

**STATISTISCHE ANALYSE VAN DE EERSTE TWEE
MONITORINGSCAMPAGNES (T0) BINNEN HET ONDERZOEK NAAR
DE INVLOED VAN LOZING VAN GECHLOREERD ZEEWATER OP
HET MACROBENTHOS (ZACHT SUBSTRAAT)
EN DE EPIFAUNA (HARD SUBSTRAAT)**

ILVO MEDEDELING nr 132

maart 2013



Jozefien Derweduwen
Annelies De Backer,
Gert Van Hoey
Hans Hillewaert
Jan Wittoeck
Kris Hostens

**Statistische analyse van de eerste twee
monitoringscampagnes (T0) binnen het onderzoek naar
de invloed van lozing van gechloreerd zeewater op
het macrobenthos (zacht substraat)
en de epifauna (hard substraat)**

ILVO MEDEDELING nr 132

maart 2013

ISSN 1784-3197

Wettelijk Depot: D/2013/10.970/132

Jozefien Derweduwen

Annelies De Backer,

Gert Van Hoey

Hans Hillewaert

Jan Wittoeck

Kris Hostens

ILVO Document Controle

Ingediend bij	Claude Deman, Riet Durinck & Filip Van Buynder
Datum van indienen	13/03/13
Projectmanager	Jozefien Derweduwen
Rapport samengesteld door	Jozefien Derweduwen
Kwaliteitscontrole door	Gert Van Hoey, Kris Hostens, Annelies De Backer en Hans Hillewaert
Goedgekeurd door & datum	Annelies De Backer
Versie	3

Versie Controle Geschiedenis			
Auteur	Datum	Commentaar	Versie
Jozefien Derweduwen	19/02/13	Draftversie	V1
Gert Van Hoey	21/02/13	Aanpassingen	V1.1
Jozefien Derweduwen	22/02/13	Tweede versie	V2
Kris Hostens & Annelies De Backer	4/03/13	Aanpassingen	V2.1
Hans Hillewaert	4/03/13	Nagelezen	V2.1
Jozefien Derweduwen	13/03/13	Finale versie	V3

Statistische analyse van de eerste twee monitoringscampagnes (T_0) binnen het onderzoek naar de invloed van lozing van gechloreerd zeewater op het macrobenthos (zacht substraat) en de epifauna (hard substraat)

Jozefien Derweduwen, Annelies De Backer, Gert Van Hoey, Hans Hillewaert, Jan Wittoeck & Kris Hostens

Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO), Eenheid Dier, Onderzoeksdomein Visserij – Sectie Biologisch Milieuonderzoek, Ankerstraat 1, 8400 Oostende

INLEIDING

Fluxys LNG NV bouwt in de haven van Zeebrugge een nieuwe gasinstallatie waarbij zeewater gebruikt wordt om vloeibaar gas op te warmen. Bij intake wordt het zeewater gechloreerd en na gebruik wordt het gechloreerde zeewater geloosd in het dok. De mogelijke milieu-effecten van deze lozing op het mariene ecosysteem moeten opgevolgd worden. Dit gebeurt aan de hand van een impactstudie op het macrobenthos van het zachte substraat en de epifauna van de kaaimuur.

De eerste staalnames -voor de ingebruikname van de installatie (T_0)- vonden plaats in december 2011 en juni 2012. Zowel impactstalen als controlestalen werden bemonsterd. De T_1 -staalnames zullen gebeuren op vergelijkbaar tijdstip en op dezelfde locaties, nadat gestart is met het lozen, zodat de potentiële biologische impact van het lozen van gechloreerd zeewater kan onderzocht worden.

Dit rapport betreft de statistische analyse van de data van eerste twee T_0 -monitoringscampagnes. De doelstelling van deze analyse is tweërlei:

1. een duidelijke weergave brengen van de basis(T_0)-situatie wat soortensamenstelling, densiteit en diversiteit betreft;
2. het experimenteel design testen: zijn er waarneembare verschillen tussen de controle- en 'potentiële impact'-gebieden of zijn deze vergelijkbaar en bieden ze een goede basis voor de verdere impactanalyses?

MATERIAAL EN METHODE

A. MACROBENTHOS



Figuur 1: Van Veen handgrijper

Het macrobenthos wordt omschreven als de organismen die in het sediment leven en groter zijn dan 1 mm. Het macrobenthos werd bemonsterd vanuit de RIB Zeekat van het VLIZ (http://www.vliz.be/NL/Zeeleeuw/Zeeleeuw_RIB) met een Van Veen handgrijper (250 cm²) (Fig. 1).

Er werden 5 stations bemonsterd (4 impact en 1 referentie). De 4 impactstations liggen op een transect volgens de lozingsgradiënt, telkens met toenemende afstand van elkaar en in de richting van de dominante stroming zoals overeengekomen met de verantwoordelijke van ARCADIS (Fig. 2, rode punten 1-4). Het referentiestation ligt buiten de voorspelde stromingsrichting van het lozingswater en zal normaal niet geïmpacteerd worden door gechloreerd zeewater (Fig. 2, rood punt R). Per station

werden 3 replica's en één extra Van Veen voor sedimentanalyse genomen. In totaal waren er dus 20 Van Veenstalen. De macrobenthosstalen (15) werden levend bewaard in een emmer en diezelfde dag in het labo opgespoeld over een 0.5 mm zeef waardoor de organismen grotendeels gescheiden werden van het sediment. Het overblijvend materiaal werd gekleurd met eosine (om de organismen beter te onderscheiden van het resterend sediment) en gefixeerd met 8% formaldehyde-zeewater oplossing. Van elk Van Veenstaal werd een foto genomen voor een grove karakterisatie van het sediment. Het macrobenthos werd gedetermineerd (tot op soortniveau waar mogelijk), geteld en gewogen. Deze gegevens (soort of hoger taxon, aantal en natte biomassa (tot op 0,00001 g nauwkeurig) zijn ingevoerd in de Biolmon databank.



Figuur 2: Staalnamestations: de rode punten (1, 2, 3 en 4 = impact en R = referentie) duiden de macrobenthos- en sedimentstations aan; de gele punten (1 en 2 = impact en R = referentie) duiden de epifaunastations aan.

B. EPIFAUNA + WIEREN

Epifauna wordt omschreven als de organismen (> 1 mm) die geassocieerd zijn met een harde ondergrond en betreft zowel vastzittende (sessiele) fauna (vb. oesters, mosselen,...), als mobiele fauna (vb. slakken, krabben,...). Wieren werden eveneens meegenomen omdat ze mogelijk een structurerende factor zijn voor het voorkomen van de mobiele epifauna. Ze werden enkel in het voorjaar 2012 ingedeeld in grote groepen: bruinwieren, groenwieren en roodwieren. De bemonstering gebeurde met een aluminium frame van $0,25 \text{ m}^2$ ($50 \times 50 \text{ cm}$), via een raster nog eens onderverdeeld in subkwadranten van $10 \times 10 \text{ cm}$ (Zie Fig. 3).



Figuur 3: Aluminium frame van $0,25 \text{ m}^2$ dat is onderverdeeld in subkwadranten van $10 \times 10 \text{ cm}$.

Er werden telkens 3 stations bemonsterd (2 impact en 1 referentie). De 2 impactstations zijn links en rechts van het lozingspunt gesitueerd (Fig. 2, gele punten 1-2) en het referentiestation ligt buiten het stromingstraject van het lozingswater (Fig. 2, geel punt R (Ref)). Per station werden 3 replica's verzameld, telkens ter hoogte van de laagwaterlijn en halverwege de getijdenzone. In totaal zijn er dus 18 epifaunastalen verzameld. Eerst werden bedekkingspercentages van de sessiele epifaunasoorten en de wieren (cf. ISO 19493) geschat en daarna werden telkens 2 subkwadranten (10×10 cm) representatief voor het volledig oppervlak van het frame afgeschraapt. De resultaten van de subkwadranten werden dan later gepoold. De stalen werden gefixeerd met een formaldehyde-zeewateroplossing (8 %). Van elk oppervlak werd vooraf een foto genomen om documentatie te hebben van de bedekkingsgraad, de dominante sessiele fauna en de grote mobiele fauna.

De epifaunastalen werden over een 0,5 mm zeef gebracht en gespoeld waarna de organismen werden gedetermineerd (tot op soortniveau waar mogelijk) en geteld. Omdat het tellen van zeepokken onmogelijk is, werd de dichtheid aan zeepokken volgens een eigen methode bepaald. De pokken werden in drie categorieën ingedeeld: 'U' staat voor 'Uncommon' (1-10), 'C' staat voor 'Common' (11-100) en 'A' betekent 'Abundant' (> 100). Dit geeft aan wat het aandeel aan pokken in één subkwadrant was. Per taxon werd ook aangegeven of het om een primaire sessiel, secundair sessiel of mobiel organisme gaat. Primair sessiele organismen zijn organismen die rechtstreeks op het hard substraat vastzitten, secundair sessiele organismen zijn vastgehecht op de primaire sessiele organismen en mobiele organismen verplaatsen zich op en tussen de sessiele organismen, de kale plekken en de wieren.

De statistische analyse van elke ecosysteemcomponent (macrobenthos, sessiele epifauna -uitgezonderd zeepokken- en mobiele epifauna) werd uitgevoerd met het PRIMERE-packet + PERMANOVA add-on, versie 6.1.6 (Clarke and Gorley, 2006). De multivariate analyses zijn gebaseerd op vierdemachtswortel getransformeerde densiteiten. Daarna werd een similariteitsmatrix geconstrueerd, gebruik makend van de Bray-Curtis similariteitsindex. Voor de gemeenschapsanalyse werden de multivariate technieken MDS (non-metric multidimensional scaling), ANOSIM (analysis of similarities), SIMPER (similarity percentages procedure) en PCA (Principal Component Analysis) toegepast. De bedekkingspercentages werden met een tweedemachtswortel getransformeerd waarna de verschillen tussen de factoren voor elke bedekkingscomponent afzonderlijk werden geanalyseerd. De PCA-analyse is gebaseerd op arcsinus getransformeerde data.

Voor meer verduidelijking omtrent aangetroffen soorten/taxa en patronen, kunnen de voorgaande rapporten (Derweduwen J. *et al.*, 2012a en Derweduwen J. *et al.*, 2012b) steeds geraadpleegd worden.

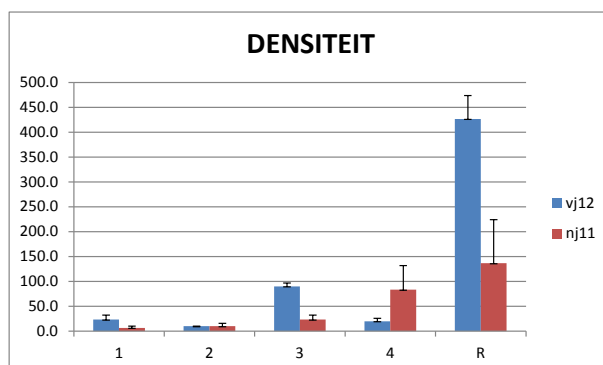
RESULTATEN

A. MACROBENTHOS

1. Densiteit

De factoren seizoen en locatie hadden samen een belangrijk effect ($p=0.002$) op de densiteit, meer specifiek was er op locatie R een significant ($p=0.046$) gemiddeld densiteitsverschil tussen voorjaar 2012 en najaar 2011. In het voorjaar 2012 zijn er dan weer aantoonbare gemiddelde

densiteitsverschillen tussen de referentielocatie (R) en de impactlocaties (1, 2, 3 en 4) ($p \leq 0.01$) (Fig. 4 en Tabel 1).



Figuur 4: Gemiddelde macrobenthosdensiteiten (ind/m²) ± standaarderrors per seizoen en locatie.

Tabel 1: Tabel met gemiddelde macrobenthosdensiteiten (ind/m²) ± standaarderrors per seizoen en locatie.

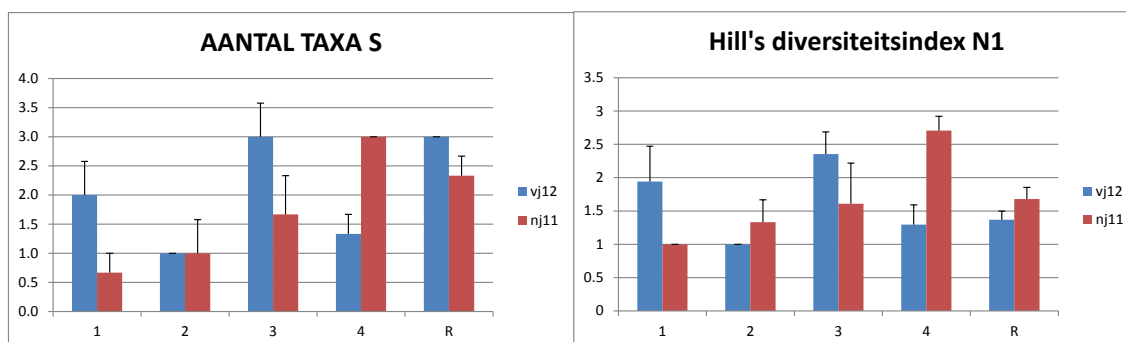
locatie	vj12	nj11
1	23.3 ± 8.8	6.7 ± 3.3
2	10.0 ± 0.0	10.0 ± 5.8
3	90.0 ± 6.7	23.3 ± 8.8
4	20.0 ± 5.8	83.3 ± 48.4
R	426.7 ± 47.0	136.7 ± 87.4

2. Soortenrijkdom

Er werden in totaal 18 macrobenthostaxa gevonden over de seizoenen en locaties heen.

Zowel op het aantal taxa S als op de Hill's diversiteitsindex N_1 was er een sterk gezamenlijk effect waarneembaar van de factoren seizoen en locatie ($p=0.01$). Dit effect was enkel te wijten aan locatie 4 waar het aantal taxa ($p=0.008$) alsook N_1 ($p=0.02$) significant verschilden tussen het najaar 2011 en het voorjaar 2012, met hogere waarden in het najaar dan in het voorjaar.

Binnen elk seizoen waren er ook belangrijke verschillen tussen verschillende locaties maar zonder duidelijk vergelijkbaar patroon in najaar en voorjaar (Fig. 5 en Tabel 2).



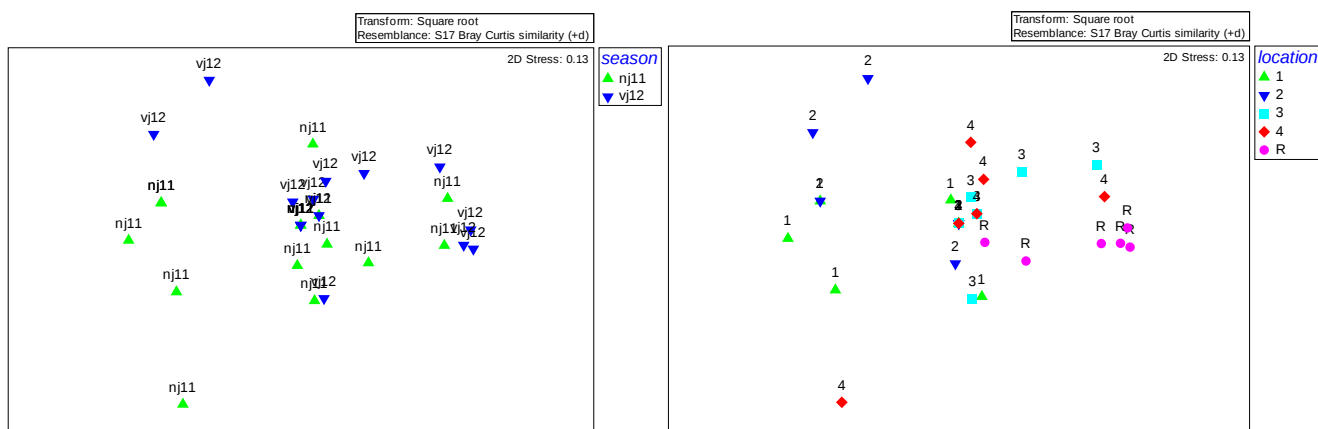
Figuur 5: Gemiddeld aantal taxa S (links) en gemiddelde Hill's diversiteitsindex N_1 (rechts) ± standaarderrors per seizoen en locatie.

Tabel 2: Tabel met het gemiddeld aantal taxa S en de gemiddelde Hill's diversiteitsindex N_1 (rechts) $\pm$ standaarderrors per seizoen en locatie.

locatie	Aantal taxa S		Hill's diversiteitsindex N_1	
	vj12	nj11	vj12	nj11
1	2.0 ± 0.6	0.7 ± 0.3	1.9 ± 0.5	1.0 ± 0
2	1.0 ± 0	1.0 ± 0.6	1.0 ± 0	1.3 ± 0.3
3	3.0 ± 0.6	1.7 ± 0.7	2.4 ± 0.3	1.6 ± 0.6
4	1.3 ± 0.3	3.0 ± 0	1.3 ± 0.3	2.7 ± 0.2
R	3 ± 0	2.3 ± 0.3	1.4 ± 0.1	1.7 ± 0.2

3. Gemeenschapsanalyse

Uit multivariate analyses (Fig. 6) wordt duidelijk dat de factoren seizoen en replica geen significant structurerend effect hadden op de gemeenschapsstructuur van het macrobenthos. De locatie daarentegen, was wel van doorslaggevend belang voor de structurering van de macrobenthosdata hoewel de lage R- waarde toch duidt op een sterke overlap in kenmerkende soorten (Tabel 3).



Figuur 6: MDS (Multidimensional Scaling) plot van de macrobenthosstalen met indicatie van seizoen (links) en locatie (rechts).

Als we de locaties onderling vergelijken, valt op dat referentielocatie R het meest in gemeenschapsstructuur verschilt van elke 'potentiële impact'-locatie (1, 2, 3 en 4). Het significante verschil tussen locatie 1 en R (Ref) was vooral te wijten aan de Cirratulidae (borstelwormen), *Hydrobia* sp. (brakwaterhoren) en de oligochaeten (ringwormen) die meer voorkwamen op locatie R (ref) dan op locatie 1. Dezelfde taxa waren in dezelfde mate verantwoordelijk voor de verschillen tussen het referentiestation R en de andere impactstations (2, 3 en 4) (Tabel 3). Deze verschillen zijn voornamelijk te wijten aan de dichtheidsverschillen van de soorten typisch voor het slibrijke sediment in de haven van Zeebrugge (zie punt 1).

Als we elke locatie nog eens afzonderlijk analyseren, vinden we geen significante verschillen in soortensamenstelling tussen de twee seizoenen.

Tabel 3: Tabel met ANOSIM R- en p-waarden voor de factoren seizoen en locatie en pairwise tests voor de verschillende locaties.

	R	p	Pairwise tests	R	p
Seizoen	0.05	0.1			
Replica	-0.019	0.64			
Locatie	0.19	0.002	1-2	-0.09	0.84
			1-3	0.16	0.06
			1-4	0.03	0.27
			1-R	0.48	<0.001
			2-3	0.15	0.07
			2-4	0.04	0.22
			2-R	0.63	0.002
			3-4	-0.1	0.90
			3-R	0.39	0.024
			4-R	0.33	0.019

De gemiddelde densiteiten waren beduidend hoger in het voorjaar 2012 dan in het najaar 2011. Wat het aantal taxa betreft, speelden zowel seizoen als getijdenzone een cruciale rol.

B. EPIFAUNA

❖ SESSIELE EPIFAUNA + WIEREN

1. Zeepokken

Aangezien de dichtheden van de zeepokken volgens een eigen methode werden bepaald en dus geen numerieke densiteiten of bedekkingspercentages weergeven, behandelen we deze apart. De dichtheden van mosdiertjes en sponzen werden volgens dezelfde methode bepaald maar aangezien ze in slechts enkele stalen voorkwamen, worden ze hier niet in rekening gebracht.

In Tabel 4 kunnen we zien dat *Elminius modestus* op elke locatie en in elke getijdenzone de meest voorkomende zeepokkensoort was. In de lager gelegen zone kwam de soort vooral voor in de abundantieklasse 'Common' terwijl de soort in de hoger gelegen zone vooral 'Abundant' aanwezig was. *Amphibalanus improvisus* kwam het meest voor in het laaggetijgebied maar wel in de abundantieklassen 'Uncommon' en 'Common'. *Semibalanus balanoides* kwam nooit abundant voor en werd in beide getijdenzones even frequent aangetroffen.

Tabel 4: Overzicht van de frequentie van voorkomen per subkwadrant, per getijdenzone, per locatie en per abundantieklasse voor de drie soorten zeepokken (U=Uncommon (1-10); C=Common (11-100); A=Abundant (>100). 4= voorkomen in alle bemonsterde subkwadranten. L = laag in getijdezone; H = hoog in getijdezone; 1= impactlocatie 1; 2 = impactlocatie 2 ; R = referentielocatie)

		Elminius modestus			Amphibalanus improvisus			Semibalanus balanoides		
		U	C	A	U	C	A	U	C	A
L	1	2	2	1	2	1	1	2	0	0
	2	1	4	0	2	1	1	0	2	0
	R	2	4	0	2	2	0	0	0	0
H	1	0	2	2	1	1	0	0	0	0
	2	0	3	3	2	0	0	1	0	0
	R	1	1	4	0	0	0	1	2	0
Totaal		6	16	10	9	5	2	4	4	0

2. Mosselen, oesters, kale plekken en wieren

2.1. Algemeen

Als we de algemene trends over de seizoenen, getijdenzones en locaties heen bekijken, kunnen we afleiden dat het bedekkingspercentage van wieren significant werd beïnvloed door de factoren seizoen en getijdenzone. Er waren beduidend meer wieren in het voorjaar en in de hoger gelegen gebieden. De bedekkingsgraad van mosselen werd enkel beïnvloed door de getijdenzone, met meer mosselen in de lager gelegen zones. Wat de oesters betreft, speelden de factoren seizoen en locatie samen een belangrijke rol. Daarnaast was er voor oesters ook een belangrijke gezamenlijk invloed van de factoren seizoen en getijdenzone en van locatie en getijdenzone. Voor de percentages aan kale plekken was de getijdenzone alsook het samenspel tussen seizoen en locatie van significant belang (Tabel 5).

Tabel 5: Tabel met p-waarden voor de vier bedekkingscomponenten, de verschillende factoren en hun interacties.

	seizoen	getijdenzone	locatie	seizoen x locatie	seizoen x getijdenzone	locatie x getijdenzone
Wieren	<0.001	<0.001	0.89	0.26	0.34	0.98
Mosselen	0.21	<0.001	0.97	0.70	0.73	0.27
Oesters	<0.001	0.11	0.93	0.02	0.01	0.02
kaal	<0.001	<0.001	0.17	0.01	0.38	0.96

Als we de seizoenale variatie uitschakelen door de data per seizoen te analyseren, kunnen we mogelijke effecten van de locatie detecteren.

2.2. Najaar 2011

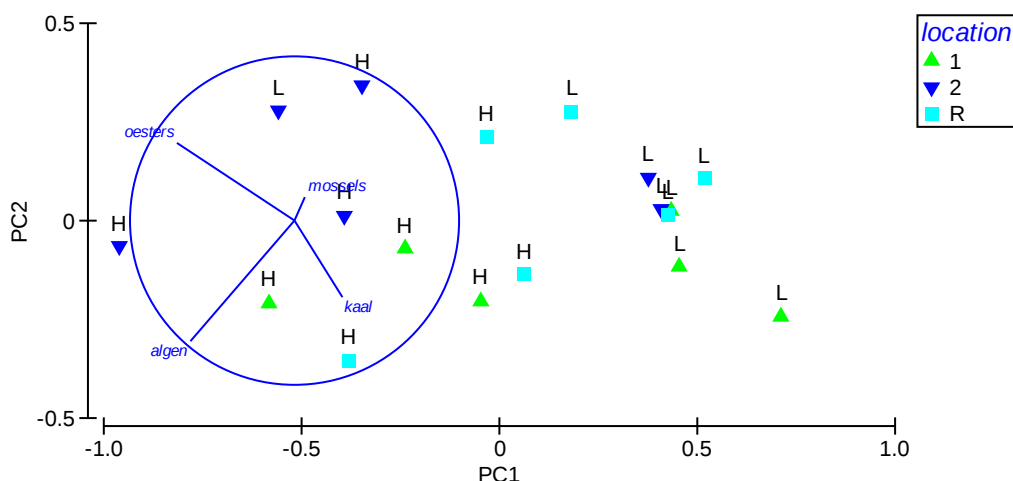
De analyses voor najaar 2011 bevestigen dat de getijdenzone een significant effect had op de gemiddelde bedekkingspercentages van zowel wieren, mosselen als oesters. Het percentage aan kale plekken daarentegen, werd niet beïnvloed door de getijdenzone (Tabel 7). In de lager gelegen zones was het gemiddelde percentage aan wieren 35 % tegenover 72 % in de hoger gelegen zones. Ook de oesters waren met 69 % beter vertegenwoordigd in de hoogwaterzone dan in de laagwaterzone (36 %). De mosselen daarentegen, kwamen talrijker voor in de lager gelegen zones (18 % *versus* 3 %) (Tabel 6). De factor locatie had geen enkele significante invloed op de vier bedekkingscomponenten (Tabel 7). Deze bevindingen kunnen we ook afleiden uit de PCA-plot (Fig. 7). De weergave van de eerste twee Principale Component-assen verklaren samen 90 % van de variatie in de najaarsstalen. De lengte en richting van een vector geeft een indicatie van het belang van die bepaalde factor bij de structurering van de data.

Tabel 6: Tabel met gemiddelde bedekkingspercentages $\pm$ standaarderrors voor de significante bedekkingscomponenten in de hoger en lager gelegen zones.

	wieren	mosselen	oesters	kaal
laagwater	34.7 $\pm$ 4.8	18.2 $\pm$ 4.3	35.6 $\pm$ 8.1	34.3 $\pm$ 6.4
hoogwater	71.9 $\pm$ 5.9	2.7 $\pm$ 2.2	69.3 $\pm$ 6.0	19.4 $\pm$ 4.0

Tabel 7: Tabel met p-waarden voor de vier bedekkingscomponenten en voor de factoren getijdenzone en locatie.

	getijdenzone	locatie
Wieren	< 0.001	0.24
Mosselen	0.001	0.63
Oesters	0.01	0.36
kaal	0.11	0.66



Figuur 7: PCA (Principal Components Analysis) plot van de vier bedekkingscomponenten van najaar 2011 met indicatie van getijdenzone en locatie.

2.3. Voorjaar 2012

Wat de wieren in voorjaar 2012 betreft, werd er onderscheid gemaakt tussen groenwieren, roodwieren en bruinwieren. Ook in dit seizoen komt naar voor dat enkel de getijdenzone een belangrijk structurerend effect had op de bedekkingspercentages en meer specifiek op de percentages aan groenwieren, bruinwieren en mosselen. De bruinwieren waren de meest abundante wiergroep en met 90 % bedekking de meest dominante wiergroep in de hoger gelegen gebieden. De groenwieren en roodwieren waren minder abundant aanwezig en kwamen meer voor in de lager gelegen gebieden. De mosselen waren opnieuw talrijker in de lager gelegen zones. De roodwieren, oesters en kale plekken daarentegen, werden niet significant beïnvloed door de getijdenzone (Tabel 8 en 9).

De factor locatie had ook hier weer geen enkele invloed op de bedekkingsgraad van eender welke bedekkingsgroep (Tabel 9).

Tabel 8: Tabel met gemiddelde bedekkingspercentages $\pm$ standaarderrors voor de significante bedekkingscomponenten in de hoger en lager gelegen zones.

	groenwieren	roodwieren	bruinwieren	mosselen	oesters	kaal
laagwater	24.6 $\pm$ 5.2	14 $\pm$ 7.6	18.9 $\pm$ 6.2	13.6 $\pm$ 3.6	22.1 $\pm$ 2.8	17.4 $\pm$ 2.7
hoogwater	1.1 $\pm$ 0.7	0 $\pm$ 0	90.4 $\pm$ 3.3	0.1 $\pm$ 0.1	27.2 $\pm$ 8.9	5.7 $\pm$ 2.0

Tabel 9: Tabel met p-waarden voor de verschillende bedekkingscomponenten en voor de factoren getijdenzone en locatie.

	getijdenzone	locatie
Groenwieren	0.01	0.66
Roodwieren	0.21	0.21
Bruinwieren	0.003	0.22
Mosselen	0.001	0.55
Oesters	0.26	0.72
kaal	0.14	0.42

❖ MOBIELE EPIFAUNA

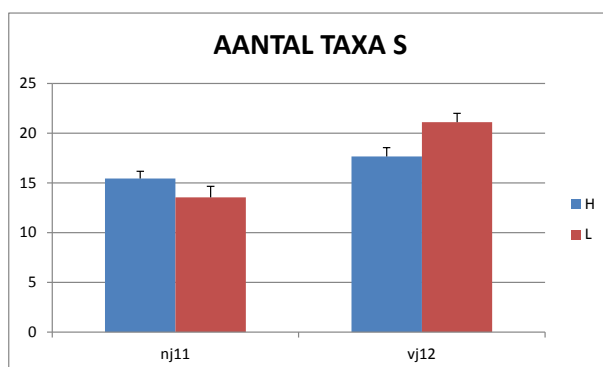
1. Densiteit

Enkel de factor seizoen had een significant effect ($p=0.04$) op de densiteit. In het voorjaar van 2012 lag de gemiddelde densiteit beduidend hoger ($15136 \text{ ind/m}^2 \pm \text{SE } 2892$) dan in het najaar van 2011 ($7978 \text{ ind/m}^2 \pm \text{SE } 976$).

2. Soortenrijkdom

Er werden in totaal 58 epifaunataxa gevonden over de seizoenen en locaties heen.

De factor locatie had geen significante invloed ($p=0.16$) op het aantal taxa S. De combinatie van de factoren seizoen en getijdenzone echter, had wel een doorslaggevend effect ($p=0.01$). In het voorjaar van 2012 was er een duidelijk significant verschil ($p=0.02$) tussen het aantal taxa in de hoger gelegen *versus* de lager gelegen gebieden in de getijdenzone (met meer taxa in deze laatste zone). In het najaar van 2011 was het verschil kleiner en niet significant. Als we enkel binnen de lager gelegen zone kijken, is er een belangrijk verschil ($p<0.001$) te vinden tussen najaar 2011 en voorjaar 2012 (Fig. 8 en Tabel 10).



Figuur 8: Gemiddeld aantal taxa S (links) en gemiddelde Hill's diversiteitsindex N_1 (rechts) $\pm$ standaarderrors per seizoen en getijdenzone.

Tabel 10: Tabel met het gemiddeld aantal taxa S $\pm$ standaarderrors per seizoen en getijdenzone.

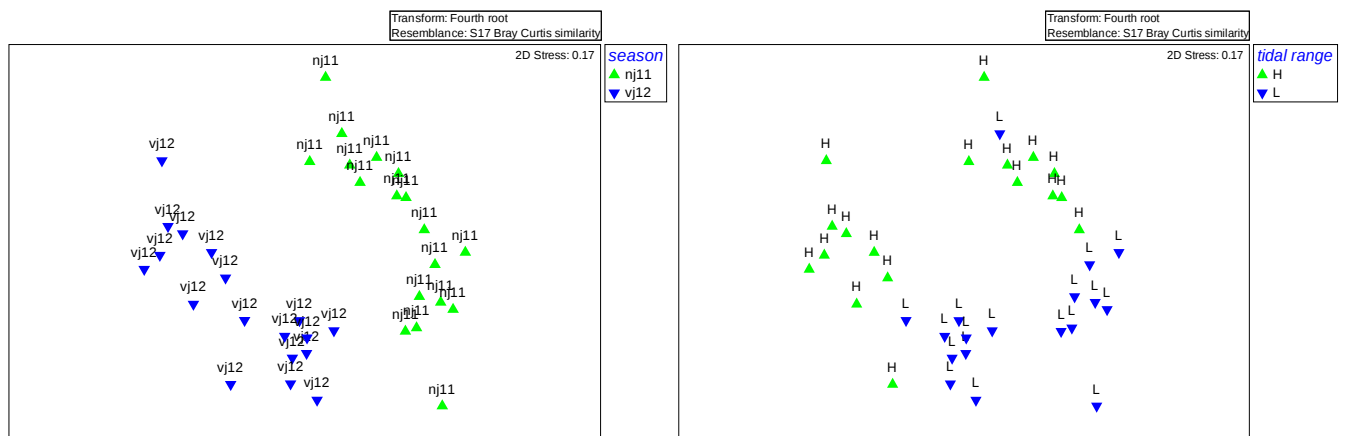
	nj 2011	vj 2012
H	15.4 ± 0.7	17.7 ± 1.1
L	13.6 ± 0.9	21.1 ± 0.9

Geen enkele van de factoren seizoen ($p=0.26$), getijdenzone ($p=0.16$) en locatie ($p=0.23$) vertoonde enig significant effect op de Hill's diversiteitsindex H_1 .

3. Gemeenschapsanalyse

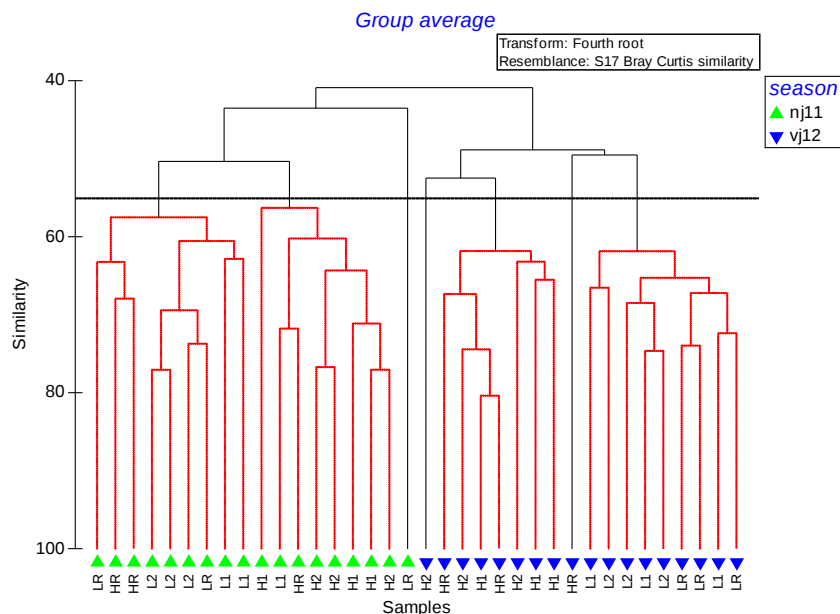
3.1. Algemeen

Uit diverse multivariate analyses (Fig. 9 en 10) wordt duidelijk dat seizoen ($R=0.69$; $p=0.001$) en getijdenzone ($R=0.36$; $p=0.001$) de mobiele epifaunagemeenschap op een significante manier structureren. Tussen de verschillende replica's ($R= -0.058$; $p=0.93$) en locaties ($R= -0.016$; $p=0.6$) waren er geen significante verschillen wat de gemeenschapsstructuur betreft.



Figuur 9: MDS (Multidimensional Scaling) plot van de mobiele epifaunastalen met indicatie van seizoen (links) en getijdenzone (rechts)

Het feit dat er geen significante verschillen aan te tonen zijn tussen de verschillende locaties, toont aan dat de impactpunten en de referentiepunten heel gelijkaardig zijn qua mobiele epifaunagemeenschap en dus een goede basis vormen voor verdere impactanalyses.



Figuur 10: CLUSTER-analyse (similariteitsniveau van 55%) met indicatie van getijdenzone (H-L), locatie (1, 2 en R) en seizoen (nj 11 en nj12); H= hoger gelegen gebied en L= lager gelegen gebied; 1 en 2=impact- en R=referentielocatie.

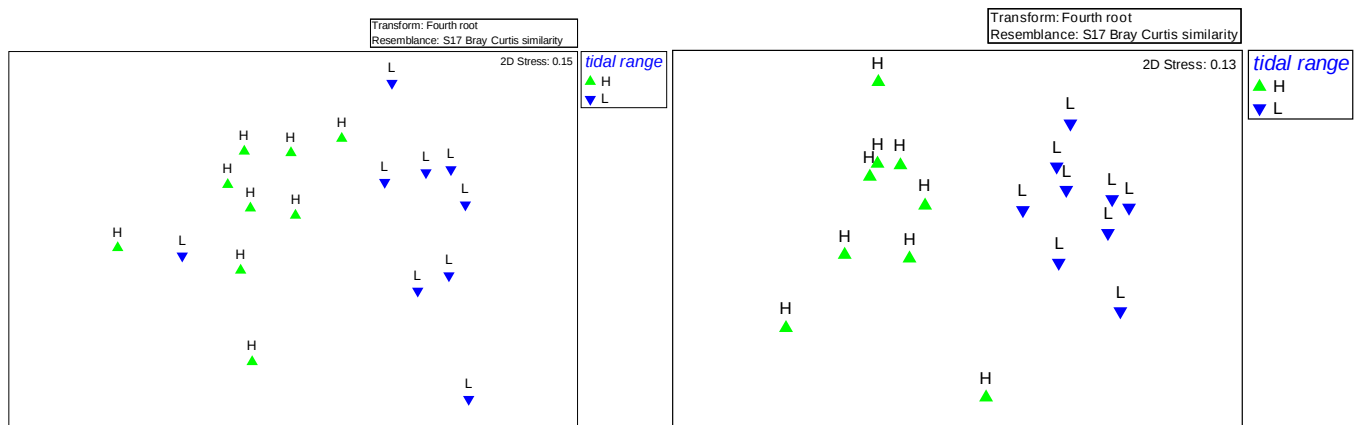
Een SIMPER-analyse geeft aan dat de verschillen tussen najaar en voorjaar vooral te wijten zijn aan de Halacaridae (mijten), de Brachyura (krabben: megalope-larven en juvenielen) die enkel in het voorjaar voorkwamen. De *Telmatogeton* (dansmug) larven kwamen meer in het voorjaar voor dan in het najaar en *Anurida maritima* (blauwe springstaart) werd iets meer teruggevonden in het najaar. De Chironomidae (dansmuggen) waren dan weer uitsluitend in het najaar aanwezig.

De verschillen tussen de twee getijdenzones zijn vooral te verklaren door de hogere densiteiten van Halacaridae (mijten), *Hyale prevosti* (vlokreeftje), *Anurida maritima* en een andere familie springstaarten (Isotomidae) in de hoger gelegen getijdenzone en aan de hogere densiteiten van *Telmatogeton* larven en *Corophium* sp. (slijkgarnaal) in de lager gelegen getijdenzone.

3.2. Seizoen

Als we de seizoenale variatie opnieuw uitschakelen, wordt duidelijk dat de gemeenschapsstructuur niet significant verschilde tussen de verschillende locaties, zowel in het najaar 2011 ($p=0.05$) als in het voorjaar 2012 ($p=0.8$). Dit betekent dat de locaties goed gekozen zijn.

Uit multivariate analyses (Fig. 11) blijkt echter wel dat de getijdenzone een belangrijk structurerend effect heeft op de mobiele epifaunagemeenschap, zowel in het najaar 2011 ($p=0.003$) als in het voorjaar 2012 ($p<0.001$).



Figuur 11: MDS (Multidimensional Scaling) plot van de mobiele epifaunastalen met indicatie van getijdenzone voor het najaar 2011 (links) en het voorjaar 12 (rechts); H= hogere gelegen gebied en L= lager gelegen gebied.

De verschillen tussen hoger en lager gelegen zones in het najaar 2011 zijn voornamelijk te wijten aan *Anurida maritima* (blauwe springstaart), Chironomidae (dansmuggen), Isotomidae (springstaarten), *Hyale prevosti* (vlokreeftje) en *Littorina fabalis* (platte alikruik) die in hogere densiteiten voorkwamen in de hoger gelegen zones. Deze hogere densiteiten kunnen we in verband brengen met de hogere percentages aan wieren die voor bovengenoemde taxa een geschikt biotoop vormen. *Littorina fabalis* komt specifiek voor op en tussen bruinwieren die als voedselplanten dienen en waarop de eieren gelegd worden. *Melita palmata* (grote zeemol) en *Corophium* sp. (vlokreeftje) daarentegen, kwamen meer voor in de lager gelegen zones. Beide soorten vlokreeftjes komen voor op zanderige/modderige bodems (eventueel met stenen) wat de hogere densiteiten in de laagwaterzone verklaart. In het voorjaar 2012 zijn de verschillen voornamelijk toe te schrijven aan de Halacaridae (mijten), de Eviphididae (mijten) en *Anurida maritima* die abundanter voorkwamen in de hoger gelegen gebieden, terwijl *Telmatogeton* (dansmug) larven en *Corophium* sp. (slijkgarnaal) vooral in de lager gelegen zones aanwezig waren. De hogere densiteiten aan mijten in de hoogwaterzone kunnen ook hier geassocieerd worden met de hoge bedekkingsgraad aan wieren terwijl *Telmatogeton* sp. vooral

voorkomt in de lager gelegen spatzone waar de groenwieren een goede voedselbron voor de larven vormen.

CONCLUSIES

❖ MACROBENTHOS

De bemonsterde macrobenthossoorten zijn soorten die typisch zijn voor verstoorde slibrijke sedimenten, zoals in de haven van Zeebrugge.

Voor de parameters densiteit en diversiteit waren er zowel verschillen tussen de locaties en de seizoenen. Verschillen in de gemeenschapsstructuur werden gevonden tussen de locaties, terwijl seizoen geen invloed had. Locatie R (= referentie) verschilde van de andere vier 'potentiële impact'-locaties door de hogere densiteiten van Cirratulidae (borstelwormen), *Hydrobia* sp. (brakwaterhoren) en oligochaeten (ringwormen). Voorgaande kan te wijten zijn aan het feit dat er op de vier 'potentiële impact'-locaties regelmatig gebaggerd wordt, wat niet het geval is op locatie R (Ref). De gemeenschapsstructuur en densiteit op locatie R (Ref) kunnen beschouwd worden als een weerspiegeling van wat er verwacht kan worden aan benthos in een dok. De baggerintensiteit zal, naast de chlorering, een extra factor zijn om rekening mee te houden in verdere impactanalyses.

De mogelijke chloereerimpact op het macrobenthos zal in de toekomst volgens het huidig design geëvalueerd worden aan de hand van:

- vergelijking met de T₀-situatie;
- verschuivingen in macrobenthoskarakteristieken langsheen de staalnamegradiënt waardoor we eerder een Before/After dan een Controle/Impact-analyse zullen doorvoeren
- baggerintensiteit als extra impactfactor

❖ SESSIELE EPIFAUNA

Wat de zeepokken betreft, was *Elminius modestus* de meest aangetroffen soort, op elke locatie en in elke getijdenzone. De soort kwam vooral in het hoger gelegen getijdengebied voor.

Het percentage aan wieren, oesters, mosselen en kale plekken werd beïnvloed door het seizoen, de getijdenzone of een combinatie van deze factoren. Enkel voor de oesters was de locatie nog een bijkomende belangrijke factor.

Wanneer we de seizoenale variatie uitsluiten, speelde enkel de getijdenzone een cruciale rol; er waren beduidend meer wieren en oesters in de hoger gelegen gebieden terwijl er meer mosselen en kale plekken te vinden waren in de lager gelegen zones, al dan niet significant verschillend. Zoals uit voorjaar 2012 blijkt, komen groenwieren en roodwieren meer voor in lager gelegen gebieden, dit in tegenstelling tot bruinwieren die abundanter waren in de hoger gelegen gebieden. De factor locatie had geen enkele invloed op eender welke bedekkingsgroep dus kunnen we aannemen dat de het staalnamedesign hier goed gekozen is gezien de 'potentiële impact'- en referentiestations vergelijkbare bedekkingspercentages vertonen.

❖ CONCLUSIE MOBIELE EPIFAUNA

De gemiddelde densiteiten waren beduidend hoger in het voorjaar 2012 dan in het najaar 2011. Wat de soortenrijkdom betreft, speelden zowel seizoen als getijdenzone een cruciale rol.

De factoren seizoen en getijdenzone hadden ook een belangrijk structurerend effect op de mobiele epifaunagemeenschap. Binnen één seizoen zijn er belangrijke gemeenschapsverschillen merkbaar tussen de getijdenzones. De locaties verschilden heel weinig qua gemeenschapsstructuur, wat betekent

dat de referentielocatie goed gekozen is. Dit laat ons dan ook toe om een BACI (Before/After-Control/Impact)-analyse door te voeren.

Contact info

Jozefien Derweduwen (jozefien.derweduwen@ilvo.vlaanderen.be)

Annelies De Backer (annelies.debacker@ilvo.vlaanderen.be)

Kris Hostens (kris.hostens@ilvo.vlaanderen.be)

Referenties

Clarke, K.R., Gorley, R.N. (2006). PRIMER v6: User Manual/tutorial PRIMER-E. Plymouth, UK.

Derweduwen, J.; De Backer A.; Hillewaert, H.; Wittoeck, J. ; Hostens, K. (2012). 19 blz. (ILVO-mededeling; 119). Voortgangsrapport 1 betreffende het onderzoek naar de invloed van lozing van gechloreerd zeewater op het macrobenthos (zacht substraat) en de epifauna (hard substraat) PERIODE december 2011 – mei 2012

Derweduwen, J.; Hillewaert, H.; Vansteenbrugge, L.; Vantieghem, P.; Hostens, K. (2012). 23 blz. (ILVO-mededeling; 120). Voortgangsrapport 2 betreffende het onderzoek naar de invloed van lozing van gechloreerd zeewater op het macrobenthos (zacht substraat) en de epifauna (hard substraat) PERIODE juni 2012 – november 2012

Engledow, H.; Spanoghe, G.; Volckaert, A.M.; Coppejans, E.; Degraer, S.; Vincx, M.; Hoffmann, M. (2001). Onderzoek naar (1) de fysische karakterisatie en (2) de biodiversiteit van strandhoofden en andere harde constructies langs de Belgische kust: eindrapport van de onderhandse overeenkomst dd. 17.02.2000 i.o.v. de Afdeling Waterwegen Kust van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en infrastructuur, Administratie Waterwegen en Zeewezen. *Rapport Instituut voor Natuurbeschoud*, 2001.20. Instituut voor Natuurbeschoud/Universiteit Gent: Gent. 110 + annexes pp

EN ISO 19493 (2007). Water quality – Guidance on marine biological surveys of hard-substrate communities, pp. 32

EN ISO 16665 (2005). Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna., pp. 30

Hayward, P.; Nelson-Smith, T.; Shields, C., Bramall, W.; de Weert W.H. (1999). Tirion Natuur. Gids van kust en strand: flora en fauna.

BIJLAGE

Bijlage 1: Soortenlijst van het macrobenthos

Latijnse naam	Nederlandse naam
<i>Abra alba</i>	witte dunschaal
<i>Abra alba spat</i>	gesettelde larve van witte dunschaal
<i>Bivalvia spat</i>	gesettelde larve van tweekleppige
<i>Capitella</i>	borstelworm
Cirratulidae	borstelwormen
Gastropoda	slakken
<i>Heteromastus filiformis</i>	draadworm
<i>Hydrobia</i>	brakwaterhoren
<i>Jassa herdmani</i>	vlokreeftje
<i>Macoma balthica</i>	nonnetje
<i>Mya spat</i>	gesettelde larve van gaper
Nematoda	rondwormen
<i>Nephtys cirrosa</i>	zandzager
<i>Nephtys hombergii</i>	zandzager
<i>Nephtys juvenile</i>	juveniele zandzager
Oligochaeta	ringwormen
<i>Owenia fusiformis</i>	kokerworm
<i>Scoloplos armiger</i>	wapenworm
<i>Streblospio benedicti</i>	borstelworm

Bijlage 2: Soortenlijst van de mobiele epifauna

Latijnse naam	Nederlandse naam
<i>Abra alba</i>	witte dunschaal
<i>Allita succinea</i>	ambergele zeeduizendpoot
Alticini	kevers
<i>Anurida maritima</i>	blauwe springstaart
<i>Aora gracilis</i>	vlokreeftje
<i>Apohyale prevostii</i>	vlokreeftje
<i>Brachyura juvenile</i>	juveniele krabben
<i>Bivalvia spat</i>	gesettelde larve van tweekleppige
<i>Brachyura</i>	krabben
<i>Brachyura megalope</i>	megalope-larve van krabben
<i>Brania pusilla</i>	borstelworm
<i>Carcinus maenas</i>	strandkrab
Chironomidae	dansmuggen
Cirratulidae	borstelwormen
<i>Corophium</i>	slijkgarnaal
<i>Crangon crangon</i>	grijze garnaal
<i>Crassostrea gigas</i>	Japanse oester

<i>Crassostrea gigas</i> spat	gesettelde larve van Japanse oester
<i>Crepidula fornicata</i>	muiltje
Culicidae	steekmuggen
<i>Emplectonema gracile</i>	snoerworm
<i>Eteone gracilis</i>	wadworm
<i>Eteone longa</i>	groengele wadworm
<i>Eulalia viridis</i>	groene bladkieuwworm
Eviphididae	mijten
<i>Fabricia stellaris</i>	borstelworm
<i>Gammarus crinicornis</i>	vlokreeftje
Halacaridae	mijten
<i>Harmothoe umbricata</i>	gladschubbige zeerups
<i>Hemigrapsus takanoi</i>	penseelkrabbetje
<i>Hydrophorus</i>	vlieg
<i>Hydrophorus oceanus</i>	vlieg
<i>Hydrophorus oceanus</i> larvae	vliegenlarve
<i>Idotea granulosa</i>	zeepissebed
<i>Idotea granulosa</i> juvenile	juveniel zeepissebed
Isotomidae	springstaarten
<i>Jaera albifrons</i>	witkoppissebed
<i>Lanice conchilega</i>	schelpkokerworm
<i>Lepidonotus squamatus</i>	geschubde zeerups
<i>Limnoria quadripunctata</i>	zeepissebed
Lineus	snoerworm
<i>Littorina fabalis</i>	platte alikruik
<i>Littorina littorea</i>	gewone alikruik
<i>Littorina saxatilis</i>	ruwe alikruik
<i>Littorina spat</i>	gesettelde larve van alikruik
<i>Melita palmata</i>	grote zeemol
Mesostigmata	mijten
<i>Mytilus edulis</i>	mossel
<i>Mytilus edulis</i> spat	gesettelde larve van mossel
Nemertea	snoerwormen
<i>Odostomia scalaris</i>	mosselslurper
<i>Onchidoris muricata</i>	wrattige sterslak
<i>Patella vulgata</i>	gewone schaalhoren
<i>Pholoe inornata</i>	borstelworm
<i>Phyllodoce maculata</i>	gestippelde dieseltreinworm
<i>Phyllodoce mucosa</i>	borstelworm
Phyllodocidae juvenile	juveniele borstelwormen
Platyhelminthes	platwormen
<i>Polydora</i>	slikkokerworm
Staphylinidae	kortschildkevers
<i>Telmatogeton</i> larvae	dansmuglarve
Tipulidae	langpootmuggen

Bijlage 3: Univariate parameters van het macrobenthos.

station	impact	location	replica	season	S	N	N1
ZI 1-A-nj11	impact	1	A	nj11	0	0	1
ZI 1-A-vj12	impact	1	A	vj12	1	10	1
ZI 1-B-nj11	impact	1	B	nj11	1	10	1
ZI 1-B-vj12	impact	1	B	vj12	2	20	2
ZI 1-C-nj11	impact	1	C	nj11	1	10	1
ZI 1-C-vj12	impact	1	C	vj12	3	40	3
ZI 2-A-nj11	impact	2	A	nj11	0	0	1
ZI 2-A-vj12	impact	2	A	vj12	1	10	1
ZI 2-B-nj11	impact	2	B	nj11	2	20	2
ZI 2-B-vj12	impact	2	B	vj12	1	10	1
ZI 2-C-nj11	impact	2	C	nj11	1	10	1
ZI 2-C-vj12	impact	2	C	vj12	1	10	1
ZI 3-A-nj11	impact	3	A	nj11	1	10	1
ZI 3-A-vj12	impact	3	A	vj12	4	210	2
ZI 3-B-nj11	impact	3	B	nj11	1	20	1
ZI 3-B-vj12	impact	3	B	vj12	2	30	2
ZI 3-C-nj11	impact	3	C	nj11	3	40	3
ZI 3-C-vj12	impact	3	C	vj12	3	30	3
ZI 4-A-nj11	impact	4	A	nj11	3	180	2
ZI 4-A-vj12	impact	4	A	vj12	1	10	1
ZI 4-B-nj11	impact	4	B	nj11	3	40	3
ZI 4-B-vj12	impact	4	B	vj12	2	30	2
ZI 4-C-nj11	impact	4	C	nj11	3	30	3
ZI 4-C-vj12	impact	4	C	vj12	1	20	1
ZR-A-nj11	ref	R	A	nj11	2	30	2
ZR-A-vj12	ref	R	A	vj12	3	520	1
ZR-B-nj11	ref	R	B	nj11	3	310	1
ZR-B-vj12	ref	R	B	vj12	3	370	2
ZR-C-nj11	ref	R	C	nj11	2	70	2
ZR-C-vj12	ref	R	C	vj12	3	390	1

Bijlage 4: Gemiddelde bedekkingspercentages van de sessiele epifauna.

			wieren	mosselen	oesters	kaal
najaar 2011	locatie 1	laagwater	32.7 ± 3.7	18.7 ± 5.8	21.3 ± 4.8	53.7 ± 11.4
		hoogwater	76.0 ± 7.0	0.7 ± 0.7	68.3 ± 6.7	31.3 ± 7.0
	locatie 2	laagwater	43.3 ± 13.4	16.3 ± 12.0	50.7 ± 20.7	21.3 ± 7.1
		hoogwater	73.7 ± 13.0	7.3 ± 6.4	86.3 ± 5.5	9.7 ± 3.4
	locatie R	laagwater	28.0 ± 4.6	19.7 ± 6.2	34.7 ± 10.7	28.0 ± 4.0
		hoogwater	66.0 ± 13.3	0.0 ± 0.0	53.3 ± 8.7	17.3 ± 3.5
voorjaar 2012	locatie 1	laagwater	62.7 ± 2.7	14.0 ± 5.5	16.3 ± 4.1	14.0 ± 5.9
		hoogwater	88.0 ± 8.3	0.3 ± 0.3	42.7 ± 9.3	5.3 ± 3.5
	locatie 2	laagwater	49.3 ± 11.4	10.0 ± 3.5	28.0 ± 4.6	20.7 ± 4.7
		hoogwater	91.7 ± 2.7	0.0 ± 0.0	1.7 ± 1.7	6.7 ± 2.7
	locatie R	laagwater	62.0 ± 2.0	18.5 ± 13.5	22.0 ± 2.0	17.5 ± 2.5
		hoogwater	95.0 ± 5.0	0.0 ± 0.0	37.3 ± 19.2	5.0 ± 5.0

Bijlage 5: Univariate parameters van de mobiele epifauna

station	impact	location	tidal range	replica	season	S	N	N1
ZHS1-H-A-nj11	impact	1	H	A	nj11	15	9550	8.8
ZHS1-H-B-nj11	impact	1	H	B	nj11	13	3600	9.1
ZHS1-H-C-nj11	impact	1	H	C	nj11	16	9650	7.6
ZHS1-L-A-nj11	impact	1	L	A	nj11	15	13750	8.0
ZHS1-L-B-nj11	impact	1	L	B	nj11	16	13550	8.0
ZHS1-L-C-nj11	impact	1	L	C	nj11	16	5700	8.1
ZHS2-H-A-nj11	impact	2	H	A	nj11	13	6350	5.0
ZHS2-H-B-nj11	impact	2	H	B	nj11	20	8300	11.5
ZHS2-H-C-nj11	impact	2	H	C	nj11	14	5850	4.9
ZHS2-L-A-nj11	impact	2	L	A	nj11	12	6300	7.3
ZHS2-L-B-nj11	impact	2	L	B	nj11	15	4050	8.1
ZHS2-L-C-nj11	impact	2	L	C	nj11	10	3100	6.6
ZHSR-H-A-nj11	ref	R	H	A	nj11	17	9700	6.2
ZHSR-H-B-nj11	ref	R	H	B	nj11	16	18300	4.2
ZHSR-H-C-nj11	ref	R	H	C	nj11	15	7150	8.4
ZHSR-L-A-nj11	ref	R	L	A	nj11	14	9350	8.8
ZHSR-L-B-nj11	ref	R	L	B	nj11	9	2000	5.7
ZHSR-L-C-nj11	ref	R	L	C	nj11	15	7350	8.8
ZHS1-H-A-vj12	impact	1	H	A	vj12	22	5300	14.8
ZHS1-H-B-vj12	impact	1	H	B	vj12	22	7050	10.7
ZHS1-H-C-vj12	impact	1	H	C	vj12	18	17200	3.7
ZHS1-L-A-vj12	impact	1	L	A	vj12	20	10950	8.6
ZHS1-L-B-vj12	impact	1	L	B	vj12	19	13400	6.4
ZHS1-L-C-vj12	impact	1	L	C	vj12	26	20250	11.3
ZHS2-H-A-vj12	impact	2	H	A	vj12	20	41700	5.1
ZHS2-H-B-vj12	impact	2	H	B	vj12	15	6850	5.7
ZHS2-H-C-vj12	impact	2	H	C	vj12	16	3600	9.8
ZHS2-L-A-vj12	impact	2	L	A	vj12	20	7800	11.9
ZHS2-L-B-vj12	impact	2	L	B	vj12	19	9750	12.9
ZHS2-L-C-vj12	impact	2	L	C	vj12	21	8400	10.1
ZHSR-H-A-vj12	ref	R	H	A	vj12	18	17300	6.0
ZHSR-H-B-vj12	ref	R	H	B	vj12	16	35700	3.2
ZHSR-H-C-vj12	ref	R	H	C	vj12	12	2100	8.3
ZHSR-L-A-vj12	ref	R	L	A	vj12	25	40550	7.0
ZHSR-L-B-vj12	ref	R	L	B	vj12	19	7200	8.9
ZHSR-L-C-vj12	ref	R	L	C	vj12	21	17350	8.2

Contact:

Jozefien Derweduwen, Wetenschappelijk onderzoeker
Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek ILVO
Eenheid Dier
Ankerstraat 1 - 8400 Oostende
Tel. +32 (0)59 56 98 18
jozefien.derweduwen@ilvo.vlaanderen.be

Deze publicatie kan ook geraadpleegd worden op:
www.ilvo.vlaanderen.be

Vermenigvuldiging of overname van gegevens toegestaan mits duidelijke bronvermelding

Aansprakelijkheidsbeperking

Deze publicatie werd door ILVO met de meeste zorg en nauwkeurigheid opgesteld. Er wordt evenwel geen enkele garantie gegeven omtrent de juistheid of de volledigheid van de informatie in deze publicatie. De gebruiker van deze publicatie ziet af van elke klacht tegen ILVO of zijn ambtenaren, van welke aard ook, met betrekking tot het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

In geen geval zal ILVO of zijn ambtenaren aansprakelijk gesteld kunnen worden voor eventuele nadelige gevolgen die voortvloeien uit het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek
Burg. Van Gansberghelaan 96
9820 Merelbeke - België
T +32 (0)9 272 25 00
F +32 (0)9 272 25 01
ilvo@ilvo.vlaanderen.be
www.ilvo.vlaanderen.be

