

Benthosbemonsteringen op de Galgeplaat, oktober 2011

en de methodiek (Zwarts, 2009) tegen het licht gehouden.



Benthosbemonsteringen op de Galgeplaat, oktober 2011

en de methodiek (Zwarts, 2009) tegen het licht gehouden.

in opdracht van	Rijkswaterstaat Dienst Zeeland
------------------------	--------------------------------

Uitvoering door	Drs. Rienk Geene & Edwin Verduin MSc. (Grontmij)
namens opdrachtgever	Eric van Zanten

rapportnummer	code opdrachtgever	status
2011-08		Definitief

Citeren als: Geene, R. & E. Verduin (2012). Benthosbemonsteringen op de Galgeplaat, oktober 2011 en de methodiek (Zwarts, 2009) tegen het licht gehouden.

.Habitat-Advies Rapportnummer: 2011-8

© *Habitat-Advies* - Dit rapport is vervaardigd op verzoek van Rijkswaterstaat Dienst Zeeland.

Niets uit dit rapport mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Rijkswaterstaat Dienst Zeeland. Overname van gegevens uit dit rapport is toegestaan mits met bronvermelding

Habitat-Advies

Nieuwe. Vlissingeweg 272
4335 JJ Middelburg
telefoon 06-23630675
telefax 0118-620858
<http://www.Habitat-Advies.nl>

Inhoud

Samenvatting	3
1. Inleiding	5
2. Ligging telvakken	7
3. Methode.....	8
3.1. Methode Zwarts, en het verzamelen van soorten/groepen.....	9
4. Resultaten & bespreking bevindingen	11
4.1. Biomassa bepalen middels berekening versus drogen en verassen.	11
4.2. Tijdsinvestering per onderdeel	12
4.3. Verdeling biomassa over de monstervakken.....	13
4.4. Vergelijk kokkels in de ondiepe monsters versus de steekbuismonsters	16
5. Optimale methodiek !?	21
5.1. Veldwerk	21
5.1.1. Grote of kleine steekbuis?.....	22
5.1.2. Aantal replica's	23
5.1.3. Krabben en garnalen	24
5.1.4. Verzamelmonsters versus alle steken apart behandelen	24
5.2. Laboratorium werk/uitzoeken	25
5.2.1. Compromis strategie	26
6. Discussie & Aanbevelingen.....	27
7. Literatuur.....	29
Bijlagen	31

Samenvatting

Rijkswaterstaat dienst Zeeland vraagt zich af hoe benthos het meest kostenefficiënt kan worden verzameld. Het gaat hier om het benthos, in de inter-getijdenzone, dat voor vogels als voedsel dient. Hiertoe zijn in twaalf vakken monsters genomen, het betreft steeds één mengmonsters van zes steekbuizen \varnothing 75mm en zes apart verzamelde oppervlakte monsters van 32 x 32 cm. De belangrijkste opdracht is aan te geven hoeveel tijd er gemoeid is met het uitvoeren van de verschillende onderdelen van dit werk. Indien de relatie vogel en zijn voedsel het primaire onderzoeksdoel zou zijn geweest zou dit onderzoek anders van opzet zijn.

De resultaten wijzen uit dat de verwerking van een mengmonster van zes steken ongeveer 1 uur en 12 minuten kost, inclusief drogen en verassen. Een oppervlakte monster tot ca. 2 a 5 cm diep (en 32 x 32 groot) kost gemiddeld 43 minuten. Het verwerken van de dieren door ze individueel te meten in plaats van het wegen en verassen levert een geringe tijdswinst van 2 minuten per monster op.

Theoretisch gezien is het verstandiger om te wegen en te verassen dan te rekenen met een gemiddelde, het kan voor een effectmeting echter van groot belang zijn dat de biomassa per soort en per locatie opgenomen wordt, omdat de dieren in gebied a veel magerder kunnen zijn dan in gebied b. De reden om biomassa te berekenen in plaats van te meten is tijdswinst, nemen wij aan. Gecombineerd met onze bevinding dat een geringe tijdswinst van 3,5% behaald kan worden, levert dat de conclusie op dat wegen en verassen de voorkeur geniet.

Wij gaan er van uit dat er een goede relatie bestaat tussen lengte en massa en dat omrekenen naar biomassa een goede en beproefde methode is.

De verschillen die gevonden worden tussen het berekenen van de biomassa versus het meten daarvan, middels drogen en verassen, zijn erg groot. Voor de wormen (Polychaeta) kan dit voor een groot deel worden verklaard door het feit dat in de "methode Zwarts" alleen met volledige individuen wordt gerekend. Terwijl bij het verassen van de daadwerkelijke biomassa per monsters, voornamelijk stukjes worm gemeten worden.

Men kan ook redeneren dat een gehele worm beschikbaar is als voedsel voor een vogel en dat berekenen daarom een betere benadering van de hoeveelheid voedsel oplevert.

In de methode waarbij drogen en verassen is toegepast, is de verzamelde biomassa per monster gemeten, waarbij vaak

alleen stukjes van wormen aanwezig zijn. Voor de schelpdieren (o.a. kokkel) zijn deze verschillen dan ook veel kleiner, de dieren zijn vaak nog heel. Echter de verschillen blijken over het geheel veel groter dan gewenst is. De range blijkt voor de kokkel -5% tot +82% te zijn, voor de draadworm -791% tot +36%.

Op de Galgeplaat blijft de biomassa in de vakken op de suppletie duidelijk achter bij die in de vakken J, K en L, (buiten de invloed van de suppletie) en ook nog bij die in referentie vakken A, B en C, zie figuur 1. In de referentie vakken A, B en C zijn veel grote kokkels gevonden, terwijl die op de suppletie vrijwel alleen "broedjes" zijn (kokkels in hun eerste levensjaar).

Scholeksters foerageren o.a. op kokkels, maar de correlatie tussen biomassa-kokkel en scholekster is afwezig. De relatie tussen kleine kokkeltjes en scholeksters is beter. Dit geeft het idee dat scholeksters op de Galgeplaat de jonge kokkeltjes prefereren, de reden hiervoor is vooralsnog onbekend.

Aangezien dit onderzoek in de eerste plaats om de tijdsinvestering gaat zijn er weinig replica's genomen en is dit slechts een indicatieve bevinding.

In § 5.2.1. Wordt een compromis gepresenteerd voor de bemonsteringsstrategie van benthos/vogelvoedsel.

Als laatste moet opgemerkt worden dat het nemen van meer replica's altijd goed overwogen moet worden. Het bemonsteren van meer oppervlak levert ook altijd een winst op, het nadeel is dat het een grotere tijdsinvestering vergt. Gewaakt moet worden voor een goede balans tussen tijd/geld en de verzamelde informatie, want men kan gemakkelijk zo weinig monster(s) nemen, dat er geen goede conclusies zijn te trekken.

1. Inleiding

Rijkswaterstaat dienst Zeeland voert veel projecten uit waarbij de monitoring van benthos in het inter-getijdengebied een belangrijke rol speelt. Omdat er verschillende monstertechnieken en analysemethoden worden gebruikt bij de monitoring van dit benthos vraagt Rijkswaterstaat dienst Zeeland zich af, op welke wijze de verzameling en analyse van benthosmonsters in de inter-getijdezone optimaal kan worden uitgevoerd. Het gaat in dit onderzoek om het benthos, in de inter-getijdenzone, dat als voedsel voor vogels dient. Het onderzoeksdoel is niet primair de relatie tussen de vogel en zijn voedsel.

Binnen de biologische wetenschappen is er veel discussie over bemonsteringsstrategieën. Schlacher *et. al.* (2008) geven aan dat er geen uniforme methode is voor benthosbemonsteringen (op het strand). Een monster kan uiteenlopen van een hap met een van Veen happer, een steek met een steekbuis of een haal met een net vanaf een schip. De oorzaken hiervoor zijn gelegen in de lokale omstandigheden of vraagstelling van het onderzoek. Schlacher *et. al.* (2008) geven aan dat een monsterlocatie in de regel niet groter moet worden gedefinieerd dan enkele meters. Tevens zeggen deze auteurs dat de enige algemeen aanvaarde regel is dat replica's "random" gekozen moeten worden, Van der meer, 1994a komt met een vergelijkbare stelling. Voor het vergelijken van verschillende jaren wordt aanbevolen om locaties blind (random) te kiezen en deze locaties het opvolgende jaar wel opnieuw te bezoeken Van der meer, 1994a & 1994b. De exacte keus van de plaats waar een monsters getrokken wordt, kiezen we dus "blind". Dit komt overeen met wat Van der Meer (1994a) concludeert. Van der Meer (1994b) geeft aan dat een gemengd model wordt aanbevolen voor het vergelijken van twee verschillende jaren. In dit gemengde model worden de locaties/stations random gekozen en in opeenvolgende jaren wel weer bezocht. Tevens geeft van der Meer 1994b aan dat bij een "random en stratified" monsterprogramma beter geen replica's genomen kunnen worden, omdat dit geen informatie toevoegt (Van der Meer (1994b)). Het berekenen van het optimale aantal replica's per stratum of "station" valt buiten de scope van dit onderzoek. We zoeken hier naar een handig compromis.

De standaard methode voor een bepaling van de biomassa is het verzamelen, drogen, wegen en verassen van de bodemfauna. In Zwarts, (2009) staat een methode beschreven; *Habitat-Advies* is gevraagd, deze methode eens tegen het licht te houden en zwakke en sterke punten te belichten. Deze methode wordt in dit rapport als "methode Zwarts" gerapporteerd. Daarenboven wordt gevraagd om, indien mogelijk, aan te geven waar de methode nog voor verbetering vatbaar is. In dit onderzoek wordt daarom

specifiek aandacht gegeven aan de tijd die nodig is voor de uitvoer van de verschillende onderdelen van een dergelijk onderzoek. *Habitat-Advies* heeft Edwin Verduin van Grontmij - team ecologie bereid gevonden mee te denken in dit project.

In Zwarts et al., (2009) wordt ook beschreven, hoe door middel van lengtemetingen en de toepassing van een conversiefactor de biomassa wordt berekend. Dit berekenen kan tijdswinst opleveren. Het uitzoeken van kleine dieren uit een monster is zeer tijdrovend werk, maar een biomassameting is dat ook. In dit onderzoek worden beide vergeleken. Dit is de hoofdzaak van dit onderzoek.

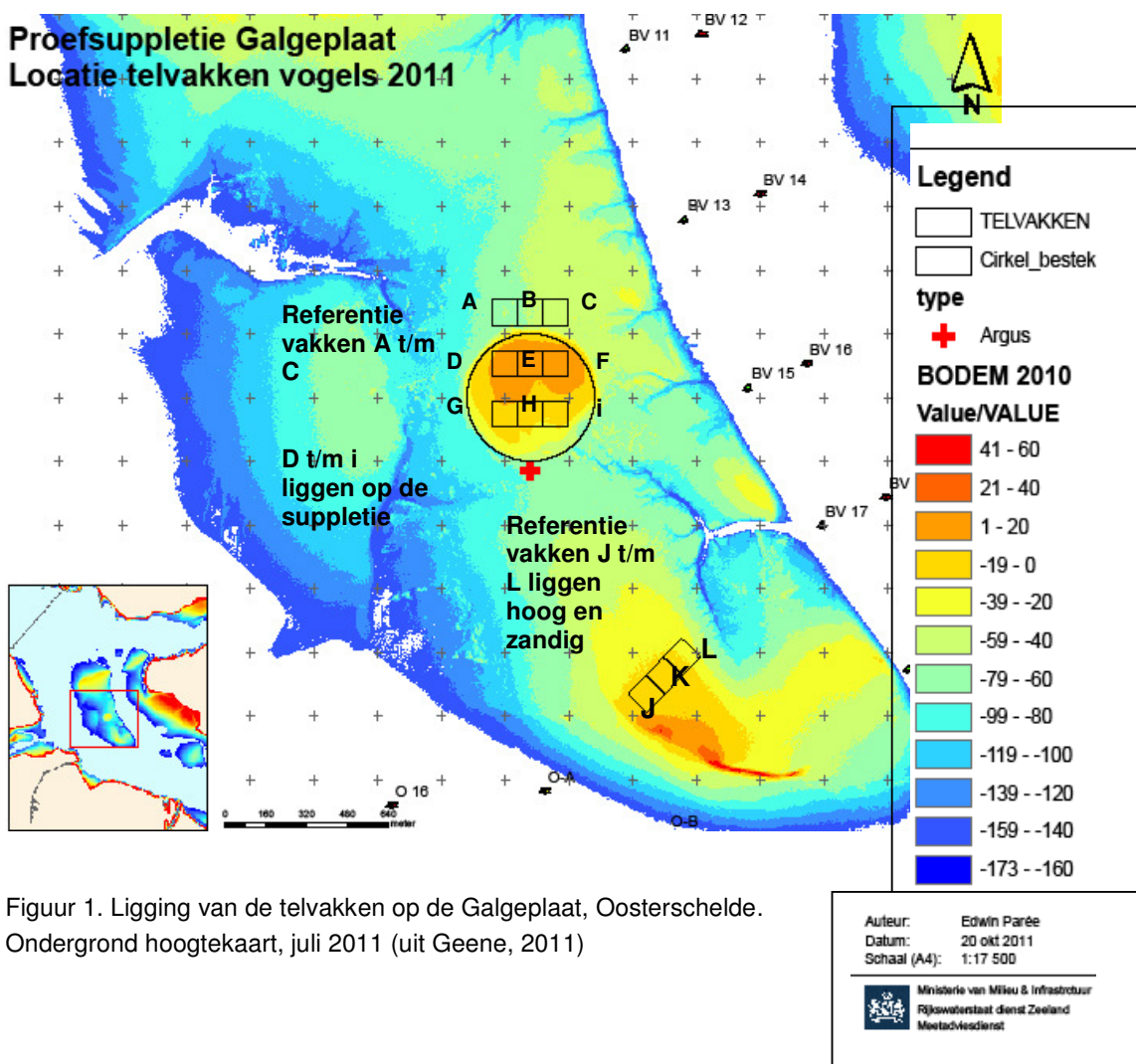
Tevens wordt de verdeling van de biomassa per soort/groep over de onderzoeksvakken kort besproken.

Er wordt extra aandacht aan de kokkel geschonken omdat deze soort verreweg de meeste biomassa vertegenwoordigt in ons onderzoeksgebied en de kokkel belangrijk voedsel voor vogels is. Het is tevens de enige soort die in een grote hoeveelheid aanwezig is en in alle vakken is gevonden. Daarom is dit de enige soort die we goed onder de loep kunnen nemen.

Met nadruk wordt opgemerkt dat we er van uitgaan dat de methode Zwarts een goede benadering is. Ook Robinson et. al. (2010) hebben voor de biomassa bepaling een vergelijkbare aanpak. Wij gaan er van uit dat er in principe een goede relatie is tussen lengte en de massa van een individu. Deze kan wel in tijd en ruimte variëren.

2. Ligging telvakken

Voor het onderzoek is gekozen om een realistische opzet te gebruiken en een case studie uit te voeren. Er is gekozen om een aantal telvakken op de Galgeplaat in de Oosterschelde te bemonsteren. Op deze locatie is een proefsuppletie uitgevoerd (figuur 1). Deze suppletie is een pilotproject voor bestrijding van de "zandhonger", hier wordt o.a. ecologisch herstel van het benthos onderzocht. De keuze van ligging van de telvakken is overeenkomstig met een eerder onderzoek naar de aanwezige vogels in het gebied (Geene, 2011).



Figuur 1. Ligging van de telvakken op de Galgeplaat, Oosterschelde. Ondergrond hoogtekaart, juli 2011 (uit Geene, 2011)

3. Methode

Dit onderzoek gaat uit van de methoden zoals beschreven in Zwarts (2009). Voor het voorliggende onderzoek zijn twaalf telvakken gebruikt die het kader van vogeltellingen reeds waren uitgezet, zie figuur 1.

Het benthos is in drie strata bemonsterd te weten:

- 1) Ondiep (2 tot 5 centimeter diepte).
- 2) Traditioneel (de bovenste twintig centimeter).
- 3) Diep (tussen 20 en 50 centimeter diepte).

Met een steekbuis $\varnothing 75\text{mm}$ zijn, per vak, steeds zes steken genomen tot minimaal 20 cm diep. Deze steken zijn samengevoegd en het mengmonster is gezeefd over een 1 mm. zeef (1mm. mesh). Tevens zijn steeds drie diepe monsters gestoken, tot vijftig centimeter diepte (dan wel tot op een ondoordringbare laag waarin geen leven zit). Het onderste deel van deze monsters is, met de hand opengebroken en de daarin aanwezige fauna is in het veld verzameld en in het laboratorium toegevoegd aan de het ondiepe deel van het monster.

Daarnaast zijn met een vierkant (32 x 32 cm) steeds zes monsters genomen om de ondiep ingegraven krabben en garnalen te bemonsteren. Deze monsters zijn apart geanalyseerd en niet samengevoegd tot een mengmonster. Tevens zijn uit deze monsters ook de kokkels verzameld. Dit is gedaan vanwege het idee dat kokkels verreweg het grootste deel van de biomassa zullen bepalen en daarom een belangrijke factor zullen zijn. Vandaar dat ze sturend kunnen zijn voor een aantal vogelsoorten. Onderdeel van dit onderzoek is dat we de biomassa van de kokkel verzameld uit zes grote monsters vergelijken met de biomassa verzameld met zes veel kleinere steekbuismonsters.

De monster zijn uitgezocht in een fotobak in het laboratorium.

3.1. Methode Zwarts, en het verzamelen van soorten/groepen

Zwarts, (2009) omschrijft een methode waarbij het benthos wordt verzameld uit een mengmonster van 4 steken. Het onderste deel van deze kolom sediment wordt met de hand opengebroken en de daarin aanwezig (grote) dieren worden verzameld, dit is de kern van de methode Zwarts. Of het verzamelde monster in het veld of in laboratorium uitgezocht wordt is in principe niet van belang. Daarnaast geeft Zwarts in 2009 een opzet voor de berekening van biomassa middels het omreken met een formule, hierbij maakt hij een indeling voor de wormen. Deze hebben wij ook aangehouden.

Uitzoeken

Van de meeste individuen is het direct duidelijk tot welke soort ze behoren, strandkrab, garnaal of kokkel. Bij de groep wormen is dit minder evident. Ook zagers, wadpieren, schelpkokerworm en draadworm zijn goed te herkennen. Zwarts (2009) beschrijft een verdeling in vijf groepen wormen:

- 1) Kleine wormen die niet voor vogelvoedsel in aanmerking komen
- 2) Dunne wormen zoals draadwormen en zandkokerwormen
- 3) Dikkere wormen zoals de wapenworm.
- 4) Zagers & zeeduizendpoot
- 5) Wadpier

In dit onderzoek is deze indeling zoveel mogelijk aangehouden. Als eerste hebben we de groep dunne wormen gedefinieerd als wormen die dikker zijn dan ca. 1,5 mm (in rust) en de groep kleine wormen als wormen dunner dan ca. 1,5 mm. De kleine wormen kunnen mogelijk verloren gaan tijdens het zeven. De kleine wormen zijn echter wel meegenomen in de biomassabepaling, omdat deze groep mogelijk een groot deel van de biomassa bepaalt. Dit is niet overeenkomstig met de methodiek van Zwarts. Delen van onbekende wormen zijn ook opgenomen in groep 2. Uiteraard niet indien ze duidelijk tot een andere groep behoorden.

Stukjes worm

Van veel wormen zijn alleen stukjes aangetroffen in de monsters, dit betreft twee verschillende categorieën:

- 1) de kleinere wormen uit de groep dunne wormen breken tijdens het zeven vaak op in delen/stukjes. Van bijvoorbeeld Phyllodoctidae zijn maar weinig hele exemplaren gevonden. Ook bij de draadworm is dit een veelvoorkomend probleem.
- 2) ook van de groep zagers zijn geen hele exemplaren gevonden, dit komt door de monsternamen. Een zager wordt vaak door de steekbuis in tweeën gesneden, de draadworm heeft dit probleem ook.

n.b. Als laatste moet nog opgemerkt worden dat er vrijwel geen grote (en hele) volwassen wormen zijn gevonden.

De meeste stukjes worm behoren tot zandkokerworm en wapenworm, deze zijn allemaal toegevoegd aan de groep dunne wormen. Slechts twee monsters bevatten een aantal hele, grotere en dikkere wapenwormen, alleen deze dieren zijn apart verzameld in de groep wapenwormen. Mogelijk is dit in afwijking met Zwarts, (2009). Mogelijk zijn al deze stukjes door Zwarts ingedeeld bij de wormen die niet interessant zijn als vogelvoedsel.

Aantal wormen

Het aantal grote wormen werd geteld aan de hand van het aantal koppen (of gehele dieren) in een monster. Indien in een monster één deel van een worm werd gevonden werd het aantal één genoteerd.

Metten van individuen per soort

De dieren zijn tot op 1 mm nauwkeurig gemeten door ze op een liniaal te leggen. Met levende wormen gaat dit minder eenvoudig dan met dode wormen, omdat de dieren bewegelijk zijn. Omdat het een "gevecht" is om een lange worm recht op de liniaal te krijgen is het van invloed op de meting, dode wormen konden gemakkelijker gemeten worden. Dit kan van invloed zijn op de berekende hoeveel biomassa van de groep wormen. Het meten van de lengte van een draadworm kan daarom afwijken.

Bepaling AFDW (Ash-free-dry-weight) per soort en per groep

In het laboratorium is de aanwezige fauna per monster verzameld en geteld. Iedere soort is vervolgens in een aluminium bakje verzameld. De meeste dieren zijn op soortsniveau verzameld, alleen de groep zandzagers/dunne wormen omvat meerdere soorten en is als één groep verzameld. Van ieder bakje is de biomassa bepaald. De monsters zijn eerst voor minimaal 120 uur gedroogd bij 60°C en vervolgens is ieder bakje per taxon nauwkeurig gewogen op een analytische balans (Sartorius, nauwkeurigheid: 0,00001 g). Na het drogen is middels wegen en herwegen gecontroleerd of de monsters droog waren; dit is een essentiële stap. In een volgende stap is ieder bakje verast in een moffeloven, drie uur bij 550 °C. Vervolgens is opnieuw alles gewogen. De analytische balans (Sartorius) weegt tot 0,00001 gram nauwkeurig. De meeste monsters nemen meer dan 0,01 gram af in gewicht, tijdens het verassen.

N.B. Na 48 uur drogen in de droogstoof bleek een aantal monsters nog niet droog (bepaald door wegen, nog twee uur drogen en vervolgens herwegen). Dit was op een donderdag. Ook na 72 uur bleken een aantal monsters nog niet volledig droog te zijn. Er is besloten om pas de maandag daarop verder te gaan en de monsters in de droogstoof te laten staan. De monsters zijn in totaal 120 uur gedroogd, daarna bleek na wegen en herwegen dat de monsters wel droog waren.

4. Resultaten & bespreking bevindingen

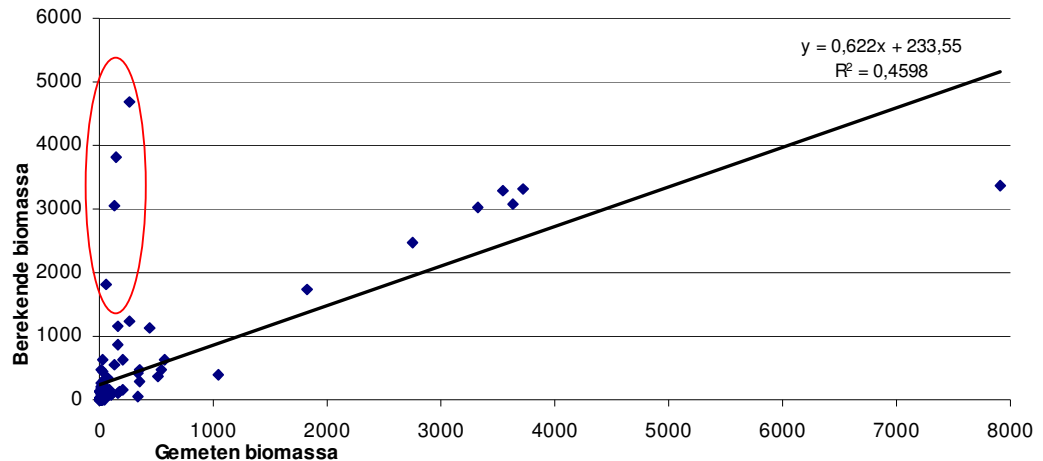
4.1. Biomassa bepalen middels berekening versus drogen en verassen.

Benthos kan op de ene locatie dikker/vetter zijn dan op een andere locatie. Daarnaast is het benthos in de zomer vaak vetter dan in de winter. Uiteraard zijn hierin grote verschillen tussen de verschillende soorten. In dit onderzoek wordt het verschil tussen berekende biomassa vergeleken met de biomassa die bepaald is door middel van drogen, wegen en verassen. De aanname is dat er verschillen zullen zijn, maar dat die verschillen redelijk klein zullen zijn. Zwarts en Wannink, (1993) geven aan dat vogelvoedsel in de winter 30 tot 60% minder energie bevat dan in de zomer. Verschillen tot ongeveer 60% zijn te verwachten. Hoeveel acceptabel is hangt af van de onderzoeksvraag.

Tabel 1. Percentueel verschil tussen de berekende en de gemeten biomassa, in kolom 2 het gemiddelde van de afwijking, daarna de maximale en minimale afwijking. In de laatste kolom staat het totaal aantal individuen dat in de monsters zat dat voor deze vergelijking is gebruikt.

	Gem.	max.	min.	n individuen
Kokkel	24	82	-5	325
Nonnetje	31	-255	4	72
Hydrobia	79	93	67	751
Garnalen	-75	-2789	-2	84
Strandkrab	-113	-636	-8	14
Kokerwormen	-158	-431	12	14
Zagers	-596	-730	-385	11
Wapenworm	-1035	-1613	-136	11
Draadworm	-251	-791	36	9
Wadpier	-2474	-3407	-1655	5
Zandzagers	-1448	-3293	-456	26

In tabel 1 lijken verschillen op het eerste gezicht extreem groot, bij kokkel zijn ze het kleinst, bij Hydrobia zien we dat de gemeten biomassa duidelijk hoger is dan de berekende biomassa. Als voorbeeld bespreken we nog de draadworm: in één geval was de gemeten biomassa 36% hoger dan de berekende massa en in een ander geval is de gemeten biomassa 791% lager dan de berekende biomassa, gemiddeld kwam de gemeten biomassa 251% lager uit, in vergelijking met de berekende biomassa. Dit is een factor 2,5 lager. Dit verschil is erg groot en over het algemeen kan gesteld worden dat de gemeten biomassa veel lager is dan de berekende biomassa.



Figuur 2. Relatie tussen berekende en gemeten biomassa (per bakje waarin verast is).

In figuur 2 zien we dat er een slechte correlatie is tussen de twee methoden van biomassa bepaling. We zien ook een aantal echte uitbijters (rood omcirkeld). Het betreft hier waarden van wormen, zie verder hoofdstuk 5.

4.2. Tijdsinvestering per onderdeel

Tabel twee bevat een schatting van de benodigde tijd per monster op basis van het onderhavige onderzoek. Veel van de werkzaamheden lopen door elkaar (bijvoorbeeld het uitzoeken en meten van de individuen) daarom is het een schatting op basis van de totale hoeveelheid werkuren. Per onderdeel is wel steeds bijgehouden hoeveel tijd er ongeveer verstreken was na het afronden van dat onderdeel.

Tabel 2. Overzicht tijdsinvestering per onderdeel.

	aantal monsters		uur	Minuten per monster
uitzoeken	12	steekbuis	10	50
uitzoeken	72	oppervlak	24	20
monstername 20 centimeter	72	steekbuis	7	6
monstername Diep *	36	steekbuis	5	8
monstername Ondiep	72	oppervlak	8	7
Wegen, drogen en verassen	144		34	14
Invoer/ordenen getallen ivm. wegen	144		2	1
Meten individuen	144		20	8
Invoer/ordenen getallen ivm. meten individuen	144		12	5

* De dieren uit diepe monsters zijn toegevoegd aan de steekbuismonsters van 20 centimeter diep.

Het uitzoeken van een steekbuis monster (6 steken) kost gemiddeld bijna één uur en het uitzoeken van een ondiep oppervlaktemonster ca. 20 minuten. Het verwerken van een

monster, wegen en verassen kost ca. 15 minuten per monster (met een wisselend aantal bakjes per monster), het meten van de individuen (tot 100 per monster) kost ca. 13 minuten per monster. Er is geen mogelijkheid onderscheid te maken bij het wegen en verassen tussen ondiepe monsters en steekbuismonsters. Indien er heel veel individuen in een monster zitten kan een deelmonster worden uitgezocht, alleen moet men er voor waken dat dit geen nieuwe onzekerheidsfactor veroorzaakt.

4.3. Verdeling biomassa over de monstervakken

Tabel 3. Biomassa m², per vak op basis van steekbuismonsters tot 20 cm en dieper gecombineerd. Tevens is op de laatste regel het percentage weergegeven dat kleine wormen (%WK) uitmaken van de totale biomassa.

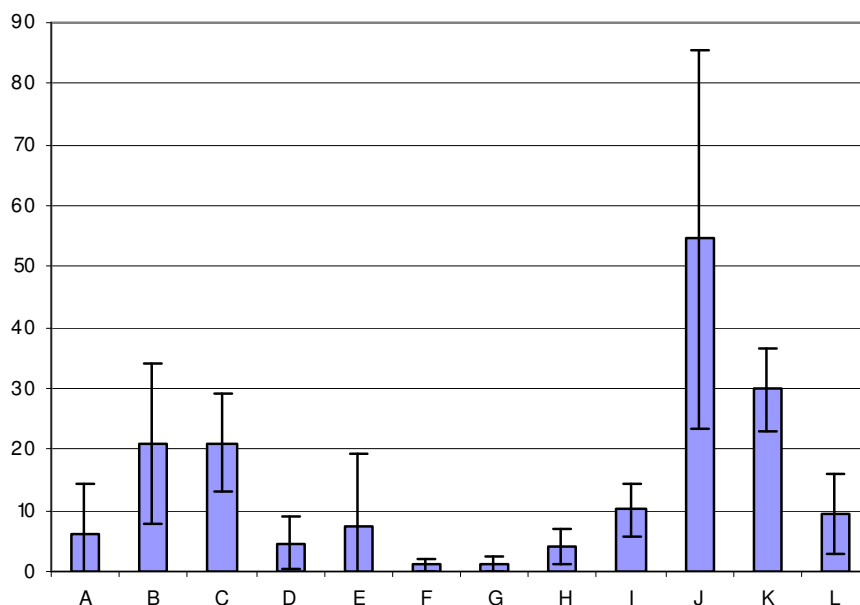
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Kokkel		14,3	14,7					14,3	22,1	43,0	21,3	13,9
Nonnetje									1,9	0,3	1,2	0,8
Hydrobia					0,4				2,1	10,2	4,7	1,4
Alikruik										0,5	0,3	
Garnalen					0,5				0,4		1,5	
Strandkrab		18,3	2,2				5,4					
Knikspriet kreeft					0,3			0,4			0,2	
Draadworm	1,3	0,1	0,9				3,7			1,3	0,9	0,9
Wadpier	10,9		5,3			2,1				5,9		
Kokerwormen		6,8	11,0			1,1	1,0	0,4				
Nereis		1,2								1,6	6,9	3,0
Wapenworm								0,3			1,3	
Zandzagers		0,5	1,3	0,8	1,6	2,2	0,9		0,5	0,6	0,6	
Wormen klein		0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,2	0,3	0,6	0,4	0,5	0,9
Totaal	12,2	41,8	35,9	1,1	3,2	5,9	11,2	15,7	27,5	63,7	39,3	20,9
% WK	0,0	1,2	1,5	31,7	14,5	8,8	2,2	1,7	2,1	0,6	1,4	4,4

Tabel 3 laat de biomassa in alle vakken zien. In vak J is de biomassa het hoogst, gevolgd door vak B. De biomassa vogelvoedsel in de vakken D t/m I is over het algemeen lager dan de biomassa in de meeste andere vakken. De vakken D t/m I liggen in het suppletiegebied. De biomassa is in dit gebied nog niet op het niveau van de vakken A, B en C of het niveau van de vakken J, K en L.

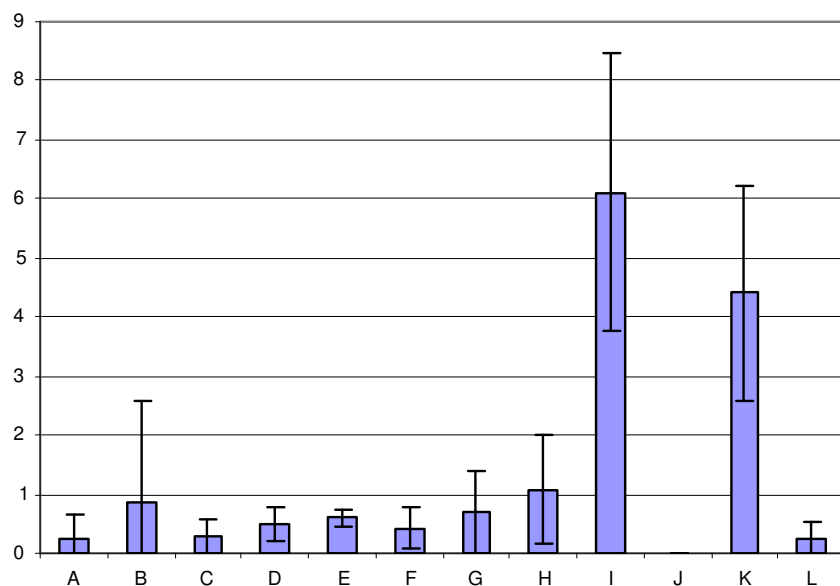
Vak A is erg afwijkend van de andere referentielocaties, mogelijk speelt hier ook het probleem van trefkans, waarschijnlijk is het bemonsterde oppervlak te klein. Dat probleem geldt dan voor de zes steken in één mengmonster.

Verder zien we dat de groep kleine wormen meestal een klein percentage van de biomassa vertegenwoordigt, maar dat dit kan oplopen tot meer dan 30%. Uiteraard moet hier opgemerkt worden dat een onbekend deel van deze dieren door de 1mm zeef heen kan kruipen, derhalve is een 1 mm zeef geen geschikte zeef voor kleine wormen. Het is ook zo dat hoe groter het monster is hoe langer de tijd voor het spoelen duurt en

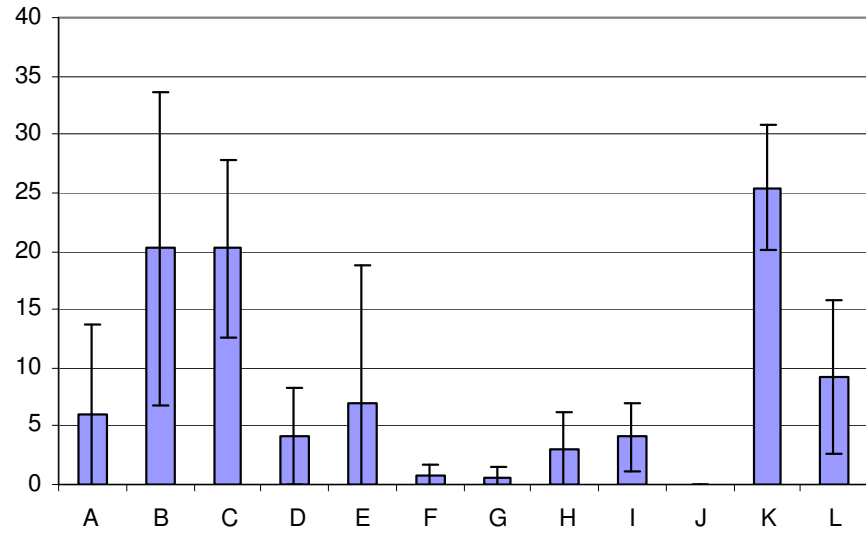
daarmee verdwijnen er meer kleine wormen uit grote monsters. Tevens breken er meer wormen in stukjes naarmate het zeven langer duurt, dat geldt niet alleen voor de kleinste wormen.



Figuur 3. Overzicht van alle kokkels, in de oppervlakte monsters AFDW g/m² per vak, de error-bar geeft de standaardafwijking.



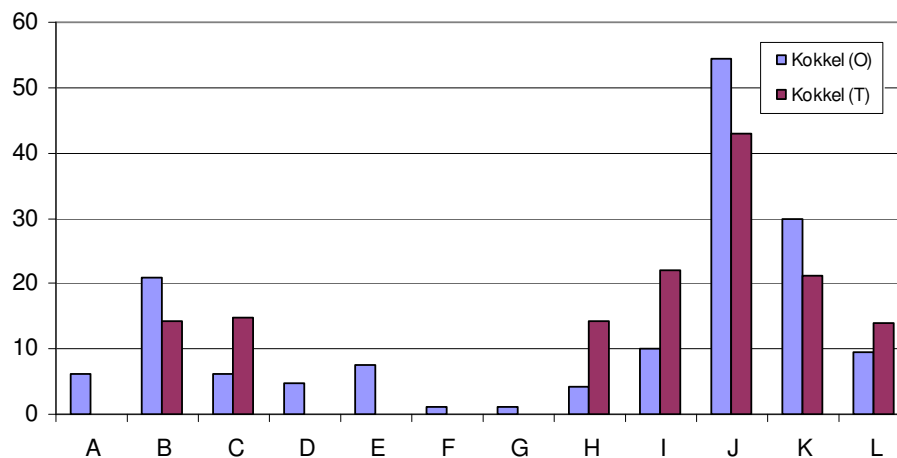
Figuur 4. Overzicht van de jonge kokkels (<18mm) in de oppervlakte monsters AFDW g/m², per vak, de gegevens van vak J ontbreken, de error-bar geeft de standaardafwijking.



Figuur 5. Overzicht van de grote kokkels in de oppervlakte monsters AFDW g/m², per vak, de gegevens van vak J ontbreken, de error-bar geeft de standaardafwijking.

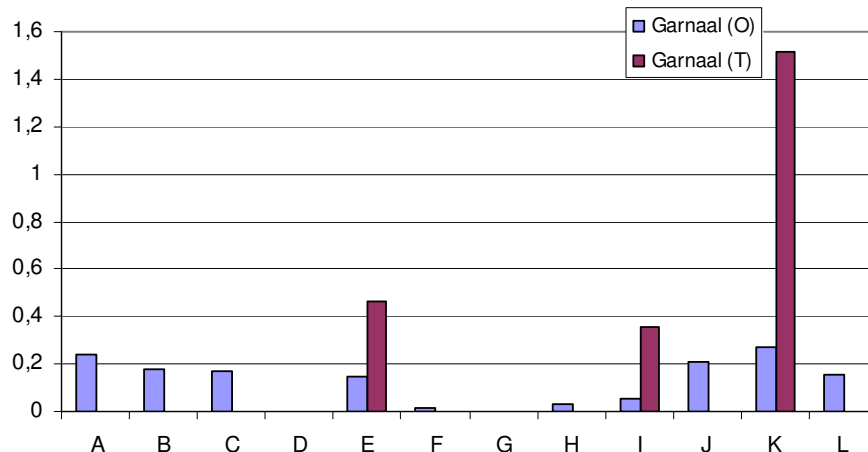
Als we de figuren 3, 4 en 5 vergelijken dan zien we dat de biomassa van de grote kokkels veel hoger is dan die van de kleine kokkeltjes (terwijl kleine kokkels in grotere aantallen gevonden zijn). Op de locaties van de suppletie is de biomassa over het algemeen lager. We zien dat er veel jong broed op de suppletie aanwezig is en veel wormen. Dit geeft aan dat het een jonge benthische gemeenschap is.

4.4. Vergelijk kokkels in de ondiepe monsters versus de steekbuismonsters



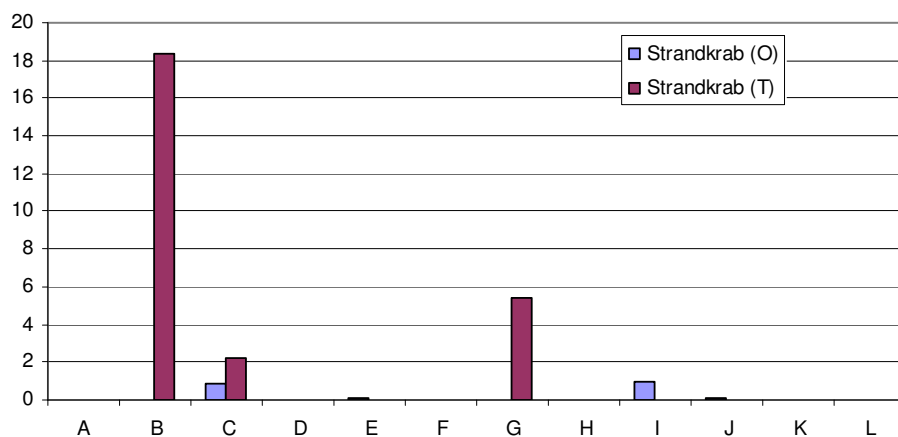
Figuur 6. Overzicht van alle kokkels (groot en klein) AFDW g/m^2 biomassa berekend aan de hand van de steekbuismonsters (T) en aan de hand van de oppervlaktemonsters (O).

In figuur 6 zien we dat het er een matige overeenkomst is tussen de hoeveelheid kokkels bemonsterd met de beide bemonsteringsmethoden. Wel zien we dat kokkels vaker worden aangetroffen met een groter bemonsterd oppervlak (O): in acht gevallen is er meer gevonden en in vier gevallen minder. In de vakken C, H en I is er een relatief groot verschil tussen beide methoden. Dit geeft eens te meer aan dat een te klein bemonsterd oppervlak een afwijkende inschatting kan geven, voor de vakken C, H en I is geeft de steekbuis methode een te hoge schatting voor de biomassa. De steekbuis methode (T) levert vaak een grote afwijking naar boven op. In die gevallen overschat men de biomassa kokkel met de steekbuis methode sterk.



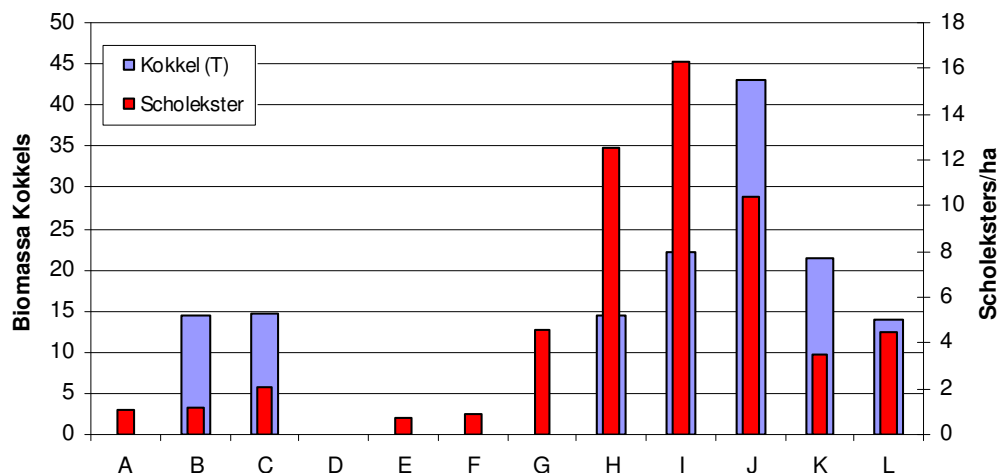
Figuur 7. Overzicht verspreiding garnaal AFDW g/m² biomassa berekend aan de hand van de steekbuismonsters (T) en aan de hand van de oppervlaktemonsters (O).

In figuur 7 zien we dat er een groot verschil zit in de getallen met de steekbuis (T) bemonsterd versus de ondiepe monsters, tevens kunnen we zien dat de ondiepe monsters een gelijkmatiger beeld geven. We kunnen daarmee aannemen dat deze laatste bemonsteringsmethode beter aansluit bij de dichtheid van de garnalen.



Figuur 8. Strandkrab in AFDW m² bemonsterd met de steekbuis (T) en bemonsterd met het vierkant van 32 x 32 cm (O).

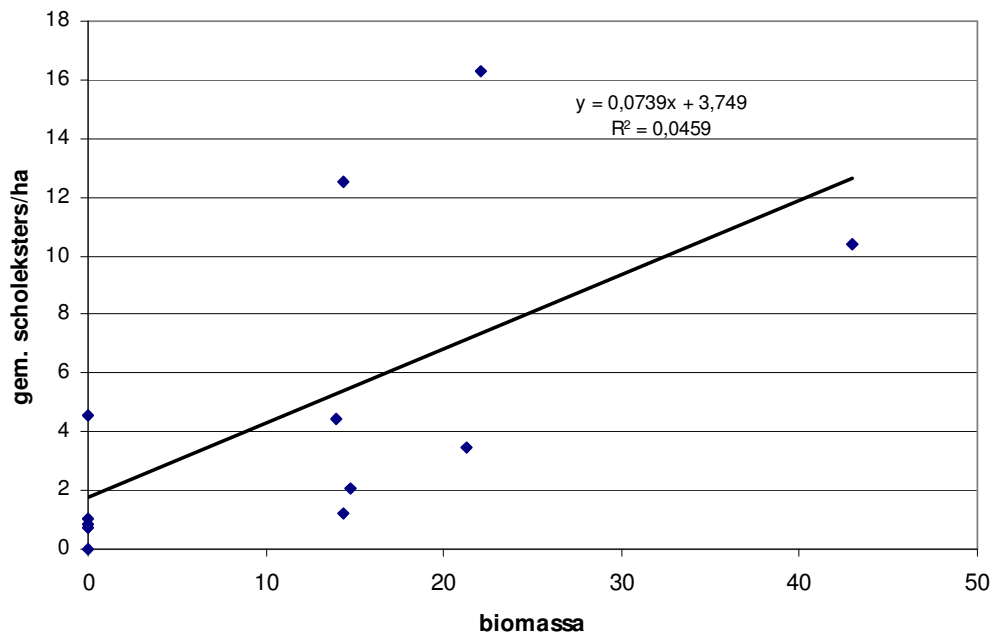
Merkwaardig genoeg is er met de steekbuis meer strandkrab gevangen dan met het grotere vierkant. Dit heeft te maken met de trefkans, indien er een strandkrab in de steekbuismonsters zit dan levert dit per vierkante meter meteen een hoge biomassa op. Toeval bepaald hier dat er in de steekbuismonsters meer krabben zijn gevangen. Het bemonsterde oppervlak is in beide gevallen blijkbaar te gering om een representatief aantal te vangen.



Figuur 9. Het gemiddeld aantal scholeksters per vak (Geene, 2011) en de kokkels AFDW m⁻²

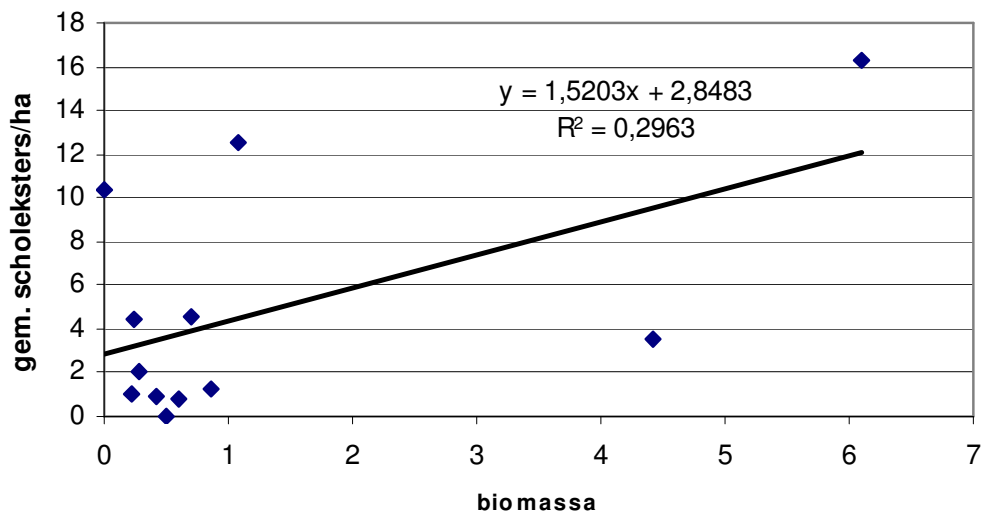
In figuur 9 zien we dat het beeld dat de scholeksters daar foerageren waar kokkels zijn maar matig op gaat. In de vakken G, H en I is waarschijnlijk ook ander voedsel voor de scholekster aanwezig. Afwijkend zijn de vakken B en C waar wel kokkels zijn, maar weinig scholeksters. Als we dan figuur 4 bekijken zien we dat in de vakken A, B en C voornamelijk grote kokkels te vinden zijn. Het is de vraag of de scholekster veel kan eten van de grootste maat kokkels of dat deze te groot zijn om goed te kunnen behandelen. Het kan zijn dat in deze stevige bodem de scholekster moeite heeft een kokkel te verorberen of om een of andere reden deze kokkels niet prefereert.

Dit onderzoek is niet specifiek opgezet om de relatie tussen de scholekster en zijn voedsel te onderzoeken. Toch is er voor gekozen om de volgende drie figuren te presenteren. We willen daarmee illustreren dat voor dergelijke onderzoeken veel meer vakken (>30) en kleinere vakken onderzocht kunnen worden. Het is vooral van belang dat dergelijke vakken zo homogeen mogelijk zijn. De homogeniteit is van groter belang dan de grootte, op sommige plaatsen in het inter-getijdengebied kunnen locaties gevonden worden, van enkele hectaren, die wel redelijk homogeen zijn. Een dergelijke benadering zal waarschijnlijk een veel betere correlatie opleveren.



Figuur 10. Kokkels (T) uit steekbuismonsters en scholekster. Het gemiddeld aantal scholeksters per vak (Geene, 2011) op de verticale as en kokkels (T) AFDW m² op de horizontale as.

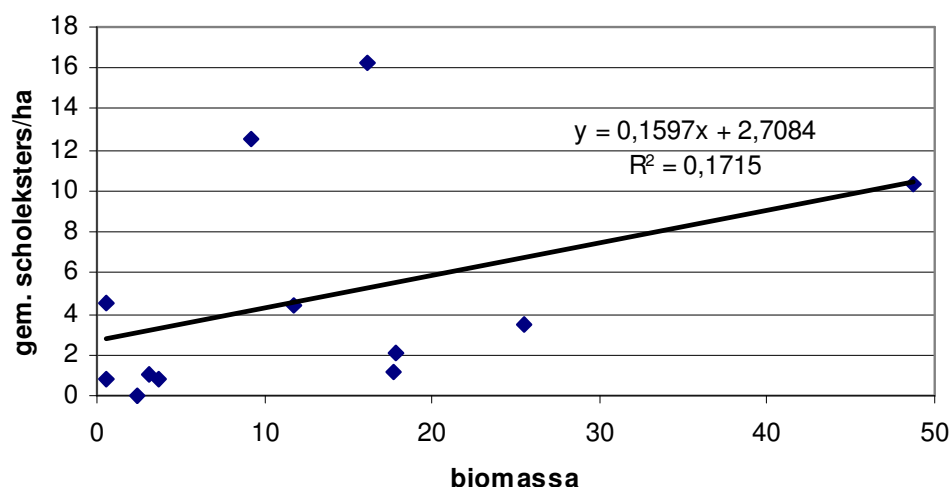
In figuur tien zien we dat er geen correlatie is tussen scholeksters en kokkels uit de steekbuis monsters



Figuur 11. Kokkelbroedjes en scholekster. Het gemiddeld aantal scholekster per vak (Geene, 2011) op de verticale as en de kleine kokkels AFDW m² op de horizontale as.

Figuur 11 laat zien dat er weliswaar een relatie is tussen de hoeveelheid kleine kokkeltjes en de aanwezigheid van scholeksters, maar dit is niet de enige factor die de aantallen

scholekster verklaart. Het aantal van waalf waarnemingen is overigens laag voor het bepalen van een daadwerkelijke statistische correlatie.



Figuur 12. Kokkels en scholekster. Het gemiddeld aantal scholekster per vak (Geene, 2011) op de verticale as en alle kokkels (gem. T&O) in AFDW m² op de horizontale as.

Een vergelijk van de figuren 10, 11 en 12 laat zien dat de relatie kokkel-scholekster uit dit onderzoek niet duidelijk naar voren komt. Dit kan goed verklaard worden door de opzet van het onderzoek met maar twaalf vakken. Deze onderzoeksopzet is gekozen met het doel de tijdsinvestering van de monsternamen te meten. Het idee dat scholeksters op de suppletie meer foerageren dan in de referentie vakken, omdat hier veel jonge kokkeltjes liggen, is wel opgekomen. Indien de vakken kleiner zouden zijn geweest en het onderzoek was toegesneden op deze vraag was er wellicht wel een duidelijke correlatie gevonden.

5. Optimale methodiek !?

Allereerst moeten we onderscheid maken tussen veldwerk (monsternamen) en laboratorium werk. Voor het veldwerk (en een deel van het laboratoriumwerk) ligt de “methode Zwarts ter tafel” (Zwarts, 2009). Dit is qua monsternamen een traditionele steekbuis methode. Daarnaast beschrijft (Zwarts, 2009) een methode voor de bemonstering van krabben en garnalen. Voor het laboratorium werk werden de verschillende methoden vergeleken (zie 4.2) ten aanzien van de tijd die het kost om ze uit te voeren. In dit hoofdstuk wordt een methode beschreven, die o.a. aan de hand van de informatie uit dit onderzoek optimaal wordt geacht. Een aantal gemaakte keuzes wordt nader belicht en een optimaal geacht compromis beschreven. Een aantal keuze momenten wordt benoemd en met redenen omkleed.

De keuze voor biomassa bepaling a.h.v. drogen en verassen versus het omrekenen a.h.v. referenties zoals Robinson *et. al.* (2010) of Zwarts (2009) staat los van de keuze voor de monsterstrategie. Het uitzoeken van de monsters kost doorgaans het grootste deel van de tijd die de gehele benthos-analyse kost.

Het meten van de individuen kan uiteraard ook (deels) in het veld gedaan worden. Wij verkiezen dit echter niet om twee redenen:

- 1) In laboratorium zal de haalbare nauwkeurigheid groter zijn.
- 2) De tijd dat een gebied droogvalt kan beperkend zijn voor het aantal monsters dat in één periode van laagwater genomen kan worden.

5.1. Veldwerk

Macrobenthos bemonsteringen in het inter-getijdengebied worden doorgaans uitgevoerd met een steekbuis. De eerste keuze die gemaakt moet worden is doorsnede van de steekbuis; veelal wordt voor marien benthos een steekbuisdiameter van 75 mm tot 150 mm gehanteerd. (Rijkswaterstaatprotocol: 10 cm voor Ooster- en Westerschelde). Hoe groter het bemonsterde oppervlak hoe meer dieren er in het monster aanwezig zijn en hoe bewerkelijker de analyse in het laboratorium is. In dit onderzoek viel op dat er nauwelijks hele (grotere) wormen werden gevangen, er werden vrijwel alleen fragmenten verzameld. Om deze reden is het aan te raden te monstern met een steekbuis die groter is dan Ø75mm.

Het geniale punt van de “methode Zwarts”

In de “methode Zwarts” wordt het onderste deel van het monster apart behandeld en de hierin aanwezig grote dieren worden verzameld. Hiermee wordt de hoeveelheid materiaal dat in de monsterpot terecht komt sterk beperkt. Het voordeel hiervan is dat de verwerkingstijd in het laboratorium wordt beperkt.

Deze methode zou nog verder kunnen worden doorgevoerd door een groter deel van het monster “open te breken” en de dieren hieruit te verzamelen. In vrijwel alle gevallen zitten de meeste kleinere dieren in de bovenste lagen van het monster. Dieper in

het monster zijn minder individuen aanwezig. Zwarts (2009) beschrijft enerzijds dat de helft van het monster wordt gezeefd en anderzijds dat de bovenste 15cm (van 35 cm) wordt gezeefd. Indien men tijdens de monsternamen een deel van het monster openbreekt ziet de monsternemer waar de kleinere wormen in het substraat leven. Door van onder af te beginnen kan een deel worden bekeken op grote wadpieren, zagers en schelpen. Zodra het gedeelte is bereikt waarin ook kleinere wormen leven wordt dit gedeelte gezeefd over 1 mm. Op deze wijze kan de minimale hoeveelheid materiaal worden meegenomen en toch alle fauna worden verzameld.

Kleine wormen

In de methode Zwarts worden kleine wormen niet verzameld dit is logisch aangezien een groot deel door een 1mm zeef heen kan kruipen. Daardoor kan de hoeveelheid kleine wormen niet gekwantificeerd worden met een 1 mm zeef. Ruiters, 1992 geeft om deze reden aan dat overwogen kan worden om over 0,5 mm te zeven. Dit heeft echter een groot effect op het uitzoeken van het monster en zorgt ervoor dat de tijdsinvestering sterk toeneemt (Ruiters, 1992). Daarnaast geeft de methode Zwarts aan dat dit deel van de wormen niet verzameld hoeft te worden, omdat ze niet als vogelvoedsel van belang is. Om deze reden en vanwege vergelijkbaarheid met andere onderzoeken is het te adviseren om standaard een geperforeerde zeef van 1 mm te gebruiken.

Een ander probleem is dat een deel van de wormen, die in principe door de zeef heen kunnen wel op de zeef blijft liggen. Wormen die wat dikte betreft groter zijn dan de opening van de zeef zullen wel blijven liggen (wormen zijn flexibel en kunnen door kleine gaatjes heen kruipen), dikkere wormen kunnen dus worden bemonsterd met deze methode. Wormen met een dikte tussen 1 en 1,5 mm (in rust) zullen veelal door de 1mm zeef heen kunnen kruipen. In Vlaanderen wordt om deze reden het monster eerst geconserveerd en daarna gespoeld, zodat er minder verlies is (Degraer, 2007).

Voorgesteld wordt om wormen die dikker zijn dan ca. 1,5mm. te verzamelen, dit is ook in overeenstemming met Zwarts, (2009) (pers. comm.).

5.1.1. Grote of kleine steekbuis?

Schlacher *et. al.* (2008) behandelt o.a. het bekende dilemma tussen de diameter van de steekbuis en het benodigde bemonsterde oppervlak. Enerzijds moet een monster zo groot zijn dat er voldoende exemplaren van de te onderzoeken taxa in aanwezig zijn en anderzijds moet de steekbuis hanteerbaar blijven. In Nederland worden (in het inter-getijdengebied, op slikken en platen) veelal steekbuizen van 75 tot 150 mm gebruikt. Schlacher *et. al.* (2008) geeft aan dat men de bemonstering moet toespitsen op het verzamelen van 10 a 30 exemplaren per soort. Hiermee moet het doen van 0-waarnemingen worden voorkomen. Voor soorten als wadpier of zager zou dit laatste

neerkomen op onhandelbaar grote steekbuizen, vanwege hun lage dichtheid in het sediment. Schlacher *et. al.* (2008) adviseert vervolgens om je dan op vijf individuen te richten. In de meeste gevallen vereist dit nog steeds onhandelbaar grote steekbuizen. Schlacher *et. al.* (2008) geeft ook aan dat men ook verzamelmonsters kan creëren. Ruiters (1992) geeft aan dat voor grote exemplaren van het taxon *Nereis* het bemonsterde oppervlak in zijn onderzoek te gering was, terwijl in dit onderzoek 5 steken met een steekbuis van Ø 15 cm genomen werden. Overigens beveelt deze auteur ook aan om altijd de monsters over 1 mm te zeven en geen splitsing te maken in monsters voor grote en kleinere taxa. De optimale steekbuis voor een grote *Nereis viridis* (>20 cm) zou groter moeten zijn dan de maximale maat van een volwassen individu (dus >20cm).

Een steekbuis van 10 a 15 cm is nog goed hanteerbaar en beschadigt minder dieren dan kleinere buizen.

5.1.2. Aantal replica's

Over de discussie rond het aantal replica's per onderzoeksgebied is al heel veel geschreven en er is geen consensus (Schlacher *et. al.*, 2008). Het algemene idee is dat met meer replica's er een beter zicht op het gemiddelde (aantal per oppervlakte eenheid) verkregen wordt. Hoewel van der Meer (1994a en 1994b) daar een kanttekening bij maakt, hij doet een duidelijke aanbeveling om "random en stratified" te monstren met steeds één monster per station. Het is duidelijk dat een bepaalde hoeveelheid oppervlak bemonsterd moet worden om zicht te krijgen op de talrijkheid van een soort, dit voor iedere soort weer verschillend.

Ferraro *et.al.*, (1993) concludeert dat met 5 monsters van 0,02m² macrofauna-gemeenschappen tegen een kwart van de kosten kunnen worden geanalyseerd in vergelijking met het standaard protocol, waarbij 5 monsters van 0,1 m² worden geanalyseerd.

Veijola *et.al.*, (1996) komen tot de conclusie dat 7 a 11 van Veen happen voldoende zijn om de macrofauna-gemeenschappen van diepe waterbodem in meren te karakteriseren.

Meire *et.al.* (1989) onderzocht "accuracy of sampling" in de Oosterschelde. Deze auteurs geven aan dat het benodigde aantal monsters per soort verschillend is en dat bij hoge dichtheden méér monsters nodig zijn dan bij lage dichtheden. Voor een soort als de alikruik zijn >100 steken nodig bij een hoge dichtheid en 23 bij een lage dichtheid. Voor bijvoorbeeld kokkel is dit >100 steken bij hoge dichtheid en 4 bij lage dichtheid, voor het nonnetje is het 27 versus 3. Deze auteurs komen tot de conclusie dat 5 steken van Ø 15 cm voldoende zijn om, voor de algemene soorten, de dichtheid te schatten met 50% nauwkeurigheid. Of dit voldoende is hangt af van de vraagstelling van een onderzoek. Tevens geven deze auteurs aan dat met het

verdubbelen van het aantal steken een toename van ongeveer 15% verwacht mag worden. Nog vijf meer steken zou een toename in "accuracy of sampling" geven van ongeveer 7%. Ze besluiten met op te merken dat het aantal benodigde replica's exponentieel toeneemt met het toenemen van de gevraagde precisie.

5.1.3. Krabben en garnalen

In de methode Zwarts, 2009 worden krabben en garnalen verzameld met een rond frame, dit frame had een diameter van 33 cm (ca. 855 cm²). Wij hebben gekozen voor een vierkant frame van 32 x 32 cm (1024 cm²), omdat dit gemakkelijker leeg te scheppen is. Dit heeft voornamelijk praktische voordelen, en de kans is kleiner dat krabben en garnalen ontsnappen in het troebele water. (Als er nog wat water in het sediment zit zwemmen garnalen weg als men het frame leegschept en het water wordt troebel, daardoor is het moeilijk te zien of alle garnalen en krabben verzameld zijn. In een rond frame zijn garnalen en krabben daardoor moeilijker te vangen)

Wij hebben in dit onderzoek in een groot deel van de (in oktober genomen) monsters geen krabben of garnalen aangetroffen. Een groter bemonsterd oppervlak kan dus wenselijk zijn. In de zomer zijn er veel meer krabben is en de trefkans groter.

5.1.4. Verzamelmonsters versus alle steken apart behandelen

Indien monsters worden samengevoegd in een mengmonster kan meer oppervlak bemonsterd worden dan wanneer alle monsters apart verzameld worden. De verwerkingstijd per monster/steek is hoger, dan wanneer alle monsters apart in potten worden verzameld. Per laagwaterperiode kan dan meer oppervlak worden bemonsterd (met mengmonsters) dan wanneer alle steken apart behandeld worden. Voor de laboratoriumwerkzaamheden geldt dat twee kleine monsters meer werk kosten, vergeleken met één samengevoegd monster. Afhankelijk van de methode kan deze extra tijdsinvestering sterk oplopen.

Mengmonsters hebben als nadeel dat de spreiding rond het gemiddelde niet zichtbaar is, terwijl er wel een "soort gemiddelde" bemonsterd is. Veel kleine steken samenvoegen veroorzaakt dat de patchy-verdeling van de verschillende taxa "glad gestreken wordt". Het is een voordeel om zo min mogelijk monsters te nemen waarin zgn. 0 waarnemingen zitten. De onderzoeksvraag bepaalt of men beter wel of juist geen mengmonsters kan nemen.

Het is raadzaam om per stratum of vak dat men wil bemonsteren meer dan één replica te nemen, indien men het gemiddelde wil kennen. Indien dit niet nodig is, bijvoorbeeld omdat er veel

monstervakken(stations) als replica kunnen dienen, kan men beter uitwijken naar mengmonsters.

Voor het bemonsteren van vakken met een beperkte omvang (zoals in de proef op de Galgeplaat) kan gekozen worden voor drie mengmonsters van drie steken, in plaats van het analyseren van de negen steken apart. Dit zal werktijd kunnen schelen.

5.2. Laboratorium werk/uitzoeken

Het uitzoeken van een monster behelst het sorteren van (al dan niet dode) dieren, die vervolgens per taxon verzameld worden. In dit onderzoek zijn twee methoden vergeleken om per taxon de biomassa te bepalen. Omrekenen door middel van conversiefactoren (de methode Zwarts) en het wegen en verassen van het benthos. In hoofdstuk 4, tabel 2 zien we dat de tijdsinvestering, in dit onderzoek, voor beide methoden in een gelijke orde van grootte ligt. Daarom wordt aangeraden om bij dit type onderzoek de biomassa bepaling te doen door middel van drogen en verassen. De exacte hoeveelheid biomassa per oppervlakte eenheid wordt op deze manier het beste benaderd. Vooral bij wormen treden tussen deze twee methoden grote verschillen op. Er zijn immers vrijwel geen hele wormen in de monsters en een 50^{ste} deel van een worm in één steekbuis geeft een veel lager biomassa getal dan de omrekening van de gehele worm (waarvan de lengte is geschat). Het aantal individuen per oppervlakte eenheid wordt daarom berekend a.h.v. een telling van de koppen en zo wordt voorkomen dat kleine stukjes worden meegeteld. Bij kleinere wormen is het niet altijd direct duidelijk of we wel of geen kop aan ons stukje worm hebben, dit levert weer extra werk, omdat onder een binoculaire microscoop bekeken moet worden of er een kop is. Het verzamelen van stukjes heeft als voordeel dat ook a.h.v. kleine delen een biomassa getal wordt berekend.

Verzamelen per soort of niet?

De methode Zwarts, 2009 gaat uit van het verzamelen per soort. Dit heeft uiteraard de voorkeur. In het geval van stukjes worm die niet aan een soort kunnen worden toegeschreven kan de indeling uit § 3.1. worden aangehouden. Het zal vaak voorkomen dat een groot aantal soorten in een lage abundantie voorkomt, deze soorten zijn door hun geringe biomassa minder interessant voor vogels als voedsel. Er kan zeker gekozen worden om alleen de talrijke soorten op soortsniveau te analyseren. De zeldzamere soorten kunnen per hoger taxonomisch niveau behandeld worden. Het wordt zeker aanbevolen om de talrijk aangetroffen dieren wel op soortniveau te behandelen, hiermee wordt immers de koppeling met aut-ecologische kennis mogelijk.

5.2.1. Compromis strategie

Hieronder staat puntsgewijs een compromis waarmee zeer kosten-effectief benthos/vogelvoedsel bemonsterd kan worden en de biomassa bepaald kan worden.

a) Neem (per te bemonsteren habitatype of vak) at random (blind) negen steken met een steekbuis van Ø10 cm en twaalf monsters met een vierkant van 32 x 32 cm om krabben en garnalen te verzamelen (zie ook Zwarts, 2009).

Keuze:

Verzamelmonsters maken JA/NEE

Zie § 5.1.3. en 5.1.1.

b) Zeef over 1 mm.

c) Steek minimaal 30 centimeter diep, of tot op een harde ondoordringbare laag waarin geen leven zit.

d) Laat de kolom sediment uit de steekbuis zakken en breek het onderste deel van het monster open en verzamel de aanwezige (grote) dieren in de zeef of voeg ze toe na het zeven aan het betreffende monster.

e) Zodra de bovenste laag is bereikt waarin ook kleine dieren zitten (wormen) wordt dat deel van het monster ook in de zeef gelegd. Het geheel wordt uitgespoeld. Indien men niet kan/wil kiezen waar de bovenste laag begint moet het gehele monster worden uitgespoeld. Bij erg slecht weer (of een klein tijdslot tussen twee hoogwater perioden) zou dit een optie kunnen zijn.

f) Het monster wordt verzameld in een pot met wat zeewater, indien er veel monsters uitgezocht moeten worden, kunnen ze achteraf worden gefixeerd.

g) In het laboratorium worden de dieren per groep en/of soort verzameld

h) Per soort of groep worden de exemplaren en stukjes verzameld in een bakje waarna de biomassa bepaald kan worden. Het kan praktisch zijn om alleen van de abundant aanwezige soorten de biomassa per soort te bepalen. Van de zeldzame soorten kan per groep de biomassa bepaald worden. Deze zeldzamere soorten zijn immers minder van belang als vogelvoedsel.

Referenties

Organisch stof en AFDW ash free dry weight

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Method 10300 C,D. 20th Ed. 1998. American Public Health Association, Washington, D.C.

NEN 5748, 1990. Bodem. Bepaling van het vochtgehalte en het gehalte aan droge stof van luchtdroge grond.

NEN 5754, 1992. Bodem. Bepaling van het gehalte aan organische stof in grond volgens de gloeiverliesmethode.

6. Discussie & Aanbevelingen

Bemonstering met Methode Zwarts

De methode Zwarts omvat o.a. het openbreken van het onderste deel van een steekbuismonster. Dit is een zeer tijdsbesparende en efficiënte aanpak. Het onderste deel van het monster bevat vaak geen dieren, maar wel veel materiaal van o.a. dode schelpen. Hierdoor duurt het zeven en het uitzoeken veel langer. Dit openbreken van het onderste deel kan nog verbeterd worden door alles dieper dan de "laag waarin het meeste leven zit", open te breken. Indien er wel kleine dieren in zitten wordt het gezeefd, anders kan het restant weggegooid (de grote dieren worden meteen verzameld). Het meeste leven zit in de bovenste 5-10cm, maar ook dieper kan er fauna aanwezig zijn. Aan een monster uit de steekbuis is direct duidelijk welk deel kan worden opengeboken. De dikte van de laag waarin het meeste leven zich bevindt is ook altijd goed zichtbaar, namelijk 1 - 15 cm diepte. Om te voorkomen dat individuen over het hoofd worden gezien, bekijkt men wel altijd het gehele monster.

Tijdsinvestering

De monstername is exclusief eventuele reistijd tussen de monsterpunten. De monstername van één steekbuismonster kost ca. 8 minuten. Inclusief spoelen, openbreken en het uitzoeken is dit totaal ca. 50 minuten. Per monster is er dus ongeveer één manuur nodig.

Het meten van individuen kost ca. 13 minuten per monsters en het wegen en verassen ca. 15 minuten (bij 144 monsters). Het verschil is dus ca. 2 minuten per monster terwijl de totale tijd per monster ca. 58 minuten is. Het wegen en verassen kost dus ca. 3,5% meer tijd dan het meten van de individuen. Daarbij komt dat het meten van de individuen bij kleine dieren zoals *Hydrobia* nauwkeuriger zou moeten dan 1 mm, bijvoorbeeld 0,1 mm, maar dan moet dit met een schuifmaat en daardoor wordt de tijdsinspanning direct groter. Indien bijvoorbeeld de methode Robinson *et. al.* (2010) gebruikt wordt, worden sommige dieren onder een stereomicroscop gemeten en is de tijdsinvestering veel hoger. Ook het meten van de lengte van een levende worm is niet eenvoudig, een draadworm is erg flexibel en de lengte is dus enigszins afhankelijk van hoe het dier behandeld wordt.

Een oppervlaktemonster kost ca. $7 + 20 = 27$ minuten en wegen en verassen kost ca. 15 minuten in totaal dus 43 minuten/monster.

Er kan gesteld worden dat, wat betreft de tijd die nodig is per monster, het weinig uitmaakt of de fauna gedroogd en verast wordt, of opgemeten en omgerekend. Het is wel zo dat de grote dieren snel gemeten zijn, de tijd zit in de kleintjes, waarvan er soms ook nog heel veel zijn. Monsters waaruit alleen grotere dieren verzameld worden kunnen dus sneller worden omgerekend.

Biomassa bepaling Verassen versus meten en wegen

Het bemonsterde oppervlak is bij de ondiepe monsters ca. 0,1 m² en bij de steekbuismonsters 0,024 m². Het verdient aanbeveling altijd voldoende oppervlak te bemonsteren. In dit onderzoek is waarschijnlijk voor de meeste soorten een te klein oppervlak bemonsterd. Voor de kokkels is als enige een redelijk aantal verzameld. In alle vakken werden kokkels aangetroffen. Voor strandkrab is het bemonsterde oppervlak te gering, zie fig. 8. In figuur 7 kan men zien dat de garnalen een redelijk gelijkmatige verspreiding hebben, deze komen dus meer voor dan strandkrabben (in oktober) en het bemonsterde oppervlak is hier redelijk toereikend.

In tabel 1. is weergegeven dat de verschillen tussen berekening van de biomassa en het daadwerkelijk meten daarvan enorm kunnen zijn. De schelpdieren kokkel, nonnetje en hydrobia geven kleinere verschillen dan de rest. Tevens zien we dat de afwijkingen naar beneden veel groter zijn dan de afwijkingen naar boven. Dit is voor de wormen goed te verklaren door een methodisch verschil, in de methode Zwarts wordt ingeschat hoe groot een worm was (indien er een kop in het monster zit), maar indien we wegen en verassen meten we ook de stukjes van de worm. Desondanks zijn de verschillen erg groot. Een andere verklaring ontbreekt, vooralsnog. Indien proefvlakken met elkaar vergeleken worden, is een verschil van 50% tussen de proefvlakken al groot te noemen, dergelijke verschillen kunnen bestaan tussen vette en magere dieren. Het is uiteraard de vraag of je mag verwachten dat alle dieren in alle vakken tegelijk magerder worden. Indien het antwoord ja is, is er niet zo veel aan de hand, maar meestal weten we dat antwoord niet en lijkt het daarmee onverstandig te rekenen met een gemiddelde. Zeker als we zien dat wegen en verassen in tijd niet veel meer kost. Uiteraard is het wel zo dat de monsters naar een laboratorium moeten worden vervoerd, men zou het uitzoeken in een veldstation kunnen doen en het verassen in een ander laboratorium. Een deel van het uitzoeken kan zelfs in het veld worden uitgevoerd (indien er tijd is tussen twee hoogwater pieken), dat gaat zeker sneller. Indien een groot deel van het monster wordt opengebroke kunnen dieren apart verzameld worden, hetgeen nu niet gedaan is. De verwachting is dat dit ook een kleine tijds winst op zal leveren.

Aanbevelingen

- 1) Het verdient aanbeveling om bij dit soort onderzoek altijd meerdere replica's te nemen, per vak of per stratum.
- 2) Aanbevolen wordt om uit te zoeken hoeveel bemonsterd oppervlak noodzakelijk is voor de bemonstering van garnalen, strandkrabben en schelpdieren. Dit kan ook een vervolg onderzoek zijn voor alle groepen. Aangenomen wordt dat de meeste dieren een abundantie hebben die in de zelfde range liggen als krabben, garnalen en schelpdieren. Zeldzamere dieren zijn niet goed te bemonsteren in een dergelijk onderzoek, het te bemonsteren oppervlak zou veel te groot worden.
- 3) Aangeraden wordt om goed uit te zoeken hoe wormen het beste bemonsterd kunnen worden. Wormen zijn zeer vaak "kapot" na monsternamen. Bijvoorbeeld wadpieren apart schatten en biomassa hiervan bepalen.

7. Literatuur.

- Degraer S., Moolaert I., Van Hoey G. and M. Vincx. (2007). Sieving alive or after fixation: effects of sieving procedure on macrobenthic diversity, density and community structure. HELGOLAND MARINE RESEARCH Volume 61, Number 2, 143-152
- Ferraro, S. P., Swartz, R. C., Cole F. A. and A. W. Deben (1993) Optimum macrobenthic sampling protocol for detecting pollution impacts in the Southern California Bight. ENVIRONMENTAL MONITORING AND ASSESSMENT Volume 29: 127-153
- Geene, R. (2011). Watervogels tijdens laagwater op en nabij de proefsuppletie op de Galgeplaat, Oosterschelde, oktober 2011. Habitat-Advies Rapportnummer: 2011-4 Middelburg.
- Meer van der J., (1994a) Sampling design of monitoring programmes for marine benthos: a comparison between the use of fixed versus randomly selected stations. Journal of Sea Research 37 (1997) 167-179.
- Meer van der J., (1994b). De statistische opzet van enkele biologische meetnetten in de mariene wateren van Nederland. Notitie NIOZ 20pp.
- Meire P. M., Dereu, J. P. J., Meer J. and D. W. G. Develter, (1989). Aggregation of littoral macrobenthic species: some theoretical and practical considerations. HYDROBIOLOGIA Volume 175: 137-148.
- Vejjola H., Meriläinen Jarmo J. and Virpi Marttila, (1996) Sample size in the monitoring of benthic macrofauna in the profundal of lakes: evaluation of the precision of estimates. HYDROBIOLOGIA Volume 322: 301-315.
- Robinson L.A., Greenstreet, S.P.R., Reiss, H., Callaway R., Craeymeersch J., de Boois I., Degraer, S., Ehrich, S. h.m. Fraser, H.M., Goffin, A., Kroncke, I., Lindal Jorgenson, L. Robertson M.R. and J. Lancaster, (2010). Length-weight relationships of 216 North Sea benthic invertebrates and fish. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 2010, 90(1), 95–104.
- Ruiters, P. (1992). RELATIES TUSSEN VERSPREIDING EN DIEETKEUZES VAN STELTLOPERS EN HET VOORKOMEN VAN MACRO-ZOOBENTHOS IN DE WESTERSCHELDE. Verslag van veldwerk dat in het voorjaar van 1992 werd uitgevoerd in de Westerschelde. NIOO verslag/rapport 1992-4.
- Schlacher TA, Schoeman DS, Dugan J, Lastra M, Jones AR, Scapini F, McLachlan A (2008). Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts. PSZNI: Mar Ecol 29:70–90
- Zwarts L, Wanink JH (1993). How the food supply harvestable by waders in the Wadden Sea depends on the variation in energy density, body weight, biomass, burying depth and behaviour of tidal-flat invertebrates. Neth. J. Sea Res. 31: 441-476.
- Zwarts L, 2009. Voedsel voor wadvogels in de Oosterschelde: nazomer 2009. A&W rapport 1346: 1-79.
- Geene, R. (2011). Watervogels tijdens laagwater op en nabij de proefsuppletie op de Galgeplaat, Oosterschelde, oktober 2011. Habitat-Advies Rapportnummer: 2011-4 Middelburg.
- Degraer S., Moolaert I., Van Hoey G. and M. Vincx. (2007). Sieving alive or after fixation: effects of sieving procedure on macrobenthic diversity, density and community structure. HELGOLAND MARINE RESEARCH Volume 61, Number 2, 143-152

Bijlagen

Bijlage 1. Overzicht wegen en verassen, per monster, op iedere regelstaat één bakje waarin meerderde individuen kunnen zitten.

Benthosbemonsteringen op de Galgeplaat, oktober 2011

monst ID	groep	droog voor	na verassen	verschil b-c	afdw/m-2	n individu	n m-2	gew/dier	kolom c in mg mg	berekend	verschil biom	% verschil
LO-5-4	non	1,61791	1,60604	0,01187	0,116	7	68	0,00169571	11,87	3,6	8,3	70,1
LO-6-3	non	1,59399	1,57999	0,01400	0,137	8	78	0,00175	14,00	9,2	4,8	34,6
LT-5	non	1,64533	1,62670	0,01863	0,763	5	205	0,0037262	18,63	9,3	9,4	50,3
HT-4	scoloplo	1,66208	1,65366	0,00842	0,345	6	246	0,00140333	8,42	144,2	-135,8	-1612,5
KT-3	scoloplo	1,66465	1,63317	0,03148	1,289	3	123	0,01049333	31,48	175,7	-144,2	-458,1
BO-4-1	Strkr	1,58650	1,56750	0,01900	0,186	2	20	0,0095	19,00	10,9	8,1	42,6
BT-4	Strkr	2,30287	1,85511	0,44776	18,329	1	41	0,44776	447,76	1124,5	-676,8	-151,1
CO-1-2	Strkr	1,57865	1,56160	0,01705	0,167	1	10	0,01705	17,05	29,5	-12,4	-72,8
CO-2-1	Strkr	2,04358	1,83390	0,20968	2,048	1	10	0,20968	209,68	619,6	-409,9	-195,5
CO-3-1	Strkr	1,66933	1,61920	0,05013	0,490	1	10	0,05013	50,13	67,3	-17,2	-34,3
CO-4-3	Strkr	1,59122	1,58170	0,00952	0,093	1	10	0,00952	9,52	5,5	4,1	42,7
CT-3	Strkr	1,73012	1,67603	0,05409	2,214	1	41	0,05409	54,09	84,7	-30,6	-56,6
EO-1-1	Strkr	1,65890	1,61770	0,04120	0,402	1	10	0,0412	41,20	52,4	-11,2	-27,2
GT-2	Strkr	1,81328	1,68116	0,13212	5,408	1	41	0,13212	132,12	553,6	-421,5	-319,0
IO-1-2	Strkr	1,58024	1,57110	0,00914	0,089	1	10	0,00914	9,14	67,3	-58,2	-636,3
IO-5-1	Strkr	2,57519	1,99940	0,57579	5,623	1	10	0,57579	575,79	619,6	-43,8	-7,6
JO-3-1	Strkr	1,74329	1,66089	0,08240	0,805	1	10	0,0824	82,40	153,7	-71,3	-86,5
LO-6-1	Strkr	1,60124	1,57851	0,02273	0,222	1	10	0,02273	22,73	14,3	8,4	37,0
EO-4-1	Tap	5,04417	4,79760	0,24657	2,408	1	10	0,24657	246,57	0,0		
IO-1-5	Tap	2,21777	2,16500	0,05277	0,515	3	29	0,01759	52,77	0,0		
IO-5-4	Tap	4,23581	4,03390	0,20191	1,972	5	49	0,040382	201,91	0,0		
IO-6-3	Tap	1,86116	1,83310	0,02806	0,274	1	10	0,02806	28,06	0,0		
JO-4-2	Tap	2,19677	2,14690	0,04987	0,487	2	20	0,024935	49,87	0,0		
JO-5-2	Tap	1,96687	1,93184	0,03503	0,342	2	20	0,017515	35,03	0,0		
KO-1-2	Tap	1,58523	1,57653	0,00870	0,085	1	10	0,0087	8,70	0,0		
KO-1-2	Tap	5,46454	5,27570	0,18884	1,844	2	20	0,09442	188,84	0,0		
KO-3-1	Tap	6,80133	6,46240	0,33893	3,310	2	20	0,169465	338,93	0,0		
KO-4-2	Tap	1,65824	1,64700	0,01124	0,110	1	10	0,01124	11,24	0,0		
LO-4-3	Tap	1,59799	1,59130	0,00669	0,065	3	29	0,00223	6,69	0,0		
LO-6-4	Tap	1,70118	1,68463	0,01655	0,162	1	10	0,01655	16,55	0,0		
BT-4	wk	1,57584	1,56319	0,01265	0,518				12,65	0,0		
CT-2	wk	1,59773	1,58467	0,01306	0,535				13,06	0,0		
DT-2	wk	1,62718	1,61850	0,00868	0,355				8,68	0,0		
ET-3	wk	1,80774	1,79635	0,01139	0,466				11,39	0,0		
FT-4	wk	1,60006	1,58738	0,01268	0,519				12,68	0,0		
GO-1-2	wk	1,93795	1,92392	0,01403	0,574				14,03	0,0		
GT-1	wk	1,61638	1,61040	0,00598	0,245	3	123	0,00199333	5,98	0,0		
HT-5	wk	1,59027	1,58392	0,00635	0,260				6,35	0,0		
IT-4	wk	1,73832	1,72429	0,01403	0,574				14,03	0,0		
JT-4	wk	1,62129	1,61199	0,00930	0,381				9,30	0,0		
KT10	wk	1,58404	1,57079	0,01325	0,542				13,25	0,0		
LT-3	wk	1,72254	1,70008	0,02246	0,919				22,46	0,0		
AT-1	WP	2,08563	1,81874	0,26689	10,925	1	41	0,26689	266,89	4682,6	-4415,7	-1654,5
CT-5	WP	2,33104	2,20176	0,12928	5,292	1	41	0,12928	129,28	3059,7	-2930,4	-2266,7
FT-1	WP	1,63170	1,57988	0,05182	2,121	1	41	0,05182	51,82	1817,6	-1765,8	-3407,5
JT-7	WP	2,50640	2,36320	0,14320	5,862	2	82	0,0716	143,20	3822,0	-3678,8	-2569,0
BT-4	zz	1,58691	1,57448	0,01243	0,509	2	82	0,00621293	12,43	114,8	-102,4	-823,9
CT-4	zz	1,64504	1,61323	0,03181	1,302	6	246	0,00530167	31,81	639,5	-607,7	-1910,3
DT-1	zz	1,59774	1,57903	0,01871	0,766	2	82	0,009355	18,71	251,0	-232,3	-1241,5
ET-1	zz	1,65368	1,61379	0,03989	1,633	2	82	0,019945	39,89	221,9	-182,1	-456,4
FT-3	zz	1,69251	1,63963	0,05288	2,165	3	123	0,01762667	52,88	338,0	-285,1	-539,1
GT-3	zz	1,62218	1,59983	0,02235	0,915	1	41	0,02235	22,35	439,9	-417,6	-1868,4
IT-2	zz	1,58488	1,57247	0,01241	0,508	2	82	0,006205	12,41	221,9	-209,5	-1688,4
JT-1	zz	1,60891	1,59483	0,01408	0,576	4	164	0,00352	14,08	185,1	-171,0	-1214,8
KT-7	zz	1,61122	1,59730	0,01392	0,570	4	164	0,0034805	13,92	472,3	-458,4	-3292,7

