeten worden (zie onder).
In de tabel komt een aantal van de besproken methoden voor kwantitatief onderzoek niet voor. Hiervoor zijn verschillende redenen, zoals gevoeligheid voor vernieling, maar ook mogelijke onnauwkeurigheid en niet in het studiegebied toepasbaar. Het voert te ver hier nader op in te gaan.

KEUZE VAN SOORTEN

In principe is er geen keuze en zouden alle soorten in de monitoring meegenomen moeten te worden. Doch indien de middelen beperkt zijn genieten een aantal groepen die qua aantal en biomassa ver boven de andere uit steken de voorkeur. Het gaat hier dan om calanoïde copepoden, met in het brakke deel van het estuarium *Eurytemora affinis,* aasgarnalen met als belangrijkste brakke soort *Neomysis integer*, steurgarnalen met als belangrijkste vertegenwoordiger de Langneussteurgarnaal *Palaemon longirostris* en de Gewone garnaal *Crangon crangon* op het traject van brak naar zout en in het intergetijdengebied de slijkgarnalen van het geslacht *Corophium*.

AANBEVELING VOOR ONDERZOEK

In dit hoofdstuk is op verschillende onderdelen het gebrek aan informatie ter sprake gekomen. Hieronder volgt kort het onderzoek dat voor het goed opzetten van een monitoringsprogramma noodzakelijk wordt geacht.

- aanvullend literatuuronderzoek, eventueel aangevuld met onderzoek in het veld, met betrekking tot de periodiciteit van de belangrijkste in het studiegebied voorkomende crustaceeën en dan met name toegespitst op het dag-nacht- en eb-vloedritme
- ontwikkelen en testen van nieuwe kunstmatige substraten
- testen van diverse bestaande bemonsteringsmethoden die nog niet in het studiegebied zijn toegepast
- onderzoeken van het huidige voorkomen van crustaceeën in alle onderscheiden compartimenten in het studiegebied
- studie naar de kinderkamerfunctie van het mondingsgebied van het Haringvliet en de grote havens Beerkanaal en Calandkanaal als kinderkamer voor vis en garnalen
- studie naar de vestiging en groei van zeepokken in relatie tot de zoutgradiënt op het Hartelkanaal
- onderzoek naar de rol van de intergetijdenlevensgemeenschappen van het hard substraat in het estuariene voedselweb.

Veel kennis omtrent de veranderingen die zich gaan voltrekken bij verhoging van het zoutgehalte (herstel van de estuariene gradiënt) is er niet (zie ook Paalvast, 2000). Doch nu doet zich de gelegenheid voor de processen die zich hierbij gaan voltrekken te bestuderen. Dit is een unieke kans en deze moet met beide handen worden aangegrepen. Dit is niet alleen van nationaal maar ook van internationaal belang.

8. Literatuur

Aaser, H.F., E. Jeppesen & M. Sondergaard, 1995.
Seasenal dynamics of the mysid Neomysis integer and its predation on the copepod *Eurytemora affinis* in a shallow hypertrophic brackish lake. Mar. Ecol. Prog. Ser. 127: 47-56.

Abarnou, A. & J.-C. Dauvin, 1997.
Programme Seine-Aval. Edifices biologiques. Exercice 1996.

Adema, J.P.H.M., 1991.
De krabben van Nederland en België (Crustacea, Decapoda, Brachyura). Nationaal Natuurhistorisch Museum Leiden. ISBN 90-73239-02-8. 244 p.

Anonymus, 1996.
Beheersplan Waddenzee 1996-2000. Rijkswaterstaat.

Anonymus, 1997.
Het Benthos van de Zee. Begeleidende tekst bij de DIAREEKS geproduceerd door de SECTIE MARIENE BIOLOGIE van de UNIVERSITEIT GENT. Universiteit van Gent, Zoölogisch Instituut, Sektie Mariene Biologie.

Anonymus, 1999.
Etude sur la restauration et la creation de vasières intertidal. Convention d'étude Port Autonome du Havre. No 98/4 du 26 juin 1998.

Attrill, M.J., 1998
A rehabilitated estuarine ecosystem. The environment and ecology of the Thames estuary. Kluwer Academic Press. Dordrecht/Boston/ Londen

Aulert, C. & B. Sylvand, 1997.
Les macreuses noires (Melanita nigra) et brunes (Melanitta fusca) hivernant au large des côtes du Calvados: relation entre le régime alimentaire et les peuplements macrozoobenthiques marins littoraux. Écologie 28: 107-117.

Barnes, R.S.K., 1994.
The brackish-water fauna of Northwestern Europe. Cambridge. University Press.

Bergman, M.J.N., J.W. van Santbrink, 1994.
A new benthos dredge (‘Triple-D) for quantitave sampling of infauna species of low abundance. Neth. J. Sea Res. 33: 129-133.

Berkenbusch, K. & A.A. Rowden, 1998.
Population dynamics of the burrowing ghost shrimp Callianassa filholion on an intertidal sandflat in New Zealand (Decapoda: Thalassinidea). Ophelia 49: 55-69.

Bessineton C., C. Vedieu & S. Simon, 1998
Réseaux trophiques du bar (Dicentrarchus labrax) et du flet (Platichthys flesus). Première approche quantitative. In: Seine-Aval, 1998. Exercice 1997. Rapport final par laboratoire. Thème Édifices biologiques. Rapport 1997/fin-4. Vol. 2: 154-170

Beyst, B., A. Cattrijsse & J. Mees, 1999.
Feeding ecology of juvenile flatfishes of the surf zone of a sandy beach. Journal of Fish Biology 55: 1171-1186.

Bick, A., 1994.
Corophium volutator (Corophiidae: Amphipoda) as an intermediate host of larvae Digenea - an ecological analysis in a coastal regio of the Southern Baltic. Ophelia 40 27-36.

Bij de Vaate, A. & M. Greijdanus-Klaas, 1993.
Ongewervelde dieren als indicatoren voor de waterkwaliteit van de Rijn. De levende natuur 2: 49-53.

Bij de Vaate, A, M. Greijdanus-Klaas & J van Schie, 1998.
Macrofauna. In C. Bakker, R. Noordhuis & K.H. Prins, 1998. Biologische monitoring zoete Rijkswateren: Watersysteemrapportage Rijn 1995. RIZA nota nr. 97.066.

Blomqvist, S., 1990.
Sampling performance of Ekman grabs - in situ observations and design improvements. Hydrobiologia 206: 245-254.

Blomqvist, S. & L. Lundgren, 1996.
A benthic sled for sampling soft bottoms. Helgol. Meererunters. 50: 453-456.

Boddeke, R., 1989.
Beschrijving van de populaties van de garnaal (Cragnon cragnon (L.)) langs de Nederlandse kust en in de estuaria. Ecoprofiel NW3*Natuur. RIVO-rapport.

Boddeke, R., G. Driessen, W. Rademakers & Guido Ramaekers, 1986.
Food availibilitiy and predator presence in a coastel nursery area of the brown shrimp (Crangon crangon). Ophelia 26: 77-90.

Brink, F.W.B. van den & G. van der Velde, 1986.
Observations on the population dynamics and distribution of the White Prawn Palaemon longirostris H. Milne in The Netherlands, with special reference to its occurrence in the major rivers. Arch. Hydrobiol. 107: 465-495.

Cartanaxa, A., 1994.
Distribution and migration of the prawn Palaemon longirostris in the Mira river estuary (Southwest Portugal). Estuaries 17: 685-694.

Castel, J., 1995.
Long-term changes in the population of Eurytemora affinis (Copepoda, Calanoida) in the Gironde estuary (1978-1992). Hydrobiologia, 311: 85-101

Cattrijsse, A., H. R. Dankwa & J. Mees, 1997.
Nursery function of an estuarine tidal marsh for the brown shrimp Crangon crangon. Journal of Sea Research 38: 109-121.

Cattrijsse, A. E.S. Makwaia, H.R. Dankwa, O. Hamerlynck & M.A. Hemminga, 1994.

Nekton communities of an intertidal creek of a European estuarine brackish marsh. Mar. Ecol. Prog. Ser. 109: 195-208.

Craeymeersch, J.A., E.B.M. Brummelhuis, W. Dimmers, P. Schout, B. Timmermans & W. Sistermans, 1996.
Het macrobenthos in de Haringvlietbuitendelta in het najaar 1994. Monitoring in het kader van het evaluatie-onderzoek naar de effekten van de aanleg van de grootschalige locatie voor de berging van baggerspecie. Concept. In opdracht van Gemeentewerken Rotterdam.

Craeymeersch, J.A., E.B.M. Brummelhuis, W. Dimmers & W. Sistermans, 1998.
Macrobenthos in het Rotterdamse havengebied (Nieuwe Waterweg, Beerkanaal, Calandkanaal). NIOO-CEMO Rapporten 1998-4

Dauvin, J.C. & J.C. Lorgeré, 1989.
Modifications du traineau MACER-GIROQ pour l'amériation de l'échantillonage quantitatif étagé de la faune suprabenthique. J. Rech. Oceanogr. Vol. 1: 65-67.

Dauvin, J.-C., E. Thiébaut & Z. Wang, 1998.
Short-term changes in the mesozooplanktonic community in the Seine ROFI (Region of Freshwater Influence) (eastern English Channel) J. Plank. Res. 20: 1145-1167.

Dauvin, J.C., C. Vallet, P. Mouny & S. Zouhiri, 2000.
Main characteristics of the boundary layer macrofauna in the English Channel. Hydrobiologia 426: 139-156.

Degraer, S., I. Mouton, L. de Neve & M. Vincx, 1999.
Community structure and intertidal zonation of the macrobenthos on a macrotidal, ultra-dissipative sandy beach: summer-winter comparison. Estuaries 22: 742-752

Dekker, W., 1978.
Strandvlooien (Talitridae). Tabellenserie van de strandwerk-gemeenschap. KNNV, NJN, ACJN. No. 24.

De la Haye, M.A.A., 1996.
Biologische monitoring Zoete Rijkswateren. Operationele uitwerking: Macrofauna. RIZA werkdocument 96.003x.

De Pauw, N., V. Lambert, A. van Kenhove & A. bij de Vaate, 1994.
Performance of two artificial substrate samplers for macroinvertebrates in biological monitoring of large and deep rivers and canals in Belgium and the Netherlands. Environ. Monit. Assess. 30: 25-47.

De Pauw, N., D. Poels & P. Fontoura, 1986.
Use of artificial substrates for standardized sampling of macroinvertebrates in the assessment of water quality by the Belgian Biotic Index. Hydrobiologia 133: 237-258.

Den Hartog, C., 1959.
The epilithic algal communities along the coast of the Netherlands. Wentia 1: 1-241.

Den Hartog, C., 1963
The amphipods of the deltaic region of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt in relations to the hydrography of the area. Part I: Introduction and hydrography. Neth. J. Sea Res. 2: 29-39.

De Wolf, P., 1990.
De Noordzee. Uitgeverij Terra, Zutphen. ISBN 90 6255 365 6. 200 p.

Doornbos, G. & F. Twisk, 1984.
Density, growth and annual food consumption of plaice (Pleuronectes platessa L.) and flounder (Platichthys flesus (L.)) in lake Grevelingen, the Netherlands. Neth. J. Sea Res. 18: 434-456.

Elliott, M. & K.L. Hemingway (eds.) 2000.
Commercial Fish and European Estuaries - Priorities for Management and Research. EU Fair Concerted Action, FAIR CT96 1634 Draft Final Report. Institute of Estuarine & Coastal Studies, University of Hull, UK. Ref No. 421Z074- D-2000.

Escaravage, V. & K. Soetaert, 1995.
Secondary production of the brackish copepod communities and their contribution to carbon fluxes in the Westerschelde estuary (The Netherlands). Hydrobiologia 311: 103-114

Fischer, W., M.-L. Bauchot et M. Schneider (rédacteurs) 1987,
Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranéée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume II. Vertébrés. Publication préparée par la FAO, résultat d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautés Européennes (Projet GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organisations. Rome, FAO, Vol.1:760p

Glazenburg, A.K., 1982.
Interspecifieke concurrentie als mogelijke verklaring voor aantalsfluktuaties van twee grondelsoorten in de Grevelingen (Pomatoschistus minutus en P. microps). DIHO, Yerseke. Studentenverslagen D6-1982

Haas, H.A., 1998.
Zoet water naar de Oosterschelde: een verkenning naar de effecten op natuur en visserij. Rapport RIKZ - 98.036.

Hamerlynck, O, K. Hostens, R.V. Arellano, J. Mees & P.A. van Damme, 1993.
The mobile epibenthic fauna of soft bottoms in the dutch delta (South-West Netherlands): spatial structure. Neth. J. Aquat. Ecol. 27: 343-358.

Hamerlynck, O. & K. Hostens, 1993.
Growth, feeding, production, and consumption in 0-group bib (Trisopterus luscus L.) and whiting (Merlangius merlangus L.) in a shallow coastal area of the south-west Netherlands. ICES J. mar. Sci. 50: 81-91.

Hamerlynck, O. & J. Mees, 1991.
Temporal and spatial structure in the hyperbenthic community of a shallow coastal area and its relation to environmental variables. Oceanologica Acta, 11: 205-212.

Harms, J., & K. Anger, 1989.
Settlement of the barnacle Elminius modestus Darwin on test panels at Helgoland (North Sea): A ten year study. SCI.-MAR. 53: 417-421

Hayward, P., T. Nelson-Smith & C. Shields, 1999.
Gids van kust en strand. Flora en Fauna. Tirion uitgevers BV, Baarn. ISBN 90 5210 327 5.

Hayward, P.J. & J.S. Ryland, 1995.
Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe. Oxford University Press, Oxford. ISBN 0 19 854055 8.

Holme, N.A. & A.D. McIntyre, 1984.
Methods for the Study of Marine Benthos. IBP Handbook 16. Blackwell Scientific Publications. ISBN 0-632-00894-6.

Holthuis, L.B. & G.R. Heerebout, 1986.
De Nederlandse Decapoda (Garnalen, kreeften en krabben). KNNV Wet. Med. 179. Herzien door J.P.H.M. Adema, Rijkmuseum voor Natuurlijke Historie, Leiden).

Hough, A.R. & E. Naylor, 1992.
Biological and physical aspects of migration in the estuarine amphipod Gammarus zaddachi. Marine Biology ?: 437-443

Hostens, K. & J. Mees, 1999.
The mysid-feeding guild of demersal fisches in the brackish zone of the Westerschelde estuary. Journal of Fish Biology 55: 704-719.

Hughes, R.G. & V. Gerdol, 1997.
Factors affecting the distribution of the amphipod Corophium volutator in two estuaries in South-east England. Estuar. Coast. Shelf Sci. 44: 621-627.

Huwae, P.H.M., 1977.
De isopoden van de nederlandse kust. Wet. med. KNNV 118.

Janssen, G.M. & B.R. Kuipers, 1980.
On the tidal migration in the shrimp Crangon crangon. Neth. J. Sea Res. 14: 339-348.

Kelleher, B., G. van der Velde, P.S. Giller & A. bij de Vaate, 1999.
Dominant role of exotic invertabrates, mainly Crustacea, in diets of fish in the lower Rhine River. Proceedings of the fourth international crustacean congress, Amsterdam, the Netherlands, july 20–24, 1998.

Khayrallah, N.H. & A.M. Jones, 1980.
The ecology of Bathyporeia pilosa (Amphipoda: Haustoriidae) in the Tay Estuary. I. Factors influencing the distribution on Tayport and Tentsmuir beaches. Proc. Roy. Soc.Edinb. 78B: 109-119.

Kramer, K.J.M, R. M. Warwick & U.H. Brockmann, 1992.
Manual of sampling and analytical procedures for tidal estuaries. Major Biological Processes in European Tidal Estuaries. JEEP 92.

Kroer, N., 1986.
Distribution and habitat segregation of four species of Idotea (Isopoda) in a Danish fjord. Ophelia 25: 199-207.

Kuipers, B., 1975.
On the efficiency of a two-metre beam trawl for juvenile plaice (Pleuronectus platessa). Neth. J. Sea Res. 9: 69-85.

Lange, M.P. de, 1982.
Onderzoek naar migratie van Corophium volutator in de Dollard op 16-9-1982. Stageverslag R.H.L.S. Groningen. RIZA rapportnr. BI-MV 83.02

Lasnier, S., 1998.
Répartition longitudinale des macroinvertébrés dulcicoles en Seine aval. DESS Environement, Sols, Eaux continentales et marines. Universités de Rouen et de Caen. Agence de l'Eau Seine-Normandie.

Lindeboom, H.J. & S.J. de Groot, 1998.
Impact-II. The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems. NIOZ-Rapport 1998-1, RIVO-DLO Report C003/98. Research Project financed by the European Community. Contract Number: AIR2-CT94-1664.

Leonard, G.H, P.J. Ewanchuk & M.D. Bertness, 1999.
How recruitment, intraspecific interactions, and predation control speciesborders in a tidal estuary. Oecologia, 118, pp. 492-502.

Lotze H.K., B. Worm,& U. Summer, 2000.
Propagule banks, herbivory and nutrient supply control population development and dominance patterns in macroalgal blooms. Oikos 89:46-58.

Lofvers, E., 1998
MER Beheer Haringvlietsluizen. Over de grens van zout naar zoet. Deelrapport De sluizen op een kier. RWS notanummer: apv 98/102. ISBN nummer 903694861.

Manning, R.B., 1975.
Two methods for collecting decapods in shallow water. Crustaceana 25: 317-319

Marchand, J., 1981.
Observations sur l'Écologie de Cragnon cragnon (Linné) et Palaemon longirostris H. Milne Edwards (Crustacea, Decapoda, Natantia) Estuaire interne de la Loire (France). Vie et Milieu, 31: 83-92.

Marchand. J. & A. Alliot, 1981.
Observations sur l'écologie des populations de trois espèces de crustacés, décapodes nageurs en Loire-Atlantique Palaemon varians (Leach), Palaemon longirostris H. Milne Edwards et Cragnon cragnon (Linné). Bull. Soc. Sc. nat. Ouest de la France, nouvelle série 3(4): 184-201.

Mathieson, S. & A.J. Berry, 1997.
Spatial, temporal and tidal variation in crab populations in the Forth estuary, Scotland. J. mar. biol. Ass. U.K. 77, 167-183.

Mees, J., 1994.
The hyperbenthos of shallow coastal waters and estuaries: community structure and biology of the dominant species. Proefschrift. Universiteit van Gent.

Mees, J., A. Cattrijsse & O. Hamerlynck, 1993.
Distribution and abundance of shallow-water hyperbenthic mysids (Crustacea, Mysidacea) and euphuids (Crustacea, Euphausiacea) in de Voordelta and the Westerschelde, southwest Netherlands. Cah. Biol. Mar. 34: 165-186.

Mees, J., A. Dewicke & O. Hamerlynck, 1993.
Seasonal composition and spatial distribution of hyperbenthic communities along estuarine gradients in the Westerschelde. Neth. J. Aquat. Ecol. 27(2-4): 359-376.

Mees, J., N. Fockedey & O. Hamerlynck, 1995.
Compartive study of the hyperbenthos of three European estuaries. Hydrobiologica 311: 153-174

Mees, J. & M.B. Jones, 1997.
The hyperbenthos. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 35: 221-255.

Morin, J., P. Riou, C. Bessineton, C. Vésieu, M. Lemoine, S. Simon & O. Le Pape, 1999.
Etude des nourriceries de la Baie de Seine Orientale et de l'estuarie de la Seine. Synthèse des connaissances. Identification d'une nourricerie en estuaire de Seine. Analyse de la fontionalité de l'estuaire comme nourricerie. DRV/RH/RST/99-05. Dans le cadre de la Convention d'aide à la Recherche no 96/1212618/bmf avec la Préfecture de Région de Haute-Normandie et le Port Autonome du Havre et IFREMER. Direction des Ressources Vivantes. Laboratoire Ressources Halieutiques de Port-en-Bessin.

Mouny, P., 1998.
Structure spatio-temporelle du zooplancton et du suprabenthos de l'estuaire de la Seine. Dynamique et rôle des principales espèces dans la chaîne trophique pélagique. These du Muséum National d'Histoire Naturelle. Vol. I et Vol. II.

Mouny, P. & J.C. Dauvin, 1998.
Structure de la communauté mesozooplanctonique et dynamique du copépode Eurytemora affinis en estuaire de Seine. In: Seine-Aval, 1998. Exercice 1997. Rapport final par laboratoire. Thème Édifices biologiques. Rapport 1997/fin-4. Vol. 1: 30-47.

Mouny, P., J.C. Dauvin, C. Bessineton, B. Elkaim & S. Simon, 1998.
Biological components fom the Seine estuary: first results. Hydrobiologica 373/374: 333-347.

Mouny, P., Z. Wang & J.C. Dauvin, 1996.
Premières données sur la structure spatio-temporelle du mésozooplancton et du suprabenthos de l'estuaire de la Seine. J. Rech. Océanographique, 21, 3/4: 109-117.

Mulder, M. & M.A. van Arkel, 1980.
An improved system for quantitative sampling of benthos in shallow water using the flushing technique. Neth. J. Sea Res. 14: 119-122.

Nienhuis, P.H., 1975.
Biosystematics and ecology of Rhizoclonium riparium (Roth) Harv. (Chlorophyceae, Cladophorales) in the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt. Proefschrift RU Groningen,. 240 pp.

Paalvast., P., 1998.
Ecologische waardering van de oevers in het Rotterdamse havengebied. Een handreiking voor het beheer. Calandkanaal, Beerkanaal, Hartelkanaal en Nieuwe Waterweg. Ecoconsult. In opdracht van het Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland. 97p

Paalvast, P., W. Iedema, M. Ohm & R. Posthoorn (redactie), 1998.
MER Beheer Haringvlietsluizen. Over de grens van zout naar zoet. Deelrapport ecologie en landschap. RIZA rapport 98.051. ISBN nummer 90-369-5205-0.

Paalvast, P., 2000.
Zoet Zout Zuid-Holland. Autoecologie van enige karakteristieke estuariene organismen. Ecoconsult. In opdracht van Rijkswaterstaat, RIZA, Lelystad. RIZA werkdocument nr.: 2000.24x.

Pinn, E.H., R.J.A. Atkinson & A. Rogerson, 1998.
The diet of two mud-shrimps, Calocaris macandreae and Upogebia stellata (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea. Ophelia 48: 211-223.

Queiroga, H., 1990.
Corophium multisetosum (Amphipoda: Corophiidae) in Canal de Mira, Portugal: some factors that affects its distribution. Mar. Biol. 104: 397-402.

Rangeley, R., 1999.
Aquatic macrophytes as foraging and refuging habitats for fishes. Gulf Of Maine Rockweed. Management in the face of scientific uncertainty. A Global Programme of Action Coalition for the Gulf of Maine (GPAC) workshop. Huntsman Marine Science Centre, St. Andrews, New Brunswick December 5-7, 1999.

Ruys, M.M., J.E.W. de Hoog, A. Berkenbosch, 1993.
Doelstellingen ecologisch herstel benedenrivierengebied. Raamwerk voor de uitwerking van de ecologische doelstellingen uit het Regionaal beheersplan. Rijkswaterstaat. Directie Zuid-Holland nummer APV/171. RIZA nota 93.023.

Satour, B. & J. Castel, 1995.
Comparative spring distribution of zooplankton in three macrotidal European estuaries. Hydrobiologia 311: 139-151

Sorbe, J.-C., 1979.
Systématique et écologie des Amphipodes Gammarides de l'estuaire de la Gironde. Cah. Biol. Mar., 20: 43-58.

Summers, R.W., 1980.
The diet and feeding behaviour of the flounder Platichthys flesus (L.) in the Ythan Estuary, Scotland. J. Mar. Biol. Ass. UK, vol. 69: 217-232

Van Arkel, M.A. & M. Mulder, 1975.
A device for quantitative sampling of benthic organisms in shallow water by means of a flushing technique. Neth. J. Sea Res. 9: 365-370.

Van de Kam, J., B. Ens, T.Piersma & L. Zwarts, 1999.
Ecologische atlas van de Nederlandse wadvogels. Schuyt & Co, Haarlem.

Van der Gaag, M., S. Rajagopal, G. van der Velde & H.A. Jenner, 1998.
Settlement and growth of barnacles, Balanus improvisus Darwin, 1854, in the brackish Noordzeekanaal, The Netherlands. Proceedings of the Fourth International Crustacean Congress, Amsterdam, The Netherlands.

Venice System, 1959.
Symposium on the classification of brackish waters, Venice, April 8-14, 1958. Arch. Oceanog. Limnol., 11 (supplement), 1-248.

Vernij, H., 1983.
Oriënterend onderzoek naar de leeftijdsopbouw en het voedsel van Schol (Pleuronectus platessa L.) en Bot (Platichthys flesus L.) in het Grevelingenmeer na het openen van het doorlaatwerk in de Brouwersdam. DIHO, Yerseke. Studentenverslagen D9-1983

Vertegaal, C.T.M., 1997.
Evaluatie milieu effect rapportage 'Slufter' over de periode 1986 tot en met 1996. Werkgroep Evaluatie Slufter. Gemeentewerken Rotterdam, Min. V. en W., DG Rijkswaterstaat, RIKZ, directie Zuid-Holland.

Wang, Z., & J.-C. Dauvin, 1994.
The suprabenthic crustacean fauna of the infralittoral fine sand community fram the Bay of Seine (Eastern English Channel): composition, swimming activity and diurnal variation. Cah. Biol. Mar. 35: 135-155.

Waller, G., 1996.
Sealife. A complete guide to the marine environment. Pica Press. Ger Meesters Boekprodukties, Haarlem. ISBN 90-74345-12-3. 504 p.

Wintermans, G., N. Dankers, H. van der Veer, A.D. Rijnsdorp, P.I. van Leeuwen & B. Vingerhoed, 1995.
Habitatkarakteristieken van de Nederlandse kustzone. BEON rapport nr. 95-12. ISSN 0924-6576.

Wolff, W.J., 1973.
The estuary as a habitat. An analysis of data on the soft-bottom macrofauna of the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt. Zoöl. Verh. 126: 1-242. Brill, Leiden.

Worm, B., H.K. Lotze, C. Boström, R. Engkvist, V. Labanauskas & U. Summer, 1999.
Marine diversity shift linked interactions among grazers, nutrients and propagule banks. Mar. Ecol. Prog. Ser. 185: 309-314.

Worm, B., H.K. Lotze & U. Summer, 2000.
Coastal food web structure, carbon storage, and nitrogen retention regulation by consumer pressure and nutrient loading. Limnol. Oceanogr. 45: 339-349.

Zouhiri, S, C. Vallet, P. MOuny & J.C. Dauvin, 1998.
Spatial distribution and biological rhythms of suprabenthic mysids from the english channel. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 78: 1181-1202.

Zwarts, L., 1997.
Waders and their estuarine food supplies. Van zee tot land 60. Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied. ISBN 90-369-1183-4.

Bijlagen

Bijlage 1

De navolgende deskundigen zijn benaderd en hebben voor de rapportage belangrijke informatie geleverd.

Wasserguetestelle Elbe
Dr. Michael Bergemann
Nessdeich 120-121
21129 Hamburg
Duitsland
00 49 40 42 88 11 32 47

Station Marine de Wimereux
Prof. Dr. Jean Claude Dauvin
28 Avenue Foch
F-62930 Wimereux
Frankrijk
00 33 3 21 99 29 20
dauvin@pop.univ-lille1.f

Andre Cattrijsse
Beheerder Onderzoeksfaciliteiten
Research Facilities Coordinator
VLIZ
Vlaams Instituut voor de Zee vzw
Flanders Marine Institute
Victorialaan 3 - B-8400 Oostende, Belgium
Tel. +32-(0)59-34 21 30

Heike K. Lotze
Biology Department
Dalhousie University
Halifax, Nova Scotia
CANADA B3H 4J1
email: hlotze@is.dal.ca
phone: +1 - 902 - 868 2885
fax: +1 - 902 - 494 3736

Felicita Scapini
Professore di Zoologia
Dipartimento di Biologia Animale e Genetica "Leo Pardi"
CoNISMa URL Firenze
Via Romana, 17 - 50125 Firenze ITALIA
tel. (direct) +39 055 22 88 217
fax +39 055 22 25 65
e-mail: scapini@dbag.unifi.it

Kris Hostens
Mariene Biologie
Universiteit Gent
K.L. Ledeganckstraat 35
B-9000 Gent
België

Prof.Dr.Niels De Pauw
Ghent University
Department of Applied Ecology and Environmental Biology
Laboratory of Environmental Toxicology and Aquatic Ecology
J. Plateaustraat 22, B-9000 Gent, Belgium
Tel. +32-(0)9-264 3768 ; Fax. +32-(0)9-264 4199
E-mail: niels.depauw@rug.ac.be

K.L.Hemingway
Coastal Ecologist
Institute of Estuarine & Coastal Studies
University of Hull
Cottingham Road
Hull
HU6 7RX
UK
K.L.Hemingway@biosci.hull.ac.uk
http://www.hull.ac.uk/iecs
Tel: 01482 465667
Fax: 01482 465001

Dr. Jan Mees
Directeur VLIZ
Vlaams Instituut voor de Zee
Victorialaan 3
B-8400 Oostende
tel. 059 34 21 30
fax. 059 34 21 31
e-mail: jan.mees@vliz.be

Dr. Mike Elliott
Institute of Estuarine & Coastal Studies,
& Dept. of Biological Sciences
University of Hull
Hull, HU6 7RX, UK
Tel. +44 (0)1482 465503
Fax. +44 (0)1482 465458 (Dept.)
+44 (0)1482 465001 (IECS)
M.Elliott@biosci.hull.ac.uk

Dr. Leo Zwarts
Rijkswaterstaat, RIZA
Maerlant 16
8224 AC Lelystad
0320-298411

Bijlage 2

In de onderstaande onderstaande tabel is per onderscheiden compartiment de kwalitatieve en kwantitatieve bemonsteringsmethode met de organismen waarop deze van toepassing zijn, weergegeven

compartiment	substraat		getijfase	kwalitatief	kwantitatief	doelorganismen
supralitoraal	hard	zetsteen		keren van vloedmerk	kunstmatig vloedmerk	springers strandvlooien
		stortsteen		keren van vloedmerk	kunstmatig vloedmerk	springers strandvlooien
	zacht	zand		keren van vloedmerk	kunstmatig vloedmerk, steekbuizen kwadranten	springers strandvlooien
		slik		keren van vloedmerk	kunstmatig vloedmerk	springers strandvlooien
eulitoraal	hard	zetsteen	eb	keren van stenen afborstelen van stenen zoeken tussen wieren jutezakken	kunstmatig substraat kwadraten jutezakken vallen	zeepokken strandkrabben vlokreeften zeepissebedden slijkgarnalen
			vloed	handnetten	handnetten pompen vallen	strandkrabben vlokreeften zeepissebedden slijkgarnalen aasgarnalen
		stortsteen	eb	keren van stenen, afborstelen van stenen zoeken tussen wieren jutezakken	kunstmatig substraat kwadraten jutezakken vallen	zeepokken strandkrabben vlokreeften zeepissebedden slijkgarnalen
			vloed	handnetten	handnetten pompen vallen	strandkrabben vlokreeften zeepissebedden slijkgarnalen aasgarnalen
	zacht	kaal zand	eb	steekbuizen frames zeven	steekbuizen frames zeven	bulldozerkreeftjes knikspritkreeftjes
			vloed	garnalennet boomkor strandslede broedzegen Aggasiz sleepnet push net	garnalennet boomkor strandslede broedzegen Aggasiz sleepnet push net	garnalen steurgarnalen aasgarnalen strandkrabben
		kaal slik	eb	steekbuizen frames zeven	steekbuizen frames zeven	slijkgarnalen
			vloed	garnalennet boomkor strandslede broedzegen Aggasiz sleepnet push net	garnalennet boomkor strandslede broedzegen Aggasiz sleepnet push net	garnalen steurgarnalen aasgarnalen
		begroeid	eb	steekbuizen frames zoeken	steekbuizen frames zoeken	slijkgarnalen garnalen steurgarnalen aasgarnalen vlokreeften
			vloed	handnettten kick net	fuiken enclosures	postlarvale garnalen

compartiment	substraat		getijfase	kwalitatief	kwantitatief	doelorganismen
				push net pompen fuiken	push net stuwnet bloknet	aasgarnalen steurgarnalen vlokreeften
sublitoraal	hard	zetsteen stortsteen		kruisnet handnetten fuiken vallen kikvorsmannen pompen	kunstmatig substraat grijpers pompen fuiken kruisnetten	zeepokken krabben vlokreeften slijkgarnalen garnalen steurgarnalen
	zacht	zand en slik	in de bodem	steekbuizen happers sleepnetten	Reineck box-corer ankersleepnetten bodemschaaf steekbuizen happers counterflush corer	garnalen aasgarnalen krabben vlokreeften
			op de bodem	benthische slede boomkor kruinet	benthische slede boomkor	garnalen krabben steurgarnalen vlokreeften
waterkolom			1e meter boven de bodem	hyperbenthische slede	hyperbenthische slede	larvale krabben jonge garnalen larvale heremietkreeften cumaceeën vlokreeften zeepissebedden
			pelagisch	planktonnet pompen	planktonnet NISKIN-flessen pompen	copepoden ostracoden larvale zeepokken

Bijlage 3

Bemonsteringsmethoden voor vis en kreeftachtigen (uit Elliott & Hemingway, 2000)

METHODS		TARGET ORGANISM			FISHING METHOD		REQUIREMENTS				SUBSTRATUM		HYDRODYNAMIC REGIME		HABITAT TYPE									SPATIAL COVERAGE			DATA TYPE		DISTRIBUTION IN WATER COLUMN			LIFESTAGES				MORPHOLOGICAL TYPE					MOBILITY OF FISHING METHOD			EASE OF TARGETSPECIES TO ESCAPE		SAFETY	RESTRICTIONS								FEATURES	
		Fish	Crus	Mol	Combi	Static	Dri	Drag	Lift	Push	Soft	Rock	LowEn	HighE	Sur	Sub	Int	Inte	Bot	Bot	Bot	Bot	Bot	Wat	Wat	Wat	Qua	Quan	Pelag	Demer	Benth	Egg	Lar	Juv	Adu	Dom	Non	Rang	Clus	Mob	Mob	Mob	Easy	Diffic	Permits	Less	Mort	NEG	Clos	Dam	Perm	Rest	Dest	Eff	Real
PLANKTONNETS	Plankton Net (Vertical & Horiz)	X	X			X			X	(X)		NA	NA	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X					X	X				X												F	F
	Bongo Net	X	X			X			X			NA	NA	X	X	X					X	X	X	X	X	X		X	X				X	X	X				X	X				X												F	F
	Cup Sampler	X				X			X	(X)		NA	NA	X	X	X					X	X	X	X	X	X		X	X	X			X	X	X				X					X												F	F
ENCIRCLING & VERTICAL NETS	Lampara Seine	X			X					X		X		X	X						X			X		X	X	X	X	X	X					X	X	X	X						X				X	X	X					G	G
	Beach Seine	X	X		X	X	X		X			X		X	X	X			X		X		X	X		X	X	X	X	X				X	X	X	X	X							X				X							G	G
	Lift Net	X	X			X	X		X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X					X					X	X						G	G
	Drop Net	X				X	X		X		X	X	X		X	X	X	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X																	G	G
TRAWL NETS	Otter Trawl	X	X	X	X	X				X		X		X	X			X			X			X	X	X	X	X		X	X				X	X	X	X	X				X			X			X	X	X	X		X		X	F	F
	Pair Trawl	X			X	X			X	(X)		X		X	X						X			X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X				X			X			X	X	X	X		X		X	F	F
	Beam Trawl	X	X		X	X	X		(X)	(X)		X		X	X			X			X				X	X	X	X		X	X				X	X	X	X			?	?	X			X			X	X	X	X		X		X	G	F
	Agassiz Trawl	X	X			X			X	(X)		X			X						X		X		X	X	X	X		X	X				X	X	X	X		X				X					X	X						F	F
	Fishes-Not-Molluscs Trawl	X				X			X			NA	NA	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X				X	X					X												F	F
	RMT-8 (Trawl)	X				X			X			X		X	X			X			X	X	X	X	X	X		X					X	X				X																	F	F
	British Young Fish Trawl	X				X			X			X		X	X	X		X			X		X	X	X	X				X			X	X				X																	F	F
	Dilling Trawl	X	X			X				X		X		X	X						X	X	X	X		X		X		X	X				X	X	X	X	X							X				X						F	F
DREDGES & SLEDGES	Dredge (for Molluscs)		X	X	X		X			X		X	X	X	X						X	X		X	X	X		X							X	X				X	X			X					X	X	X	X		P	F
	Fish Dredge	X			X	X	X		X			X	X	X	X			X			X	X	X	X	X	X		X							X	X	X	X						X				X							P	F
	Hydraulic Sledge	X	X			X				X		X		X	X	X			X		X		X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X						X			X							G	G
FIXED & DRIFT NETS	Gill Net	X			X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X					X	X		X			X	X			X			X		X			X	X	P	P
	Tangle Net	X			X				X		X	X			X	X	X				X		X			X		X		X	X					X	X	X	X	X			X		(X)				X	X				X		P	P
	Trammel Net	X			X	X	X		X		X	X	X	X	X		X	X	X	X		X		X		X		X		X	X				X	X	X	X	X			X	X			X			X	X				X		F	P
	Fyke/Trap/Hoop Net	X	X		X	X	X		X			X	X	X	(X)	X	X	X	X		(X)		X	X		X	X		X	X				X	X	X	X		X				X		X				X	X					X	F	P
	Hook/Stop Net	X	X			X	X		X		X	X	X	X			X	X	X					X		X	X	X		X	X				X	X	X	X				X				X			X							G	G
	Slow Net	X	X		X	X				X	X	X		X	X	X			X		X				X		X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X					X			X	X	X	X			X	G	F
TRAPS & POTS	Fixed Trap	X	X			X			X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X		X	X				X	X	X	X		X				X					X	X			X		X	F	P
	Pop Net & pull-up traps	X	X			X	X		X			X		X		X	X	X	X					X	X	X		X	X		X		X	X	X	X	X		X				X					X							G	G
	Drop Trap	X	X			X	X		X		X	X		X		X	X	X	X					X		X		X	X		X		X	X	X	X			X				X					X	X						G	G
	Pitfall (Finite) Trap	X				X	X				X	X	X	X		X	X	X	X			X		X		X		X	X		X			X	X				X						X										F	P
	Pots (e.g. Inkwell & Parlour)		X		X	X			X		X	X	X	X	X					X	X	X		X		X			X					X				X							X									X	F	P
LINES	Longline	X			X	X	X		X	(X)		X	X	X	X					X	X	X	X	X	X		X	X		X	X				X	X		X					X		X						X		X			P	P
	Handline	X			X	X	X		X	(X)		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X		X	X				X	X		X					X		X						X		X			P	F
TUMPING	Power Station Screens	X				X	X				X	X	X	X	X	X				X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X			X										P	P
	Plankton pumps		X			X	X		X			X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X			X			X	X					X										F	G
HANDGATHERING METHODS	Hand Dip Net	X			X	X	X		X			X	(X)	X		X		X		X	X	X			X			X	(X)		X				X		X							X				X							X	G	G
	Spade/Rake etc.			X	X	X	X					X					X								X			X	X		X				X		X				X			NA						X		X			X	G	G
	Fish Net	X	X			X	X					X		X				X							X			X	X		X	X		X	X	X	X	X		X				X											X	G	G
OBSERVATION TECHNIQUES	Direct Visual	X	X	X		X	(X)	X	(X)			X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X				X											G	G
	Echosounding	X			X	X			X	(X)		X	X	X	X						X	X		X	X		X	X						X	X			X	X							X										NA	NA
	Transmitters	X				X	X		X			NA	NA	X	X	X					X	X	X	X		X		X										X							NA										NA	NA
	Marking & Tagging	X	X			X			X			NA	NA	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X		X		X	X	X	X	?		X	X	X	X	X	X				NA											NA	NA
OTHER	Electro-fishing	X				X	X		X			NA	NA	X		X								X		X		X	X	X	X	X				X	X	X	X				X			X	X							X	F	G
	Chemo/Vitamins	X				X	X					NA	NA	X				X		X					X			X	X		X				X	X	X	X				X	X			X	X							X	P	F
	Explosives	X				X			X			NA	NA	X	X						X	X			X	X		X		X	X				X	X	X		X			X	X	X		X	X							X	P	P

WITHRESPECT TOREQUIREMENTS X=MINIMUMREQUIREMENT; (X)=POSSIBLEREQUIREMENT
FOR ALL OTHER HEADINGS (X)=POSSIBLE

Bijlage 4

MECO PROJECT BASES FOR THE INTEGRATED SUSTAINABLE MANAGEMENT OF MEDITERRANEAN SENSITIVE COASTAL ECOSYSTEM

SAMPLING PROTOCOL FOR THE STUDY OF POPULATION DYNAMICS OF ABUNDANT LITTORAL ARTHROPOD POPULATIONS

Objectives:

- To carry out quantitative sampling on the studied populations (the samples must be expressed as a function of the sampled area)
- To collect, at each sampling date, 150 specimens of the key amphipod species Talitrus saltator (This is the suitable number for modal analysis studies addressing growth and biological features of the population)
- To merge results regarding variation of population dynamics among different sites, based on an integrated sampling programme.

Sampling design:
From the sea to land, we may distinguish in the beach the intertidal and the supratidal areas, followed by the primary dunes. *Talitrus saltator* will be more abundant around the high tide level (see figure) and in the supratidal area. Nevertheless, the zonation of the age and sex classes of T. saltator varies with climatic conditions (storms) and with the season.

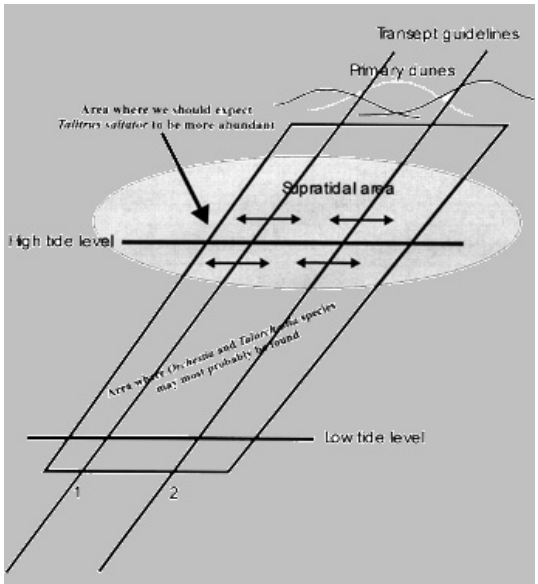


Figure - Sampling design.

a) Take the samples at regular intervals along transept guide lines, from the shoreline to the base of the dune, as indicated in figure 1. At least one replicate of the transept must be done. Additionally, at the level where the populations were found more abundant, take more samples randomly, to the left and to the right of the transepts (see figure). This sampling strategy will simultaneously allow to account for differential vertical distribution and to collect the minimum of individuals necessary for statistical analysis.

b) Sampling periodicity should be 15 days, following a sequence of neap tides. Rainy days must be avoided, which may cause animals dispersion. The total sampling period will last 18 months to perform cohort analysis.

c) Use a metal or wood square of 0.25 m2 to bound the sampling area. Next, using a small scoop, remove the first 10 cm of the sand surface layer, where the organisms will most probably be present. Sieve the sand through a 2 mm mesh size, throwing it into a rectangular plastic container with high walls and about 5 cm of sea

water add to it. The largest animals will be retained in the sieve. Make sure to avoid animals from escaping, collecting them immediately into a plastic bottle (with some water in). The water in the plastic will prevent animals that passed through the sieve (juveniles) from escaping. At this point animals will most probably start swimming and may be caught using small hand nets or scoops. The container may also be slightly inclined to make the animals crawl out of the water and these could be captured with aspirators or with the hand net. Collect all the animals.

d) Collocate all the organisms captured in a plastic bottle or bag and preserve it in 70% alcohol. Please do not use formaldehyde. Each time a minimum of 10 replicates(0.25 m2 each) should be sampled.

e) For each replicate, before doing point c) collect all superficial debris and sieve it through a 2 mm mesh size and preserve it in a plastic bag. In the laboratory freeze it at —–18 ^{o}C for a period no longer than 2 months. This sample is intended for laboratory determination of the organic matter (potential food) available in the sampled area (mg.m-2).

f) Using a mercury thermometer, take the temperature of the sediment, at 2 cm deep, and the air temperature close to the sediment surface.

g) Obtain data on maximum and minimum daily temperatures during the study period from the closest meteorological station.
The above protocol is being applied at the same time at following study sites: Zouarâa beach by FST team - Tunis, the Maremma Natural Park by CONISMA team - Florence and an Atlantic beach of Portugal by IMAR team —– Coimbra, for comparison. The organisms samples will be sent to IMAR partner for processing. The statistical analysis of data, namely Modal Analysis, will be performed by IMAR partner.

referentie:

http://www.meco.unifi.it/sampling-3_en.htm

Bijlage 5

MECO PROJECT BASES FOR THE INTEGRATED SUSTAINABLE MANAGEMENT OF MEDITERRANEAN SENSITIVE COASTAL ECOSYSTEM

STANDARD TRAPPING TECHNIQUES USED BY THE ITALIAN TEAM TO ASSESS BIO-DIVERSITY IN THE BEACH – DUNE SYSTEM

The following trapping techniques are used and tuned to local needs to assess bio-diversity.

Tetradirectional pitfall cross traps:

These traps consist of 10 cm high strips of fibreglas 2 m long and connected together to form a cross. At the corners of the cross four plastic containers, 10 cm in height, are placed in the sand from the sealine limits to the back. The trap is oriented in order to capture walking arthropods in the four cardinal directions.

Intercepting front:

A continuous transept from the sealine limits to the dune is made placing pitfall traps10-cm in height every 5 m and joining them by 10-cm high strips of fibreglas. This is a very efficient system of traps that can intercept crawling arthropods.

Mobile cages of unitary units:

These traps consist of gaze cubes (1 m3) placed over the vegetation. All forms, flying, crawling and burrowed, are collected with this system.

Hand Nets:

These traps consist of cloth bags connected with a long wooden stick. These are used to collect flying forms associated to the vegetation.

Sampling square units of sand:

These traps consist of squares (0,50 x 0,50) pushed in the sand to a depth of 10 cm. All sand in the square is collected and sieved in a 2 mm mesh sieve. This method permits to sample burrowed species.

Baited traps:

These traps consist of plastic cups pushed in the sand that contain baits (meat, honey and beer, vinegar) and glycol ethylene. These traps are used to attract species.

referentie:

http://www.meco.unifi.it/sampling-2_en.htm

Bijlage 6

Voorschriften voor het bemonsteren met steekbuizen (uit Kramer et al, 1992).

Biota: sediment

Code	Method	subcode		subcode	
	micro-phytobenthos (S-6.7)				
1	hand corer 1 cm ø (1 cm depth)				
2	box corer, subsamples				
0	other				
	macro-phytobenthos (S-6.8)				
			area:		
1	grid-squares	1	10 * 10 cm		
0	other	2	25 * 25 cm		
		0	other		
	meiobenthos (sub-tidal) (S-6.9)				
			depth:		**sieve mesh size:**
1a	box corer (2 cm Ø, mud)	1	5 cm	1	63 µm
1b	box corer (8 cm Ø, sand)	2	15 cm	2	45 µm
2a	divers (2 cm Ø, mud)	0	other	0	other
2b	divers (8 cm Ø, samd)				
3	bow wave free sampler				
4	pole, gravity, piston corers				
5	grab sampler				
0	other				
	meiobenthos (inter-tidal) (S-6.9)				
			depth:		**sieve mesh size:**
1a	hand corer (2 cm ø, mud)	1	5 cm	1	63 µm
1b	hand corer (8 cm ø, sand)	2	15 cm	2	45 µm
0	other	0	other	0	other
	macrobenthos (sub-tidal) (S-6.10)				
			depth:		**sieve mesh size:**
1	box corer	1	25 cm	1	1 mm
2	grab sampler	0	other	2	0.5 mm
0	other	0	other		
	macrobenthos (inter-tidal) (S-6.10)				
			depth:		**sieve mesh size:**
1	hand corer (200 cm^2)	1	25 cm	1	1 mm
2	hand corer (other size)	0	other	2	0.5 mm
0	other			0	other

Bijlage 7

Beschrijving van de bemonsteringsmethode van het intergetijdengebied van het strand van de Panne in België.
De referenties in de onderstaande tekst zijn niet in de literatuurlijst opgenomen, tenzij er in de hoofdtekst naar wordt verwezen.

Degraer, S., I. Mouton, L. de Neve & M. Vincx, 1999.
Community structure and intertidal zonation of the macrobenthos on a macrotidal, ultra-dissipative sandy beach: summer-winter comparison. Estuaries 22: 742-752

SAMPLING STRATEGY

Six transects equally spaced along the beach andoriented perpendicular to the waterline were sam-pled. Each transect had five stations; two replicatesamples were taken per station. The 30 stationswere distributed across the continuum from themean high-water spring level to mean low-waterspring level in order to sample the macrobenthosat different elevations on the beach (Fig. 2). InSeptember 1995 (summer) the stations were divid- cd between the MHWS and mean low-water springgration of hyperbenthic organisms, samples were (MLWS) levels; in March 1996 (winter) betweenalways taken on exposed sediments, just above the MHWS and MLWN. In summer, all stations were waterline. Thus, sampling always started at high located between 500 cm and 100 cm above MLWS, tide and followed the receding water down the whereas in winter, samples were taken between 500 cm and -50 cm above MLWS. The use of six transects equally spaced along the beach allowed generalization of the results to the whole beach, which cannot be represented adequately by just one transect (Haynes and Quinn 1995). Following Elliott et al. (1996), samples were taken by excavating sediment enclosed by a frame, with a surface area of 0.1026 m², to a depth of ca. 0.15 m. Organisms were retained on a 1-mm sieve, fixed and preserved in an 8% formaldehyde-sea- water solution. An additional core (3.6 cm diame ter, penetration depth of 0.15 cm) was collected with each macrofauna sample for the analysis of sediment characteristics. Height above MLWS at each sampling site was determined from data provided by the Department of Waterways and Coast.
Although the sampling technique is frequently used in the study of intertidal macrofauna, depending on the beach type, different surface areas, excavating depths, number of stations, and number of replicates are used (e.g., McIntyre and Eleftheriou 1968; McDermott 1987; McLachlan 1990; Jaramillo et al 1993; Haynes and Quinn 1995; Souza and Gianuca 1995). The pilot study of Elliott et al. (1996) revealed that densities of dominant species of the beach in De Panne were high enough that a sampling surface of about 0.1 m² an excavation depth of 15 cm, and two replicates per station, would satisfactorally represent the macrobenthic zonation of Belgian beaches. The lugworm *Arenicola marina* occurred in the study area, mainly in the troughs and toward the lower beach, but was not sampled quantitatively by this sampling technique and was not included in analyses.
As the percentage of species expected increases with an increase in total sampling area, the total sampling area needs to be large enough to attain a representative sample of the macrobenthos of the beach. For the dissipative beaches, with a high diversity (Jaramillo and McLachlan 1993), a sampling area of at least 4 m² is advised (Jaramillo et al. 1995). The total sampling area in this study was 6 m² in both seasons and should thus be sufficient enough to collect more than 95% of the total number of species present on the beach.

The beach of De Panne consists of a series of bars and troughs, each with different habitat characteristics (e.g., the retention of water in the troughs might harbor subtidal fauna, Dörjes 1976). As all samples were taken on top of the bars, this study excluded the macrobenthos of the troughs. In addition, to avoid bias due to tidal vertical migration of hyperbenthic organisms, samples were always taken on exposed sediments, just above the waterline. Thus sampling started at high tide and followed the receding water down the beach, ending at the low tidal level.

Bijlage 8

Het gebruik van het “push net” of duwnet (uit Manning, 1975).

The push net is a wide-mouthed net, attached to a handle of varying length, often provided with a roller on the flattened lower margin. It may be used to collect small shrimps, fishes and other organisms living on attached vegetation in shallow water habitats. Strawn (1954), Allen & Inglis (1958), and Speare (1967) have described various kinds of push nets. Another type of push net is used by fishermen in Chesapeake Bay to collect bait shrimp, and this net is available commercially in the Washington, D. C. area. Several of these nets were taken to Tunisia for use in the field program there.

This net (pl. I) has an opening made of strap aluminum 2 cm wide and 0.7 cm thick bent into a pentagonally-shaped frame with a flat front margin, 73 cm wide; the opening is deepest, 47 cm, at the handle. On the front margin is a wooden roller, 3.3 cm in diameter and 65.5 cm wide. The net came equipped with a bag approximately 55 cm deep made of netting with a stretched mesh of 1 cm. For use in Tunisia a shallow liner of nylon mesh with openings of about 1 mm was sewn into the opening of the net, over the bag. In other localities, nylon screen has been used as the liner; its water resistance is much greater, meaning, of course, that much more effort is required to push the net.

This net can be used by one person to make collections in shallow grass flats, and on pure sand as well, to a depth of about 1.5 m. The net is held firmly on the bottom and pushed while walking over the area to be collected. The roller helps the net move smoothly and generally keeps the net from being stopped by obstacles on the botto. In Tunisia the net was used extensively on flats covered with the grass Cy"Jodocea, a characteristic feature of shallow water habitats there; it could not be used on beds of the coarser Posidonia. In grass, extensive series of palaemonids, hippolytids, and, during night collections, processids, were collected. On pure sand bottorn, without vegetation, the net yielded crangonids, hermit crabs, and small crabs. The net yielded far better samples than could be obtained by using hand nets and other more conventional methods in the same habitats.

Bijlage 9

Voorbeelden van crustaceeënvallen met aas gebruikt door het NIOZ (uit Lindeboom & de Groot, 1998).

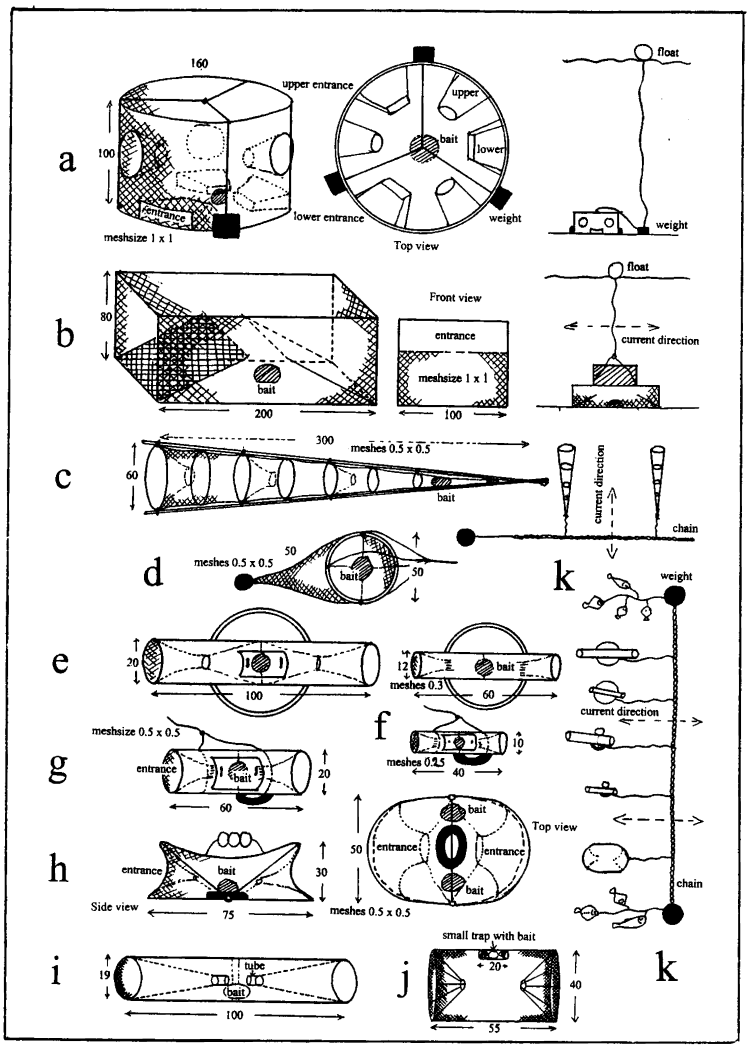


Figure 2.6.3. Different kinds of traps used in the investigations on preference of scavenging species for different kind of bait.

a. Round cage with lower- and upper entrances;
b. Rectangle cage with sloping entrances;
c. Commercial small fyke net;
d. Small lift-net with bait attached in the middle;
e. Large perspex- or PVC- pipes, attached to iron ring;
f. Small perspex- or PVC- Amphipod pipes, attached to iron ring;
g. Short perspex tubes with assymmetrical attached weight;
h. Commercial Danish crab-trap, weighted in the middle and small floatsat the top. Two entrances and two bags with bait.
i. Trap type used in the eastern Irish Sea, entrances narrowed with tubes
j. Modified shrimp pot used in the western Irish Sea, with baited small trap inside for Amphipods.
k. General arrangement of traps on the sea bottom (top view).

Bijlage 10

Voor en nadelen van verschillende bemonsteringsmethoden voor vis en crustaceeën (uit Elliott & Hemingway, 2000).

Table 8.6: List of available gear for sampling nekton in shallow estuarine habitats, and advantages and disadvantages of each type. CE = catch efficiency, RE = recovery efficiency, SUA = sample unit area (extended and developed from Rozas & Minello, 1997).

Gear Type	Advantages	Disadvantages
Plankton Nets		
Plankton Net	- Good CE for fish eggs & larvae; - Gives both qualitative & quantitative data.	- This type of net is now being replaced by other ichthyoplankton samplers.
Bongo Net	- Easy to use; - Good CE for smaller fish larvae & fish eggs; - Large SUA; - Gives both qualitative & quantitative data.	- Needs a relatively strong boat with good strong winches.
Gulf Sampler	- Gives both qualitative & quantitative data. - Good CE for fish larvae; - Can be towed at greater speeds than Bongo Nets; - Can be used from a relatively small boat; - Easy to handle.	
Encircling & Vertical Nets		
Demersal Seine	- Easy to use; - Clean samples; - Large SUA.	- Low and variable CE; - Ineffective in vegetation; - SUA can be difficult to define.
Beach Seine	- Easy to use; - Clean samples; - Large SUA; - Can be deployed from a small rowing boat; - Gives both qualitative & quantitative data.	- Ineffective in vegetation and on hard substratum; - Requires a considerable stretch of consolidated substratum at the lower water mark; - SUA can be difficult to define.
Lift Net	- Easy to use; - RE is measurable and generally high; - Clean samples; - Relatively inexpensive to construct and maintain.	- Mainly restricted to intertidal zone; - Small SUA; - Stationary: fixed sample sites.
Drop Net	- Easy to use; - RE is measurable and generally high; - Works well in shallow water & on soft bottoms;	- Small SUA; - Only works well in relatively shallow water & on soft bottoms; - Added structure, shadow effect; - Stationary: fixed sample sites; - More difficult to empty than Drop Traps; - Disturbance of sediment on sampling sites.

Table 8.6 cont.

Gear Type	Advantages	Disadvantages
Trawl Nets		
Otter Trawl	- Easy to use; - Clean samples - Large SUA; - Good for stomach analysis sampling; - Good for obtaining live samples of certain species (i.e. cod, eels, gobies, flatfish, sticklebacks); - Gives relatively good pictures of demersal fish communities; - Gives both qualitative & quantitative data.	- Low and variable CE; - Ineffective in vegetation & shallow water; - SUA can be difficult to define; - Gear standardisation very difficult (i.e. sensitive to trawling technique, personal handling etc.); - Numerous attributes influence CE
Pair Trawl	- Large SUA; - Under SFC limit: can use a net which a larger boat would not be allowed; - A large net can be towed at a relatively fast speed; - Gives both qualitative & quantitative data.	- Two boats have to be used.
Beam Trawl	- Easy to use; - Clean Samples; - Large SUA; - Gives both qualitative & quantitative data; - Effective for catching flatfish & epibenthic fish; - Good for collecting live specimens & stomach analysis if the haul doesn't take too long (<15 mins).	- Low and variable CE; - Ineffective in vegetation; - Destructive to fragile habitats; - Ineffective for pelagic roundfish; - Affected by tide and wind direction.
Agassiz Trawl	- Large SUA - Robust & suitable for many bed types - The mouth is fixed - Operates irrespective of way it lands on bed. - Good for scientific sampling; - Gives both qualitative & quantitative data.	- Low and variable CE; - Affected by tide and wind direction.
Pelagic Trawls (i.e. Isaacs-Kidd Midwater Trawl, RMT-8 & Finnish Young Fish Trawl)	- Good CE for larger larval stages, juveniles and 'small' fish species; - Large SUA	- Normally too big for use in shallow waters.
Delagic Trawl	- Easy to use	
Dredges & Sledges		
Dredge (for Molluscs)	- Easy to use.	- Sometimes restricted to finer sediments; - Dredging restrictions include dredge size, closed areas permitted fishing times & authorisation of specific methods.
Fish Dredge	- Gives both qualitative & quantitative data.	

Table 8.6 cont.

Gear Type	Advantages	Disadvantages
Dredges & Sledges cont.		
Epi/Hyperbenthic Sledge	- Gives both qualitative & quantitative data; - Large SUA; - Useful for unconsolidated bottoms; - Clean samples; - Useful for deep-sea sampling; - Easy to use.	- Low and variable CE; - Ineffective in vegetation; - Gear standardisation difficult; - Need for a larger boat; - SUA can be difficult to determine.
Fixed & Drift Nets		
Gill Net	- Large SUA; - Can be used on all bed types & in the pelagic zone; - Relatively easy to handle	- Does not give quantitative data; - Can have direct effect on non-target species which are taken as by-catch.
Tangle Net	- Large SUA.	- Does not give quantitative data.
Trammel Net	- Large SUA.	- Does not give quantitative data.
Fyke/Crigg/Trap/Hoop Net	- Large SUA; - Good for catching fish undamaged; - Good for long-time monitoring of relative occurrence.	- Recovery low for some species; - SUA can be difficult to define; - Gear avoidance at high tidal stages, in swift currents; - Stationary: fixed sample sites.
Stop/Block Net	- Relatively easy to use; - Only requires one person to handle; - Gives both qualitative & quantitative data; - CE generally high.	- Stationary: fixed sample sites; - Affects non target species; - Samples are not clean as these nets catch a lot of debris; - May encourage bias in dietary studies as predators & prey confined together in higher densities.
Stow Net	- Good for catching fish undamaged; - Large SUA; - Clean samples - Gives both qualitative & quantitative data; - CE is high.	- Stationary: fixed sample sites.
Traps & Pots		
Fixed Trap	- Easy to use; - Clean samples; - Relatively inexpensive to construct and maintain.	- Stationary: fixed sample sites; - SUA can be difficult to define.
'Popnet' & Pull-Up Trap	- RE is measurable and generally high; - Clean samples; - Relatively inexpensive to construct and maintain; - Easy to handle from small boats.	- Added structure may attract nekton in unvegetated habitats; - Difficult to deploy in some habitats e.g. thick emergent vegetation, oyster reef; - RE dependent on removal method.
Drop Trap	- Efficient gear for catching small fish; - Provides quantitative & qualitative data.	- Requires at least 2 people for moving the trap; - Generally restricted to relatively soft bottoms; - Restricted to shallow water.

Table 8.6 cont.

Gear Type	Advantages	Disadvantages
Traps & Pots cont.		
Pitfall (Bottle) Trap	- Easy to use; - Clean samples; - Relatively inexpensive to construct and maintain; - Allows fish to enter easily but prevents escape; - Effective for sampling small fish.	- Low and variable CE; - Extremely species selective; - CE difficult to measure; - SUA poorly defined, variable.
Pots (e.g. Inkwell & Parlour)	- Relatively easy to use; - Clean samples; - RE generally high; - Not limited to shallow water.	- Stationary: fixed sample sites; - Requires more than one person to handle.
Lines		
Longline	- Can be used over rocky or vegetated ground; - Can be used in areas inaccessible to trawlers for e.g. due to tidal currents.	- Fairly labour intensive.
Handline	- Can be used over rocky or vegetated ground; - Can often be used in areas where other methods are prohibited or difficult.	- Fairly labour intensive;
Pumping		
Power Station Screens	- If pumping records are available, fish data can be used to determine relative abundance (semi-quantitative data); - Less labour intensive than for example trawling; - Less susceptible to problems of gear damage & river traffic normally associated with a metropolitan estuary e.g. Thames	- Stationary: fixed sample sites; - Permissions required to sample on site.
Plankton Pump	- Can be used from a small boat or platform; - Efficient gear for sampling planktonic crustacean larvae; - Can be used in relatively shallow water and for many bed types; - Good for studying vertical and horizontal migration.	- Limited to shallow areas; - Only a small volume is sampled per unit of time; - Very low CE for fish larvae.
Hand-Gathering Methods		
Elver Dip Net	- Easy to use.	
Spade/Rake etc.	- Easy to use; - Provides quantitative data	- Labour intensive; - Restrictions may apply and licences required.
Push-Net	- Easy to use; - Gives both qualitative and quantitative data.	- Requires access from the shore to the water margin at low water; - Requires a considerable stretch of consolidated substratum at the lower water mark; - Restricted to wading depths and smaller fauna less able to escape.

Table 8.6 cont.

Gear Type	Advantages	Disadvantages
Observation Techniques		
Direct Visual (General)	- Non-destructive; - Can observe fish in their natural environment.	- Observations are restricted by waves, turbidity, light *etc*.; - Air bubbles from SCUBA equipment can scare fish.
Underwater video	- Provides both qualitative & quantitative data; - Timed record of fish behaviour; - May be used remotely so diver or vehicle will not disturb fish.	- Turbidity and light penetration may limit use; - Video analysis may be time consuming.
- Glass-bottomed boat	- Non-swimmers may see fish.	- Largely vertical view of habitat; - Boat may alter fish behaviour (shadow, noise).
- Snorkelling	- Low cost; - Minimal equipment required.	- <5m depth depending on the transparency of water; - May need to view fish from an angle to identify them.
- Scuba	- Equipment easily available; - Travel over any type of seabed; - Survey transects over different depths; - See fish hiding under rock, coral and seaweed.	- <40m depth.
- Underwater vehicle	- Can travel to >30m depths.	- Expensive to hire and operate.
Echo sounding	- Can be used to study migration patterns & relationships between fish & prey organisms; - Some can be used in relatively shallow water (1m); - Can be used on boats or as stationary equipment; - Provides quantitative data.	- Needs to be used in conjunction with other methods; ***- May be affected by environmental parameters (e.g. high turbidity, temperature or salinity stratification). ??***
Transmitters	- Good for studying migration, vertical distribution, temperature preferences, physiological status.	
Marking & Tagging	- Good for studying migration, growth.	- Stress on capture & handling; - Chance of infection; - Chance of marking wearing off or loss of tag; - RE variable.

Table 8.6 cont.

Gear Type	Advantages	Disadvantages
Other		
Electric-Fishing		- Largely restricted to freshwater; - Affects non-target species; - Potentially dangerous to users; - Limited use due to turbidity; - Permits generally required.
Chemo Methods	- Benzocaine & quinaldine are useful for sampling small & restricted water bodies e.g. rock pools.	- Affects non-target species; - Most of chemicals used pose a health risk; - Permits generally required.
Explosives	- Quick method to use.	- Destructive & dangerous; - Affects non-target species; - Only gives momentary pictures of fish communities; - Permits required.