

Aan
deelproject NCP*waarde

Van	Bijlage(n)
Ed Stikvoort	0
Datum	Nummer
5 november 2001	RIKZ/AB/2000.833x
Onderwerp	Project
bodemdieren van de Slikken van Waarde	Zeedelta/ncp
Doorkiesnummer	
0118 672297	

Inleiding

Vanuit het kader van het Natuurcompensatieprogramma wordt een studie uitgevoerd naar de mogelijkheden voor ingrepen in het intergetijdegebied 'Waarde' met als doel om de erosieve trend aldaar - slikverlaging, schorerosie en uitspoeling van het archeologische monument 'Verdrongen Dorp Valkenisse' - om te buigen naar een min of meer stabiel en hoger gelegen intergetijdegebied. Voor die studie is het gewenst om inzicht te krijgen in de eventuele gevolgen van ingrepen voor de bodemdieren ter plaatse. Bodemdieren vormen een belangrijke schakel in het ecosysteem, als consumenten van primaire productie en organisch materiaal, en als essentieel voedsel voor met name vissen en vogels. Dit werkdocument draagt materiaal aan voor dat inzicht.

Beschikbare gegevens

bronnen

Zoekend naar (enigszins) recente gegevens van de slikken van Waarde zijn er twee bronnen beschikbaar: 'Biomon' en 'MOVE'.

Biomon staat voor het biomonitoringprogramma van MWTL (Monitoring Waterstaatkundige Toestands des Lands) dat door het RIKZ uitgevoerd wordt. Voor dit werkdocument gaat het om het onderdeel 'benthos delta'. Dit programma monitort o.a. bodemdieren in de Westerschelde sinds 1990. Verspreid over het overgrote deel van de Westerschelde worden daarin elk voor- en najaar 30 steeds random gekozen litorale (boven NAP -2m) puntlocaties bemonsterd. Soms zijn daarbij monsterlocaties op de slikken van Waarde 'terecht gekomen'. Tot en met 2000 zijn de gegevens van de inventarisaties beschikbaar.

Move staat voor het monitoringprogramma van het project Monitoring Verruiming Westerschelde dat de effecten van de tweede verruiming (38'/43'/48') in kaart wil

Vestiging Middelburg
Postbus 8039, 4330 EA Middelburg
Bezoekadres Grenadierweg 31

Telefoon 0118 672200
Telefax 0118 651046



brengen. In dit programma worden ook bodemdieren gemonitord. Relevant voor dit werkdocument is dat één van de bemonsteringsraaien (met drie vaste bemonsteringslocaties) zich op de slikken van Waarde bevindt. Sinds 1994 worden deze locaties ieder voor- en najaar bemonsterd. Tot en met 2000 zijn de gegevens van de inventarisaties beschikbaar.

Naast deze 'recente' bronnen is er ook een gedateerde gegevensbron: '**Verbreiding Kanaal door Zuid-Beveland**'. In 1987 werd het Kanaal door Zuid-Beveland verbreed, waarbij de vrijkomende specie in de Westerschelde in de directe omgeving van de Slikken van Waarde is gestort. Gedurende vier jaren (1987-1991) zijn de ontwikkelingen van de slikken, inclusief bodemdieren, gevolgd. Op acht momenten na de start van de stortingen zijn op negen vaste locaties bemonsteringen uitgevoerd. De resultaten van de bemonsteringen zijn uiteindelijk nooit (officieel) gepubliceerd. Wel zijn de gegevens samengebracht in een conceptrapportage van de voorloper van het RIKZ (Stikvoort, 1993), beschikbaar bij de auteur van dit werkdocument.

bemonsteringstechniek

Naast het feit dat bij Biomon de locaties steeds random gekozen worden en bij de Move-raaien er vaste locaties zijn, verschillen beide programma's ook qua bemonsteringstechniek. Bij Biomon worden per bemonsteringslocatie drie bodemkernen (doorsnede 8 cm; tot 30-40 cm diep in de bodem) verzameld, samen genomen en gezeefd. Bij Move worden per bemonsteringslocatie 15 steekbuizen met een doorsnede van 4,5 cm (diepte 20 cm) en 5 met een doorsnede van 15 cm (40 cm diep) genomen. Bij beide programma's worden de bodemdieren in het monster in het lab (NIOO-CEMO te Yerseke) geteld, op naam gebracht en verast (om de biomassa te bepalen). Dit levert een basisgegevensset op van per soort de dichtheid (n/m^2) en biomassa ($g\ ADW/m^2$) per bemonsterde locatie. Voor een gedetailleerde beschrijving van de methodieken wordt verwezen naar de datarapportages van Move en Biomon.

Bij het project 'Verbreiding Kanaal door Zuid-Beveland' zijn de bemonsteringen met onregelmatige intervallen uitgevoerd. Ook zijn er verschillende laboratoria (RU Gent, DGW en Delta-Instituut) verantwoordelijk geweest voor bemonstering en/of analyse. Dit resulteerde ook in enigszins verschillende bemonsteringstechnieken. Belangrijkste verschil bestond in de diameter van de gebruikte steekbuizen (4,5, 8 of 10,5 cm). Per locatie werden tien bodemkernen (tot 30 cm diep) verzameld en over 1 mm gezeefd. Ook de gegevens uit deze bemonsteringen zijn herleid tot een basisgegevensset, zoals hierboven voor Move en Biomon beschreven, al zijn de biomassa-gegevens van de eerste twee bemonsteringen spoorloos geraakt. Hoewel de gegevens gedateerd zijn en niet alle even vergelijkbaar, zijn ze vanwege de bijbehorende (incomplete) dataset van omgevingsparameters (hoogte, sedimentatiesnelheden, bodemsamenstelling) te waardevol om voor deze studie te negeren.

De verschillen in bemonsteringstechniek maken de vergelijking tussen de resultaten (dichtheden, biomassa's en soortensamenstelling) van de verschillende programma's lastig. Hoe groter het bemonsterd oppervlak (afhankelijk van de steekbuisdoorsnede én het aantal monsters), hoe beter de schatting van de soortensamenstelling, dichtheden en biomassa's zal zijn. Daarenboven is het in de regel voor de schatting gunstiger als er meer kleinere kernen worden gestoken, dan enkele grotere. Sommige bodemdieren hebben namelijk de eigenschap dat ze geclusterd (geaggregeerd in groepjes of groepen) voorkomen. Bij de drie programma's zijn de steekbuizen minstens tot 30 cm diepte gestoken, soms dieper. Er zijn maar enkele bodemdieren die zo diep leven (strandgaper, wadpiper). Verondersteld mag worden dat hier nauwelijks verschillen door gegenereerd zijn.



Daarnaast moet ook gerealiseerd worden dat de bemonsteringsstrategie van belang is. In het geval van de geselecteerde MOVE-monsters betreft het een drietal vaste locaties die telkenmale opnieuw bemonsterd zijn. Hetzelfde (vaste locaties) geldt voor de bemonsteringen voor het project 'Verbreding Kanaal door Zuid-Beveland'. Bij vaste locaties volgt men (doorgaans) de ontwikkelingen van de bodemdieren én die van de omgeving, teneinde de relaties tussen de bodemfauna en haar omgeving te analyseren. In het biomonitoring-programma is de strategie geheel anders, met steeds opnieuw gekozen locaties. In dit programma is het de bedoeling om grootschalige trends in de bodemdierenstand te detecteren. Met andere woorden: een dergelijke strategie is veel beter geschikt om de bodemfauna van een gebied te beschrijven dan een raai- of een vaste-locaties-bemonstering.

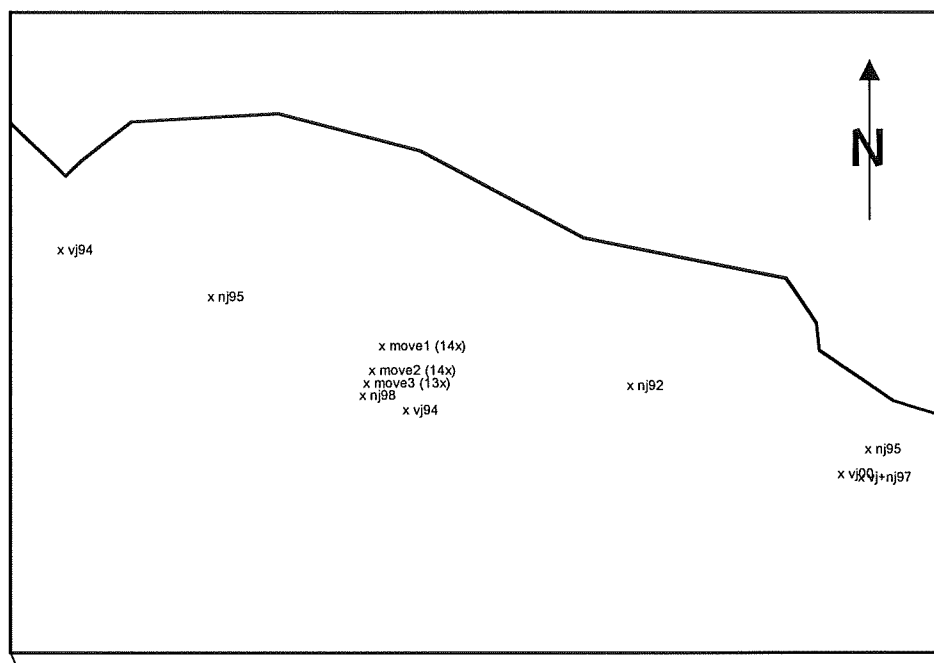
selectie gegevens tbv NCP-Waarde

De selectie van bemonsterde locaties vanuit de databases van Move en Biomon is op de volgende criteria gebaseerd: X (Parijs)-coördinaten tussen 64.000 en 67.000, Y (Parijs)-coördinaten tussen 379.400 en 381.000 en een hoogteligging boven -2m NAP (litoraal). Vanuit Biomon (1990 t/m 2000) is de 'oogst' mager: 9 monsters, en vanuit Move (1994 t/m 2000) 41 monsters. Tabel 1 geeft de verdeling van de monsters in de tijd. Het laat zien dat deze evenredig over het voor- en najaar zijn verdeeld en vrijwel alle monsters betrekking hebben op de jaren 1994-2000.

Tabel 1: Verdeling aantal monsters op de Slikken van Waarde van 1990 t/m 2000

jaar	Move		Biomon	
	voorjaar	najaar	voorjaar	najaar
1990	-	-	0	0
1991	-	-	0	0
1992	-	-	0	1
1993	-	-	0	0
1994	3	3	2	0
1995	3	3	0	2
1996	3	2	0	0
1997	3	3	1	1
1998	3	3	0	1
1999	3	3	0	0
2000	3	3	1	0
Totaal	21	20	4	5

Figuur 1 geeft de ruimtelijke verdeling van de geselecteerde monsters. Het laat zien dat de monsters redelijk verdeeld zijn over de Slikken van Waarde, al is het centrale deel met de MOVE-raai natuurlijk erg oververtegenwoordigd. De locaties van de negen bemonsteringspunten van 'Verbreding Kanaal door Zuid-Beveland' staan niet op het kaartje ingetekend, omdat de precieze coördinaten niet bekend zijn. Echter, die locaties zijn verdeeld over drie raaien, een westelijke, midden- en oost-raai, haaks op de schorrand georiënteerd, waarbij de punten van de middelste raai zeer waarschijnlijk samenvallen met die van de huidige move-raai.



Figuur 1: De ligging van de beschikbare bodemdieren-monsters op de slikken van Waarde, 1990-2000 (move1 t/m 3: de bemonsterde Move-raai; vj= voorjaar; nj= najaar; 94, 95, etc. = 1994, 1995, etc.)

Sedimentgegevens

Van geen der geselecteerde bodemdierenmonsters (van Move en Biomon) zijn sedimentmonsters geanalyseerd. Analytische sedimentgegevens zijn derhalve niet beschikbaar. Wel zijn van de Biomon-monsters sedimenttyperingen genoteerd en in de database opgenomen. De raaimonsters kennen deze typering niet. De veldtyperingen zijn in de database herleid tot 5 klassen: 'veen en/of stenen', 'slib/klei', 'fijn zand', 'middel zand' en 'grof zand'.

Hoogtegegevens

Van de monsters van de Move-Biomon-selectie zijn in de databases geen hoogtegegevens opgenomen. Deze zijn achteraf op basis van de coördinaten zo goed mogelijk afgeleid vanuit de lodingen die jaarlijks in de Westerschelde plaatsvinden. Deze analyse is door Kees van der Male uitgevoerd (RIKZ).

Resultaten

Bodemdieren en sedimentsamenstelling

Move en Biomon-gegevens (oftewel recente gegevens)

Van 9 monsters is de sedimenttypering bekend: 2 behoren tot de categorie 'veen en stenen' en zeven tot de categorie 'fijn zand'. Tabel 2 geeft de totale dichtheden en biomassa's voor deze categorieën.



Tabel 2: Dichtheden en biomassa's van bodemdieren per sedimenttype op Waarde

Sedimenttype	n	Totale dichtheid (n/m ²)		Totale biomassa (g ADW/m ²)	
		gemiddelde	st. afwijking	gemiddelde	st. afwijking
Veen en stenen	2	2233	3064	0.53	0.55
Fijn zand	7	7381	8010	7.06	11.54

De tabel laat zien dat de dichtheden in flinke mate en de biomassa's zelfs in grote mate tussen beide categorieën verschillend zijn. Fijn zand is rijker dan veen en stenen.

Tabel 3 geeft een overzicht van de soorten die in de sedimenttypen zijn aangetroffen.

Tabel 3: Soorten bodemdieren en hun frequentie per sedimenttype (aantal keer dat ze in een monster present zijn; max=2 voor veen en stenen; max= 7 voor fijn zand)

Veen en stenen	n	fijn zand	n
Corophium spec.	1	Bathyporeia pilosa	3
Corophium volutator	1	Bivalvia	1
Eteone spec.	1	Corophium arenarium	1
Heteromastus filiformis	2	Corophium volutator	3
Nereis succinea	1	Cyathura carinata	1
Petricola pholadiformis	1	Eteone spec.	1
Polydora ligni	1	Eurydice pulchra	1
		Haustorius arenarius	1
		Heteromastus filiformis	6
		Hydrobia ulvae	2
		Macoma balthica	4
		Mya arenaria	1
		Nemertea	1
		Nereis spec.	1
		Nereis diversicolor	2
		Oligochaeta	1
		Polydora ligni	1
		Pygospio elegans	4
		Scrobicularia plana	2

De interpretatie van tabel 3 is in feite een heikele zaak. Heikel omdat categorie 'veen en stenen' slechts twee en categorie 'fijn zand' zeven monsters kent. Dat maakt een vergelijking lastig. Immers, hoe meer bemonsterd oppervlak, hoe langer de soortenlijst zal worden. Bovendien is dit verband niet lineair, maar neemt het aantal soorten bij toenemend bemonsterd oppervlak steeds minder snel toe.

Kenmerkend voor dagzomend veen (en harde kleibanken) is het voorkomen van boormosselen. Uit die groep is de Amerikaanse boormossel *Petricola pholadiformis* in de veen-monsters aangetroffen. Een andere soort die ook typisch voor veen in de Westerschelde is, is de witte boormossel *Barnea candida*. De andere soorten die in de veen-monsters zijn aangetroffen komen ook in andere bodemtypes voor. Op *Nereis succinea* na zijn deze ook in de zeven monsters met fijn zand aangetroffen. De soortenlijst van 'fijn zand' is aanmerkelijk langer, met meer soorten per soortsgroep. Om wat meer over de relatieve soortenrijkdom per bodemtype te kunnen zeggen worden



in tabel 4 de gemiddelde aantallen aangetroffen taxa per monster per sedimenttype gegeven.

Tabel 4: Aantallen taxa per monster per sedimenttype op de Slikken van Waarde

Sedimenttype	n	gemiddelde	st. afwijking
Veen en stenen	2	4,0	4,2
Fijn zand	7	5,4	2,7

Het gemiddeld aantal aangetroffen taxa ligt bij fijn zand wat hoger dan bij veen en stenen. De bijbehorende standaardafwijkingen zijn echter zo groot dat hier niet de conclusie kan worden getrokken dat er verschil is.

Verbreiding Kanaal door Zuid-Beveland-gegevens (oftewel gedateerde gegevens)

Een veldtypering van het sediment van de monsters is hier niet beschikbaar. Wel zijn er sedimentkernen verzameld waarvan de standaardbodemkenmerken bepaald zijn. Voor dit werkdocument zijn de mediane korrelgroottes als parameter gekozen. De dichtheids-, biomassa- en soortenrijkdomgegevens van de monsters zijn in drie mediaanklassen gegroepeerd, waarna gemiddelden berekend konden worden. Tabel 5 geeft de resultaten (ter herinnering: het aantal monsters bij de biomassa's is lager, vanwege de verloren gegane gegevens van de eerste twee bemonsteringen).

Tabel 5: De gemiddelde dichtheid, biomassa en soortenrijkdom bij de 'Verbreiding Kanaal door Zuid-Beveland'-monsters per mediaanklasse.

Mediaan (μm)	Dichtheid (n/m^2)	St. afwijking	n	Biomassa (g adw/m^2)	St. afwijking	n	soorten	St. afwijking	n
45-90	13061	4993	18	17,01	9,33	10	9,89	1,84	18
90-135	8351	6273	29	9,39	7,31	22	8,66	1,88	29
135-180	3471	2121	15	3,4	2,15	12	8	1,51	15

Tabel 5 laat zien, alhoewel er flinke overlap tussen de klassen kan optreden, dat binnen de range aan medianen de trend is dat met toenemende korreldiameter: de totale dichtheden en biomassa's (duidelijk) afnemen en dat dit bij de soortenrijkdom mogelijk ook geldt, maar veel minder uitgesproken is.

Bodemdieren en hoogteligging

Move en Biomon-gegevens (oftewel recente gegevens)

Voor een analyse van de relatie tussen bodemdieren en de hoogteligging zijn de geselecteerde monsters gegroepeerd in vier hoogteklassen in het intergetijdegebied. Tabel 6 geeft de verdeling van het aantal monsters per diepteklasse per bron.

Tabel 6: Verdeling van het aantal monsters per diepteklasse per bron

Bron	NAP -2m tot 2m	NAP -1m tot NAP	NAP tot NAP 1m	Boven NAP 1m
Biomon	3	1	3	2
Move	27	14	0	0
Totaal	30	15	3	2



Tabel 6 laat zien dat de biomon-monsters een goede verdeling over de hoogteklassen hebben. Die van Move hebben hun overgrote zwaartepunt in de laagst gelegen delen van het litoraal liggen.

Tabel 7 geeft de gemiddelde dichtheden en biomassa's per diepteklasse.

Diepteklasse	n	Dichtheid (n/m ²)	St. af- wijking	Biomassa (g ADW/m ²)	St. af- wijking
NAP -2 tot -1m	30	6149	8977	3.74	7.77
NAP -1m tot NAP	15	3931	3755	1.79	1.35
NAP tot 1m	3	4356	1440	2.58	1.77
Boven NAP 1m	2	18633	3158	20.36	17.07

Tabel 7 laat zien dat de hoogste zone veruit de hoogste dichtheden en biomassa's heeft. De waarnemingen daar betreffen echter slechts twee monsters. In de andere drie zones ontploen de dichtheden en biomassa's elkaar niet zoveel.

In tabel 8 staan alle soorten met frequentie die per diepteklasse zijn aangetroffen (volgende pagina). De tabel laat zien dat er een grote hoeveelheid soorten in de monsters op de Slikken van Waarde is gevonden. De onevenredige verdeling van de aantallen monsters maakt het echter lastig om een (snelle) soortspecifieke beschouwing te doen (komen er bepaalde soorten specifiek in bepaalde hoogtezones voor?). Over de relatieve soortenrijkdom kan wel iets gezegd worden. Daarom geeft tabel 9 de gemiddelde aantallen taxa ($\cong$ soorten) per monster.

Tabel 9: Aantallen taxa per diepteklasse

diepteklasse	n	gemiddelde	standaardafwijking
-2 tot -1m NAP	30	9.1	3.8
-1m tot NAP	15	10.3	4.4
NAP tot 1m NAP	3	4.7	1.2
Boven 1m NAP	2	8.5	3.5

Tabel 9 laat geen eenduidige relatie zien. De soortenrijkdom is redelijk gelijk, met uitzondering van de zone van NAP tot 1 m boven NAP, die duidelijk een lagere soortenrijkdom heeft, maar ook maar op drie monsters gebaseerd is.



Tabel 8: Aangekomen soorten en hun frequentie (n) per diepteklasse

-2m tot -1m NAP	n	-1m tot NAP	n	NAP tot +1m NAP	n
Arenicola marina	5	Arenicola marina	1	Bathyporeia pilosa	1
Ascidacea	1	Bathyporeia spec.	3	Corophium arenarium	1
Barnea candida	2	Bathyporeia pilosa	7	Corophium volutator	2
Bathyporeia spec.	7	Bivalvia	1	Cyathura carinata	1
Bathyporeia pilosa	13	Carcinus maenas	4	Eurydice pulchra	1
Bathyporeia sarsi	2	Cerastoderma edule	5	Haustorius arenarius	1
Bivalvia	2	Corophium spec.	3	Heteromastus filiformis	2
Capitella capitata	4	Corophium arenarium	3	Macoma balthica	2
Carcinus maenas	3	Corophium volutator	9	Nemertea	1
Cerastoderma edule	4	Crangon crangon	11	Pygospio elegans	2
Corophium spec.	5	Cyathura carinata	4		
Corophium	1	Eteone spec.	5		
Corophium lacustre	2	Heteromastus	14	boven +1m NAP	
Corophium volutator	15	Hydrobia ulvae	10	Bathyporeia pilosa	1
Crangon crangon	15	Macoma balthica	11	Corophium volutator	1
Cyathura carinata	7	Mya arenaria	6	Eteone spec.	1
Eteone spec.	11	Mysella bidentata	2	Heteromastus filiformis	2
Eurydice pulchra	3	Nephtys hombergii	1	Hydrobia ulvae	2
Gammaridae	1	Nereis spec.	1	Macoma balthica	2
Gammarus spec.	2	Nereis diversicolor	3	Mya arenaria	1
Heteromastus	29	Nereis succinea	12	Nereis diversicolor	2
Hydrobia ulvae	8	Niets gevonden	8	Polydora ligni	1
Macoma balthica	14	Oligochaeta	7	Pygospio elegans	2
Manayunkia	1	Petricola	6	Scrobicularia plana	2
Melita spec.	1	Polydora ligni	4		
Mya arenaria	5	Pygospio elegans	11		
Mytilus edulis	1	Scrobicularia plana	3		
Nemertea	3	Spio martinensis	2		
Nephtys cirrosa	1	Streblospio shrubsolii	1		
Nereis spec.	2	Tharyx marioni	4		
Nereis diversicolor	4				
Nereis succinea	23				
Niets gevonden	17				
Oligochaeta	10				
Petricola	16				
Polydora spec.	1				
Polydora ligni	13				
Pygospio elegans	21				
Scrobicularia plana	2				
Spio martinensis	3				
Spionidae	3				
Streblospio shrubsolii	1				
Tellinacea	1				
Tharyx marioni	6				



Verbreiding Kanaal door Zuid-Beveland-gegevens (oftewel gedateerde gegevens)

Tabel 10 geeft de soortenrijkdom per hoogtezone voor de monsters van 'Verbreiding Kanaal door Zuid-Beveland'.

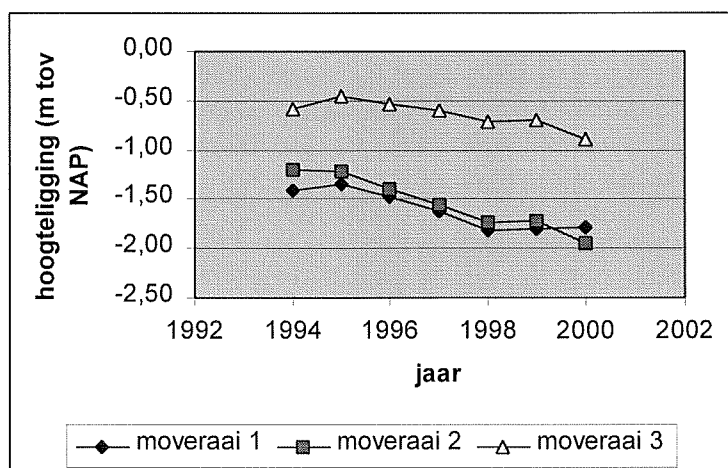
Tabel 10: Aantallen taxa per diepteklasse bij de 'Verbreiding Kanaal door Zuid-Beveland'-monsters

Hoogte-zone	Dichtheid (n/m ²)	St. afwijking	n	Biomassa (g adw/m ²)	St. afwijking	n	soorten	St. afwijking	n
-2 tot -1m	2895	1018	16	2.87	1.63	12	8.5	1.9	16
-1m tot NAP	5712	3125	10	8.69	4.65	9	7.9	1.6	10
NAP tot 1m	12106	5844	22	19.11	9.52	15	8.9	1.4	22
Boven 1m	12348	6546	20	8.42	4.73	14	10.4	2.1	20

Tabel 10 laat zien dat de laagste zone de laagste dichtheden en biomassa's heeft. Qua dichtheden zijn de zones boven NAP het rijkst, al is de spreiding groot. Qua biomassa is de zone van NAP tot 1m boven NAP het rijkst. Qua soortenrijkdom blijken er geen duidelijke verschillen tussen de hoogtezones.

Ontwikkeling bodemdieren onder eroderende of sedimenterende omstandigheden

De Move-raai op de slikken van Waarde biedt de mogelijkheid om de ontwikkeling van de bodemdieren op vaste locaties te volgen. Figuur 2 geeft de ontwikkeling van de hoogteligging van de drie locaties van de moveraai.

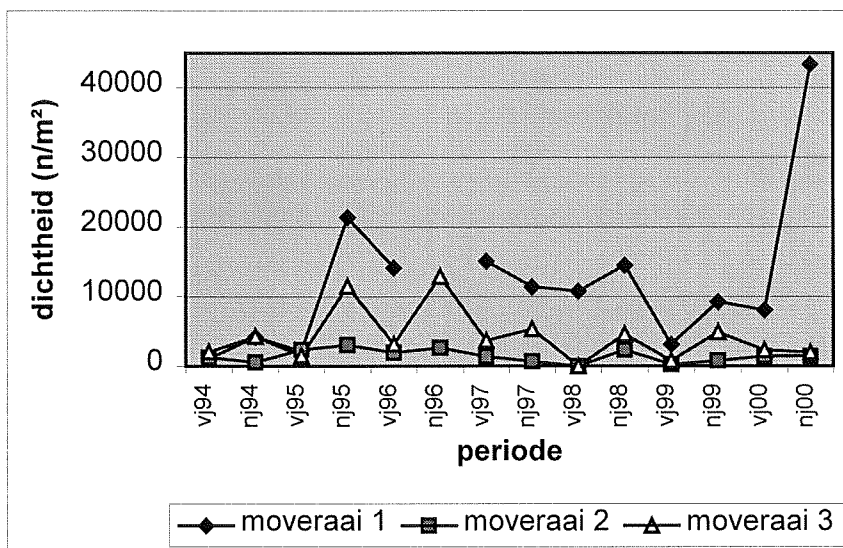


Figuur 2: Ontwikkeling van de hoogteligging van de MOVE-raai-locaties (1 ligt het dichtst bij de geul, 3 het dichtst bij het schor)

Figuur 2 laat zien dat – met wat onregelmatigheden – alle drie de locaties in de periode 1994-2000 geërodeerd zijn. Locaties 1 en 3 zijn in die periode zo'n 40 cm lager komen te liggen, locatie 2 zo'n 75 cm. Alleen op locatie 1 lijkt de erosie sinds 1998 gestopt te zijn. Overigens moet bij deze figuur wel bedacht worden dat de exacte hoogteligging van de locaties niet bekend is, maar afgeleid uit de hoogtegrijs die jaarlijks vanuit de lodingen bepaald zijn.

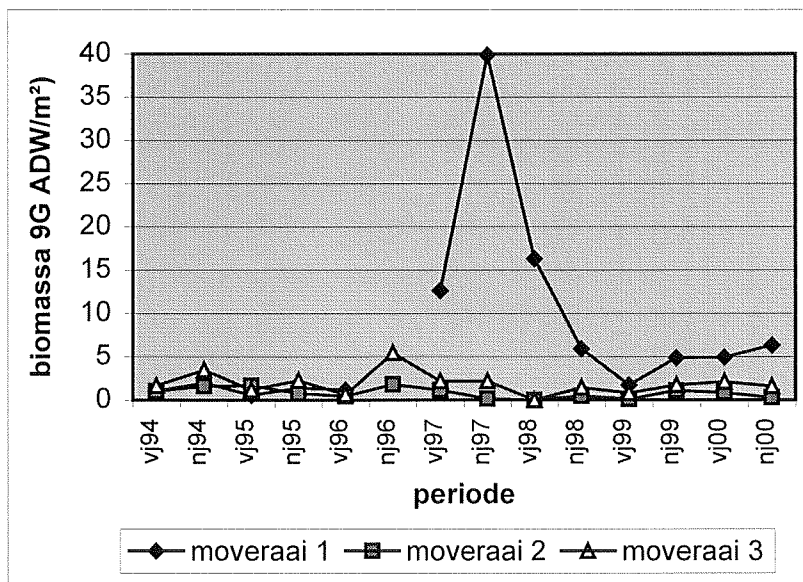


Vertaalt de erosieve trend zich in de samenstelling van de bodemdieren? Dat is nagegaan door de gegevens van de betreffende raai in een tijdreeks te aggregeren. Figuur 3 geeft de ontwikkeling van de totale dichtheden aan bodemdieren.



Figuur 3: Ontwikkeling totale dichtheden bodemdieren op de MOVE-locaties van Waarde, 1994-2000 (vj= voorjaar; nj= najaar)

Figuur 3 laat op geen der MOVE-locaties in de periode 1994-2000 een duidelijk op- of neergaande trend bij de totale dichtheden van bodemdieren zien. Figuur 4 geeft de ontwikkelingen van de totale biomassa's.

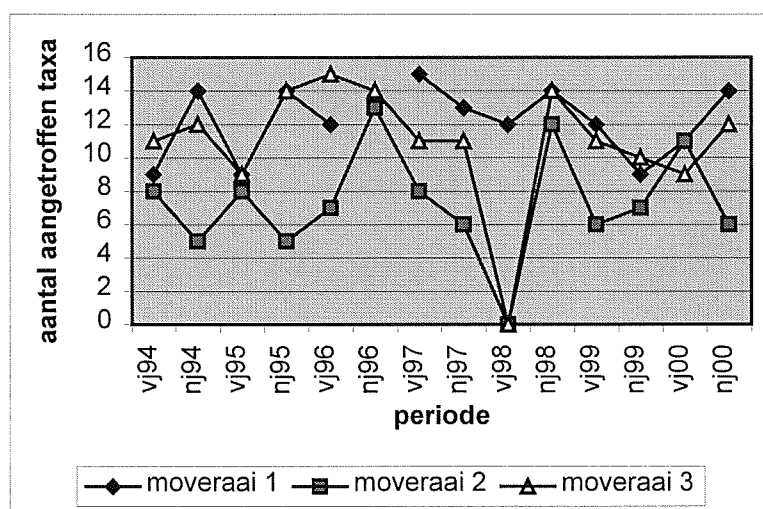


Figuur 4: Ontwikkeling totale biomassa's bodemdieren op de MOVE-locaties van Waarde, 1994-2000 (vj= voorjaar; nj= najaar)



Figuur 4 laat zien dat de biomassa's in de periode 1994-2000 op de laagste locatie (moveraai 1) een opvallende piek rond 1997 kenden en na die piek een wat hoger niveau ten opzichte van daarvoor bereikten. Op de beide andere locaties is geen duidelijke trend te onderscheiden.

Figuur 5 geeft de aantallen aangetroffen taxa per monsterlocatie per periode. De figuur laat een aantal zaken zien. Ten eerste valt op dat de schommelingen groot zijn, maar dat per locatie geen duidelijke toe- of afname zichtbaar is. Ten tweede is te zien dat de dichtst bij de geul en schorrand gelegen locaties (doorgaans de laagst en hoogst gelegen locaties van de drie) een vergelijkbare soortenrijkdom hebben. Locatie twee, gelegen tussen de beide andere, vertoont grosso modo iets lagere aantallen taxa.



Figuur 5: Ontwikkeling van aantal taxa op de moveraai van de Slikken van Waarde, 1994-2000 (vj= voorjaar; nj= najaar)

Voor de effectenstudie "Verbreding Kanaal door Zuid-Beveland" zijn schattingen gemaakt van de erosie en sedimentatiesnelheden op de bemonsterde locaties in de maanden voorafgaand aan de bemonstering. Op basis van deze gegevens zijn de opgetreden dichtheden, biomassa's en soortenrijkdom geordend. Tabel 11 geeft de gemiddelde waarden.

Tabel 11: Gemiddelde dichtheden, biomassa's en aantallen soorten per monster bij verschillende sedimentatiesnelheden

Sedimentatie-snelheid (cm/maand)	Dichtheid (n/m ²)	St. afwijking	n	Biomassa (g adw/m ²)	St. afwijking	n	soorten	St. afwijking	n
-14 tot -5	4821	4342	9	6.4	6.15	8	8.00	1.58	9
-5 tot 0	9824	5753	35	12.68	9.36	27	9.23	1.80	35
0 tot 6	10009	7762	21	9.54	7.8	12	9.29	1.85	21

Tabel 11 laat zien dat bij een erosie van 14 tot 5 cm per maand de laagste dichtheden optreden. Lagere erosiesnelheden levert vergelijkbare dichtheden als sedimentatiesnelheden tot 6 cm per maand. Overigens is de spreiding in de waarnemingen erg groot. De laagste biomassa's traden ook op bij de hoogste



erosiesnelheden. Bij lagere erosiesnelheden lijken de biomassa's zelfs wat hoger dan bij sedimentatie, maar ook hier is de spreiding in waarnemingen erg groot. Qua soortenrijkdom lijkt er geen duidelijke differentiatie op te treden.

Conclusies

Voor de toepassing van de resultaten van voorgaande analyses voor de keuze van de te nemen maatregelen op de slikken van Waarde zijn de volgende conclusies over de bodemdieren ter plaatse in relatie tot bodemsamenstelling en hoogteligging te trekken:

Zandige bodem versus harde bodem

Op de slikken van Waarde bevinden zich in de onderbodem veen (en/of harde kleilagen) die in de huidige situatie ook dagzomen. Die harde bodemlagen zijn als relatief arm qua dichtheden en biomassa's te kwalificeren in vergelijking tot de zandige delen op deze slikken. Wel betreft het hier een specifiek habitat met een specifieke bodemfauna. Boormosselen zijn daar in het intergetijdegebied de meest karakteristieke voorbeelden van. Dit specifieke habitat komt, in beperkte arealen, op meerdere plaatsen, met name aan de randen van de geulen, in het oostelijke deel van de Westerschelde voor (bijv. bij Bath, Baalhoek, Saeftinge).

Korrelgrootte van het sediment

Binnen de in de periode 1987 tot 1991 aangetroffen range van mediane korrelgroottes, van 45 tot 180 μm (zeer fijn/slibrijk tot middelfijn zand), blijkt dat hoe grover het sediment is, hoe lager de dichtheden en biomassa's aan bodemdieren zijn. Qua soortenrijkdom zijn er geen beduidende verschillen.

Hoogteligging

Bij de analyse van de beschikbare gegevens laten de beide beschikbare datasets niet geheel dezelfde beelden zien. Vergelijking is ook lastig omdat de ene set gedateerd is (en wellicht een andere situatie representeert) en de andere zeer onevenwichtig qua verdeling van aantallen monsters per hoogtezone is. Tussen de oogharen door komt er echter wel een beeld naar boven dat het intergetijdegebied boven NAP rijker qua dichtheden en biomassa's aan bodemdieren is dan onder NAP. Qua soortenrijkdom is er geen differentiatie.

Mogelijk is wel dat er soortspecificiteit optreedt (bepaalde soorten beperken zich tot bepaalde hoogtezones), maar die analyse is niet uitgevoerd. Dat kan alsnog gebeuren, bijvoorbeeld door spreidingsgrafieken per soort tegen de hoogte te maken. Dit vraagt echter nogal wat inzet.

Erosie

In de periode 1987 – 2000 maakten de slikken van Waarde per saldo een doorgaande erosie door. Op de Moveraai is de ontwikkeling van vaste locaties goed te volgen. De analyse aan die gegevens heeft laten zien dat de erosie aldaar niet leidde tot een duidelijke afname aan dichtheid, biomassa of soortenrijkdom. Op één locatie lijkt de biomassa zelfs wat toegenomen. Op zich strookt dit uitstekend met de resultaten van de analyse over het voorkomen van bodemdieren in relatie tot de hoogteligging. De Moveraai bevindt zich namelijk al vanaf het begin in de zone beneden NAP, waar geen duidelijke differentiatie tussen de onderscheiden hoogtezones optrad.

De analyse aan gegevens van de gedateerde dataset lieten toe om specifiek naar het effect van sedimentatiesnelheden te kijken. Daaruit is de conclusie te trekken dat bij een matige erosie- (tussen 0 en 5 cm/maand) danwel sedimentatiesnelheid (tussen 0 en 6cm/maand) geen duidelijke differentiatie optreedt qua dichtheid, biomassa en soortenrijkdom. Bij de hogere erosiesnelheden (5 tot 14 cm/maand) zijn de dichtheden en biomassa's wel duidelijk lager, de soortenrijkdom nauwelijks.



Beoordeling bodemdieren ten opzichte van omgeving

In bijlage 1 is een opsomming gegeven van alle taxa die in het Move- en Biomon-programma op de slikken van Waarde zijn aangetroffen. Het betreft 47 'echte' soorten en dat mag als een behoorlijk gevarieerde lijst worden beschouwd, zeker gezien het feit dat het alleen om het litoraal gaat en bovendien in een brak deel van het estuarium, waar sowieso minder soorten kunnen leven.

Bij de analyses zijn de gemiddelde dichtheden en biomassa's per parameterklasse berekend. Overall-gemiddelden staan in tabel 12.

Tabel 12: Gemiddelde dichtheden en biomassa's bodemdieren per dataset

Dataset	Gemiddelde dichtheid (n/m ²)	Gem. biomassa (g ADW/m ²)
Biomon (1990-2000)	6237	5.61
Move (1994-2000)	5796	3.30
Verbreiding KdZB (1987-1991)	8845	9.96

Hoewel de biomon-set slechts 9 monsters telde, vormt deze wel de meest betrouwbare schatting van het overall-beeld van bodemdieren op de slikken van Waarde, dankzij de ad random-bemonsteringsstrategie. Second-best lijkt de gedateerde dataset, hoewel niet ad random, maar met raaien, maar met een redelijke verdeling over de slikken.

Waarschijnlijk onder de maat is de schatting vanuit de moveset. Slechts drie vaste meetpunten, die bovendien alle in het lage deel van het litoraal liggen.

De gemiddelde uit eind jaren tachtig, begin negentig liggen met zo'n 9000 individuen en 10 g adw per m² duidelijk hoger dan de gemiddelde van biomon die grosso modo 35% lager uitvalt. Het Move-gemiddelde wijkt vooral naar beneden af met een biomassa van ruim 3 gram per m², maar dat past in het beeld dat beneden NAP lagere biomassa's optreden.

Deze waarden kunnen we afmeten tegen de waarden die in de Schelde-atlas (Van Eck, 1999) vermeld worden. De slikken van Waarde vallen onder zone 8 en 9 die in die publicatie voor bodemdieren onderscheiden worden. Behalve de slikken van Waarde vallen daaronder het gehele platencomplex van Valkenisse, en de slikken tussen Perkpolder en de IJskelder in Saeftinge. Voor die atlas zijn waarden berekend op basis van vele monsters uit de periode 1978-1993, waaronder ook monsters uit het biomon- en Verbreiding Kanaal door Zuid-Beveland-programma. Voor die zones 8 en 9 zijn de gemiddelde dichtheden respectievelijk 17672 en 9565 ind./m² en de biomassa's 7,7 g ADW/m² (voor beide). Met name kijkend naar de gemiddelden van Biomon, hoewel slechts gebaseerd op slechts 9 monsters, lijkt de bodemfauna van de slikken van Waarde relatief arm te zijn ten opzichte van het verleden én ten opzichte van de directe omgeving.

Referenties

Van Eck, 1999. De ScheldeAtlas. Een beeld van een estuarium. Schelde InformatieCentrum, Middelburg

Stikvoort, 1993. Verbreiding Kanaal door Zuid-Beveland: effecten baggerspecielozingen op het macrozoöbenthos van de slikken van Waarde. Concept-werkdocument Dienst Getijdewateren, Middelburg



Bijlage 1: Overzicht van op Waarde (binnen MOVE, BIOMON en Verbreding Kanaal door Zuid-Beveland) aangetroffen soorten met beschikbare Nederlandse namen en indeling in diergroep.

Latijnse naam	Nederlandse naam	Diergroep
<i>Alkmaria romijni</i>	borstelworm	Wormen
<i>Arenicola marina</i>	Zeepier	Wormen
Ascidacea	zakpijpen	Zakpijpen
<i>Balanus improvisus</i>	Brakwaterpok	Kreeftachtigen
<i>Barnea candida</i>	Witte boormossel	Weekdieren (Tweekleppigen)
<i>Bathyporeia spec.</i>	Kniksprietkreeftje	Kreeftachtigen
<i>Bathyporeia elegans</i>	Kniksprietkreeftje	Kreeftachtigen
<i>Bathyporeia pilosa</i>	Kniksprietkreeftje	Kreeftachtigen
<i>Bathyporeia sarsi</i>	Kniksprietkreeftje	Kreeftachtigen
<i>Bivalvia</i>	Tweekleppigen	Weekdieren (Tweekleppigen)
<i>Capitella capitata</i>	borstelworm	Wormen
<i>Carcinus maenas</i>	Gewone strandkrab	Kreeftachtigen
<i>Cerastoderma edule</i>	Kokkel	Weekdieren (Tweekleppigen)
<i>Corophium spec.</i>	slijkgarnaaltje	Kreeftachtigen
<i>Corophium arenarium</i>	slijkgarnaaltje	Kreeftachtigen
<i>Corophium insidiosum</i>	slijkgarnaaltje	Kreeftachtigen
<i>Corophium lacustre</i>	slijkgarnaaltje	Kreeftachtigen
<i>Corophium volutator</i>	slijkgarnaaltje	Kreeftachtigen
<i>Crangon crangon</i>	Gewone garnaal	Kreeftachtigen
<i>Cyathura carinata</i>	zeepissebed	Kreeftachtigen
Dolichopodidae-larvae	vliegen-larven	Insekten
<i>Eteone spec.</i>	borstelworm	Wormen
<i>Eteone flava</i>	borstelworm	Wormen
<i>Eteone longa</i>	borstelworm	Wormen
<i>Eurydice pulchra</i>	Agaatpissebed	Kreeftachtigen
Gammaridae	vlokreeft	Kreeftachtigen
<i>Gammarus spec.</i>	vlokreeft	Kreeftachtigen
<i>Hartlaubella gelatinosa</i>	Gedraaide zeedraad	Holtedieren
<i>Haustorius arenarius</i>	Zandvlokreeft	Kreeftachtigen
<i>Heteromastus filiformis</i>	Draadworm	Wormen
<i>Hydrobia ulvae</i>	Wadslakje	Weekdieren (Slakken)
<i>Macoma balthica</i>	Nonnetje	Weekdieren (Tweekleppigen)
<i>Manayunkia aestuarina</i>	borstelworm	Wormen
<i>Melita spec.</i>	vlokreeft	Weekdieren (Kreeftachtigen)
<i>Mya arenaria</i>	Strandgaper	Weekdieren (Tweekleppigen)
<i>Mysella bidentata</i>	Tweetandmosseltje	Weekdieren (Tweekleppigen)
<i>Mytilus edulis</i>	Mossel	Weekdieren (Tweekleppigen)
Nemertea	Snoerwormen	Wormen
<i>Neomysis integer</i>	aasgarnaal	Kreeftachtigen
<i>Nephtys cirrosa</i>	zandzager	Wormen
<i>Nephtys hombergii</i>	zandzager	Wormen
<i>Nereis spec.</i>	zeeduizendpoot	Wormen
<i>Nereis diversicolor</i>	Veelkleurige	Wormen
<i>Nereis succinea</i>	zeeduizendpoot	Wormen
Oligochaeta	Borstelarme wormen	Wormen
<i>Petricola pholadiformis</i>	Amerikaanse boormossel	Weekdieren (Tweekleppigen)
<i>Polydora spec.</i>	borstelworm	Wormen
<i>Polydora ligni</i>	borstelworm	Wormen
<i>Pygospio elegans</i>	borstelworm	Wormen
<i>Scoloplos armiger</i>	Wapenworm	Wormen
<i>Scrobicularia plana</i>	Platte slijkgaper	Weekdieren (Tweekleppigen)
<i>Spio martinensis</i>	borstelworm	Wormen
Spionidae	borstelworm	Wormen
<i>Streblospio shrubsolii</i>	borstelworm	Wormen
Tellinacea	platschelpen	Weekdieren (Tweekleppigen)
<i>Tharyx marioni</i>	borstelworm	Wormen