

Datarapport 2011: Monitoring zware metalen in biota *Oosterschelde- en Westerschelde bekken*

S.T. Glorius en M.J. van den Heuvel-Greve
Rapport C079/12



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

RWS Zeeland / Waterdienst
Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van
Rijkswaterstaat

Publicatiedatum:

Juli 2012

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68 1970 AB IJmuiden Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 26 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 77 4400 AB Yerseke Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 59 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 57 1780 AB Den Helder Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)223 63 06 87 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 167 1790 AD Den Burg Texel Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 62 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl
---	--	---	--

© 2011 IMARES Wageningen UR

IMARES is onderdeel van Stichting DLO
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V12.2

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
Samenvatting	5
1. Inleiding	8
2. Monsterlocaties	9
3. Methoden	13
3.1 Bemonstering biota.....	13
3.2 Analysemethode.....	14
3.3 Berekening Pollution Load Index	14
3.4 Statistische analyses.....	15
4. Resultaten	16
4.1 Resultaten Oosterschelde bekken.....	16
4.1.1 Ruimtelijke variatie in metaalgehalten.	16
4.1.2 Temporele variatie in metaalgehalten.	17
4.1.3 Effect van type oeververdediging.	20
4.1.4 Vergelijking van metaalgehalten in zakpijpsorten.....	22
4.2 Resultaten Westerscheldebekken	23
4.2.1 Ruimtelijke variatie in metaalgehalten.	23
4.2.2 Temporele variatie in metaalgehalten.	23
4.2.3 Effect van type versteviging.	24
5. Discussie en conclusie	27
5.1 Oosterschelde bekken	27
5.2 Westerschelde bekken.....	28
5.3 Algemene conclusies.....	28
5.4 Aanbevelingen	29
6. Kwaliteitsborging	31
Referenties	32
Bijlage A. Ruwe data monitoring 2011 - Oosterschelde	34
Bijlage B. Ruwe data monitoring 2011 – Westerschelde	43
Bijlage C. Grafieken temporele variatie in metaalgehalten – Oosterschelde.....	45
Bijlage D. Grafieken effect ondergrond – Oosterschelde (<i>Styela clava</i>)	52

Bijlage E. Grafieken effect ondergrond – Oosterschelde (<i>Ciona intestinalis</i>).....	56
Bijlage F. Verschil metaalconcentratie voor 3 deelgebieden - Oosterschelde.....	59
Bijlage G. Invloed directe hechting op nieuwe ondergrond - Oosterschelde	61
Bijlage H. Grafieken metaalgehalte in zakpijpsorten - Oosterschelde	62
Bijlage I. Grafieken temporele variatie in metaalgehalten – Westerschelde	65
Bijlage J. Grafieken effect ondergrond - Westerschelde.....	68

Samenvatting

Erosie tast de stabiliteit van de waterkeringen in zowel de Oosterschelde als de Westerschelde aan. Om de stabiliteit van de waterkeringen te garanderen, worden oeverbestortingen uitgevoerd met staalslakken of breukstenen. De bestortingswerkzaamheden worden verspreid in 3 clusters uitgevoerd. In 2009 is begonnen met de werkzaamheden van Cluster 1.

Om eventuele negatieve effecten van de nieuwe ondergrond voor het milieu vast te kunnen stellen is een monitoringsprogramma gestart. In dit programma wordt zowel gekeken naar de ontwikkeling in soortensamenstelling als naar gehalten aan zware metalen in specifieke epifauna soorten. In 2009 is, voorafgaand aan het aanbrengen van de nieuwe ondergrond, een eerste bemonstering uitgevoerd om de uitgangssituatie (T0) vast te stellen. In 2010 en 2011 zijn bemonsteringen uitgevoerd om het effect van de nieuwe ondergrond te toetsen, respectievelijk één (T1) en twee jaar (T2) na aanbrengen van de nieuwe ondergrond. De biota bemonsteringen zijn uitgevoerd door Stichting Zeeschelp, chemische analyses zijn uitbesteed aan TNO Zeist. IMARES heeft het onderzoek gecoördineerd en gerapporteerd.

In dit rapport wordt verslag gedaan van de concentratie aan zware metalen aangetroffen in de epifauna soorten verzameld in de 2011 (T2), voor zowel het Oosterschelde (OS) als het Westerschelde (WS) bekken. Op basis van deze monitoringsresultaten zijn de volgende onderwerpen onderzocht:

- 1) Bepaling van natuurlijke variatie in de Oosterschelde en Westerschelde.
- 2) Invloed van de nieuwe ondergrond op gehalten aan metalen in biota.
- 3) Bepaling van gehalten aan zware metalen in drie verschillende zakpijpsoorten.

De keuze van de te analyseren metalen is onder meer gebaseerd op de lijst aan zware metalen die in het Besluit Bodemkwaliteit staan. Het betreft de volgende stoffen: arseen, barium, cadmium, kobalt, chroom, koper, kwik, molybdeen, nikkel, lood, antimoon, seleen, tin, vanadium en zink. Additioneel op deze stoffenlijst zijn ook aluminium, ijzer en mangaan geanalyseerd, omdat deze metalen uit staalslakken kunnen logen volgens experimentele studies.

De **natuurlijke variatie in metaalgehalten** is in zowel de Oosterschelde als Westerschelde onderzocht aan de hand van gehalten in het blaaswier *Fucus vesiculosus* bemonsterd in de jaren 2009 (T0), 2010 (T1) en 2011 (T2). In de Oosterschelde is daarnaast gekeken naar metaalconcentraties in de mossel *Mytilus edulis* en de oester *Crassostrea gigas*.

In de Oosterschelde zijn ruimtelijke verschillen waargenomen. Uit gegevens van onderzoekjaar 2009 en 2010 blijkt dat metaalconcentraties in *Fucus vesiculosus* bemonsterd rond Schelphoek relatief hoog zijn ten opzichte van monsterpunten genomen in de buurt van de Zeelandbrug. Deze ruimtelijke verschillen zijn in 2011 minder evident doordat metaalconcentraties in *Fucus vesiculosus* bemonsterd op Schelphoek-haven, -west, -midden en -oost voor een aantal metalen (barium, kobalt, koper, mangaan, nikkel, lood, seleen, tin en vanadium) significant lager zijn dan in 2009 en 2010, terwijl juist hogere concentraties in 2011 zijn geconstateerd op de monsterlocaties Zeelandbrug-west, -midden, -oost en Lokkersnol oost. Het aantal metalen waarbij over de jaren een (significantie) concentratietoename of afname groter dan een factor 2.5 gevonden wordt is gering, zie tabel 1. De gemiddelde metaalconcentraties zijn niet meer dan 5.4 keer hoger- dan wel lager komen te liggen in de periode 2009 – 2011.

Tabel 1: Metaalconcentraties in biota bemonsterd in de Oosterschelde die in 2011 zowel significant en met een factor >2.5 hoger dan wel lager zijn vergeleken met concentraties gemeten in 2009 en 2010.

Soort	Ruimtelijk onderscheid	Hoger (factor)		Lager (factor)	
		2009	2010	2009	2010
<i>Fucus vesiculosus</i>	Schelphoek locaties	geen	geen	geen	Voor 9 van de 18 metalenconcentraties significant lager met een factor tussen 1.3 en 2.1.
	Zeelandbrug locaties	Aluminium (5.1), ijzer (4.5)	Aluminium (2.8) vanadium (2.7)	geen	Lood (3.2)
<i>Mytilus edulis</i>	In 2011 alleen bemonsterd op de pijler van de Zeelandbrug	Aluminium (3.8) barium (4.0) ijzer (2.6), mangaan (3.6) vanadium (2.5)	Mangaan (2.6)	geen	geen
<i>Crassostrea gigas</i>	In 2011 alleen bemonsterd op de pijler van de Zeelandbrug	geen	Mangaan (4.9)	geen	geen*

*het mangaangehalte in 2010 ligt een factor 5.4 lager dan in 2009.

In de Westerschelde bestaat een oost-west concentratiegradiënt waarbij metaalconcentraties landinwaarts hoger liggen dan stroomafwaarts. Om de natuurlijke variatie vast te stellen is gekeken naar fluctuatie in metaalgehalten in *Fucus vesiculosus* bemonsterd rond Ritthem in de periode 2009 - 2011. Voor acht van de 18 metalen (arsen, cadmium, kobalt, koper, kwik, mangaan, molybdeen en zink) zijn tussen de jaren 2009, 2010 en 2011 significante verschillen aangetoond in concentratie.

Concentratieverschillen zijn over het algemeen gering, alleen de molybdeenconcentratie verschilt met een factor >2. In 2011 lag de molybdeenconcentratie een factor 2.3 hoger ten opzichte van 2009 en in 2010 een factor 2.2 hoger ten opzichte van 2009. De molybdeenconcentratie in 2011 verschilt niet met gehalten gemeten in 2010.

De **invloed van de nieuwe ondergrond** voor accumulatie van metalen is onderzocht door metaalgehalten in de zakpijpsorten *Styela clava* en *Ciona intestinalis* (OS-bekken) en de geweispons *Haliclona oculata* (WS-bekken), bemonsterd in 2009 (T0), 2010 (T1) en 2011 (T2) met elkaar te vergelijken. Door het beperkte aantal datapunten in de Westerschelde was het niet mogelijk concentratieverschillen in *Haliclona oculata* statistisch te toetsen.

In de meeste gevallen blijven concentratieverschillen voor de metalen beperkt tot een factor 2.0 en liggen metaalgehalten in biota bemonsterd op een nieuwe ondergrond niet consequent hoger dan wel lager in de T0 bemonstering. Daarnaast lijken gehalten in biota bemonsterd op staalslakken niet te verschillen met gehalten in biota bemonsterd op breukstenen.

Een uitzondering hierop vormt molybdeen. Hoewel concentratieverschillen niet significant bevonden zijn liggen molybdeengehalten in biota bemonsterd op de nieuwe ondergrond in de Oosterschelde zowel in de T1 als T2 bemonstering met meer dan een factor 4.6 hoger ten opzichte van de T0 bemonstering (maximale concentratieverschil een factor 10.9). Ook in de Westerschelde is het verschil in molybdeenconcentratie tussen biota bemonsterd op staalslakken en breukstenen groot en liggen gehalten hoger dan het referentiepunt.

Een **vergelijking van de metaalgehalten in de zakpijpsorten *Ascidella aspersa*, *Ciona intestinalis* en *Styela clava*** bemonsterd op referentieplekken in 2011 in de Oosterschelde laat zien dat de zakpijpsort *Styela clava* over het algemeen lagere gehalten aan zware metalen bevat dan *Ciona intestinalis* en *Ascidella aspersa*. De metalen vanadium en arseen laten de grootste concentratieverschillen zien; in *Ciona intestinalis* liggen deze respectievelijk een factor 2.5 en 7.6 hoger en in *Ascidella aspersa* een factor 4.2 en 8.4 hoger ten opzichte van *Styela clava*. *Ciona intestinalis* en *Ascidella aspersa* laten onderling een meer vergelijkbare accumulatie van zware metalen zien. Concentratieverschillen bedragen niet meer dan maximaal een factor 2.2. *Ascidella aspersa* lijkt daarmee een goede vervanger van *Ciona intestinalis* als deze in toekomstige monitoringjaren niet meer in voldoende mate voor bemonstering aanwezig is.

Het wordt aanbevolen om de monitoring voor te zetten zodat vastgesteld kan worden of de concentraties aan metalen in biota in de toekomst toe- of afnemen. Doordat er sprake lijkt te zijn van een toename in de tijd van molybdeenconcentraties in biota en omdat minder bekend is in hoeverre molybdeen toxisch is in zoute omstandigheden wordt aanbevolen hier ecotoxicologisch onderzoek naar te verrichten om te bepalen bij welke gehalten negatieve effecten kunnen optreden. Door een toename van beschikbare data wordt aanbevolen in toekomstig onderzoek de statistische toetsen uit te breiden met multivariate analysetechnieken om de invloed van ondergrond/jaar/soort en metaalgehalten verder te onderzoeken. Vanwege ruimtelijke variatie in metaalconcentraties en het feit dat niet altijd alle gewenste soorten aanwezig zijn op de referentieplekken wordt aanbevolen het aantal referentielocaties in zowel de Oosterschelde als Westerschelde te vergroten. Ook kan eraan gedacht worden om indicatorsoorten actief uit te hangen.

1. Inleiding

De stromingen in de Ooster- en Westerschelde zorgen lokaal voor erosie van de oevers en geulwanden. Om dat proces tegen te gaan, is er in 2008 (incident) en 2009 (structureel) begonnen om op die locaties waar deze erosie de stabiliteit van de waterkering in gevaar brengt of de reeds bestaande oeverwerken ondermijnt, 'bestortingen' uit te voeren om de oevers te beschermen. Deze bestortingen werden uitgevoerd met staalslakken en breukstenen. Dergelijke materialen kunnen volgens de Regeling Bodemkwaliteit, met in acht neming van diverse normen, worden toegepast als bouwstof. Om met zekerheid vast te kunnen stellen dat er geen negatieve effecten optreden op het mariene milieu n.a.v. de oeververdediging is besloten om een monitoringsprogramma op te zetten en uit te voeren.

In 2009 is het monitoringsprogramma gestart. In dat jaar is de T0-situatie (referentiepunt voor het monitoringprogramma) voor Cluster 1 bepaald. Hiervoor is voorafgaand aan de werkzaamheden in 2009 een biota bemonstering uitgevoerd door Stichting Zeeschelp. Eén van de onderdelen van deze T0 monitoring betrof de bepaling van gehalten van zware metalen in verschillende dominant aanwezige epifauna soorten op de locatie vóór het storten van de staalslakken en breukstenen (Van den Heuvel-Greve, 2009a/b). In twee andere datarapporten is de T0-situatie vastgelegd voor epifauna (De Kluijver & Dubbeldam, 2009) en infauna (Van den Brink & Brummelhuis, 2009). Om de T1-situatie vast te stellen heeft één jaar na het bestorten van de oevers met staalslakken en breukstenen in 2010 wederom een biota bemonsteringen plaatsgevonden. De ontwikkeling van zowel de epi- als infauna gemeenschap als de accumulatie van zware metalen is beschreven in twee rapporten, één voor de Oosterschelde en één voor de Westerschelde (Van de Heuvel-Greve e.a., 2010a & Van de Heuvel-Greve e.a., 2010b).

Rijkswaterstaat Zeeland en Rijkswaterstaat Waterdienst hebben IMARES opdracht gegeven om in 2011 de T2 monitoring uit te voeren van Cluster 1. De volledige monitoring is uitgevoerd in samenwerking met Stichting Zeeschelp, Deltares en GiMaRIS. Hiertoe zijn in 2011 wederom fauna bemonsteringen uitgevoerd in zowel de Ooster- als Westerschelde. Het betreft de T2 bemonstering van de Cluster 1 locaties, waar de nieuwe ondergrond twee jaar geleden geplaatst is. Op basis van ervaringen tijdens de T0 en T1 monitoring zijn, anders dan voorheen, meer selectief soorten bemonsterd voor metaalanalyses. Om een idee te krijgen van de natuurlijke variatie in de Oosterschelde en Westerschelde, onafhankelijk van het type ondergrond, is het blaaswier *Fucus vesiculosus* bemonsterd. Daarnaast zijn in de Oosterschelde de mossel (*Mytilus edulis*) en de Japanse oester (*Crassostrea gigas*) verzameld. Om het effect van het type ondergrond te toetsen zijn in de Oosterschelde verschillende zakpijpsoorten bemonsterd (*Ciona intestinalis* en *Styela clava*) en in de Westerschelde de geweispons (*Haliciona oculata*).

In dit rapport wordt verslag gedaan van de gehalten aan zware metalen zoals deze aangetroffen zijn in epifauna die in 2011 bemonsterd is in zowel het Oosterschelde als het Westerschelde bekken. Bij de verwerking van de data is de nadruk gelegd op de volgende onderwerpen:

- 1) Bepaling van natuurlijke variatie in de Oosterschelde en Westerschelde.
In hoeverre is er sprake van natuurlijke variatie, onafhankelijk van het type ondergrond? Hierbij wordt gefocust op ruimtelijke en temporele variatie in metaalconcentratie in soorten bemonsterd op referentieplekken.
- 2) Invloed van soort ondergrond op gehalten aan metalen in biota.
Zijn er verschillen tussen metaalgehalten in soorten die op de nieuwe ondergrond zijn bemonsterd t.o.v. de referenties?
- 3) Bepaling van gehalten aan zware metalen in drie verschillende zakpijpsoorten.
Het gehalte zware metalen in de zakpijpsoort *Ascidia aspersa* wordt vergeleken met de zakpijpsoorten *Ciona intestinalis* en *Styela clava*. Dit om een mogelijke trendbreuk te voorkomen zodra *Ascidia aspersa* als zakpijpsoort gaat overheersen tijdens een volgende stap in successie.

2. Monsterlocaties

De werkzaamheden voor de dijkversterking worden in fases, ofwel de zogenaamde clusters, uitgevoerd, zie Figuur 1. Voor Cluster 1 heeft bestorting t.b.v. vooroeververdediging plaatsgevonden in de periode november 2009 – april 2010. Uitvoering van Cluster 2 en mogelijk een Cluster 3 is nog in voorbereiding. In september 2009 heeft er een T0-monitoring op de locaties van Cluster 1 plaatsgevonden. In 2010 heeft op de reeds bestorte locaties van Cluster 1 de T1 monitoring plaatsgevonden en een T0 monitoring van de locaties van Cluster 2. In 2011 heeft wederom monitoring van Cluster 1 plaatsgevonden om de situatie van de locaties bestort in Cluster 1 vast te stellen, twee jaar na het toebrengen van de dijkversterking (T2 monitoring).



Figuur 1: Geplande bestortingen in het Nederlands Deltagebied t.b.v. dijkversterking, opgedeeld in 3 fasen: Cluster 1: reeds uitgevoerd, Cluster 2: in voorbereiding, Cluster 3: mogelijke uitvoering in de toekomst.

De tabellen 2, 3 en 4 geven een overzicht van de bemonsteringen uitgevoerd in 2009, 2010 en 2011 waarbij onderscheidt gemaakt wordt in onderzoeklocatie, type ondergrond en of het T0, T1 dan wel T2 monitoring betrof. De T0 monitoring heeft plaatsgevonden voordat bestorting heeft plaatsgevonden. De ondergrond bestaat dan nog uit de originele bekleding. Deze bemonsteringen zijn daarom hier aangemerkt als referentie. Daarnaast zijn in 2011 ook referentieplekken bemonsterd, waar ook in de toekomst geen werkzaamheden zijn gepland (Westerschelde - Paulinapolder en Kapellebank, Oosterschelde - Wissekerke-oostnol, Zuidbuit en Katshoek).

Tabel 2: Monsterlocaties Westerschelde 2009 t/m 2011 per monitorcyclus en ondergrond. Het nummer geeft het aantal monsters weer. De monsterlocaties Paulinapolder en Kapellebank zijn schuin afgedrukt omdat, anders voor de overige referentieplekken, hier geen bestortingen gepland zijn.

		2009								2010														2011	
		T0 (Cluster 1)								T0 (Cluster 2)								T1 (Cluster 1)					T2 (Cluster 1)		
		<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Haliclona oculata</i>	<i>Metridium senile</i>	<i>Littorina littorea</i>	<i>Massel-zaad</i>	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Crassostrea gigas</i>	<i>Asterias rubens</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Halichondria panicea</i>	<i>Haliclona oculata</i>	<i>Malgula manhattensis</i>	<i>Littorina littorea</i>	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Crassostrea gigas</i>	<i>Asterias rubens</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Styela clava</i>	<i>Metridium senile</i>	<i>Littorina littorea</i>	<i>Asterias rubens</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Haliclona oculata</i>	
Referentie	Ritthem west	1	1	1	1		1	1	1									1			1		2		
	Ritthem midden																	1			1		2		
	Ritthem oost	1	1	1	1	1		1	1									1			1		2		
	Borssele									2	2	2	2	2		2	2		1				1		
	Ellewoutsdijk west									1			1	1		2	2		1						
	Ellewoutsdijk midden													1	2	2	2								
	Ellewoutsdijk oost									2				2											
	Hoedekenskerke noord									1			2	1	2	2									
	Hoedekenskerke zuid									1			2	1	2	2									
	Hoedekenskerke-haven									1			1	1	1	2							1		
	Paulinapolder																						2	3	
	Kapellebank																						2		
Staalslak	Ritthem west																			2		2			
	Ritthem midden																			2		2			
	Ritthem oost																			2		2		1	
Breuksteen	Ritthem midden																						1		

Tabel 3: Deel 1 - *Monsterlocaties Oosterschelde 2009 t/m 2011 per monitorcycli en ondergrond. Het nummer geeft het aantal monsters weer. De monsterlocaties Zuidbout, Wissekerke-oostnol en Katshoek zijn schuin afgedrukt omdat, anders voor de overige referentieplekken, hier geen bestortingen gepland zijn.*

		2009													
		T0 (Cluster 1)								T1 (Cluster 1)					
		<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Haliclona oculata</i>	<i>Ciona intestinalis</i>	<i>Metridium senile</i>	<i>Littorina littorea</i>	Mossel-zaad	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Crassostrea gigas</i>	<i>Asterias rubens</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Styela clava</i>	<i>Ciona intestinalis</i>	<i>Littorina littorea</i>	<i>Asterias rubens</i>
Referentie	Burghsluis west														
	Schelphoek-haven														
	Schelphoek west	1	1	1		1			1	1					
	Schelphoek midden														
	Schelphoek oost	1		1	1	1		1	1						
	Lokkersnol oost	1	1	1	1	1		1	1	1					
	Kurkenol		1	1	1			1	1	1					
	Zld west	1				1									
	Zld midden														
	Zld pijler		1				1		1	1					
	Zld oost	1	1	1	1	1			1	1					
	<i>Zuidbout</i>														
	<i>Wissekerke-oostnol</i>														
	<i>Katshoek</i>														
Staalslak	Schelphoek west														
	Schelphoek midden														
	Schelphoek oost														
	Lokkersnol oost														
	Zld west														
	Zld midden														
	Zld oost														
Breuksteen	Schelphoek west														
	Schelphoek midden														
	Schelphoek oost														
	Lokkersnol oost														
	Zld west														
	Zld midden														
	Zld oost														
SS+BS	Schelphoek midden										1	2	1	1	2
PBZ	Schelphoek-haven														

Tabel 4: Deel 2 - Monsterlocaties Oosterschelde 2009 t/m 2011 per monitorcyclus en ondergrond. Het nummer geeft het aantal monsters weer. De monsterlocaties Zuidbout, Wissekerke-oostnol en Katshoek zijn schuin afgedrukt omdat, anders voor de overige referentieplekken, hier geen bestortingen gepland zijn.

		2010														2011					
		T0 (Cluster 2)						T1 (Cluster 1)								T2 (Cluster 1)					
		<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Metridium senile</i>	<i>Littorina littorea</i>	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Crassostrea gigas</i>	<i>Asterias rubens</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Styela clava</i>	<i>Ciona intestinalis</i>	<i>Metridium senile</i>	<i>Littorina littorea</i>	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Crassostrea gigas</i>	<i>Asterias rubens</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Styela clava</i>	<i>Ciona intestinalis</i>	<i>Ascidella aspersa</i>	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Crassostrea gigas</i>
Referentie	Burghsluis west	2	2	2	2	2										2					
	Schelphoek-haven															2					
	Schelphoek west	2	2	2		2	2	2				2				2					
	Schelphoek midden							2				2				2					
	Schelphoek oost							2				2				3					
	Lokkersnol oost							2				2				2					
	Kurkenol																				
	Zld west							2				2				2					
	Zld midden															2					
	Zld pijler								2	2			2	2			3	3	3	3	3
	Zuidbout							2				2				2					
Referentie	Wissekerke-oostnol															2	3	3	3		3
	Katshoek															2					
																1	3				
	Staalslak								2	2	2				2		1	3			
	Schelphoek west																1				
	Schelphoek midden										1										
	Schelphoek oost																				
	Lokkersnol oost									2					2						
	Zld west									2					2		2	3			
	Zld midden									2					2		3	3			
	Zld oost									2					2		2	3			
Breuksteen	Schelphoek west															2					
	Schelphoek midden									2					2		3	3			
	Schelphoek oost									2					2						
	Lokkersnol oost									2					2						
	Zld west									2					2		3	3			
	Zld midden									2					2		2	3			
Referentie	Zld oost									2					2		2	3			
SS+BS	Schelphoek midden																				
PBZ	Schelphoek-haven															2					

3. Methoden

3.1 Bemonstering biota

Anders dan in 2009 en 2010 heeft er, afhankelijk van het doel, een verdere selectie plaatsgevonden van de te bemonsterde soorten. Het blaaswier *Fucus vesiculosus* is geselecteerd om inzicht te verkrijgen in de natuurlijke variatie van metaalgehalten in het eulittoraal in de Ooster- en Westerschelde (figuur 2). Uit literatuur blijkt dat deze soort alleen metaal opneemt via de waterfase, bovendien is de metaalconcentratie onafhankelijk van de grootte van het organisme en blijken seizoeninvloeden gering (Phillips, 1979). Ook wordt *Fucus* niet direct op het nieuw gestorte substraat bemonsterd, aangezien ze in het eulittoraal wordt bemonsterd.

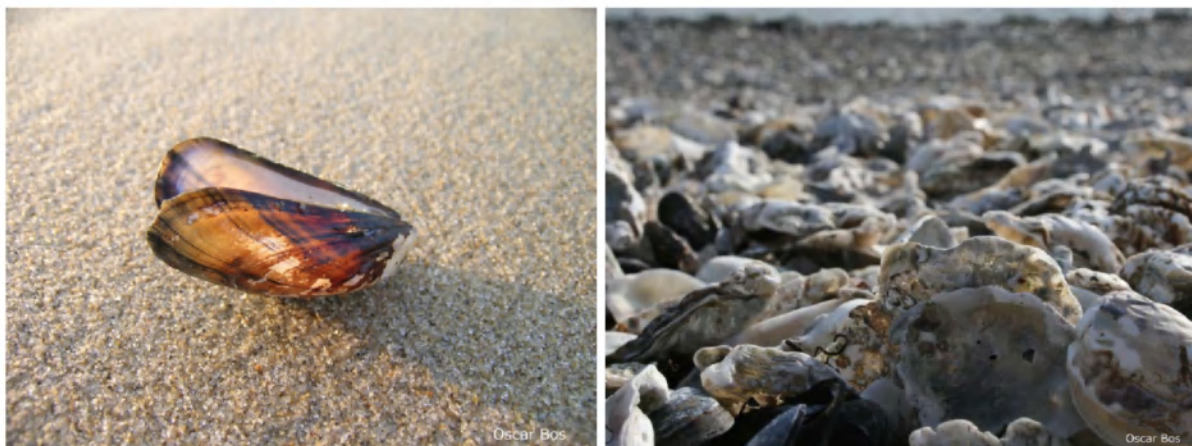
Twee zakpijpsoorten, *Styela clava* en *Ciona intestinalis*, (Oosterschelde) en de geweispons *Haliclona oculata* (Westerschelde) zijn bemonsterd om inzicht te verkrijgen in accumulatie van metalen beïnvloed door het type ondergrond (foto *Haliclona oculata* in Figuur 2). Deze soorten zitten met hun onderkant direct op het nieuwe substraat gehecht en filteren grote hoeveelheden water dat vlak over het nieuwe substraat stroomt. Of ze via direct contact metalen kunnen opnemen is niet bekend. Daarnaast is in 2011 een nieuwe zakpijpsoort in grote getalen aangetroffen, *Ascidella aspersa*. Deze soort vormt mogelijk een nieuwe stap in de successie (de opeenvolging van levensgemeenschappen op een nieuw substraat) en kan in de toekomst de plek in nemen van de andere twee zakpijpsoorten.

Ook zijn in 2011 opnieuw de mossel *Mytilus edulis* en de oester *Crassostrea gigas* bemonsterd op de pijler van de Zeelandbrug in de Oosterschelde (zie foto's in figuur 3).

Een overzicht van de bemonsterde soorten en locaties is weergegeven in tabel 2 voor de Westerschelde en in tabel 3 en 4 voor de Oosterschelde.



Figuur 2: Het blaaswier *Fucus vesiculosus* (links) en de geweispons *Haliclona oculata* (rechts). Foto blaaswier IMARES/Oscar Bos, foto geweispons IMARES/Robbert Jak.



*Figuur 3: De mossel *Mytilus edulis* (links) en oester *Crassostrea gigas* (rechts). Foto's: IMARES/Oscar Bos.*

De bemonstering is uitgevoerd door Stichting Zeeschelp. Van elke soort zijn per monster meerdere individuen (minstens een tiental tot tientallen stuks) samengenomen voor een mengmonster. De monsters zijn in duplo of triplo verzameld (zie tabellen 2, 3 en 4). Na bemonstering zijn de monsters getransporteerd en gesorteerd opgeslagen in kunststofmaterialen (PP, PE en PVC). De pincetten die gebruikt zijn tijdens deze handelen zijn eveneens van kunststof. De monsters zijn opgeslagen bij -26 °C, in gewassen, zuur- en demi-gespoelde glazen flessen, afgedicht met Idpe-inlegstop en PP-schroefdeksel. Van de verzamelde biota zijn uitsluitend de schelpdieren voor de duur van een nacht verwaterd voordat ze in de vriezer zijn opgeslagen. Verwatering vond plaats in een kunststofaquarium van ongeveer 500 liter welke continue doorstroomd werd met zeewater afkomstig uit de Oosterschelde. In totaal zijn er 116 monsters geanalyseerd in 2011: 99 uit de Oosterschelde en 17 uit de Westerschelde.

3.2 Analyseprocedure

De keuze van de te analyseren metalen is gebaseerd op de lijst aan zware metalen die in het Besluit Bodemkwaliteit staan, deze zijn tevens in 2009 (T0) en 2010 (T1) geanalyseerd. Het betreft de volgende stoffen: As (arseen), Ba (barium), Cd (cadmium), Co (kobalt), Cr (chromium), Cu (koper), Hg (kwik), Mo (molybdeen), Ni (nikkel), Pb (lood), Sb (antimoon), Se (seleen), Sn (tin), V (vanadium) en Zn (zink). Additioneel op deze stoffenlijst zijn ook Al (aluminium), Fe (ijzer) en Mn (mangaan) geanalyseerd, omdat deze metalen uit staalslakken kunnen logen (Jonkers 1987).

De metaalanalyses zijn uitgevoerd door TNO Zeist. Na homogenisatie is een deel van het monster in duplo ontsloten met salpeterzuur en waterstofperoxide, volgens TNO voorschrift LSP/072. In de verkregen oplossing is het gehalte bepaald m.b.v. ICP-MS, volgens TNO voorschrift LSP/055. De kwantificering vindt plaats aan de hand van externe kalibratiestandaarden en om te corrigeren voor fluctuaties in de apparatuur wordt gebruik gemaakt van een interne standaard (rhodium).

3.3 Berekening Pollution Load Index

Om vast te stellen wat het effect is van variatie in individuele metaalgehalten voor de totale belasting in zware metalen is de Pollution Load Index (PLI) berekend. De index is een maat voor de totale metaalvervuiling en wordt beschreven in Tomlinson et al., 1980. De formule om de PLI te berekenen wordt gegeven in vergelijking 1.

$$PLI = \sqrt[n]{CF_1 \times CF_2 \times \dots \times CF_n}$$

Vergelijking 1.

CF₁ = concentratie metaal nr. 1.

CF₂ = concentratie metaal nr. 2.

CF_n = etc.

n = aantal metalen opgenomen in de index.

Aangezien de metalen antimoon (Sb), seleen (Se) en tin (Sn), regelmatig onder de detectielimiet liggen, zijn deze metalen niet meegenomen in de berekening van de PLI. De overige geanalyseerde metalen (15 stuks) zijn meegenomen in de PLI berekening.

3.4 Statistische analyses

Statistische analyses zijn betrouwbaarder bij een toename aan het aantal datapunten. Daarom zijn onderzoeklocaties zoveel mogelijk gegroepeerd. Er zijn echter, met name in de Westerschelde, aanwijzingen voor een oost-west gradiënt in metaalconcentraties waarbij concentraties stroomafwaarts afnemen. Alvorens onderzoeklocaties te groeperen zijn gehalten aangetroffen in de bruinwier *Fucus vesiculosus* getoetst en bekeken welke onderzoeklocaties gegroepeerd kunnen worden.

Verschillen in gemiddelde metaalconcentratie tussen ondergrond/soorten zijn getoetst op significantie met een betrouwbaarheid van 95%. Uitschieters zijn geïdentificeerd met behulp van box- en dotplots en niet meegenomen in de statistische analyse. Hierbij is een conservatieve houding aangenomen; alleen datapunten die 3x de interkwartielafstand verwijderd liggen én bovendien niet in het beeld past van de overige datapunten zijn als uitschieter aangemerkt. Om inzicht te krijgen in modelaannames (een normale verdeling van de datapunten), zijn dotplots geproduceerd van de individuele metingen en is een Shapiro Wilk test uitgevoerd. De one-way ANOVA toets is uitgevoerd voor normaal verdeelde data. Om verschillen binnen groepen vast te kunnen stellen is een Tukey post hoc test uitgevoerd. Niet normaal verdeelde data is log-getransformeerd alvorens statistisch te toetsen of er is gebruik gemaakt van Kruskal-Wallis test of Mann-Whitney test om verschillen in concentratie aan te tonen. Statistische berekeningen zijn uitgevoerd met het softwarepakket 'PAW SPSS Statistics versie 19'.

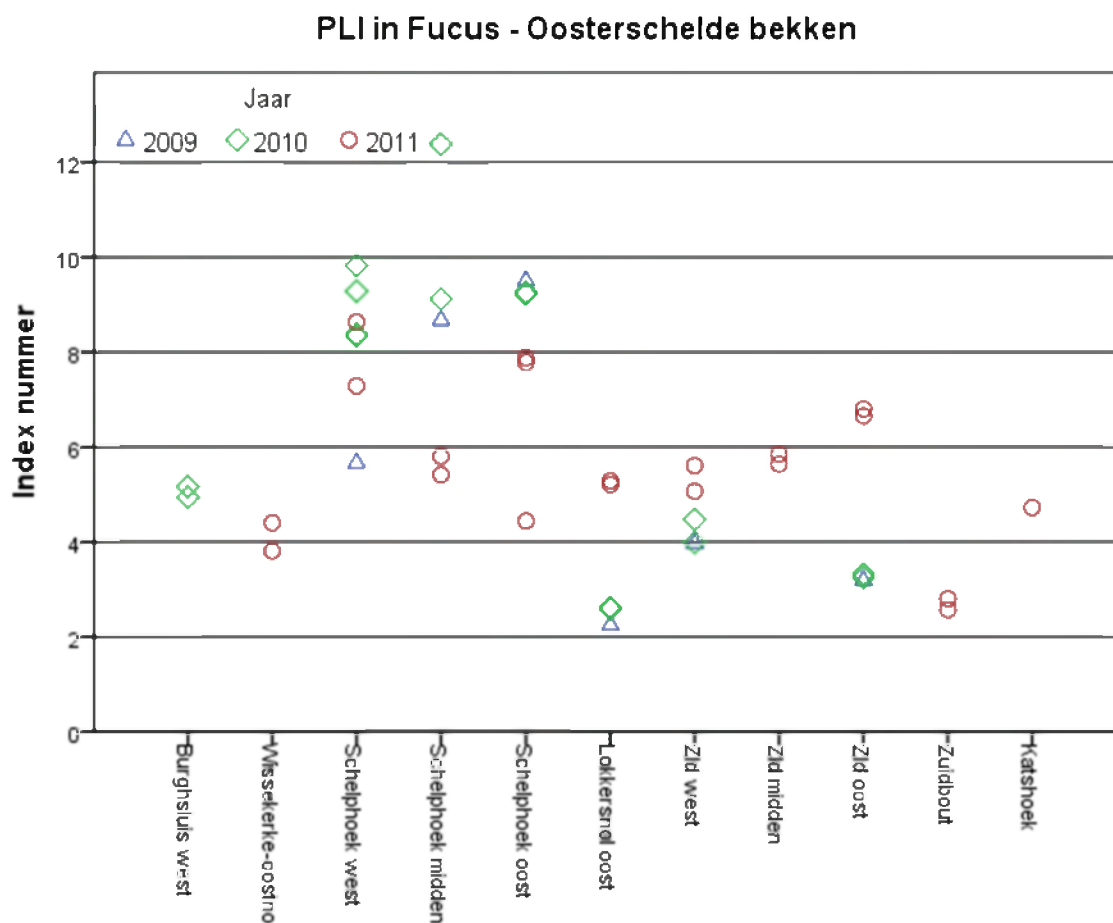
4. Resultaten

Als eerste worden de onderzoeksresultaten voor de Oosterschelde besproken waarna deze voor de Westerschelde besproken worden. De resultaten vermeld in dit rapport zijn alleen van toepassing op de geanalyseerde monsters.

4.1 Resultaten Oosterschelde bekken

4.1.1 Ruimtelijke variatie in metaalgehalten.

Op basis van het gehalten aan zware metalen aangetroffen in *Fucus vesiculosus* bemonsterd in 2011 op verschillende locaties in de Oosterschelde kan er geen duidelijke oost-west concentratiegradiënt worden aangetoond, zie figuur 4.



Figuur 4: Pollution Load Index (PLI) van *Fucus vesiculosus* bemonsterd in 2009, 2010 en 2011 in de Oosterschelde. Monsterlocaties zijn van links naar rechts geordend in stroomopwaarts (oostelijke) richting.

Wel zijn er ruimtelijke verschillen in metaalconcentratie. In 2011 zijn concentraties aan zware metalen oostelijk gelegen van monsterlocatie Zeelandbrug-oost relatief iets lager dan gehalten in onderzoeklocaties westelijk gelegen van Zeelandbrug-oost (figuur 4). In 2010 lijkt deze grens in concentratieverschil bij Lokkersnol oost te liggen, zie hiervoor ook paragraaf 4.1.2. Locaties bij de Schelphoek (-haven, -west, -midden en -oost) zijn relatief hoger in concentratie zware metalen. Biota

bemonsterd op de referentieplekken Zuidbout en Katshoek zijn daardoor niet goed bruikbaar om metaalconcentraties te vergelijken met biota bemonsterd op staalslakken / breukstenen bemonsterd oostelijk gelegen van Zeelandbrug-oost. Er zijn geen opvallende verschillen geconstateerd in oeverzijde; gehalten aan metalen in biota bemonsterd op de noordelijke oever lijken niet te verschillen van gehalten aan metalen in biota bemonsterd op de zuidelijke oever.

4.1.2 Temporele variatie in metaalgehalten.

De variatie in gehalten zware metalen tussen de verschillende jaren is onderzocht aan de hand van *Fucus vesiculosus* (bruinwier), *Mytilus edulis* (mossel) en *Crassostrea gigas* (Japanse Oester). Alle drie de soorten zijn zowel in 2009, 2010 als in 2011 bemonstert op locaties van Cluster 1.

In de analyse is uitsluitend biota meegenomen welke bemonsterd zijn tijdens T0-bemonsteringen / referentielocaties, en niet (direct) blootgesteld zijn aan de nieuwe ondergrond van staalslakken/breukstenen. De referentieplekken Zuidbout, Wissekerke-oostnol en Katshoek zijn niet meegenomen in deze analyse omdat er hiervan ofwel uitsluitend in 2011 data aanwezig was ofwel er aanwijzingen zijn voor ruimtelijke variatie in metaalgehalten, zie paragraaf 4.1.1. Tabel 5 geeft, per soort en per jaar, een overzicht de monsterlocaties die meegenomen zijn in de analyse.

Tabel 5: Aantal datapunten *Fucus vesiculosus*, *Mytilus edulis* en *Crassostrea gigas* in het Oosterschelde bekken op monsterlocatie en onderzoekjaar.

Onderzoeklocatie	<i>Fucus vesiculosus</i>			<i>Mytilus edulis</i>			<i>Crassostrea gigas</i>		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Schelphoek-haven			2						
Schelphoek west	1	2	2				1		
Schelhoek midden		2	2						
Schelphoek oost	1	2	3				1		
Lokkersnol oost	1	2	2	1			1		
Kurkenol				1			1		
Zeelandbrug west	1	2	2						
Zeelandbrug midden			2						
Zeelandbrug pijler				1	2	3	1	2	3
Zeelandbrug oost	1	2	2				1		
Totaal	5	12	17	3	2	3	6	2	3

In Bijlage C zijn een reeks grafieken opgenomen waarin metaalgehalten per soort en jaar van bemonstering uitgezet is. De antimoon- en tinconcentratie lagen in veel gevallen onder de rapportagegrens.

Anders dan op basis van metaalgehalten in *Fucus vesiculosus* bemonsterd in 2011, lijkt op basis van metaalgehalten in 2009 en 2010 de verschillende onderzoeklocaties geclusterd (zie Bijlage C). Er worden twee groepen onderscheiden; de eerste groep bevat de onderzoeklocaties Schelphoek-haven, -west, -midden en -oost met relatief hoge metaalgehalten, de tweede groep bevat de onderzoeklocaties Zeelandbrug-west, -midden en -oost evenals Lokkersnol oost. In de als tweede genoemde groep zijn metaalgehalten relatief laag. Bij het toetsen naar significante verschillen tussen de onderzoekjaren is hierbij onderscheidt gemaakt. Een overzicht van aangetroffen significante verschillen in *Fucus vesiculosus*, *Mytilus edulis* en *Crassostrea gigas* wordt gegeven in tabel 6 en tabel 7.

Tabel 6: Concentratieverschil in metaalgehalten voor de onderzoekjaren 2009, 2010 en 2011 in *Fucus vesiculosus* per deelgebied. Met de cijfers worden de factoren gegeven waarmee gemiddelde metaalconcentraties tussen de jaren verschillen waarbij steeds gehalten van het meest recente jaar gedeeld is door gehalten van het minder recente jaar. Gele vakken (verschil tussen 0.5 – 2.5), oranje vakken (verschil >2.5) en blauwe vakken (verschil <0.5) geven significante concentratieverschillen aan. Groene vakken geven aan wanneer concentratieverschillen niet significant bevonden zijn.

Metaal	<i>Fucus vesiculosus</i> - Schelphoek			<i>Fucus vesiculosus</i> - Zeelandbrug		
	2010 / 2009	2011 / 2010	2011 / 2009	2010 / 2009	2011 / 2010	2011 / 2009
Aluminium	1.1	0.6	0.7	1.8	2.8	5.1
Arseen	0.9	1.0	0.9	0.9	1.6	1.4
Barium	1.0	0.7	0.8	1.1	1.1	1.2
Cadmium	1.2	1.1	1.3	1.0	2.3	2.4
Kobalt	1.1	0.7	0.8	0.8	1.6	1.2
Chroom	1.2	0.6	0.7	1.2	1.9	2.2
Koper	1.2	0.7	0.8	0.5	2.0	1.1
IJzer	1.5	0.5	0.7	2.1	2.2	4.5
Kwik	1.0	0.8	0.8	0.9	1.9	1.6
Mangaan	1.1	0.7	0.8	0.9	1.4	1.3
Molybdeen	2.2	0.8	1.7	0.8	1.4	1.2
Nikkel	1.3	0.7	0.9	0.7	1.9	1.4
Lood	1.7	0.5	0.8	6.5	0.3	2.0
Antimoon	-	-	-	-	-	-
Seleen	1.4	0.6	0.9	0.4	1.8	0.8
Tin	-	0.6	-	-	-	-
Vanadium	1.6	0.5	0.8	1.3	2.1	2.7
Zink	1.7	0.9	1.6	0.9	1.9	1.7
PLI	1.3	0.7	0.9	1.1	1.7	1.8

Uit de statistische analyse (tabel 6) blijkt dat metaalgehalten in *Fucus vesiculosus* in de eerste groep (Schelphoek locaties met relatief hoge gehalten aan zware metalen), voor 9 metalen in 2011 significant lager is dan in 2010. Gehalten zijn een factor tussen 0.7 en 0.5 lager t.o.v. 2010. Voor de overige metalen zijn concentraties niet significant verschillend. In de tweede groep (Zeelandbrug locaties + Lokkersnol oost met relatief lage gehalten) is van 14 metalen juist hogere concentraties aangetroffen in 2011 t.o.v. 2010. Uitsluitend voor aluminium, ijzer en vanadium zijn concentratieverschillen van meer dan een factor 2.5 gevonden. Door een lager gehalte aan metalen in 2011 in de eerste groep en hoger gehalte in 2011 in de tweede groep ten opzichte van 2010 is het verschil in metaalgehalten tussen de twee groepen afgenomen in 2011.

Tabel 7: Concentratieverschil in metaalgehalten voor de onderzoekjaren 2009, 2010 en 2011 in *Mytilus edulis* en *Crassostrea gigas*. Met de cijfers worden de factoren gegeven waarmee gemiddelde metaalconcentraties tussen de jaren verschillen waarbij steeds gehalten van het meest recente jaar gedeeld is door gehalten van het minder recente jaar. Gele vakken (verschil tussen 0.5 – 2.5), oranje vakken (verschil >2.5) en blauwe vakken (verschil <0.5) geven significante concentratieverschillen aan. Groene vakken geven aan wanneer concentratieverschillen niet significant bevonden zijn.

Metaal	<i>Mytilus edulis</i>			<i>Crassostrea gigas</i>		
	2010 / 2009	2011 / 2010	2011 / 2009	2010 / 2009	2011 / 2010	2011 / 2009
Aluminium	1.7	2.3	3.8	-	-	0.9
Arseen	0.6	2.3	1.4	1.3	1.3	1.7
Barium	3.3	1.2	4.0	-	-	0.9
Cadmium	1.2	1.5	1.8	0.9	1.0	0.9
Kobalt	0.8	2.1	1.7	1.2	1.0	1.1
Chroom	1.9	0.9	1.6	-	-	-
Koper	1.2	1.0	1.1	1.4	1.1	1.7
IJzer	1.4	1.9	2.6	0.8	1.1	0.9
Kwik	0.9	1.4	1.3	1.0	0.9	0.9
Mangaan	1.4	2.6	3.6	0.2	4.9	0.9
Molybdeen	0.8	1.6	1.3	0.7	0.4	0.3
Nikkel	1.1	1.2	1.4	-	-	1.0
Lood	0.6	2.7	1.7	0.9	0.8	0.7
Antimoon	-	-	-	-	-	-
Seleen	-	2.2	-	-	1.1	-
Tin	-	-	-	-	-	-
Vanadium	1.8	1.4	2.5	1.1	1.1	1.2
Zink	0.9	1.8	1.6	1.3	0.9	1.2
PLI	0.9	2.1	1.9	1.1	0.9	1.0

In *Mytilus edulis* worden voor zeven metalen significante verschillen in concentratie geconstateerd tussen de jaren waarbij metaalgehalten in 2011 hoger zijn in vergelijking tot 2010 / 2009 (tabel 7). Dit beeld wordt ondersteund in de PLI welke hoger is in 2011. Gemiddelde gehalten aan aluminium, barium, ijzer, mangaan en vanadium zijn meer dan een factor 2.5 hoger in 2011 dan in 2009. De gemiddelde bariumconcentratie in 2011 is een factor 4.0 hoger dan in 2009. In *Crassostrea gigas* worden minder vaak significante verschillen aangetoond. De gemiddelde arseen- en koperconcentratie zijn in 2011 een factor 1.7 hoger ten opzichte van 2009. Mangaan laat een lager gehalte zien in 2010 t.o.v. 2009 (factor 0.2), maar een hoger gehalte in 2011 t.o.v. 2010 (factor 4.9). Uiteindelijk verschilt het gehalte aan mangaan in 2011 niet veel van het gehalte in 2009.

De variatie in individuele metingen in metaalconcentratie is over het algemeen redelijk groot, zie Bijlage C. Op basis van deze gegevens zijn er weliswaar regelmatig significante verschillen aangetoond in metaalconcentratie tussen de jaren, maar het aantal metalen waarbij een concentratieverschil groter dan een factor 2.5 gevonden wordt is gering. Van de drie onderzochte soorten laat *Mytilus edulis* voor het meest aantal metalen een concentratieverschil groter dan een factor 2.5 zien in 2011 t.o.v. 2009, namelijk voor aluminium, barium, ijzer, mangaan en vanadium, zie tabel 6 en tabel 7.

4.1.3 Effect van type oeververdediging.

In tabel 8 staat het aantal datapunten weergegeven waar per jaar en type dijkversteving beide zakpijpsoorten *Ciona intestinalis* en *Styela clava* aangetroffen zijn. Uit de *Fucus vesiculosus* bemonstering uitgevoerd in 2011 blijkt dat metaalconcentraties oostelijk gelegen van Zeelandbrug-oost relatief laag liggen, de referentielocaties Zuidbout en Katshoek zijn om die reden niet meegenomen in onderstaande analyse. Metaalgehalten van Schelphoek west tot Zeelandbrug oost zijn beter vergelijkbaar en zijn in onderstaande analyse samengevoegd.

De bemonsteringen in 2010 zijn, één jaar nadat breukstenen/staalslakken zijn geplaatst, uitgevoerd en betreffen dus de T1 monitoring. De bemonsteringen in 2011 zijn twee jaar na het plaatsen van de nieuwe ondergrond uitgevoerd en betreffen daarmee de T2 monitoring. In Bijlage D (*Styela Clava*) en Bijlage E (*Ciona intestinalis*) zijn grafieken opgenomen waarin het metaalgehalten uitgezet is per ondergrond en jaar.

Tabel 8: Aantal datapunten *Ciona intestinalis* en *Styela clava* in het Oosterschelde bekken. SS = bemonsterd op een ondergrond van staalslakken, BS = bemonsterd op een ondergrond van breukstenen.

Onderzoeklocatie	<i>Ciona intestinalis</i>				<i>Styela clava</i>			
	T0 (2009)	T1 (2010) SS BS	T2 (2011) SS BS		T1 (2010) SS BS	T2 (2011) SS BS		
Schelphoek west	1	2		3	2	1	2	
Schelhoek midden		2		3		1	3	
Schelphoek oost	1	2						
Lokkersnol oost	1	2	2					
Kurkenol	1							
Zeelandbrug west		2	2	3	3	2	3	
Zeelandbrug midden		2	2	3	3	3	2	
Zeelandbrug oost	1	2	2	3	3	2	2	
Totaal	5	10 12	12 12		2 -	9 12		

Over het algemeen blijkt de variatie in metaalgehalten gelijkmatig verdeeld te zijn (zie grafieken in Bijlage D en E). Echter, molybdeengehalten is in zowel *Styela clava* als in *Ciona intestinalis* geconcentreerd in de lage waarden, evenals cadmiumgehalten in *Ciona intestinalis*. Deze gehalten zijn daarom log-getransformeerd alvorens de statistische toets uit te voeren. Daarnaast zijn er in *Styela clava* twee, en in *Ciona intestinalis* 7 uitschieters geïdentificeerd. Datapunten zijn als uitschieters geïdentificeerd als deze 3x de interkwartielfstand overstijgen én niet in het beeld van de overige datapunten (andere jaren/ondergrond) past. De volgende uitschieters zijn verwijderd voor analyse:

Styela clava

Mangaan → breukstenen 2011 – 1370.4 mg /kg dm, locatie 'Zeelandbrug – oost'.
Vanadium → breukstenen 2011 – 93.4 mg/kg dm, locatie 'Zeelandbrug – oost'.

Ciona intestinalis

Koper → Ref2009 – 391 mg/kg dm, onderzoeklocatie 'Schelphoek west'.
IJzer → SS2010 – 13,160 mg/kg dm, onderzoeklocatie 'Zeelandbrug west'.
Mangaan → SS2010 – 1819 mg/kg dm, onderzoeklocatie 'Zeelandbrug west'.
Nikkel → Ref2009 – 37.8 mg/kg dm, onderzoeklocatie 'Schelphoek west'.
Lood → Ref2009 – 28.6 mg/kg dm, onderzoeklocatie 'Schelphoek west'.
Vanadium → SS2010 – 323 mg/kg dm, onderzoeklocatie 'Zeelandbrug west'.
Zink → Ref2009 – 318 mg/kg dm, onderzoeklocatie 'Schelphoek west'.

Tabel 9 wordt een overzicht gegeven van concentratieverschillen tussen T0, T1 en T2 en geeft het resultaat van de statistische toets weer.

Tabel 9: Concentratieverschil in metaalgehalten voor T0, T1 en T2 in *Styela clava* en *Ciona intestinalis*. Met de cijfers worden de factoren gegeven waarmee gemiddelde metaalconcentraties op de verschillende ondergrond en onderzoekjaar van elkaar verschillen. De ondergrond aangeduid links van de schuine streep is hierbij gedeeld door de ondergrond aangeduid rechts van de schuine streep. Gele vakken (verschil tussen 0.5 – 2.5), oranje vakken (verschil >2.5) en blauwe vakken (verschil <0.5) geven significante concentratieverschillen aan. Groene vakken geven aan wanneer concentratieverschillen niet significant bevonden zijn. Antimoon is niet boven de detectielimiet gemeten. Gehalten zijn vet afgedrukt als het concentratieverschil > 2.5 is, ongeacht of dit significant is.

Metaal	<i>Styela clava</i>		<i>Ciona intestinalis</i>							
	Staalsl. T2 / T1	SS / BS (T2)	Staalslakken			Breukstenen			SS / BS (T1)	SS / BS (T2)
			T1 / T0	T2 / T0	T2 / T1	T1 / T0	T2 / T0	T2 / T1		
Aluminium	1.7	1.0	0.9	1.1	1.3	0.8	1.3	1.7	1.1	0.8
Arseen	0.7	0.9	0.9	1.1	1.2	0.9	1.1	1.2	1.0	1.0
Barium	1.2	1.0	1.0	1.0	1.1	0.9	1.2	1.3	1.1	0.9
Cadmium	0.4	0.7	1.5	0.8	0.5	1.7	1.0	0.6	0.9	0.8
Kobalt	1.5	1.1	0.8	1.1	1.3	0.7	1.1	1.6	1.1	0.9
Chroom	2.6	1.2	1.8	1.3	0.7	0.7	1.3	2.0	2.7	1.0
Koper	1.4	1.0	0.5	0.6	1.3	0.5	0.6	1.3	1.0	1.0
IJzer	1.7	1.1	1.1	1.1	1.0	0.8	1.2	1.5	1.4	0.9
Kwik	1.4	1.0	0.8	0.8	1.1	0.7	0.9	1.3	1.2	0.9
Mangaan	1.6	1.4	1.0	1.1	1.0	0.7	1.0	1.3	1.4	1.1
Molybdeen ¹	0.2	0.6	8.3	4.6	0.5	10.9	5.5	0.5	0.8	0.8
Nikkel	2.0	1.1	0.8	1.0	1.2	0.7	1.1	1.6	1.1	0.9
Lood	1.6	1.0	1.0	1.2	1.2	0.9	1.2	1.4	1.1	0.9
Antimoon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seleen	1.0	0.9	2.4	2.3	1.0	2.4	2.4	1.0	1.0	1.0
Tin	-	0.9	-	-	1.2	-	-	1.6	1.1	0.8
Vanadium	1.6	1.2	1.4	1.1	0.8	1.4	1.1	0.8	1.0	1.0
Zink	1.4	1.0	0.7	0.9	1.3	0.7	0.9	1.3	1.0	1.1
PLI	1.1	1.0	1.0	0.9	1.0	0.8	1.0	1.2	1.1	0.9

¹data is log getransformeerd.

Over het algemeen blijven concentratieverschillen beperkt tot een factor <2.5, zie tabel 9. Alleen voor chroom en cadmium zijn er in twee gevallen significante concentratieverschillen groter dan een factor >2.5. Maar hierin komt geen consistent beeld naar voren. Over het algemeen zijn concentratieverschillen tussen staalslakken en breukstenen gering, met uitzondering van chroom liggen factoren tussen 0.7 en 1.4, zie tabel 9.

Data van *Ciona intestinalis* laat zien dat, hoewel niet significant, concentratieverschillen in molybdeen wel consistent hogere is in T1 en T2. Molybdeengehalten in *Ciona intestinalis* bemonsterd op staalslakken ligt een factor 4.6 en 8.3 hoger dan de T0 bemonstering en op breukstenen een factor tussen 5.5 en 10.9. Door de monsterlocaties op te splitsen in drie deelgebieden en wederom verschillen in metaalgehalten te berekenen is onderzocht of gevonden concentratieverschillen veroorzaakt zouden kunnen worden door het samenvoegen van de onderzoeklocaties. Voor deze analyse zijn drie deelgebieden onderscheiden namelijk: (1) Schelphoek west, -midden en -oost, (2) Lokkersnol oost + Kurkenol en (3) bestaande uit Zeelandbrug west, -midden en -oost. Een overzicht van de concentratieverschillen voor elk deelgebied wordt weergegeven in Bijlage F. Ook in deze analyse ligt, voor elk deelgebied, de molybdeenconcentratie in T1 en T2 consequent hoger op de nieuwe ondergrond vergeleken met de uitgangssituatie T0 (voor staalslakken een factor tussen de 2.6 en 17.2 en voor breukstenen 3.6 en 15.9). De grootste verschillen in molybdeenconcentratie zijn gevonden voor Schelphoek locaties en de kleinste verschillen worden gevonden voor Zeelandbrug locaties.

Wanneer het molybdeengehalten in zakpijpen die direct op de nieuwe ondergrond bemonsterd zijn (monsterlocaties Zeelandbrug west, -midden en -oost) vergeleken wordt met gehalten in zakpijpen die

wel onder invloed staan van de nieuwe ondergrond maar er niet direct op gehecht zijn (monsterlocatie Zeelandbrug Pijler) dan blijkt dat molybdeengehalten in zakpijpen gehecht op de nieuwe ondergrond consequent een factor >2.5 hoger ligt dan in zakpijpen die hier niet direct op gehecht zijn. Zie de tabel in Bijlage G.

4.1.4 Vergelijking van metaalgehalten in zakpijpsorten.

De zakpijp *Ascidella aspersa* is uitsluitend in 2011 bemonsterd. Voor een vergelijking van gehalten met de zakpijpsorten *Ciona intestinalis* en *Styela clava* zijn daarom alleen de referentiemonsters van 2011 geselecteerd.

Alle drie de soorten zijn in 2011 bemonsterd op de locaties Katshoek en Zuidbout. *Styela clava* is hiernaast ook bemonsterd op locatie Zeelandbrug de Pijler. In Bijlage H zijn grafieken opgenomen waarin het metaalgehalten per soort uitgezet is. Om mogelijke verschillen tussen de soorten inzichtelijk te maken zijn verschillen in gemiddelde metaalconcentraties statistisch getoetst, het resultaat wordt in tabel 11 weergegeven.

Tabel 10: Overzicht concentratieverschil in metaalgehalten tussen de drie zakpijpsorten. Met de cijfers worden de factoren gegeven waarmee gemiddelde metaalconcentraties verschillen tussen de soorten. Gele vakken (verschil tussen 0.5 – 2.5), oranje vakken (verschil >2.5) en blauwe vakken (verschil <0.5) geven significante concentratieverschillen aan. Groene vakken geven aan wanneer concentratieverschillen niet significant bevonden zijn.

Metaal	<i>Ascidella aspersa</i>		<i>Ciona intestinalis</i>		<i>Styela clava</i>	
	tov <i>Ciona</i>	tov <i>Styela</i>	tov <i>Ascidella</i>	tov <i>Styela</i>	tov <i>Ascidella</i>	tov <i>Ciona</i>
Aluminium	0.8	1.1	1.2	1.3	0.9	0.7
Arseen	1.7	4.2	0.6	2.5	0.2	0.4
Barium	1.3	1.4	0.8	1.1	0.7	1.0
Cadmium	0.9	2.0	1.2	2.3	0.5	0.4
Kobalt	1.1	0.8	0.9	0.8	1.2	1.3
Chroom	0.9	0.8	1.2	1.0	1.2	1.0
Koper	0.8	0.9	1.3	1.2	1.1	0.8
IJzer	0.9	1.1	1.1	1.3	0.9	0.8
Kwik	1.0	1.3	1.0	1.2	0.8	0.8
Mangaan	1.4	1.1	0.7	0.8	0.9	1.3
Molybdeen	2.2	1.8	0.5	0.8	0.6	1.2
Nikkel	1.0	0.6	1.0	0.6	1.6	1.6
Lood	1.0	1.1	1.0	1.1	0.9	0.9
Antimoon	-	-	-	-	-	-
Seleen	1.2	2.5	0.8	2.0	0.4	0.5
Tin	0.7	1.2	1.4	1.7	0.8	0.6
Vanadium	1.1	8.4	0.9	7.6	0.1	0.1
Zink	1.1	1.8	0.9	1.7	0.6	0.6
PLI	1.1	1.4	1.1	1.3	0.7	0.7

Over het algemeen zijn de gehalten zware metalen in *Styela clava* lager dan in *Ascidella aspersa* en *Ciona intestinalis*. De PLI in *Styela clava* is een factor 0.7 keer lager vergeleken met zowel *Ascidella*

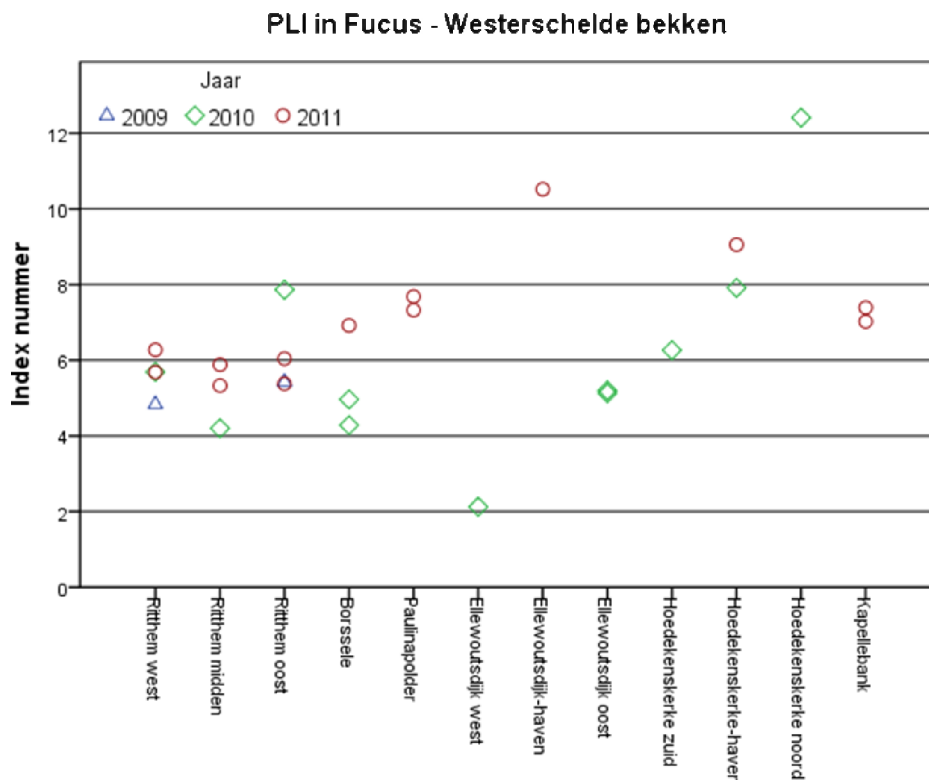
aspersa als *Ciona intestinalis*. Vooral de vanadium- en arseenconcentraties zijn lager in *Styela clava* (vanadium een factor 8.4 en 7.6 en arseen een factor 4.2 en 2.5 voor *Ascidella aspersa* en *Ciona intestinalis* respectievelijk). Uitzondering hierop zijn de metalen kobalt en nikkel welke juist hoger zijn in *Styela clava* (met een factor tussen de 1.2 en 1.6).

De gehalten in *Ascidella aspersa* en *Ciona intestinalis* zijn vergelijkbaar. Gemiddeld over de geanalyseerde metalen liggen gehalten in *Ascidella aspersa* een factor 1.1 keer hoger dan in *Ciona intestinalis* (range 0.7 – 1.7). Uitzondering is de molybdeenconcentratie die een factor 2.2 hoger ligt in *Ascidella aspersa*.

4.2 Resultaten Westerscheldebekken

4.2.1 Ruimtelijke variatie in metaalgehalten.

Er bestaat in de Westerschelde een oost-west gradiënt waarbij stroomopwaarts (oosten) gehalten wat hoger liggen dan stroomafwaarts (westen). Dit komt goed naar voren in de Pollution Load Index welke geplot is voor de onderzoekjaren 2009, 2010 en 2011 in figuur 5.



Figuur 5: Pollution Load Index (PLI) van *Fucus vesiculosus* bemonsterd in 2009, 2010 en 2011 in de Westerschelde. Monsterlocaties zijn van links naar rechts geordend in stroomopwaarts (oostelijke) richting.

4.2.2 Temporele variatie in metaalgehalten.

De variatie in gehalten zware metalen tussen de verschillende jaren is onderzocht aan de hand van metaalgehalten aangetroffen in *Fucus vesiculosus*. Deze is in zowel 2009 (T0), 2010 (T1) als in 2011

(T2) bemonstert op onderzoek locaties Ritthem west, -midden en -oost. Daarnaast is *Fucus vesiculosus* in 2011 bemonsterd op twee referentieplekken: Paulinapolder en Kapellebank. Het gehalten zware metalen in Paulinapolder en Kapellebank zijn, door hun meer oostelijke ligging ten opzichte van de Ritthem monsterlocaties, relatief hoog, zie figuur 5. Om te voorkomen dat de gemiddelde jaargehalten in 2011 hoger worden door toedoen van de referentielocaties zijn de resultaten van *Fucus vesiculosus* bemonsterd in Paulinapolder en Kapellebank in 2011, niet meegenomen in verdere analyses. In Bijlage I zijn grafieken opgenomen waarin metaalgehalten uitgezet zijn per onderzoekjaar.

Tabel 11: Overzicht concentratieverschillen in metaalgehalten in Fucus vesiculosus bemonsterd in 2009, 2010 en 2012. Met de cijfers worden de factoren gegeven waarmee gemiddelde metaalconcentraties tussen de onderzoekjaren van elkaar verschillen waarbij steeds gehalten van het meest recente jaar gedeeld is door gehalten van het minder recente jaar. Gele vakken (verschil tussen 0.5 – 2.5) geven significante concentratieverschillen aan. Groene vakken geven aan wanneer concentratieverschillen niet significant bevonden zijn.

Metaal	2010 / 2009	2011 / 2010	2011 / 2009
Aluminium	1.4	0.6	0.9
Arseen	0.9	1.2	1.1
Barium	0.9	1.1	1.0
Cadmium	0.8	1.8	1.6
Kobalt	1.3	0.9	1.2
Chroom	1.9	0.7	1.2
Koper	0.9	1.4	1.2
IJzer	1.7	0.6	1.0
Kwik	1.0	1.3	1.4
Mangaan	1.3	0.6	0.8
Molybdeen	2.2	1.0	2.3
Nikkel	0.8	1.2	0.9
Lood	1.4	0.6	0.9
Antimoon	-	-	-
Seleen	-	0.8	-
Tin	-	-	-
Vanadium	1.4	0.7	1.1
Zink	0.6	1.6	1.0
PLI	1.2	1.0	1.1

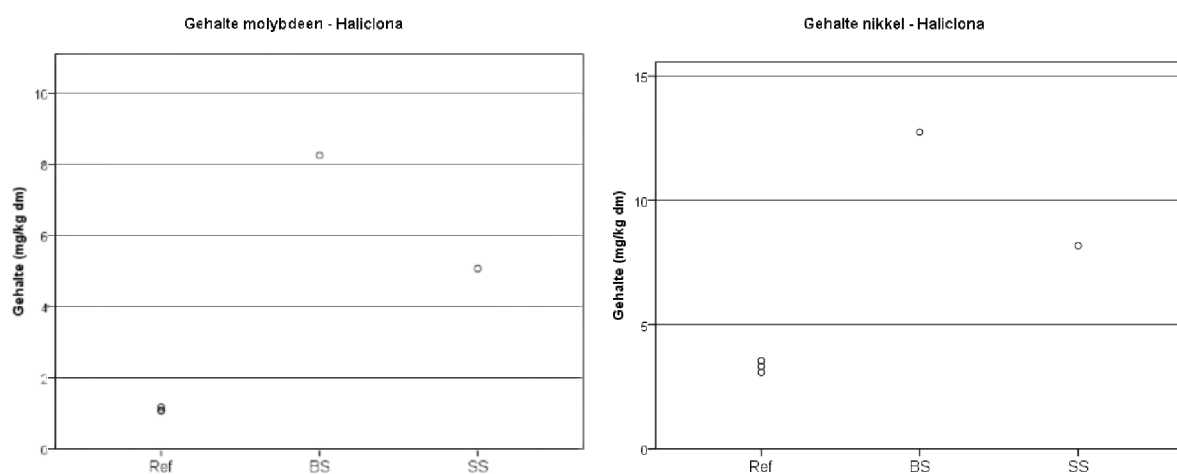
Voor 8 van de 18 geanalyseerde metalen zijn significante verschillen aangetoond in concentratie (Tabel 12). De gehalten aan deze metalen zijn over het algemeen hoger in 2011 met een factor 1.1 tot 2.3 t.o.v. 2009-2010. Alleen de molybdeenconcentratie is meer dan een factor 2 hoger; de gemiddelde concentratie is in 2011 een factor 2.3 hoger ten opzichte van de concentratie in 2009. Er zijn geen significante verschillen tussen de jaren gevonden wanneer alle metalen gezamenlijk beschouwd worden in de Pollution Load Index.

4.2.3 Effect van type versteviging.

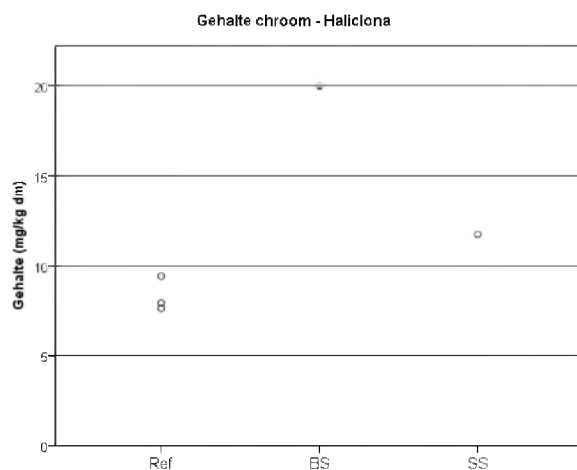
Het effect van een ondergrond van staalslak dan wel breukstenen is in de Westerschelde onderzocht met behulp van de spons *Haliclona oculata* welke bemonsterd is in 2011. Op locatie Ritthem oost is *Haliclona oculata* bemonsterd op een dijk verstevigd met staalslakken, in Ritthem midden is *Haliclona oculata*

bemonsterd op een ondergrond van breukstenen. Onderzoeklocatie Paulinapolder, waar de dijk niet verstevigd is, dient als referentie.

Door het geringe aantal datapunten kan er geen statistische toets uitgevoerd worden. Daarnaast dient in ogenschouw genomen te worden dat er een oost-west concentratiegradiënt aanwezig is in de Westerschelde waarbij concentraties in het oosten wat hoger liggen dan in het westen, zie paragraaf 4.2.1. Referentielocatie Paulinapolder heeft op basis van gehalten in *Fucus vesiculosus* gemiddeld gezien wat hogere gehalten in vergelijking tot de Ritthem locaties welke meer naar het westen liggen. Tin en antimoon zijn niet boven de detectielimiet gemeten. In Bijlage J zijn grafieken opgenomen waarin metaalgehalten in *Haliclona oculata* uitgezet zijn per type ondergrond en op de referentieplek.



Figuur 6: Gehalte molybdeen (links) en nikkel (recht) in *Haliclona oculata* bemonsterd in 2011. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



Figuur 7: Gehalte chroom in *Haliclona oculata* bemonsterd in 2011. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.

Van de geanalyseerde metalen ligt de molybdeen-, nikkel- en chroomconcentratie hoger op de nieuwe ondergrond vergeleken met concentraties gemeten op de referentieplek, zie figuur 6 en 7 en de figuren in Bijlage J. De chroomconcentratie is op staalslakken en breukstenen respectievelijk 1.4 en 2.4 keer

hoger dan de referentieplek, de nikkelconcentratie 2.5 (staalslak) en 3.8 (breuksteen) keer zo hoog en de molybdeenconcentratie 4.6 (staalslak) en 7.5 (breuksteen) keer zo hoog in vergelijking tot gehalten gemeten op de referentieplek.

5. Discussie en conclusie

5.1 Oosterschelde bekken

Er zijn geen aanwijzingen voor een daadwerkelijke oost-west concentratiegradiënt op basis van metaalgehalten gemeten in *Fucus vesiculosus* bemonsterd in 2011 op verschillende locaties in de Oosterschelde. Wel zijn er ruimtelijke verschillen met relatief lagere concentraties oostelijk van monsterlocatie Zeelandbrug oost en relatief hogere concentraties op monsterpunten westelijk van dit monsterpunt gelegen.

Aan de hand van het gehalte zware metalen in *Fucus vesiculosus*, *Mytilus edulis* en *Crassostrea gigas* bemonsterd op referentieplekken in 2009, 2010 en 2011 is onderzocht wat de natuurlijke variatie in metaalconcentratie is. Ondanks dat er regelmatige significante verschillen in metaalconcentratie gevonden worden tussen de jaren is het aantal metalen waarbij de gemiddelde concentratie met meer dan een factor 2.5 keer hoger dan wel lager is gering. Voor 6 metalen zijn concentratieverschillen van meer dan een factor 2.5 geconstateerd en deze variëren tussen de onderzochte soorten. In *Fucus vesiculosus* (Zeelandbrug locaties) is de aluminiumconcentratie een factor 5.1 hoger, de ijzerconcentratie een factor 4.5 hoger en de vanadiumconcentratie een factor 2.7 hoger in 2011 ten opzichte van 2009. De loodconcentratie lag in 2011 juist lager dan in 2010 (factor 3.2). In *Mytilus edulis* ligt de aluminiumconcentratie een factor 3.8 hoger in 2011 ten opzichte van 2009, de bariumconcentratie een factor 4, de ijzerconcentratie een factor 2.6, de mangaanconcentratie een factor 3.6 en de vanadiumconcentratie een factor 2.5. In *Crassostrea gigas* is alleen voor de mangaanconcentratie een verschil >2.5 vastgesteld. In het onderzoekjaar 2010 lag de mangaanconcentratie laag, een factor 5.4 keer lager ten opzichte van 2009 en een factor 4.9 keer lager ten opzichte van 2011.

Om vast te stellen wat het effect is van de nieuwe ondergrond zijn metaalgehalten in de zakpijpsorten *Styela clava* en *Ciona intestinalis* bemonsterd in 2010 (T1) en 2011 (T2) op een ondergrond van staalslakken en breukstenen zowel vergeleken met gehalten in 2009 (T0) als met elkaar. Daarnaast is gekeken of gehalten in biota bemonsterd op staalslakken verschillen met gehalten in biota bemonsterd op breukstenen (in hetzelfde bemonsteringsjaar). Hierbij zijn onderzoeklocaties oostelijk van Schelphoek west en westelijk van Zeelandbrug oost gecombineerd. Er zijn geen *Styela clava* bemonsteringen uitgevoerd in 2009 en ook in 2010 (T1) is het aantal datapunten voor *Styela clava* gering (2 monsters op staalslakken). In 2011 zijn er meer datapunten voorhanden (9 bij staalslakken en 12 bij breukstenen). Voor *Ciona intestinalis* zijn meer datapunten beschikbaar dan voor *Styela clava* wat de betrouwbaarheid van de statistische toets ten goede komt. Door soms grote spreiding in individuele metingen, ruimtelijke concentratieverschillen en beperkt aantal monsteringen neemt de kans toe dat er onterecht significante verschillen aangetoond worden die er feitelijk niet zijn, of andersom er geen verschillen aangetoond worden die er juist wel zijn. Daarom is naast de statistische analyse ook gekeken of verschillen in metaalconcentraties groter zijn dan een factor 2.5.

Uit de analyse blijkt dat er voor verschillende metalen en combinaties significante verschillen gevonden worden maar dat concentratieverschillen over het algemeen beperkt blijven (< factor 2.7). Daarnaast wordt er, behalve voor molybdeen, geen consistente verhoging dan wel verlaging geconstateerd na het aanbrengen van de nieuwe ondergrond. Molybdeengehalten, hoewel niet significant bevonden, liggen wel consistent hoger in de T1 en T2 bemonstering met concentratieverschillen van meer dan een factor 5.5 (maximale factor 10.9). Ook als monsterlocaties in drie groepen opgesplitst worden ligt het molybdeengehalten consequent en met meer dan een factor 2.6 hoger in de T1 en T2 bemonstering vergeleken met de uitgangssituatie (T0 bemonstering). Daarnaast zijn er aanwijzingen voor een directe opnameroute van molybdeen vanuit de ondergrond, gehalten in zakpijpen bemonstert op de nieuw

aangebrachte ondergrond liggen hoger dan in zakpijpen welke hier net buiten liggen. Er zijn geen aanwijzingen dat gehalten in *Styela clava* en *Ciona intestinalis* bemonsterd op staalslakken verschillen met gehalten bemonsterd op breukstenen.

De concentratie zware metalen lijkt in de zakpijp *Styela clava* consequent lager te zijn wanneer deze vergeleken wordt met de zakpijpsoorten *Ascidella aspersa* en *Ciona intestinalis*. Vooral vanadium- en arseenconcentraties zijn lager in *Styela clava*. Dit komt ook tot uiting in de Pollution Load Index waar alleen voor *Styela clava* het indexnummer significant lager is ten opzichte van beide andere zakpijpen. Het metaalgehalte in *Ascidella aspersa* en *Ciona intestinalis* komen met elkaar overeen alleen molybdeen laat een concentratieverschil zien van boven een factor 2 ligt (in *Ascidella aspersa* een factor 2.2 hoger dan in *Ciona intestinalis*) komt. De PLI is niet significant verschillend voor beide zakpijpsoorten. *Ascidella aspersa* lijkt daarmee een goede vervanger van *Ciona intestinalis* als deze in toekomstige monitoring-jaren niet meer in voldoende mate voor bemonstering aanwezig is.

5.2 Westerschelde bekken

Om te onderzoeken of- en in welke mate er sprake is van natuurlijke variatie in metaalgehalten over de tijd zijn de gehalten aan zware metalen gemeten in *Fucus vesiculosus* bemonsterd op referentieplekken in T0 (2009), T1 (2010) en T2 (2011) met elkaar vergeleken. Voor 8 van de 18 geanalyseerde metalen (arsen, cadmium, kobalt, koper, kwik, mangaan, molybdeen, en zink) zijn significante verschillen in gemiddelde gehalten aangetroffen. Alleen de molybdeenconcentratie is een factor >2 hoger; de gemiddelde concentratie is in 2011 een factor 2.3 hoger ten opzichte van 2009. Er is geen significant verschil gevonden in Pollution Load Index (alle metalen gezamenlijk beschouwd) tussen de jaren. Elf van de 18 geanalyseerde metalen is toegenomen in 2011 vergeleken met 2009.

Een mogelijk effect van type ondergrond, staalslakken, breukstenen dan wel referentieplekken, op het gehalte zware metalen in biota in de Westerschelde is onderzocht aan de hand van de geweispons *Halidona oculata*. Door een minimum aan datapunten (slecht één meting op staalslakken en één meting op breukstenen) kan geen inzicht verkregen worden in de variatie in gehalte zware metalen. Wel is de chroom-, molybdeen- en nikkelconcentratie hoger op de nieuwe ondergrond; gemeten concentraties liggen meer dan 2 keer hoger ten opzichte van de referentieplek. Het verschil in molybdeenconcentratie is het grootst, de concentraties gemeten op staalslakken zijn 4.6 keer hoger en op breukstenen 7.5 keer hoger dan op de referentieplek. Er zijn echter meer datapunten nodig om deze waarneming statistisch te kunnen onderbouwen.

5.3 Algemene conclusies

De volgende algemene conclusies kunnen op dit moment getrokken worden:

1. Bepalen van (natuurlijke) variatie in ruimte en tijd in metaalgehalten voor de onderzoekjaren 2009 t/m 2011.

Uit metaalgehalten gemeten in *Fucus vesiculosus* blijkt er in de Westerschelde wel en in de Oosterschelde geen oost-west concentratiegradiënt te bestaan. In de Oosterschelde zijn wel ruimtelijke verschillen in metaalgehalten aangetoond met relatief hoge concentraties rond Schelphoek locaties en relatief lage concentraties oostelijk van Zeelandbrug oost. Deze ruimtelijk verschillen zijn in 2011 afgenomen ten opzichte van 2010 en de grens waarbij de verschillen optreden lijkt in 2011 verschoven te zijn in oostelijke richting.

Concentratieverschillen in gehalten aan metalen in biota (*Fucus vesiculosus*, *Mytilus edulis* en *Crassostrea gigas*) in de Oosterschelde betreffen maximaal een factor 5.4 tussen de onderzoekjaren 2009, 2010 en 2011. De grootste verschillen (zowel stijgen als dalen) tussen de onderzoekjaren worden gevonden voor de metalen aluminium, ijzer, vanadium, barium en mangaan (afhankelijk van de soort). De grootste stijging wordt geconstateerd als aluminiumconcentratie in 2011 met 2009 vergeleken wordt in *Fucus vesiculosus* bemonsterd rondom de Zeelandbrug (factor 5.1). De grootste daling wordt wederom voor *Fucus vesiculosus* bemonsterd rondom Zeelandbrug gemeten voor lood, factor 5.4 als 2010 (T1) vergeleken wordt met 2011 (T2).

In de Westerschelde is de variatie in metaalconcentraties over de onderzoekjaren 2009 t/m 2011 lager dan in de Oosterschelde. Concentratieverschillen blijven beperkt tot een factor 2.3. Alleen de molybdeenconcentratie verschilt met een factor >2 en ligt in 2010 een factor 2.2 en in 2011 een factor 2.3 hoger vergeleken met 2009. De molybdeenconcentratie in 2011 is vergelijkbaar met 2010.

2. Bepalen van een eventueel verband tussen type ondergrond (staalslak, breuksteen, referentie) en metaalgehalten van de bemonsterde biota.

De molybdeenconcentratie ligt in de T1 en T2 bemonstering in zowel de Oosterschelde (zakpijpsorten *Styela clava* en *Ciona intestinalis*) als in de Westerschelde (spons *Haliclona oculata*) consequent en met een factor >2.5 hoger dan in de T0 bemonstering. Er zijn geen aanwijzingen dat accumulatie van metalen verschillend is tussen staalslakken en breukstenen.

3. Bepalen of er sprake is van verschillen in metaalgehalten tussen de zakpijpsorten *Ciona intestinalis*, *Styela clava* en *Ascidella aspersa*

De zakpijpsort *Styela Clava* hoopt in mindere mate metalen op in vergelijking tot de zakpijpsorten *Ciona intestinalis* en *Ascidella aspersa* welke metalen meer vergelijkbaar accumuleren. *Ascidella aspersa* lijkt daarmee een goede vervanger van *Ciona intestinalis* als deze in toekomstige monitoringjaren niet meer in voldoende mate voor bemonstering aanwezig is.

5.4 Aanbevelingen

Uit de literatuur is minder goed bekend in welke mate molybdeen toxisch is onder zoute omstandigheden, bij welke molybdeenconcentraties in biota negatieve effecten kunnen optreden en in welke mate molybdeen juist van essentieel belang is voor het goed functioneren van zakpijpen. Op dit moment zijn uitsluitend veilige waarden voor vrij opgelost molybdeen afgeleid in voornamelijk zoete omstandigheden. Om meer inzicht te verkrijgen in veilige molybdeenconcentraties wordt aanbevolen hier experimenteel toxicologisch onderzoek naar te verrichten.

Het wordt aanbevolen om, wanneer het onmogelijk blijkt voldoende *Ciona intestinalis* te bemonsteren, over te stappen op de zakpijp *Ascidella aspersa* voor het bepalen van zware metalen in zakpijpen. Ook kan er gedacht worden aan het actief uitzetten van zakpijpen op de te bemonsterde locaties. Hierbij dient wel rekening gehouden te worden met een voldoende lange blootstellingsperiode.

Door een toename van beschikbare data wordt aanbevolen in toekomstig onderzoek de statistische toetsen uit te breiden met multivariate analysetechnieken om helderder te krijgen wat de invloed is van ondergrond/jaar/soort en metaalgehalten.

Door aanwezigheid van ruimtelijk verschillen in metaalconcentratie in de Oosterschelde blijken de referentieplekken Zuidbout en Katshoek minder geschikt voor een vergelijking met bemonsteringen westelijk gelegen van monsterlocatie Lokkersnol oost. Het wordt aanbevolen om in toekomstige monitoractiviteiten referentieplekken op te nemen die ten zuiden liggen van de locaties Zeelandbrug en ten westen van deze locatie.

6. Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 57846-2009-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2012. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Referenties

Brink, v.d.A. and Bummelhuis, E. (2009) Data report: T0 monitoring of benthic species of soft bottoms in the Oosterschelde. IMARES Wageningen UR.

Heuvel-Greve, M.J., van den. (2009a). Datarapport: T0 monitoring van gehalten aan zware metalen in biotamonsters van de Oosterschelde en Westerschelde. IMARES Wageningen UR, Rapport C136/09.

Heuvel-Greve, M.J., van den. (2009b). T0 monitoring vooroeververdediging Oosterschelde; cluster 1 - 2009. IMARES Wageningen UR, Rapport C137/09.

Heuvel-Greve, M.J., van den, A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, M. de Kluijver, M. Dubbeldam. (2010a). Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2010: T1 Cluster 1 / T0 Cluster 2. IMARES Wageningen UR, Rapport C029/11.

Heuvel-Greve, M.J., van den, , A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, M. de Kluijver, M. Dubbeldam. (2010b). Monitoring vooroeververdediging Westerschelde 2010: T1 Cluster 1 / T0 Cluster 2. IMARES Wageningen UR, Rapport C031/11.

Jonkers, D. (1987) Opname van zware metalen uit en kolonisatie van ovenslakken en beton door benthische mariene organismen. Mariene Zoologie, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, p. 86.

Kluijver, de., M.J., M.C. Dubbeldam (2009). Levensgemeenschappen op de harde substraten van Schouwen-Duiveland in de Oosterschelde. T0-inventarisatie eulittoraal en vooroever. Stichting Zeeschelp.

Phillips, D. J. H. (1976). Trace metals in in the common mussel, *Mytilus edulis* (L.), and in the algae *Fucus vesiculosus* (L.) from the region of the sound (Oresund). *Environ. Pollut.* (18), pp 31 – 41.

Tomlinson, D. L., Wilson, J. G., Harris, C. R., en Jeffrey, D. W. (1980). Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index, *Helgoland Marine Research* (33), pp 566 – 575.

Verantwoording

Rapport nummer : C079/12

Project nummer : 430.310.1402 - 2011 Vooroevers OS

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Diana Slijkerman
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 26 juli 2012

Akkoord: John Schobben
Hoofd afdeling Vis

Handtekening:



Datum: 26 juli 2012

Bijlage A. Ruwe data monitoring 2011 - Oosterschelde

Tabel 1. Drooggewicht in % en gehalten aan zware metalen in mg/kg drooggewicht.

MonsterID	Locatie naam	Genus	Species	Dijk verst.	Droog gewicht	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn
2011_14	Katshoek	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	32.4	29	0.38	1.1	2.0	0.021	0.73	5.3	45
2011_133	Katshoek	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	10.6	3.9	0.058	21	12	0.13	13	15	75
2011_134	Katshoek	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	9.5	7.8	0.072	21	11	0.089	12	15	71
2011_135	Katshoek	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	9.4	5.2	0.058	19	11	0.084	12	13	69
2011_18	Lokkersnol oost	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	24.1	35	0.33	1.5	2.1	0.026	1.1	3.9	31
2011_19	Lokkersnol oost	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	22.8	37	0.36	1.3	2.4	0.027	1.0	4.1	35
2011_11	Schelphoek midden	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	26.2	38	0.39	1.2	2.1	0.028	1.2	4.1	36
2011_12	Schelphoek midden	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	24.0	39	0.42	1.2	2.4	0.032	0.98	3.9	35
2011_67	Schelphoek midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	9.2	8.0	0.29	17	9.0	0.081	13	11	60
2011_68	Schelphoek midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	9.2	8.5	0.31	19	9.6	0.089	14	12	65
2011_69	Schelphoek midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	10.0	8.9	0.31	16	8.9	0.098	13	11	67
2011_70	Schelphoek midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	10.9	8.5	0.31	20	10.3	0.096	16	12	71
2011_92	Schelphoek midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	7.4	14	0.36	20	9.4	0.11	13	9.0	85
2011_93	Schelphoek midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	7.4	14	0.37	19	9.5	0.10	13	9.0	81
2011_94	Schelphoek midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	7.8	15	0.37	21	10	0.11	14	10	90
2011_3	Schelphoek oost	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	45.4	34	0.35	1.2	1.7	0.024	0.77	4.0	38
2011_30	Schelphoek oost	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	26.3	35	0.42	2.7	3.0	0.040	2.2	5.9	38
2011_31	Schelphoek oost	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	22.9	43	0.40	2.6	2.8	0.036	2.2	5.4	38
2011_43	Schelphoek west	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	26.9	47	0.64	1.9	2.8	0.045	1.6	6.2	48
2011_44	Schelphoek west	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	23.5	46	0.69	2.94	3.0	0.048	2.3	6.3	50
2011_64	Schelphoek west	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	10.2	7.3	0.29	28	8.9	0.078	11	15	55
2011_65	Schelphoek west	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	9.8	8.1	0.32	12	7.7	0.067	8.4	9.0	58
2011_66	Schelphoek west	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	9.1	7.6	0.28	9.1	7.0	0.062	7.4	7.9	25

MonsterID	Locatie naam	Genus	Species	Dijk verst.	Droog gewicht	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn
2011_89	Schelphoek west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	7.0	16	0.29	16	12	0.10	20	8.3	112
2011_90	Schelphoek west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	7.2	15	0.29	22	11	0.11	12	8.3	125
2011_91	Schelphoek west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	6.7	15	0.29	16	11	0.11	11	7.8	112
2011_46	Schelphoek-haven	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	PBZ	20.7	36	0.49	0.97	12	0.023	2.1	4.9	43
2011_47	Schelphoek-haven	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	PBZ	21.5	38	0.60	1.7	14	0.032	2.8	5.5	50
2011_48	Schelphoek-haven	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	22.4	39	0.35	2.7	2.9	0.030	2.7	4.8	36
2011_49	Schelphoek-haven	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	21.7	39	0.36	2.8	3.0	0.032	2.5	4.7	38
2011_115	Wissekerke-oostnol	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	42.8	28	0.22	2.1	1.6	0.018	0.97	2.9	33
2011_116	Wissekerke-oostnol	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	31.0	26	0.20	1.2	1.5	0.016	0.84	2.5	29
2011_28	Zld De Val	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	22.9	40	0.62	1.4	3.1	0.032	1.3	6.9	58
2011_29	Zld De Val	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	25.0	34	0.44	1.9	2.6	0.028	1.5	6.5	46
2011_71	Zld De Val	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	9.6	7.9	0.12	27	9.4	0.083	12	18	76
2011_72	Zld De Val	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	10.1	8.3	0.12	19	9.9	0.088	13	11	78
2011_73	Zld De Val	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	11.5	7.9	0.13	20	11	0.099	15	13	78
2011_74	Zld De Val	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	11.0	8.3	0.12	45	11	0.107	14	11	76
2011_95	Zld De Val	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	8.1	13	0.17	20	13	0.11	14	9.0	111
2011_96	Zld De Val	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	8.0	13	0.17	23	11	0.14	14	8.7	108
2011_97	Zld De Val	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	8.0	12	0.17	18	11	0.11	13	8.4	105
2011_98	Zld De Val	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	7.8	13	0.17	20	11	0.12	14	10	92
2011_99	Zld De Val	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	7.4	14	0.16	19	12	0.11	13	9.8	102
2011_100	Zld De Val	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	8.4	15	0.16	20	13	0.12	15	10	101
2011_35	Zld midden	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	23.0	40	0.62	0.74	2.6	0.033	0.98	6.6	54
2011_36	Zld midden	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	23.7	43	0.62	0.61	2.6	0.036	0.84	7.3	57
2011_78	Zld midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	10.7	6.8	0.15	30	11	0.090	15	22	91
2011_79	Zld midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	10.2	6.8	0.13	26	11	0.088	13	18	96
2011_80	Zld midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	9.5	5.7	0.11	26	9.3	0.081	12	10	67
2011_81	Zld midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	9.7	6.6	0.13	42	10	0.099	14	21	70

MonsterID	Locatie naam	Genus	Species	Dijk verst.	Droog gewicht	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn
2011_82	Zld midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	10.5	5.0	0.13	31	10	0.091	13	20	75
2011_104	Zld midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	7.5	12	0.17	20	12	0.107	14	10	113
2011_105	Zld midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	7.3	12	0.19	18	12	0.10	13	9.7	131
2011_106	Zld midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	7.3	11	0.18	18	11	0.10	12	9.6	112
2011_107	Zld midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	7.0	11	0.16	19	11	0.097	12	9.2	96
2011_108	Zld midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	6.5	11	0.17	19	11	0.097	12	12	98
2011_109	Zld midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	6.9	10	0.18	24	10	0.11	12	9.1	92
2011_53	Zld pijler	<i>Mytilus</i>	<i>edulis</i>	Referentie	12.8	12	0.59	1.8	8.2	0.194	1.8	2.5	108
2011_54	Zld pijler	<i>Mytilus</i>	<i>edulis</i>	Referentie	12.1	12	0.53	2.9	8.6	0.214	1.9	3.3	121
2011_55	Zld pijler	<i>Mytilus</i>	<i>edulis</i>	Referentie	13.1	14	0.51	1.6	7.7	0.196	1.8	2.1	107
2011_56	Zld pijler	<i>Crassostrea</i>	<i>gigas</i>	Referentie	10.9	18	0.90	< 0.37	121	0.225	0.50	0.36	2248
2011_57	Zld pijler	<i>Crassostrea</i>	<i>gigas</i>	Referentie	10.0	18	0.93	< 0.40	126	0.240	0.60	0.41	2457
2011_58	Zld pijler	<i>Crassostrea</i>	<i>gigas</i>	Referentie	7.6	28	0.97	< 0.53	117	0.187	0.53	0.50	1884
2011_75	Zld pijler	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	10.2	6.4	0.13	10	9.9	0.085	9.5	10	64
2011_76	Zld pijler	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	9.9	5.4	0.12	11	10	0.081	9.5	11	65
2011_77	Zld pijler	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	10.9	7.1	0.13	11	10	0.084	10	11	69
2011_101	Zld pijler	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Referentie	7.1	15	0.17	16	13	0.11	12	8.1	104
2011_102	Zld pijler	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Referentie	7.2	14	0.19	17	13	0.11	12	8.8	107
2011_103	Zld pijler	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Referentie	7.0	16	0.17	16	13	0.10	12	8.7	113
2011_110	Zld pijler	<i>Ascidella</i>	<i>aspersa</i>	Referentie	7.3	24	0.17	15	11	0.12	12	9.7	125
2011_111	Zld pijler	<i>Ascidella</i>	<i>aspersa</i>	Referentie	7.8	33	0.17	13	9.9	0.11	12	7.6	114
2011_112	Zld pijler	<i>Ascidella</i>	<i>aspersa</i>	Referentie	7.1	18	0.18	12	10	0.11	11	7.2	117
2011_5	Zld west	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	26.7	38	0.53	1.1	2.4	0.025	0.95	6.3	56
2011_6	Zld west	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	30.6	42	0.56	0.88	2.3	0.024	0.75	5.6	56
2011_59	Zld west	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	10.0	8.0	0.33	21	9.5	0.072	9.7	16	66
2011_60	Zld west	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	9.0	7.7	0.35	18	8.6	0.063	8.8	13	60
2011_61	Zld west	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	9.9	8.0	0.41	20	9.3	0.068	9.1	16	90

MonsterID	Locatie naam	Genus	Species	Dijk verst.	Droog gewicht	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn
2011_62	Zld west	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	10.3	6.8	0.25	19	8.4	0.071	8.3	12	59
2011_63	Zld west	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	11.1	6.1	0.23	13	8.1	0.070	8.2	10	58
2011_83	Zld west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	7.6	10	0.58	15	12	0.096	13	8.2	104
2011_84	Zld west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	7.6	11	0.60	15	13	0.11	12	8.3	107
2011_85	Zld west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	7.6	12	0.30	17	13	0.14	12	8.8	108
2011_86	Zld west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	6.3	12	0.29	13	11	0.082	9.1	6.5	108
2011_87	Zld west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	6.9	12	0.28	15	12	0.094	9.6	6.5	112
2011_88	Zld west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	6.5	11	0.29	15	13	0.092	9.5	6.7	114
2011_113	Zuidbout	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	22.2	29	0.26	< 0.18	1.5	0.018	0.49	3.8	41
2011_114	Zuidbout	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	21.1	27	0.20	< 0.19	1.3	0.017	0.45	3.3	37
2011_124	Zuidbout	<i>Crassostrea</i>	<i>gigas</i>	Referentie	13.2	15	1.1	0.41	93	0.22	0.69	0.48	2117
2011_125	Zuidbout	<i>Crassostrea</i>	<i>gigas</i>	Referentie	12.3	16	1.1	0.45	106	0.26	0.78	0.60	2176
2011_126	Zuidbout	<i>Crassostrea</i>	<i>gigas</i>	Referentie	8.6	17	1.0	< 0.47	65	0.18	0.54	0.57	1459
2011_127	Zuidbout	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Referentie	7.0	17	0.20	18	14	0.12	14	9.1	135
2011_128	Zuidbout	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Referentie	7.1	16	0.18	18	14	0.12	14	8.9	118
2011_129	Zuidbout	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Referentie	7.1	18	0.19	17	13	0.12	14	9.3	121
2011_130	Zuidbout	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	10.9	8.7	0.053	21	11	0.096	13	17	76
2011_131	Zuidbout	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	10.3	6.8	0.051	18	10	0.090	12	15	69
2011_132	Zuidbout	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	11.1	6.6	0.052	21	11	0.095	13	18	73
2011_136	Zuidbout	<i>Ascidella</i>	<i>aspersa</i>	Referentie	7.2	25	0.15	16	10	0.11	13	9.2	127
2011_137	Zuidbout	<i>Ascidella</i>	<i>aspersa</i>	Referentie	7.5	37	0.14	14	9.57	0.12	13	8.7	125
2011_138	Zuidbout	<i>Ascidella</i>	<i>aspersa</i>	Referentie	7.7	24	0.13	17	10	0.13	15	9.7	135

Tabel 2. Gehalten aan zware metalen in mg/kg drooggewicht.

MonsterID	Locatie naam	Genus	Species	Dijk verst.	Fe	Al	Mn	Sb	Ba	Co	Mo	Se	Sn	V
2011_14	Katshoek	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	270	143	192	< 0.06	16	1.4	0.49	0.086	< 0.06	1.8
2011_133	Katshoek	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	7096	4100	696	< 0.19	13	5.4	2.6	0.97	0.48	20
2011_134	Katshoek	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	7474	3784	1202	< 0.21	13	5.3	3.1	1.4	0.35	20
2011_135	Katshoek	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	6923	4261	597	< 0.21	15	5.0	2.3	1.2	0.44	20
2011_18	Lokkersnol oost	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	655	433	133	< 0.08	16	1.3	0.28	0.10	0.086	2.5
2011_19	Lokkersnol oost	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	545	338	149	< 0.09	16	1.3	0.27	0.091	< 0.09	2.2
2011_11	Schelphoek midden	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	505	290	126	< 0.08	13	1.2	1.1	0.086	0.061	1.9
2011_12	Schelphoek midden	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	559	342	127	< 0.08	14	1.2	1.6	0.10	< 0.08	2.1
2011_67	Schelphoek midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	7064	4565	434	< 0.22	13	3.9	34	2.3	0.55	21
2011_68	Schelphoek midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	7965	5305	481	< 0.22	14	4.3	33	2.3	0.68	23
2011_69	Schelphoek midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	6864	4411	413	< 0.20	12	3.7	34	2.6	0.48	19
2011_70	Schelphoek midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	9121	6217	555	< 0.18	15	4.5	31	2.1	0.81	26
2011_92	Schelphoek midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	8779	6167	373	< 0.27	15	3.6	72	2.6	0.76	137
2011_93	Schelphoek midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	8346	5952	372	< 0.27	16	3.7	69	2.5	0.78	130
2011_94	Schelphoek midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	9380	6625	404	< 0.26	16	4.0	71	2.7	0.85	139
2011_3	Schelphoek oost	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	358	208	116	< 0.04	12	1.1	0.39	0.069	0.051	1.7
2011_30	Schelphoek oost	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	1177	721	194	< 0.08	17	1.8	0.55	0.14	0.12	4.2
2011_31	Schelphoek oost	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	1263	815	226	< 0.09	17	1.7	0.46	0.13	0.13	3.9
2011_43	Schelphoek west	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	795	468	197	< 0.07	14	2.0	0.43	0.12	0.093	2.7
2011_44	Schelphoek west	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	1309	768	203	< 0.09	15	2.0	0.43	0.18	0.14	4.1

MonsterID	Locatie naam	Genus	Species	Dijk verst.	Fe	Al	Mn	Sb	Ba	Co	Mo	Se	Sn	V
2011_64	Schelphoek west	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	7946	3547	564	< 0.20	10	3.5	37	2.6	0.20	25
2011_65	Schelphoek west	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	4928	3232	292	< 0.20	9.0	2.7	44	2.9	< 0.20	14
2011_66	Schelphoek west	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	1815	1184	109	< 0.22	8.2	2.2	18	2.9	< 0.22	12
2011_89	Schelphoek west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	7079	4397	524	< 0.28	12	4.2	49	2.5	0.61	100
2011_90	Schelphoek west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	8254	4725	583	< 0.28	12	4.0	56	2.4	0.58	113
2011_91	Schelphoek west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	6420	4243	481	< 0.30	11	3.9	49	2.6	0.60	107
2011_46	Schelphoek-haven	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	PBZ	587	291	149	< 0.10	14	1.7	0.40	0.076	0.11	1.9
2011_47	Schelphoek-haven	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	PBZ	899	472	181	< 0.09	18	1.9	0.40	0.096	0.12	2.7
2011_48	Schelphoek-haven	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	1392	763	194	< 0.09	17	1.8	0.29	0.11	0.15	4.1
2011_49	Schelphoek-haven	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	1364	753	201	< 0.09	17	1.8	0.31	0.12	0.14	3.9
2011_115	Wissekerke-oostnol	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	583	346	129	< 0.05	15	0.87	0.27	0.06	0.05	1.4
2011_116	Wissekerke-oostnol	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	486	294	117	< 0.06	14	0.80	0.20	0.04	< 0.06	1.4
2011_28	Zld De Val	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	623	379	215	< 0.09	21	1.8	0.33	0.15	< 0.09	2.7
2011_29	Zld De Val	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	846	511	183	< 0.08	18	1.5	0.32	0.15	0.099	3.4
2011_71	Zld De Val	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	7602	4180	676	< 0.21	14	4.0	3.4	2.0	0.61	21
2011_72	Zld De Val	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	8079	5191	663	< 0.20	14	4.3	2.0	2.2	0.67	23
2011_73	Zld De Val	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	9199	6047	744	< 0.17	16	5.0	1.9	1.9	0.76	26
2011_74	Zld De Val	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	12127	5674	1370	< 0.18	15	4.3	2.0	2.2	0.69	94
2011_95	Zld De Val	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	9043	5536	559	< 0.25	15	4.1	2.3	2.5	0.79	131
2011_96	Zld De Val	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	9596	5762	647	< 0.25	16	4.0	2.1	2.4	0.77	139
2011_97	Zld De Val	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	8536	5296	564	< 0.25	14	3.8	2.1	2.5	0.69	136
2011_98	Zld De Val	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	9000	5888	532	< 0.26	17	4.1	2.0	2.7	0.81	145
2011_99	Zld De Val	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	8487	5552	521	< 0.27	16	3.9	2.6	3.0	0.74	142

MonsterID	Locatie naam	Genus	Species	Dijk verst.	Fe	Al	Mn	Sb	Ba	Co	Mo	Se	Sn	V
2011_100	Zld De Val	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	10302	6754	605	< 0.24	19	5.1	1.7	2.7	0.89	140
2011_35	Zld midden	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	401	223	221	< 0.09	21	1.9	0.43	0.14	< 0.09	1.8
2011_36	Zld midden	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	328	173	227	< 0.08	21	2.0	0.41	0.13	< 0.08	1.6
2011_78	Zld midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	8608	5404	653	< 0.19	14	4.3	3.5	1.9	0.67	24
2011_79	Zld midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	7673	4669	595	< 0.20	15	4.0	3.1	2.0	0.57	21
2011_80	Zld midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	7250	4018	731	< 0.21	11	4.4	2.0	1.8	0.52	26
2011_81	Zld midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	9166	4732	817	< 0.21	14	4.9	4.3	1.8	0.65	31
2011_82	Zld midden	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	7952	4650	760	< 0.19	12	4.7	3.3	1.5	0.56	26
2011_104	Zld midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	8947	5619	499	< 0.27	14	3.9	2.5	2.8	0.76	145
2011_105	Zld midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	8395	5225	505	< 0.28	14	3.7	3.1	2.8	0.70	141
2011_106	Zld midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	8357	5280	468	< 0.27	14	3.6	2.5	2.6	0.72	146
2011_107	Zld midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	8487	5074	470	< 0.28	14	3.2	2.5	2.6	0.72	145
2011_108	Zld midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	7623	4577	458	< 0.31	14	3.3	2.7	2.6	0.66	144
2011_109	Zld midden	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	8623	4693	545	< 0.29	13	3.1	2.5	2.6	0.65	161
2011_53	Zld pijler	<i>Mytilus</i>	<i>edulis</i>	Referentie	381	196	41	< 0.16	1.2	0.88	3.7	3.6	< 0.16	1.9
2011_54	Zld pijler	<i>Mytilus</i>	<i>edulis</i>	Referentie	371	189	37	< 0.16	1.3	0.90	3.8	3.7	< 0.16	1.8
2011_55	Zld pijler	<i>Mytilus</i>	<i>edulis</i>	Referentie	355	175	31	< 0.15	1.3	0.75	3.9	3.6	< 0.15	1.8
2011_56	Zld pijler	<i>Crassostrea</i>	<i>gigas</i>	Referentie	174	35	41	< 0.18	0.35	0.28	1.1	3.7	< 0.18	0.66
2011_57	Zld pijler	<i>Crassostrea</i>	<i>gigas</i>	Referentie	185	37	38	< 0.20	0.38	0.34	1.5	3.6	< 0.20	0.79
2011_58	Zld pijler	<i>Crassostrea</i>	<i>gigas</i>	Referentie	158	32	52	< 0.26	0.52	0.27	1.4	3.5	< 0.26	0.67
2011_75	Zld pijler	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	4789	2857	663	< 0.20	16	4.7	2.2	1.6	0.38	15
2011_76	Zld pijler	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	5187	3211	716	< 0.20	12	4.5	2.6	1.7	0.38	15
2011_77	Zld pijler	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	5005	3113	787	< 0.18	18	5.2	2.4	1.6	0.39	16
2011_101	Zld pijler	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Referentie	7789	5063	506	< 0.28	17	3.9	2.0	3.0	0.67	136
2011_102	Zld pijler	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Referentie	7945	5138	497	< 0.28	16	3.8	2.4	2.9	0.69	160

MonsterID	Locatie naam	Genus	Species	Dijk verst.	Fe	Al	Mn	Sb	Ba	Co	Mo	Se	Sn	V
2011_103	Zld pijler	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Referentie	7582	4872	548	< 0.29	27	4.0	2.5	2.8	0.68	135
2011_110	Zld pijler	<i>Ascidella</i>	<i>aspersa</i>	Referentie	6903	3994	736	< 0.28	20	4.2	6.6	3.1	0.50	195
2011_111	Zld pijler	<i>Ascidella</i>	<i>aspersa</i>	Referentie	7634	4631	672	< 0.26	33	4.0	5.6	3.7	0.52	183
2011_112	Zld pijler	<i>Ascidella</i>	<i>aspersa</i>	Referentie	6422	3744	729	< 0.28	15	3.7	4.7	3.2	0.44	177
2011_5	Zld west	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	438	280	177	< 0.07	15	1.5	0.39	0.10	0.101	1.9
2011_6	Zld west	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	330	204	177	< 0.07	16	1.4	0.34	0.088	0.068	1.6
2011_59	Zld west	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	5717	3521	447	< 0.20	10	3.2	40	2.2	< 0.20	17
2011_60	Zld west	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	4989	3199	399	< 0.22	9.7	2.9	48	2.3	< 0.22	15
2011_61	Zld west	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Breuksteen	5557	3550	445	< 0.20	11	3.4	45	2.2	< 0.20	17
2011_62	Zld west	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	4559	2635	498	< 0.19	9.1	3.3	29	2.3	< 0.19	16
2011_63	Zld west	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Staalslak	4293	2447	505	< 0.18	10	3.4	24	2.1	< 0.18	16
2011_83	Zld west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	7102	4284	490	< 0.26	12	3.7	54	1.9	0.63	118
2011_84	Zld west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	6676	4202	450	< 0.26	13	3.6	50	2.2	0.60	126
2011_85	Zld west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Breuksteen	7761	4812	536	< 0.26	16	4.2	50	2.0	0.63	119
2011_86	Zld west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	5963	3514	464	< 0.32	11	3.3	50	2.2	0.42	153
2011_87	Zld west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	6096	3409	483	< 0.29	14	3.3	46	2.1	0.42	141
2011_88	Zld west	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Staalslak	6078	3500	508	< 0.31	12	3.4	50	2.2	0.43	163
2011_113	Zuidbout	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	117	43	174	< 0.09	16	1.0	0.19	< 0.05	< 0.09	0.70
2011_114	Zuidbout	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	104	37	144	< 0.09	16	0.94	0.20	< 0.05	< 0.09	0.70
2011_124	Zuidbout	<i>Crassostrea</i>	<i>gigas</i>	Referentie	266	66	41	< 0.15	0.59	0.31	0.88	2.7	< 0.15	0.80
2011_125	Zuidbout	<i>Crassostrea</i>	<i>gigas</i>	Referentie	287	66	44	< 0.16	0.54	0.37	1.2	3.4	< 0.16	0.88
2011_126	Zuidbout	<i>Crassostrea</i>	<i>gigas</i>	Referentie	196	49	40	< 0.23	0.45	0.30	0.80	2.9	< 0.23	0.62
2011_127	Zuidbout	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Referentie	8962	5439	765	< 0.28	16	4.6	1.7	3.2	0.83	142
2011_128	Zuidbout	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Referentie	8243	4845	577	< 0.28	15	4.0	1.6	2.7	0.77	130

MonsterID	Locatie naam	Genus	Species	Dijk verst.	Fe	Al	Mn	Sb	Ba	Co	Mo	Se	Sn	V
2011_129	Zuidbout	<i>Ciona</i>	<i>intestinalis</i>	Referentie	8060	4661	630	< 0.28	22	4.1	1.8	2.9	0.72	131
2011_130	Zuidbout	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	7147	4224	807	< 0.18	36	5.7	2.3	1.3	0.48	20
2011_131	Zuidbout	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	6336	3822	695	< 0.19	20	5.2	2.2	1.5	0.42	18
2011_132	Zuidbout	<i>Styela</i>	<i>clava</i>	Referentie	6827	4025	772	< 0.18	17	5.9	2.4	1.5	0.48	19
2011_136	Zuidbout	<i>Ascidella</i>	<i>aspersa</i>	Referentie	6685	3883	913	< 0.28	14	4.8	3.1	4.4	0.51	130
2011_137	Zuidbout	<i>Ascidella</i>	<i>aspersa</i>	Referentie	6767	3882	985	< 0.27	46	4.6	3.0	3.6	0.50	116
2011_138	Zuidbout	<i>Ascidella</i>	<i>aspersa</i>	Referentie	8049	4654	1057	< 0.26	16	5.1	3.1	3.6	0.58	113

Bijlage B. Ruwe data monitoring 2011 – Westerschelde

Tabel 3. Drooggewicht in % en gehalten zware metalen in mg/kg drooggewicht.

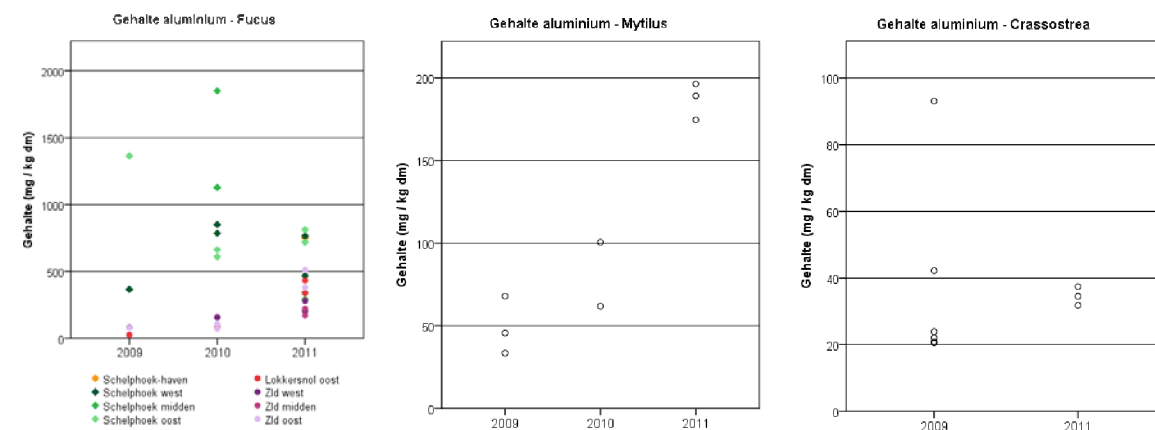
Monster ID	Locatie	Genus	Species	Dijk verst.	M. Cl.	Droog gewicht	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn	Fe
2011_39	Borssele	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	21.7	31	1.9	1.2	6.7	0.036	0.95	11	104	404
2011_26	Ellewoutsdijk-haven	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	23.1	31	1.6	2.4	8.3	0.054	2.3	10	110	779
2011_27	Hoedekenskerke-haven	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	18.1	32	2.6	1.6	9.0	0.044	1.1	15	154	485
2011_117	Kapellebank	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	21.6	25	2.5	0.93	6.9	0.032	0.94	12	161	437
2011_118	Kapellebank	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	24.6	25	2.4	0.94	5.9	0.039	1.1	14	163	480
2011_119	Paulinapolder	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	24.1	34	0.72	1.8	4.3	0.043	1.5	11	79	683
2011_120	Paulinapolder	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	23.8	32	0.86	1.6	4.3	0.047	1.8	12	83	708
2011_121	Paulinapolder	<i>Haliclona</i>	<i>oculata</i>	Referentie	T2	8.9	8.0	2.6	9.4	16	0.12	5.8	3.5	108	2408
2011_122	Paulinapolder	<i>Haliclona</i>	<i>oculata</i>	Referentie	T2	7.7	6.7	1.9	7.9	13	0.12	5.1	3.1	103	2050
2011_123	Paulinapolder	<i>Haliclona</i>	<i>oculata</i>	Referentie	T2	8.5	5.7	2.3	7.6	14	0.11	5.2	3.3	110	2084
2011_22	Ritthem midden	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	25.1	37	0.95	1.4	3.6	0.039	0.69	6.2	58	352
2011_23	Ritthem midden	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	23.8	37	1.0	0.74	3.6	0.040	0.69	5.8	60	255
2011_52	Ritthem midden	<i>Haliclona</i>	<i>oculata</i>	Breuksteen	T2	8.8	11	1.7	20	21	0.147	6.9	13	159	2517
2011_20	Ritthem oost	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	25.1	36	1.1	1.1	3.7	0.033	0.83	6.7	65	376
2011_21	Ritthem oost	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	29.4	36	1.2	0.73	3.9	0.035	0.63	6.4	70	229
2011_51	Ritthem oost	<i>Haliclona</i>	<i>oculata</i>	Staalslak	T2	9.0	11	2.1	12	14	0.137	4.6	8.2	89	1568
2011_24	Ritthem west	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	22.6	36	0.92	1.0	3.4	0.039	0.80	5.9	56	340
2011_25	Ritthem west	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	22.8	37	1.1	1.3	3.6	0.038	0.95	5.5	64	458

Tabel 4. Gehalten aan zware metalen in mg/kg drooggewicht.

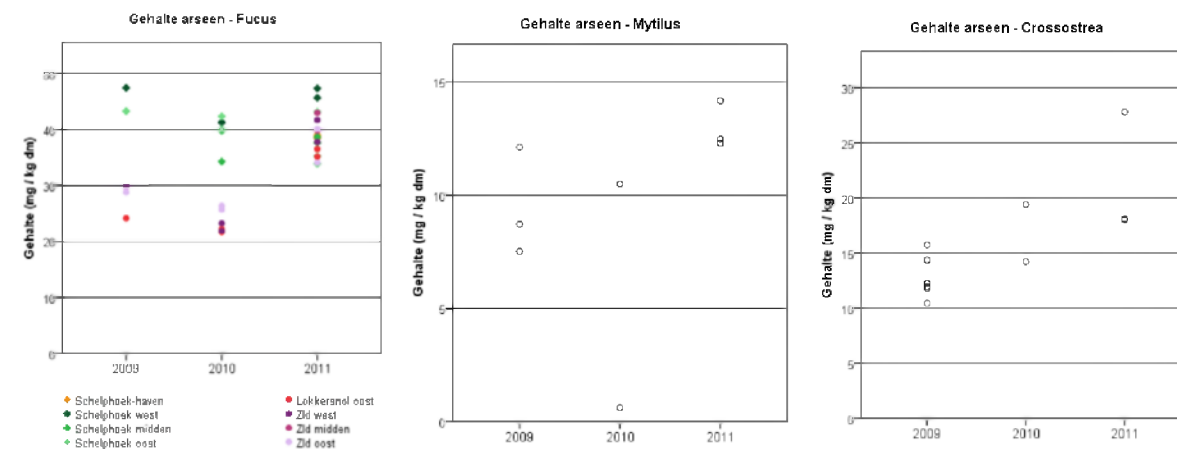
Monster ID	Locatie	Genus	Species	Dijk verst.	M. Cl.	Al	Mn	Sb	Ba	Co	Mo	Se	Sn	V
2011_39	Borssele	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	214	123	< 0.09	26	1.5	0.33	0.12	< 0.09	1.6
2011_26	Ellewoutsdijk-haven	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	368	293	< 0.09	32	3.2	0.59	0.33	0.088	3.0
2011_27	Hoedekenskerke-haven	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	260	194	< 0.11	41	1.9	0.37	0.37	< 0.11	2.3
2011_117	Kapellebank	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	270	152	< 0.09	39	1.1	0.19	0.14	< 0.09	1.5
2011_118	Kapellebank	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	304	164	< 0.08	41	1.1	0.19	0.17	< 0.08	1.6
2011_119	Paulinapolder	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	370	186	< 0.08	28	1.5	0.26	0.09	< 0.08	1.7
2011_120	Paulinapolder	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	377	220	< 0.08	28	1.7	0.26	0.11	< 0.08	1.7
2011_121	Paulinapolder	<i>Haliclona</i>	<i>oculata</i>	Referentie	T2	1285	76	< 0.23	4.7	1.1	1.2	5.3	< 0.23	6.0
2011_122	Paulinapolder	<i>Haliclona</i>	<i>oculata</i>	Referentie	T2	1142	62	< 0.26	4.6	0.86	1.1	4.6	< 0.26	4.9
2011_123	Paulinapolder	<i>Haliclona</i>	<i>oculata</i>	Referentie	T2	1122	64	< 0.24	4.5	0.89	1.1	3.6	< 0.24	4.9
2011_22	Ritthem midden	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	186	104	< 0.08	20	1.4	0.69	0.11	< 0.08	1.4
2011_23	Ritthem midden	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	138	105	< 0.08	21	1.4	0.62	0.13	< 0.08	1.2
2011_52	Ritthem midden	<i>Haliclona</i>	<i>oculata</i>	Breuksteen	T2	1280	75	< 0.23	8.1	1.1	8.3	5.4	< 0.23	5.6
2011_20	Ritthem oost	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	264	94	< 0.08	21	1.3	0.64	0.12	< 0.08	1.7
2011_21	Ritthem oost	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	146	107	< 0.07	22	1.4	0.60	0.12	< 0.07	1.2
2011_51	Ritthem oost	<i>Haliclona</i>	<i>oculata</i>	Staalslak	T2	874	68	< 0.22	5.8	0.76	5.1	5.6	< 0.22	4.5
2011_24	Ritthem west	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	214	96	< 0.09	19	1.3	0.67	0.12	< 0.09	1.5
2011_25	Ritthem west	<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>	Referentie	T2	270	109	< 0.09	20	1.4	0.57	0.13	< 0.09	1.7

Bijlage C. Grafieken temporele variatie in metaalgehalten – Oosterschelde

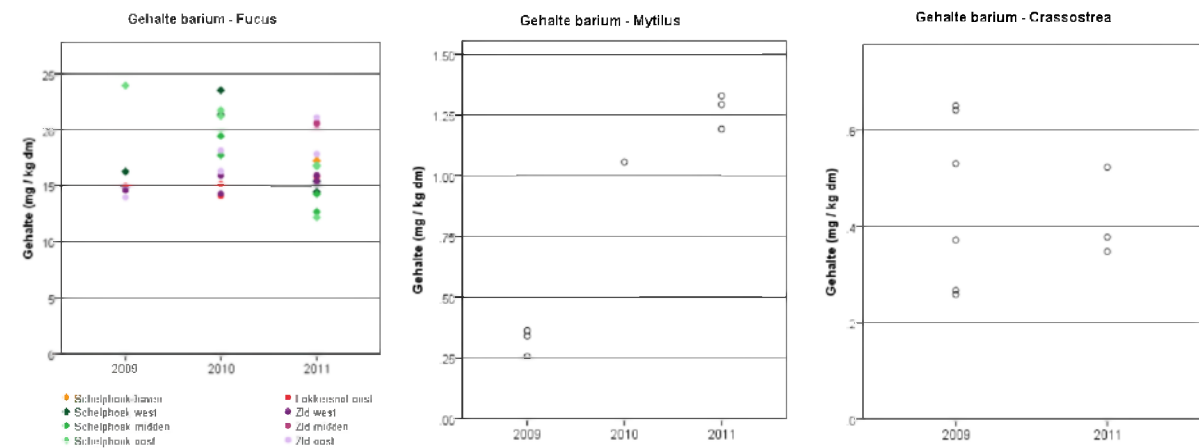
In onderstaande figuren 1 t/m19 wordt het metaalgehalten in *Fucus vesiculosus*, *Mytilus edulis* en *Crassostrea gigas* weergegeven welke bemonsterd zijn op referentieplekken of tijdens de T0 monitoring in 2009, 2010 en 2011.



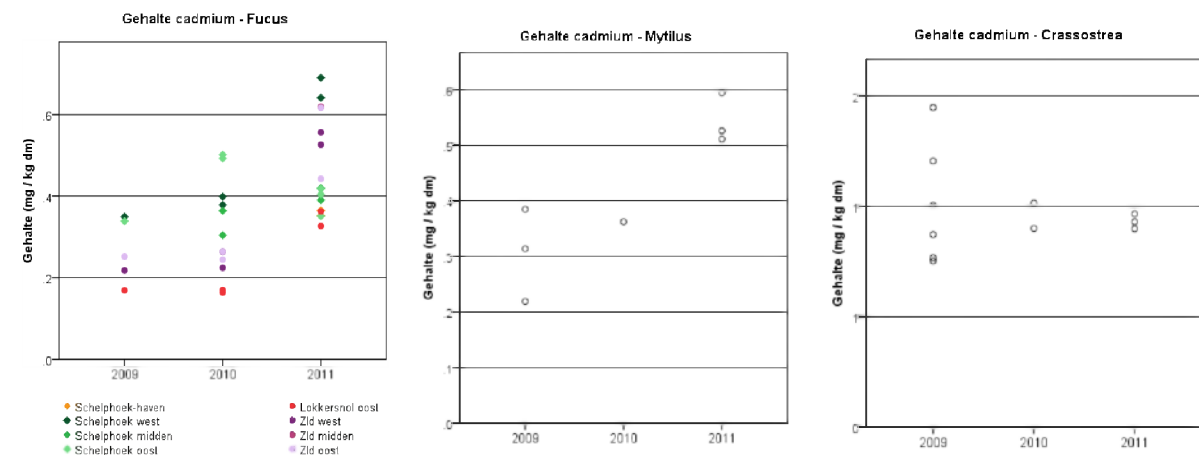
Figuur 1: Gehalten aluminium in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.



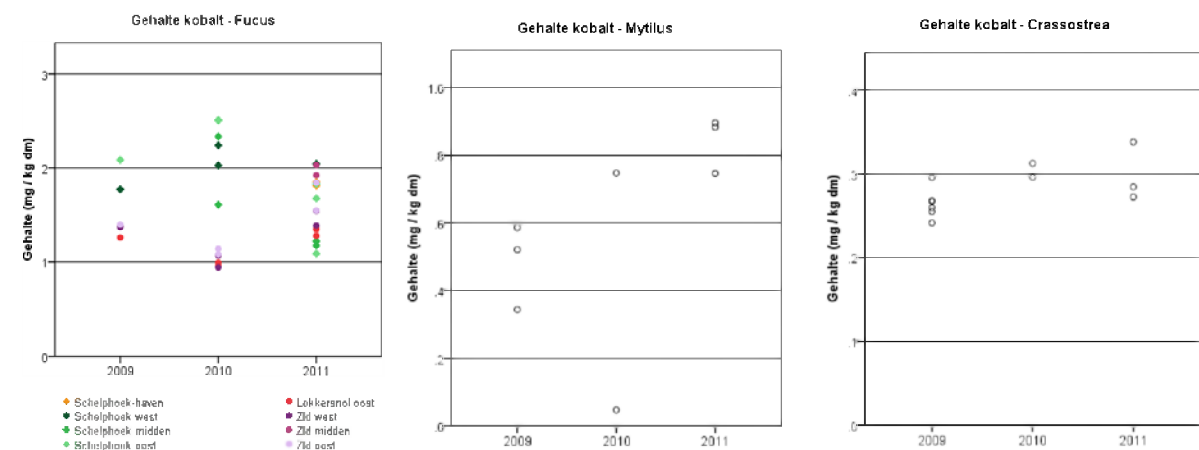
Figuur 2: Gehalten arseen in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.



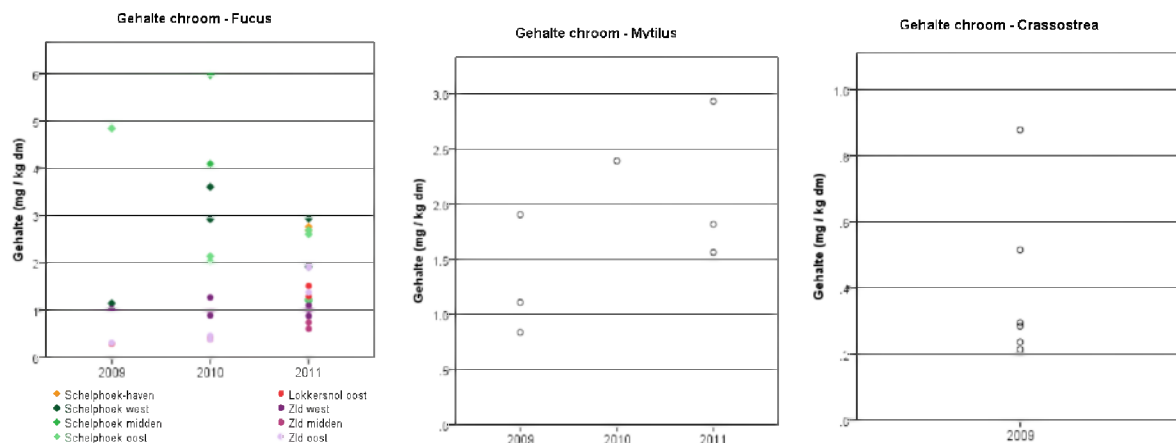
Figuur 3: Gehalten barium in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.



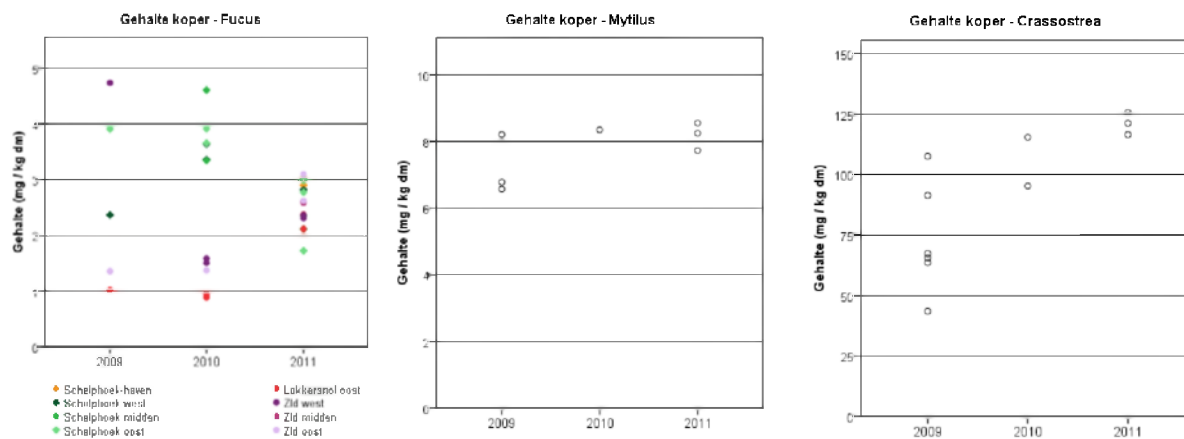
Figuur 4: Gehalten cadmium in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.



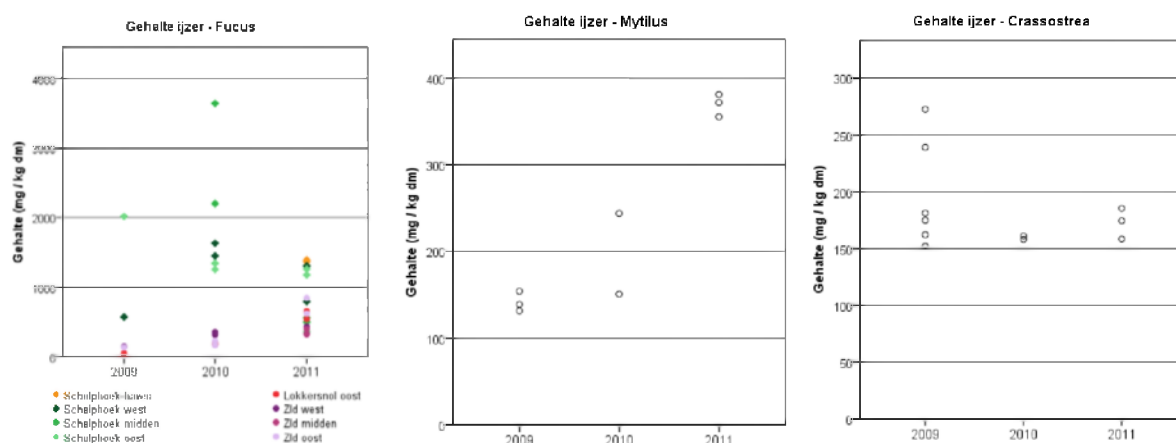
Figuur 5: Gehalten kobalt in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.



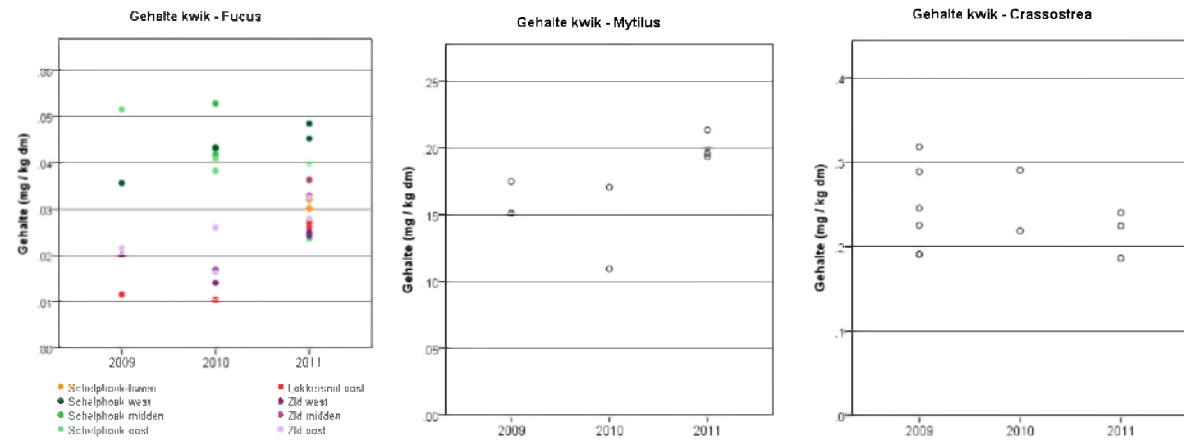
Figuur 6: Gehalten chroom in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.



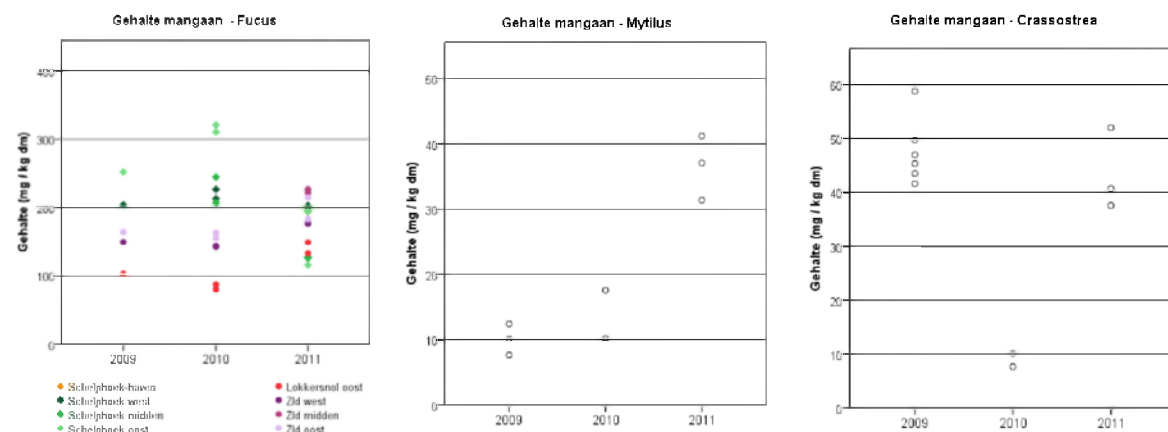
Figuur 7: Gehalten koper in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.



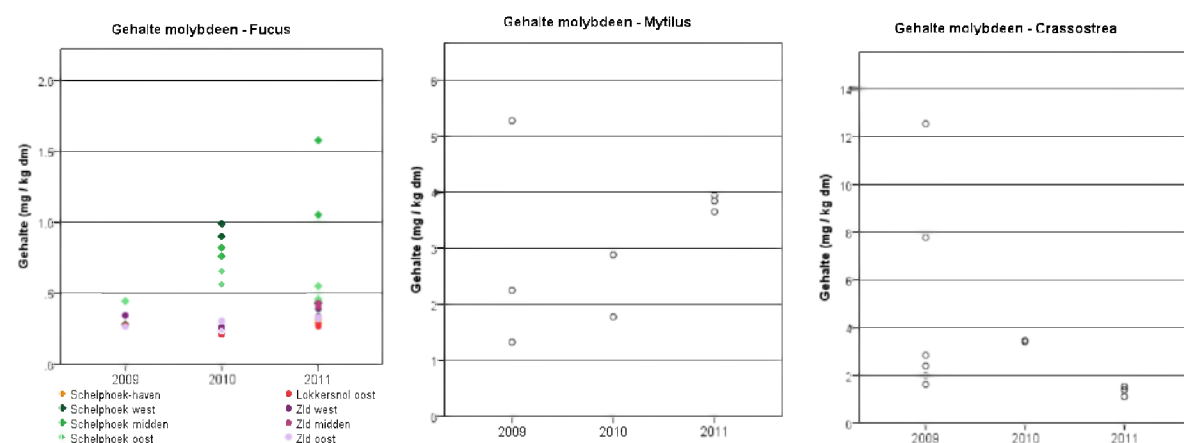
Figuur 8: Gehalten ijzer in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.



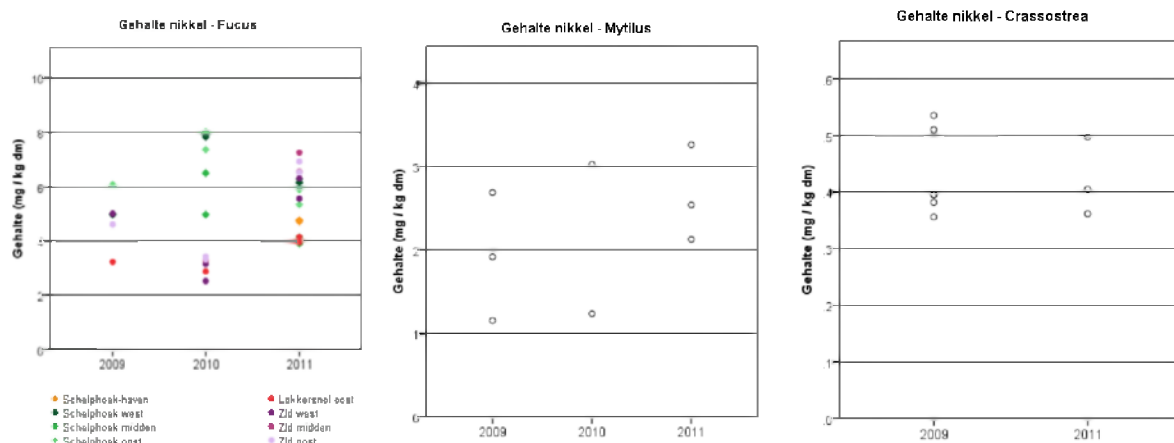
Figuur 9: Gehalten kwik in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.



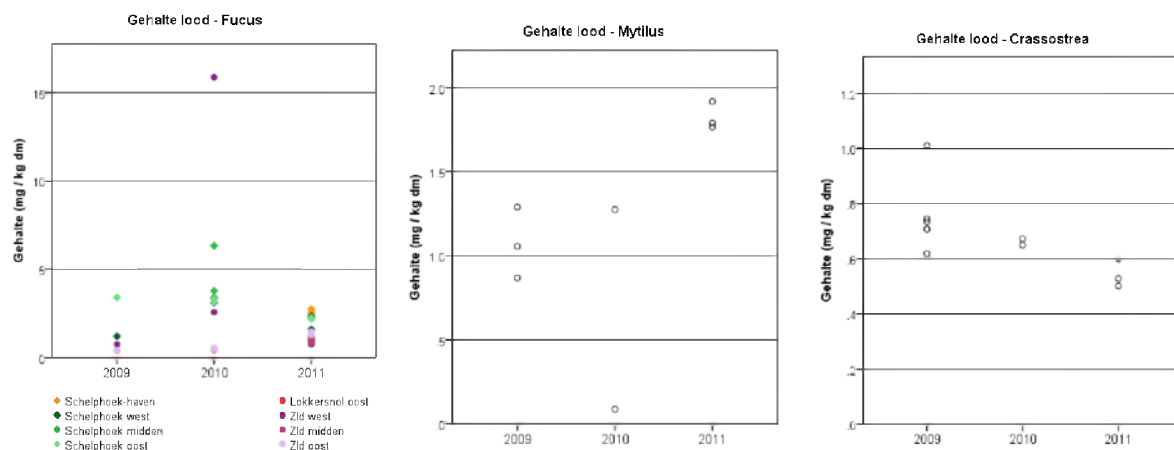
Figuur 10: Gehalten mangaan in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.



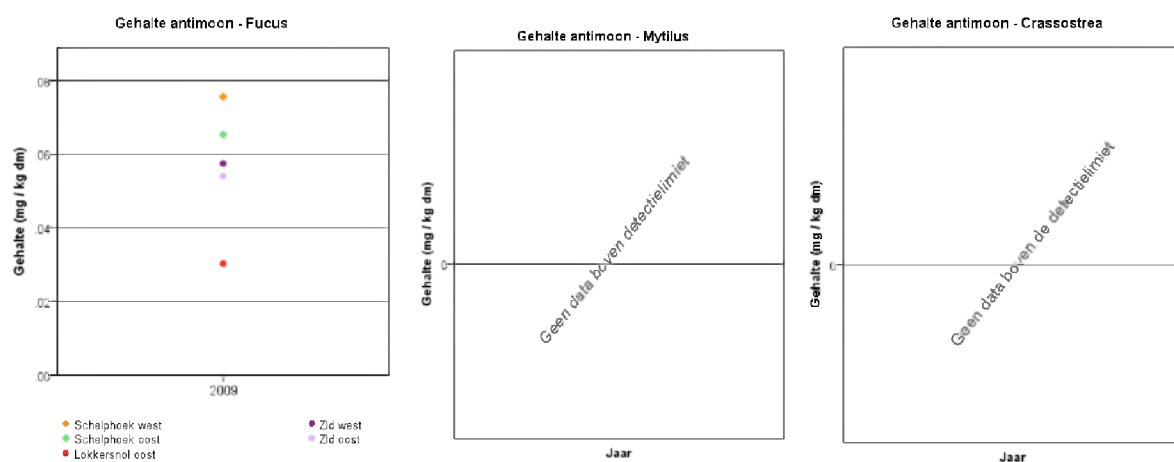
Figuur 11: Gehalten molybdeen in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.



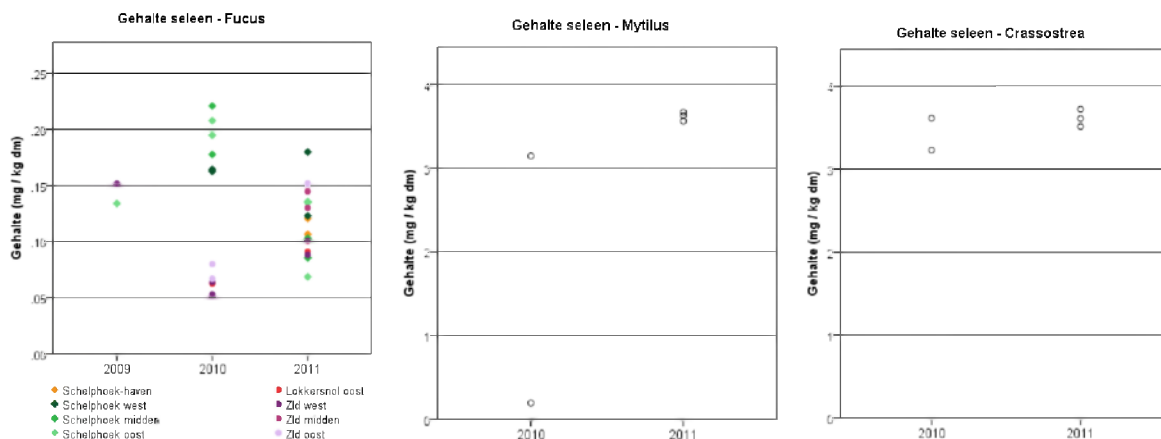
Figuur 12: Gehalten nikkel in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.



Figuur 13: Gehalten lood in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.



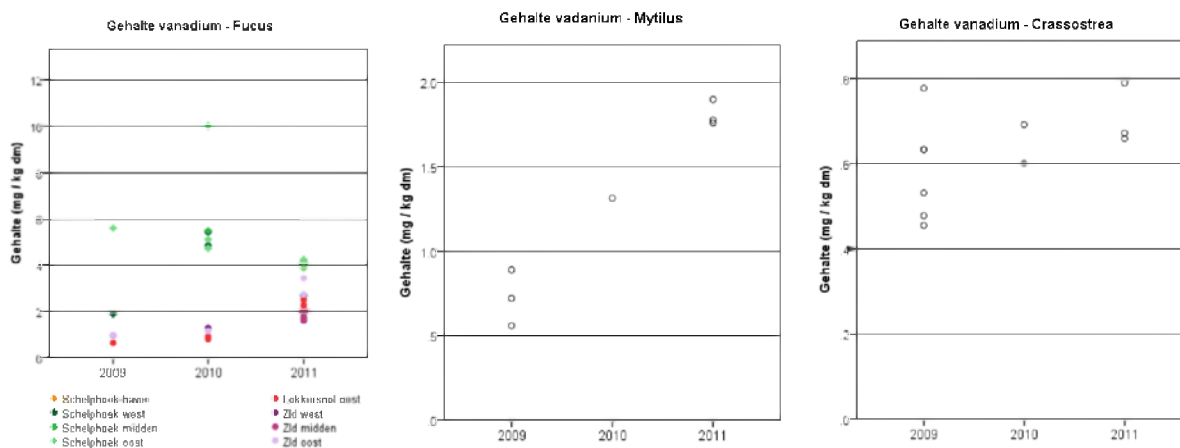
Figuur 14: Gehalten antimoon in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.



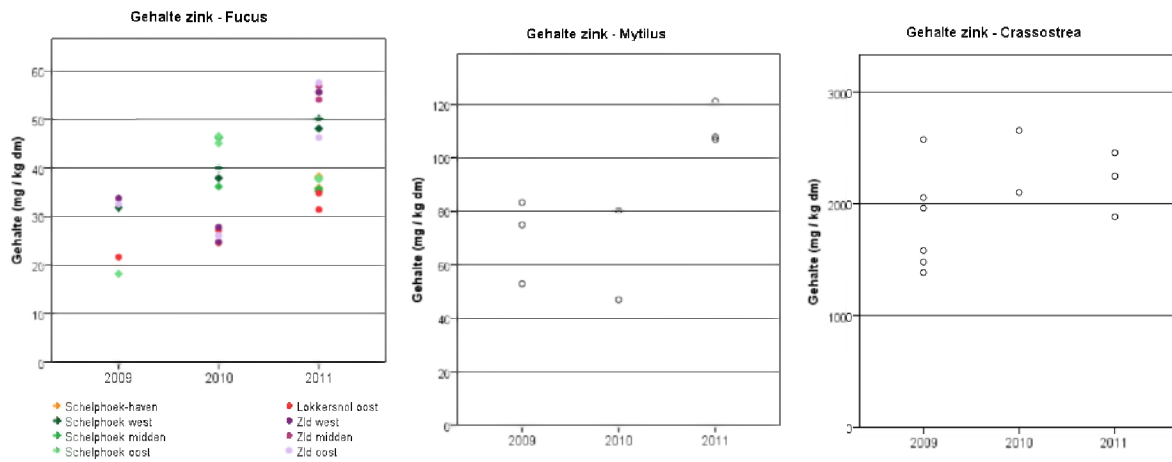
Figuur 15: Gehalten seleen in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.



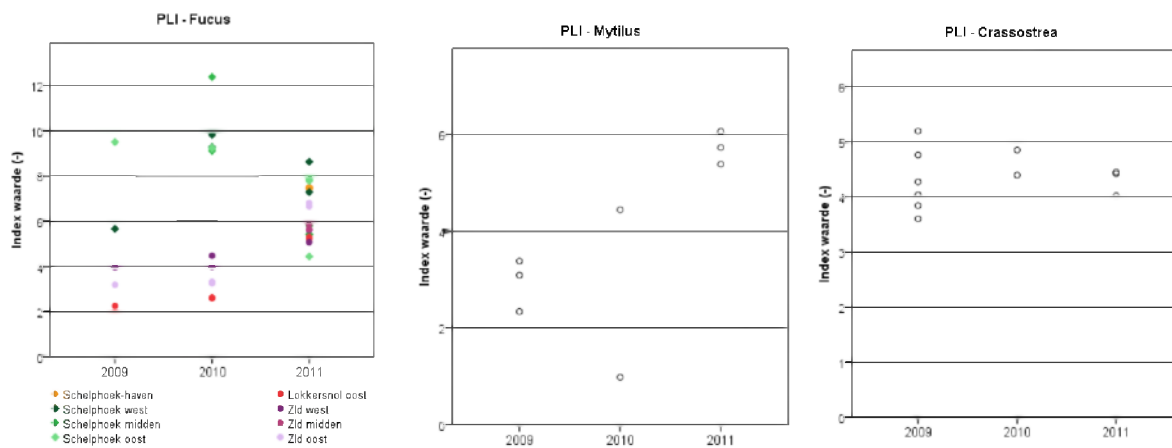
Figuur 16: Gehalten tin in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.



Figuur 17: Gehalten vanadium in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.

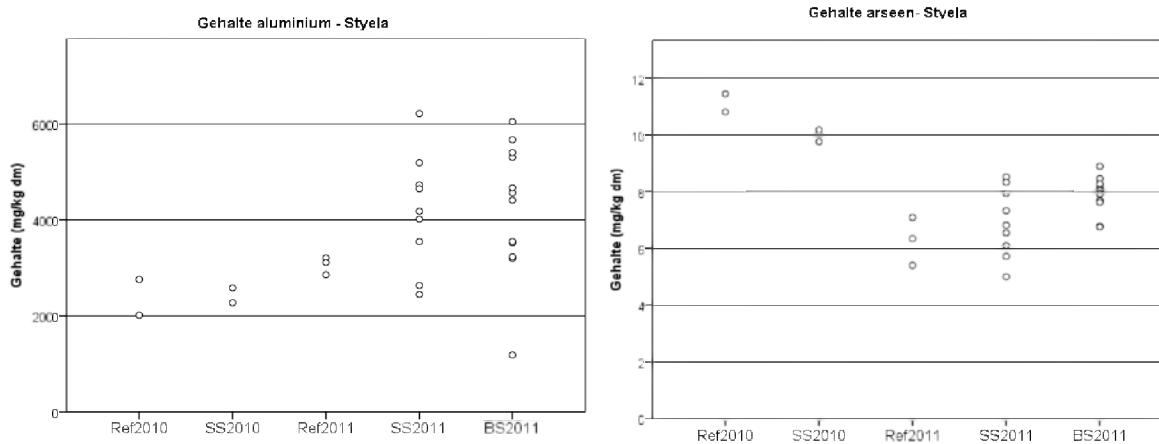


Figuur 18: Gehalten zink in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.

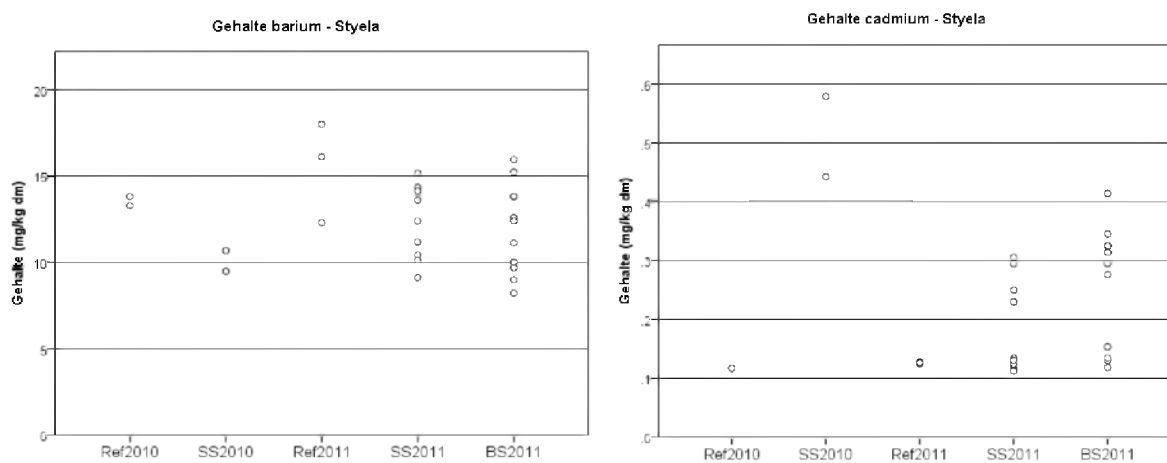


Figuur 19: Pollution Load Index (PLI) in *Fucus vesiculosus* (links), *Mytilus edulis* (midden) en *Crassostrea gigas* (rechts) voor monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011.

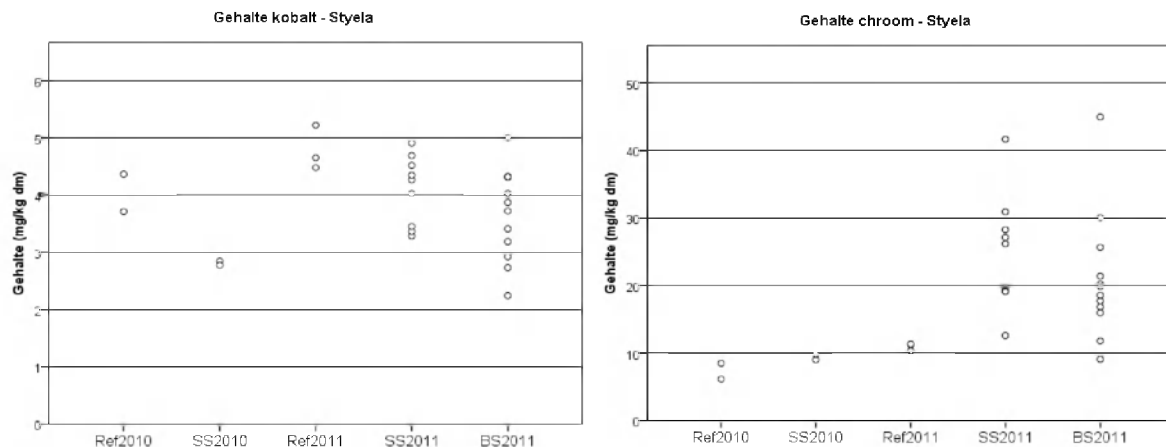
Bijlage D. Grafieken effect ondergrond – Oosterschelde (*Styela clava*)



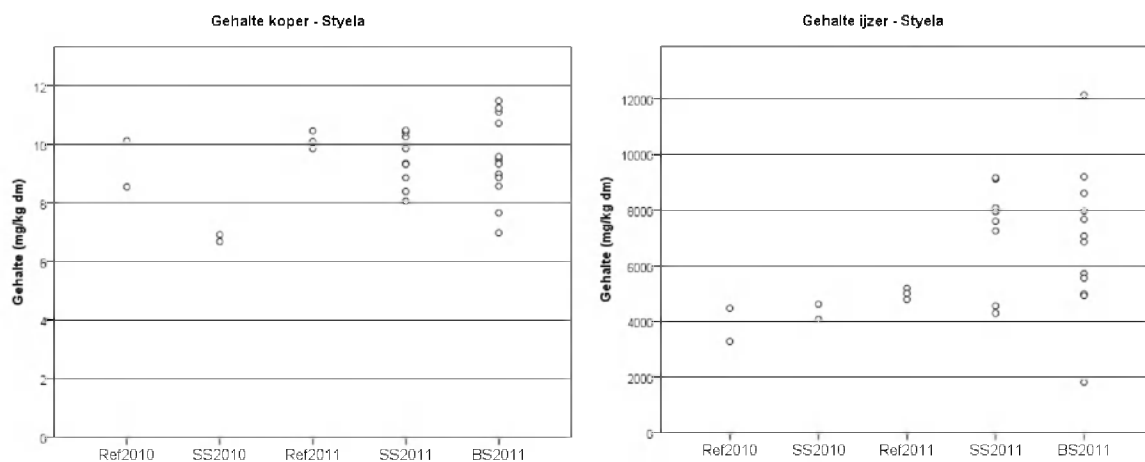
Figuur 20: Gehalte aluminium (links) en arseen (rechts) in *Styela clava* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



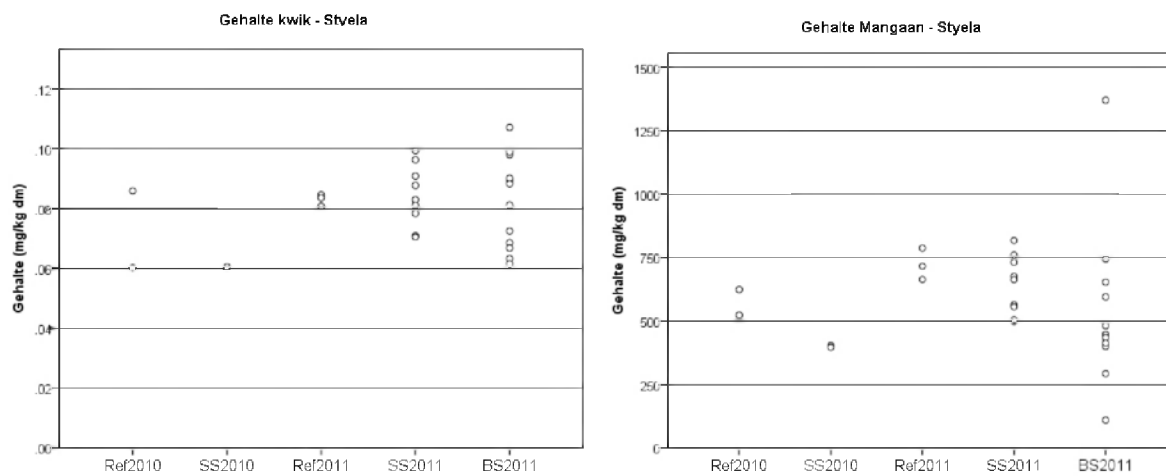
Figuur 21: Gehalte barium (links) en cadmium (rechts) in *Styela clava* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



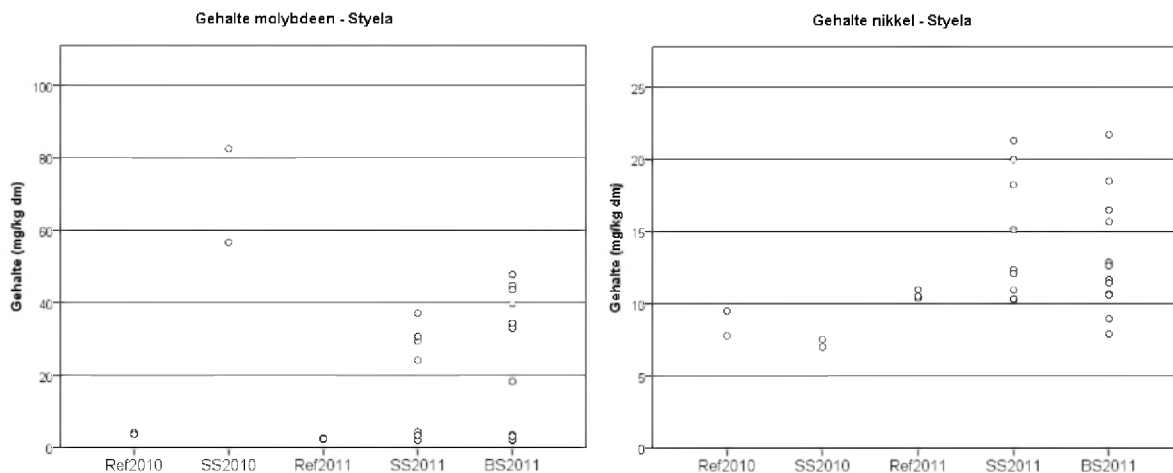
Figuur 22: Gehalte kobalt (links) en chroom (rechts) in *Styela clava* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



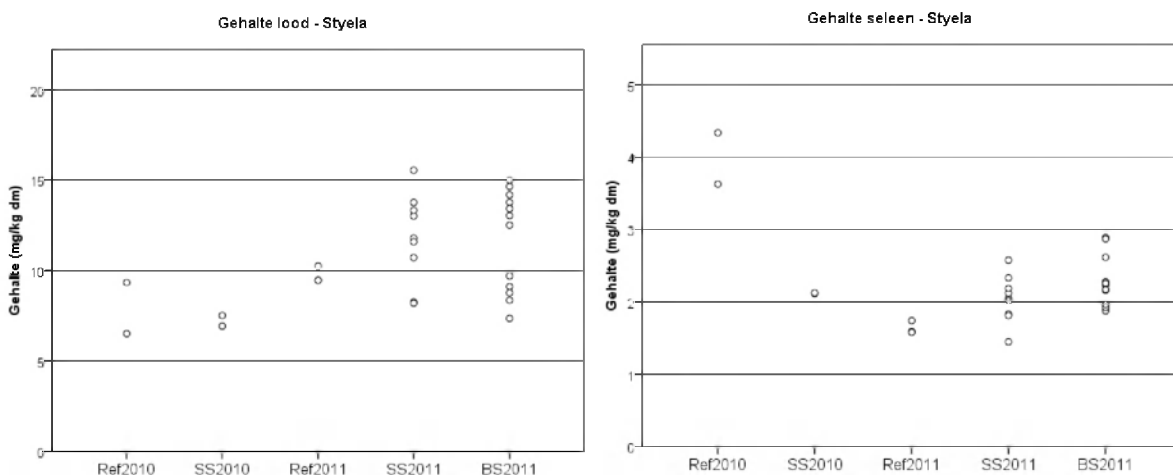
Figuur 23: Gehalte koper (links) en ijzer (rechts) in *Styela clava* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



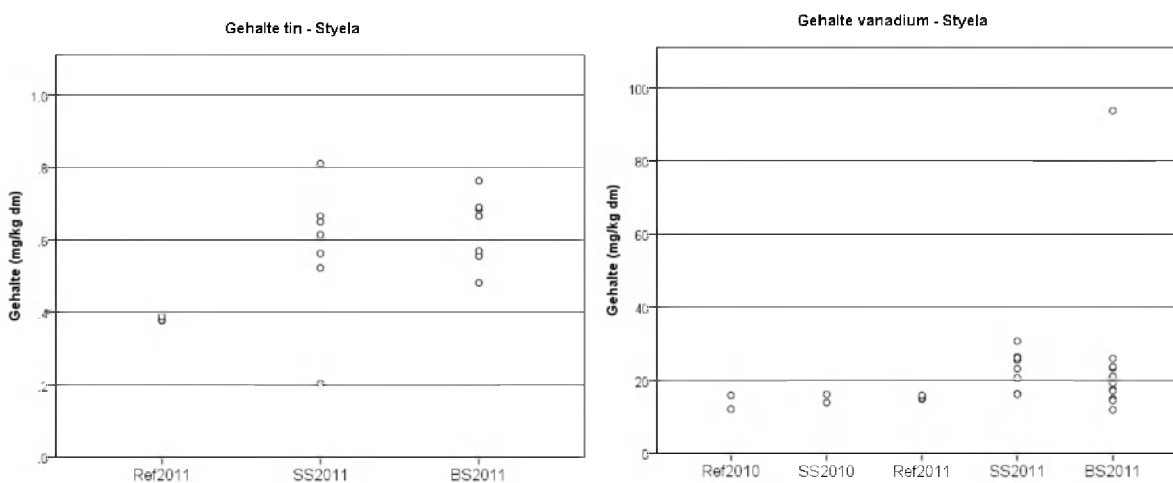
Figuur 24: Gehalte kwik (links) en mangaan (rechts) in *Styela clava* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



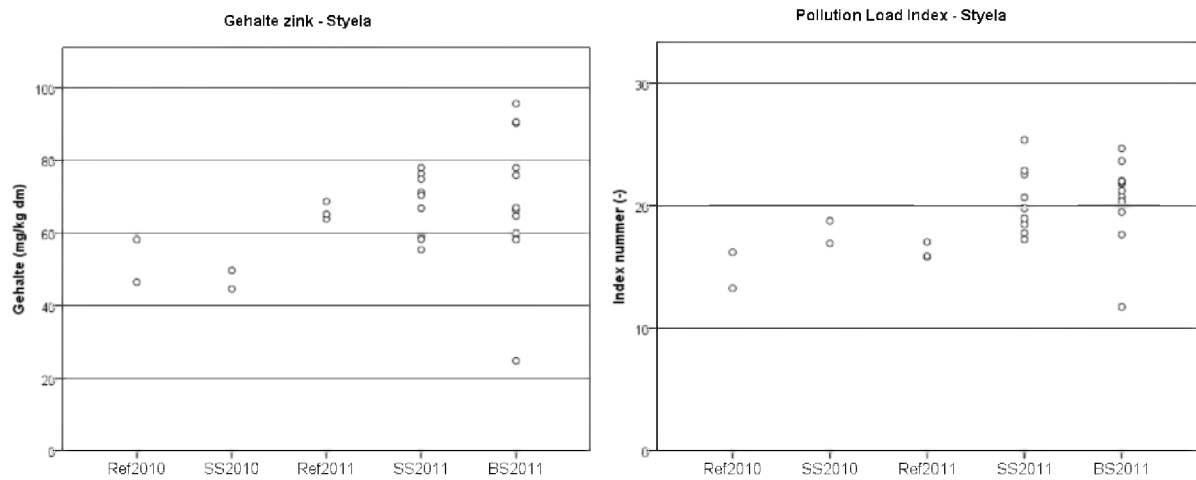
Figuur 25: Gehalte molybdeen (links) en nikkel (rechts) in *Styela clava* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



Figuur 26: Gehalte lood (links) en seleen (rechts) in *Styela clava* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.

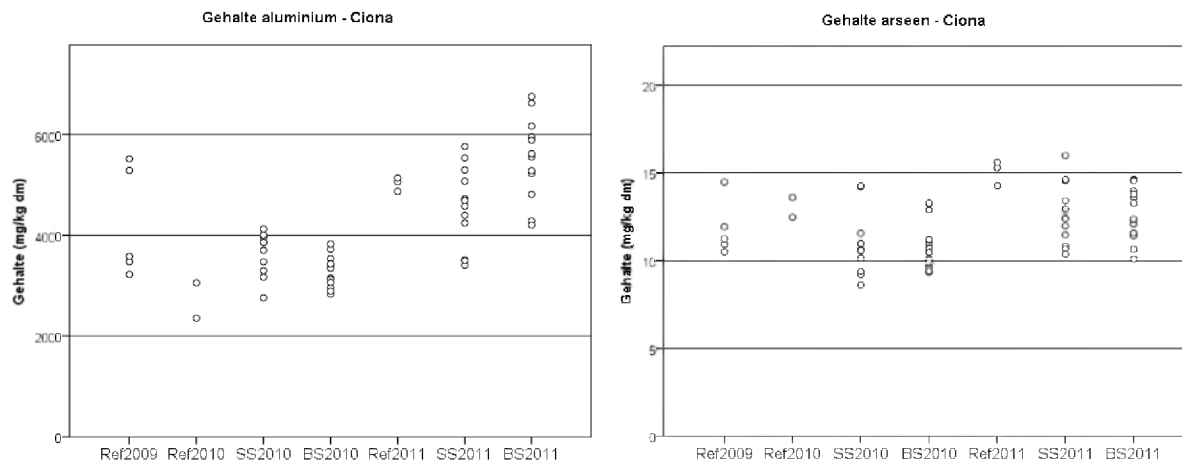


Figuur 27: Gehalte tin (links) en vanadium (rechts) in *Styela clava* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.

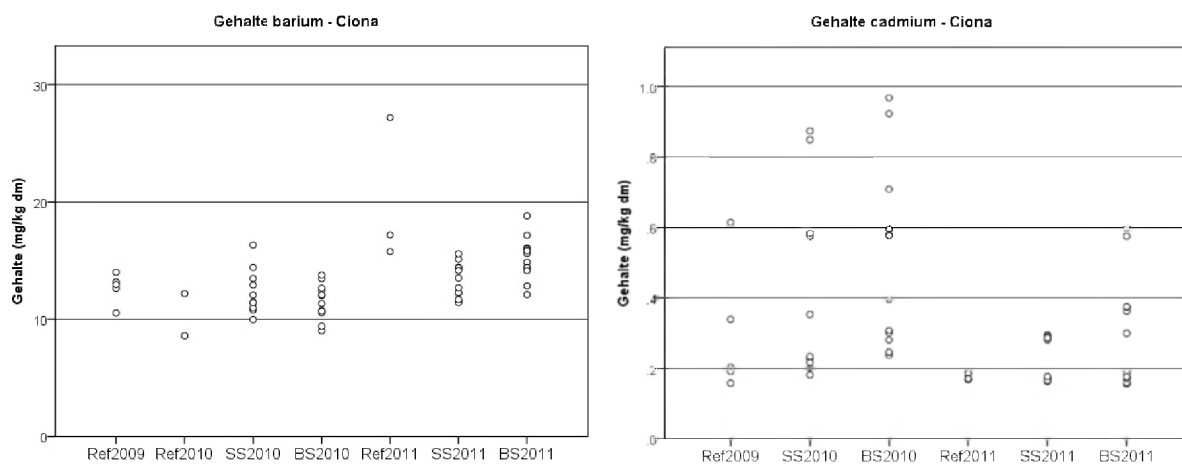


Figuur 28: Gehalte zink (links) en Pollution Load Index (rechts) in *Styela clava* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.

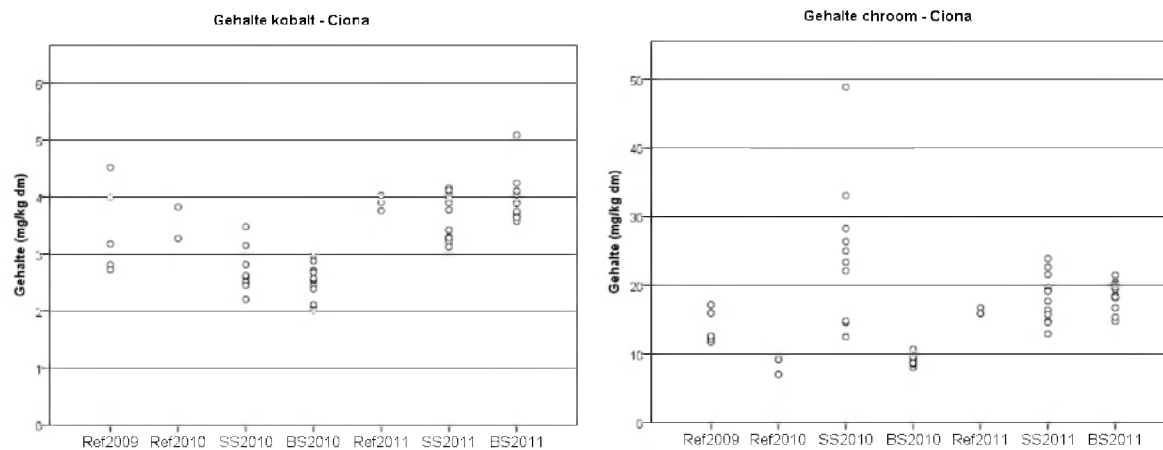
Bijlage E. Grafieken effect ondergrond – Oosterschelde (*Ciona intestinalis*)



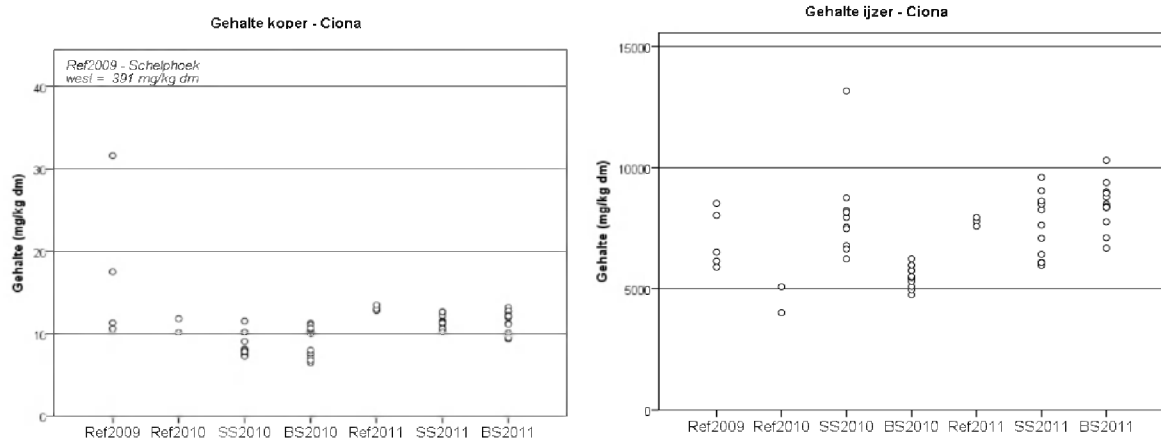
Figuur 29: Gehalte aluminium (links) en arseen (rechts) in *Ciona intestinalis* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



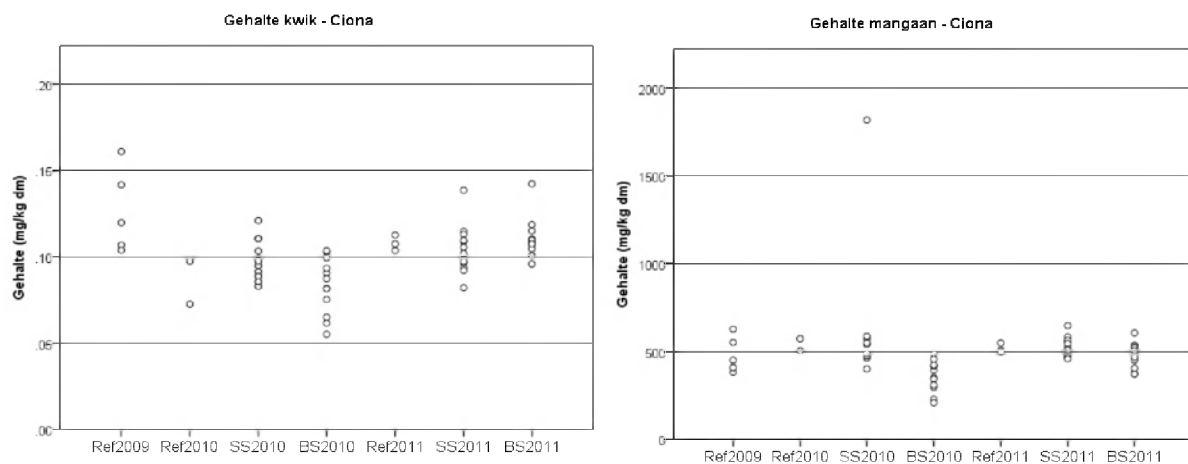
Figuur 30: Gehalte barium (links) en cadmium (rechts) in *Ciona intestinalis* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



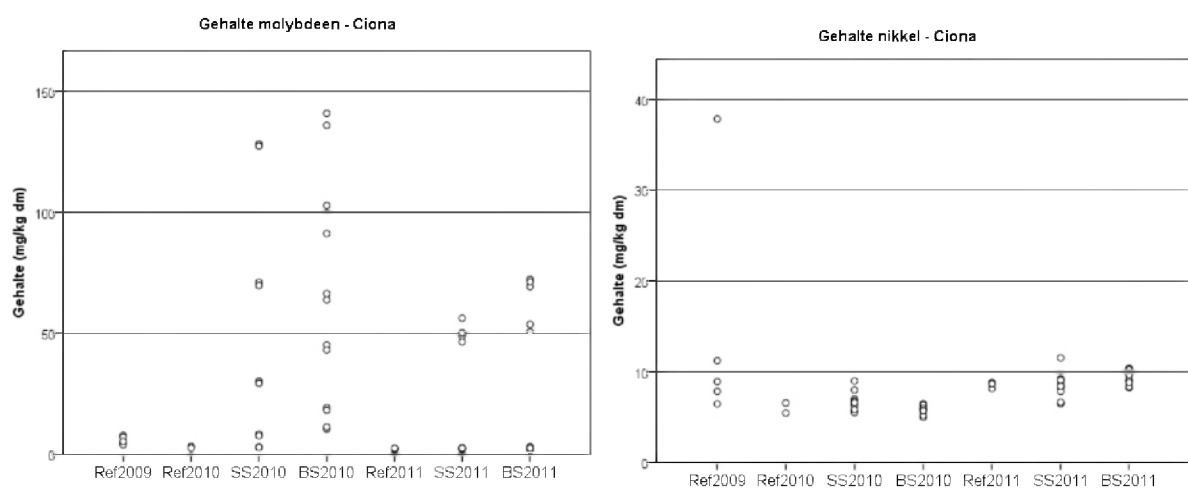
Figuur 31: Gehalte kobalt (links) en chroom (rechts) in *Ciona intestinalis* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



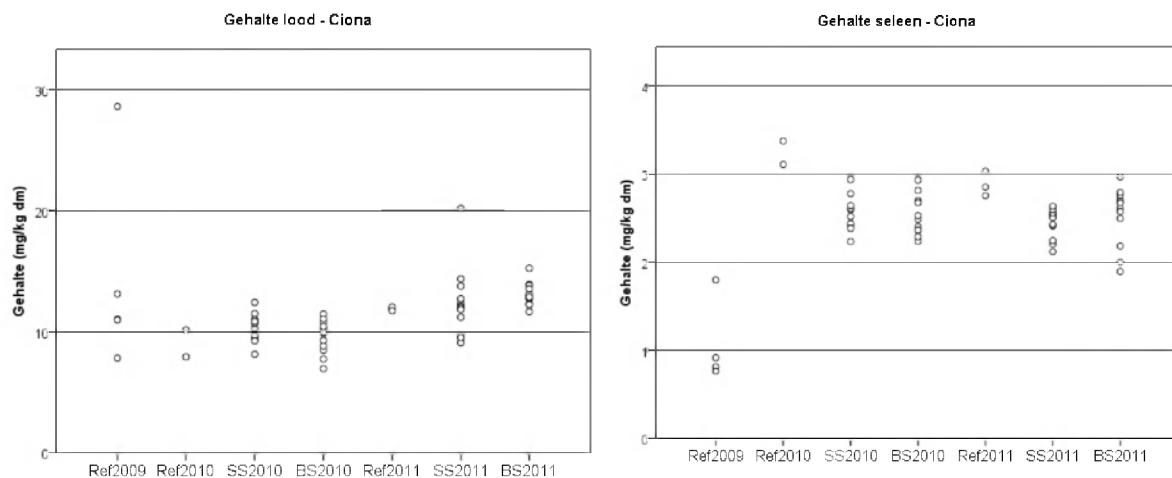
Figuur 32: Gehalte koper (links) en ijzer (rechts) in *Ciona intestinalis* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



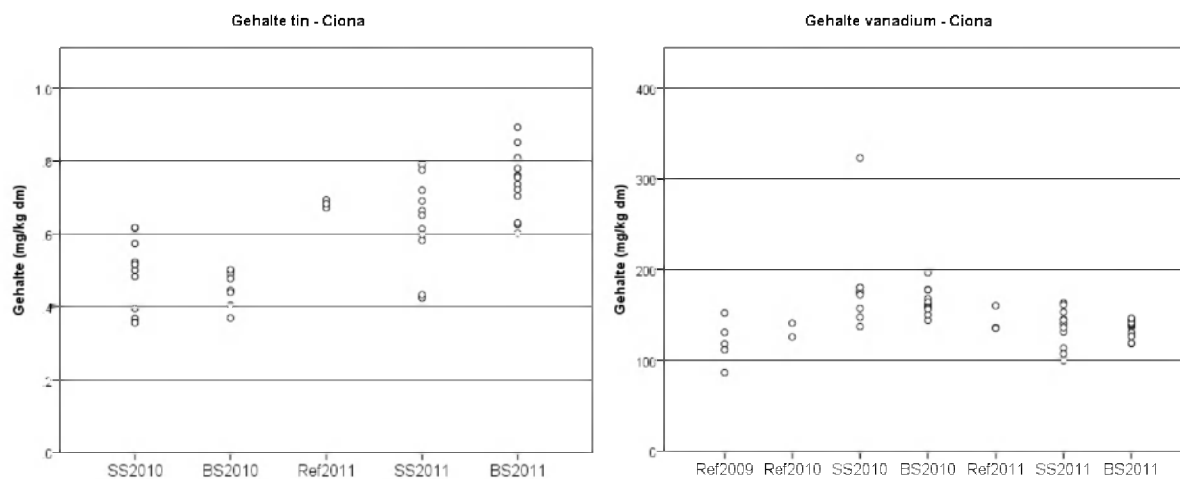
Figuur 33: Gehalte kwik (links) en mangaan (rechts) in *Ciona intestinalis* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



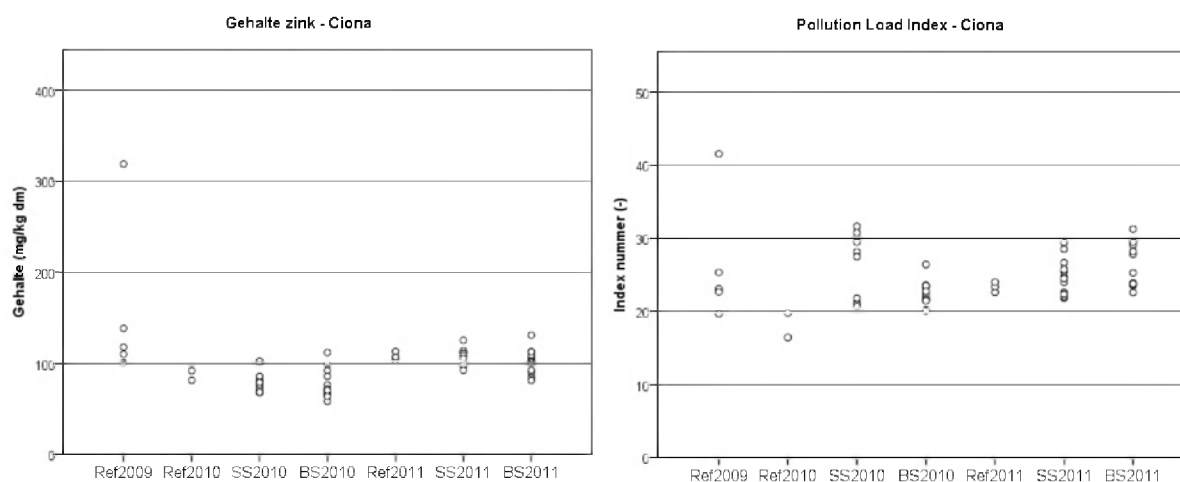
Figuur 34: Gehalte molybdeen (links) en nikkel (rechts) in *Ciona intestinalis* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



Figuur 35: Gehalte lood (links) en seleen (rechts) in *Ciona intestinalis* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



Figuur 36: Gehalte tin (links) en vanadium (rechts) in *Ciona intestinalis* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



Figuur 37: Gehalte zink (links) en Pollution Load Index (rechts) in *Ciona intestinalis* gemonitord in verschillende jaren en ondergrond. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.

Bijlage F. Verschil metaalconcentratie voor 3 deelgebieden - Oosterschelde

Tabel 5. Verdeling datapunten over de drie deelgebieden.

Groep	Onderzoeklocatie	Ciona intestinalis				Styela clava				
		2009 Ref	2010 SS BS		2011 SS BS		2010 SS BS		2011 SS BS	
1	Schelphoek west	1	2		3		2		1	2
	Schelhoek midden			2		3			1	3
	Schelphoek oost	1		2						
2	Lokkersnol oost	1	2	2						
	Kurkenol	1								
3	Zeelandbrug west		2	2	3	3			2	3
	Zeelandbrug midden		2	2	3	3			3	2
	Zeelandbrug oost	1	2	2	3	3			2	2
Aantal datapunten gr. 1		2	2	4	3	3	2	-	2	5
Aantal datapunten gr. 2		2	2	2	-	-	-	-	-	-
Aantal datapunten gr. 3		1	6	6	9	9	-	-	7	7

Tabel 6. Concentratieverschil in metalen van groep 1 (Schelphoek west, -midden en oost). Concentratieverschillen groter dan een factor 2.5 zijn vet afgedrukt.

	Styela clava		Ciona intestinalis							
	Staalslakken T2 / T1	SS vs BS SS / BS (T2)	Staalslakken			Breukstenen			SS vs BS	
			T1 / T0	T2 / T0	T2 / T1	T1 / T0	T2 / T0	T2 / T1	SS / BS (T1)	SS / BS (T2)
Aluminium	2.0	1.3	0.9	1.0	1.1	0.7	1.4	1.9	1.2	0.7
Arseen	0.8	1.0	1.1	1.2	1.1	1.0	1.1	1.2	1.2	1.1
Barium	1.3	1.1	1.3	1.0	0.8	0.9	1.3	1.4	1.4	0.8
Cadmium	0.6	1.0	1.8	0.6	0.3	1.7	0.8	0.5	1.1	0.8
Kobalt	1.4	1.2	0.6	0.9	1.5	0.5	0.9	1.8	1.2	1.1
Chroom	2.5	1.7	1.7	1.2	0.7	0.6	1.4	2.2	2.8	0.9
Koper	1.4	1.1	0.4	0.6	1.5	0.4	0.6	1.4	1.0	1.2
IJzer	2.0	1.5	1.1	1.0	0.9	0.7	1.2	1.7	1.6	0.8
Kwik	1.4	1.1	0.7	0.7	1.1	0.4	0.7	1.6	1.5	1.0
Mangaan	1.4	1.6	0.8	0.9	1.1	0.4	0.7	1.5	1.9	1.4
Molybdeen	0.5	1.0	17.2	6.9	0.4	15.9	9.6	0.6	1.1	0.7
Nikkel	1.9	1.4	0.8	0.9	1.1	0.6	1.0	1.6	1.3	0.9
Lood	1.8	1.2	0.9	1.3	1.5	0.8	1.2	1.6	1.2	1.1
Antimoon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seleen	1.1	0.9	1.8	1.9	1.0	1.8	2.0	1.1	1.0	1.0
Tin	-	0.9	-	-	1.2	-	-	1.7	1.1	0.8
Vanadium	1.7	1.4	1.7	1.0	0.6	1.7	1.3	0.8	1.0	0.8
Zink	1.3	1.2	0.5	0.8	1.7	0.5	0.6	1.3	1.0	1.4
PLI	1.3	1.2	0.9	0.8	0.9	0.7	0.9	1.3	1.3	0.9

Tabel 7. Concentratieverschil in metalen van groep 2 (Lokkersnol oost en Kurkenol). Concentratie-verschillen groter dan een factor 2.5 zijn vet afgedrukt.

	Styela clava		Ciona intestinalis							
	Staalslakken T2 / T1	SS vs BS SS / BS (T2)	Staalslakken			Breukstenen			SS vs BS	
			T1 / T0	T2 / T0	T2 / T1	T1 / T0	T2 / T0	T2 / T1	SS / BS (T1)	SS / BS (T2)
Aluminium	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.9	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.8	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.1	<i>géén data</i>
Arseen	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.0	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.9	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.1	<i>géén data</i>
Barium	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.9	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.0	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.9	<i>géén data</i>
Cadmium	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	2.9	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	3.0	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.0	<i>géén data</i>
Kobalt	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.9	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.8	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.0	<i>géén data</i>
Chroom	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	2.1	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.7	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	3.0	<i>géén data</i>
Koper	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.4	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.4	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.1	<i>géén data</i>
IJzer	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.1	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.8	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.3	<i>géén data</i>
Kwik	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.8	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.7	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.1	<i>géén data</i>
Mangaan	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.2	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.8	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.4	<i>géén data</i>
Molybdeen	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	16.4	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	15.2	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.1	<i>géén data</i>
Nikkel	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.8	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.6	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.4	<i>géén data</i>
Lood	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.8	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.8	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.9	<i>géén data</i>
Antimoon	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	-	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	-	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	-	<i>géén data</i>
Seleen	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	2.9	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	2.8	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.0	<i>géén data</i>
Tin	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	-	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	-	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.2	<i>géén data</i>
Vanadium	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.3	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.3	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.0	<i>géén data</i>
Zink	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.6	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	0.6	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.0	<i>géén data</i>
PLI	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.2	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.0	<i>géén data</i>	<i>géén data</i>	1.2	<i>géén data</i>

Tabel 8. Concentratieverschil in metalen van groep 3 (Zeelandbrug west, - midden en -oost). Concentratieverschillen groter dan een factor 2.5 zijn vet afgedrukt.

	Styela clava		Ciona intestinalis							
	Staalslakken T2 / T1	SS vs BS SS / BS (T2)	Staalslakken			Breukstenen			SS vs BS	
			T1 / T0	T2 / T0	T2 / T1	T1 / T0	T2 / T0	T2 / T1	SS / BS (T1)	SS / BS (T2)
Aluminium	<i>géén data</i>	0.9	1.0	1.4	1.4	1.0	1.6	1.7	1.1	0.9
Arseen	<i>géén data</i>	0.9	0.8	1.0	1.2	0.8	1.0	1.2	1.0	1.0
Barium	<i>géén data</i>	0.9	0.9	1.1	1.2	0.9	1.2	1.3	1.0	0.9
Cadmium	<i>géén data</i>	0.7	1.5	1.3	0.9	1.9	1.8	0.9	0.8	0.8
Kobalt	<i>géén data</i>	1.1	1.0	1.3	1.3	1.0	1.5	1.5	1.0	0.9
Chroom	<i>géén data</i>	1.0	1.8	1.5	0.8	0.7	1.4	2.0	2.6	1.0
Koper	<i>géén data</i>	0.9	0.9	1.1	1.2	1.0	1.1	1.1	0.9	0.9
IJzer	<i>géén data</i>	0.9	1.2	1.3	1.1	0.9	1.4	1.5	1.3	0.9
Kwik	<i>géén data</i>	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.1	1.2	1.1	0.9
Mangaan	<i>géén data</i>	1.2	1.3	1.3	1.0	1.1	1.3	1.2	1.2	1.0
Molybdeen	<i>géén data</i>	0.5	2.6	3.4	1.3	4.7	3.6	0.8	0.6	1.0
Nikkel	<i>géén data</i>	0.9	0.9	1.3	1.4	0.9	1.5	1.6	1.0	0.9
Lood	<i>géén data</i>	0.9	1.4	1.5	1.1	1.3	1.7	1.3	1.0	0.9
Antimoon	<i>géén data</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seleen	<i>géén data</i>	0.9	-	-	0.9	-	-	0.9	1.0	1.0
Tin	<i>géén data</i>	0.9	-	-	1.3	-	-	1.7	1.1	0.9
Vanadium	<i>géén data</i>	1.1	1.2	1.1	0.9	1.2	1.0	0.9	1.0	1.1
Zink	<i>géén data</i>	0.9	0.9	1.0	1.2	0.9	1.1	1.2	1.0	1.0
PLI	<i>géén data</i>	0.9	1.2	1.2	1.0	1.1	1.3	1.2	1.1	0.9

Bijlage G. Invloed directe hechting op nieuwe ondergrond - Oosterschelde

Tabel 9. Aantal datapunten voor *Ciona intestinalis* en *Styela clava*.

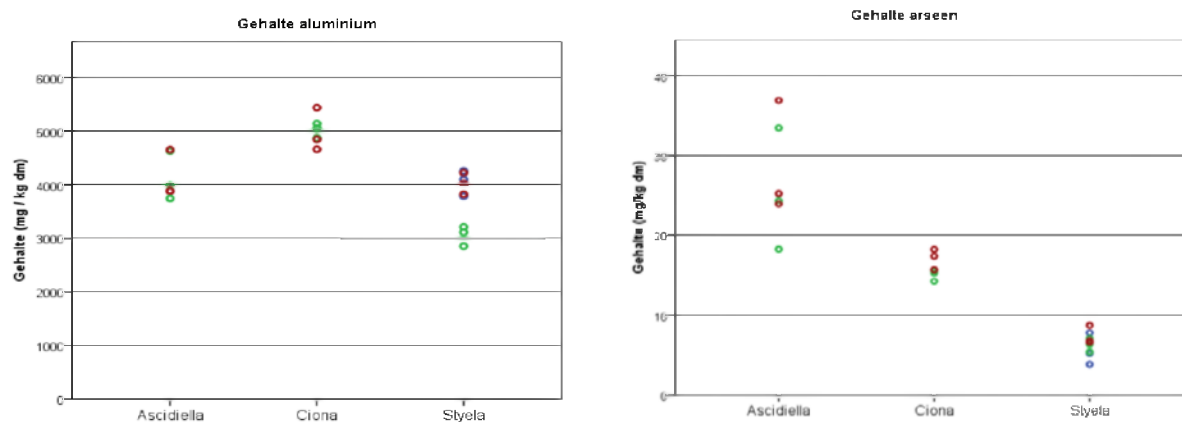
Onderzoeklocatie	<i>Ciona intestinalis</i>						<i>Styela clava</i>					
	2010			2011			2010			2011		
	ZlbP	SS	BS	ZlbP	SS	BS	ZlbP	SS	BS	ZlbP	SS	BS
Zeelandbrug west		2	2		3	3					2	3
Zeelandbrug midden		2	2		3	3					3	2
Zeelandbrug oost		2	2		3	3					2	2
Zeelandbrug pijler	2			3			2			3		
Aantal datapunten	2	6	6	3	9	9	2	-	-	3	7	7

ZlbP = Zeelandbrug Pijler.

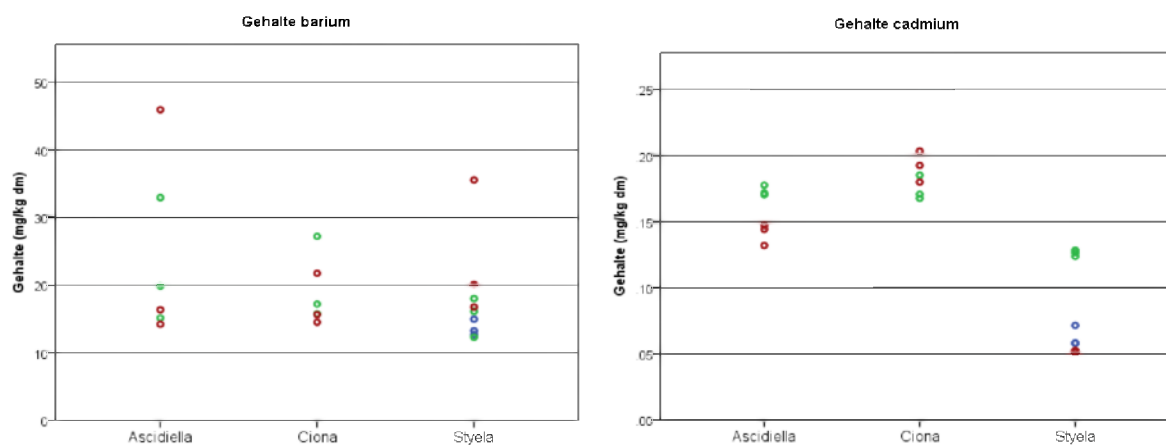
Tabel 10. Concentratieverschil in metalen tussen zakpijpen welke direct gehecht zijn op de nieuwe ondergrond (Zeelandbrug west, - midden en -oost) en zakpijpen die niet direct gehecht zijn op de nieuwe ondergrond. Concentratieverschillen groter dan een factor 2.5 zijn vet afgedrukt.

	<i>Styela clava</i>		<i>Ciona intestinalis</i>			
	SS / Zlb P (T2)	BS / Zlb P (T2)	SS / Zlb P (T1)	BS / Zlb P (T1)	SS / Zlb P (T2)	BS / Zlb P (T2)
Aluminium	1.3	1.5	1.2	1.2	0.9	1.1
Arseen	1.1	1.2	0.8	0.8	0.8	0.8
Barium	0.8	0.8	1.1	1.1	0.7	0.8
Cadmium	1.2	1.8	-	-	1.2	1.6
Kobalt	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0
Chroom	2.3	2.3	2.9	1.1	1.1	1.1
Koper	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9
IJzer	1.4	1.5	1.6	1.2	1.0	1.1
Kwik	1.0	1.0	1.2	1.1	1.0	1.0
Mangaan	0.9	0.8	1.0	0.8	1.0	1.0
Molybdeen	4.1	8.5	4.6	8.4	7.8	8.2
Nikkel	1.4	1.5	1.0	1.0	1.0	1.1
Lood	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0	1.1
Antimoon	-	-	-	-	-	-
Seleen	1.2	1.3	0.8	0.8	0.8	0.9
Tin	1.6	1.8	-	-	0.9	1.1
Vanadium	1.5	1.3	1.2	1.2	1.0	0.9
Zink	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0
PLI	1.2	1.3	1.3	1.2	1.0	1.1

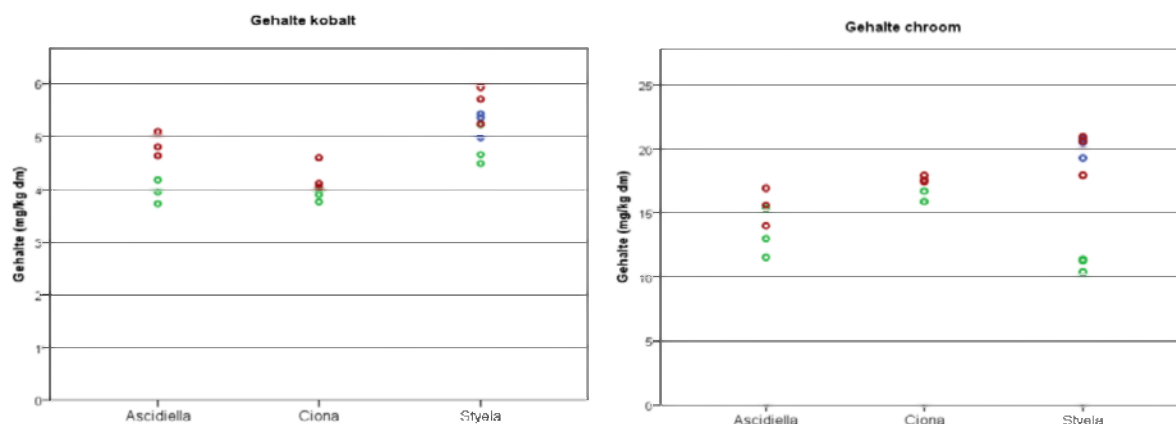
Bijlage H. Grafieken metaalgehalte in zakpijsoorten - Oosterschelde



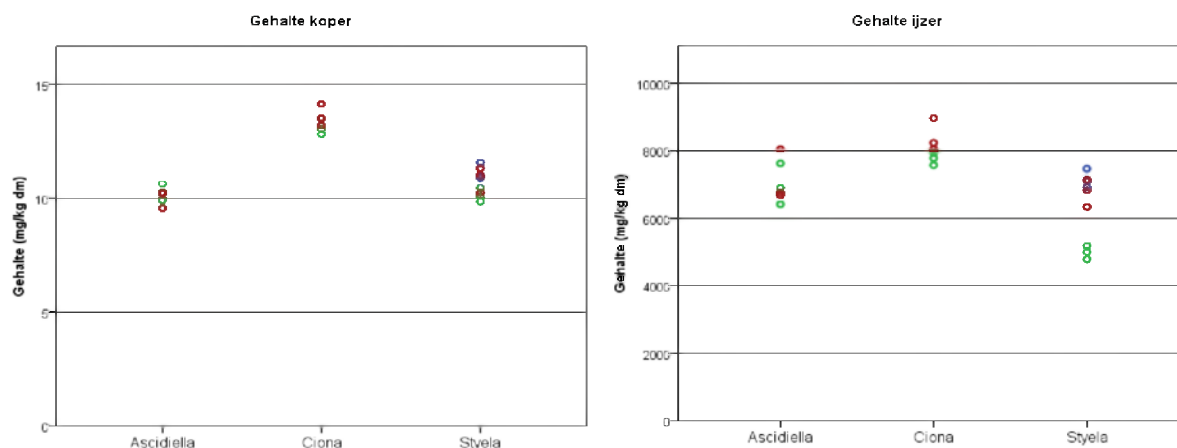
Figuur 38: Gehalte aluminium (links) en arseen (rechts) in *Ascidella aspersa*, *Ciona intestinalis* en *Styela clava* bemonsterd op Katshoek (blauw), Zeelandbrug de Pijler (groen) en Zuidbout (rood) bemonsterd in onderzoekjaar 2011.



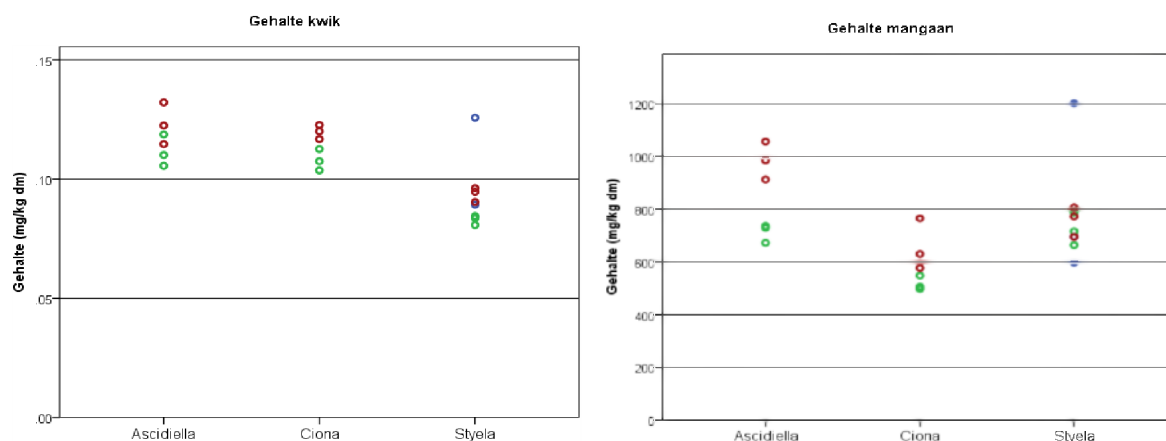
Figuur 39: Gehalte barium (links) en cadmium (rechts) in *Ascidella aspersa*, *Ciona intestinalis* en *Styela clava* bemonsterd op Katshoek (blauw), Zeelandbrug de Pijler (groen) en Zuidbout (rood) bemonsterd in onderzoekjaar 2011.



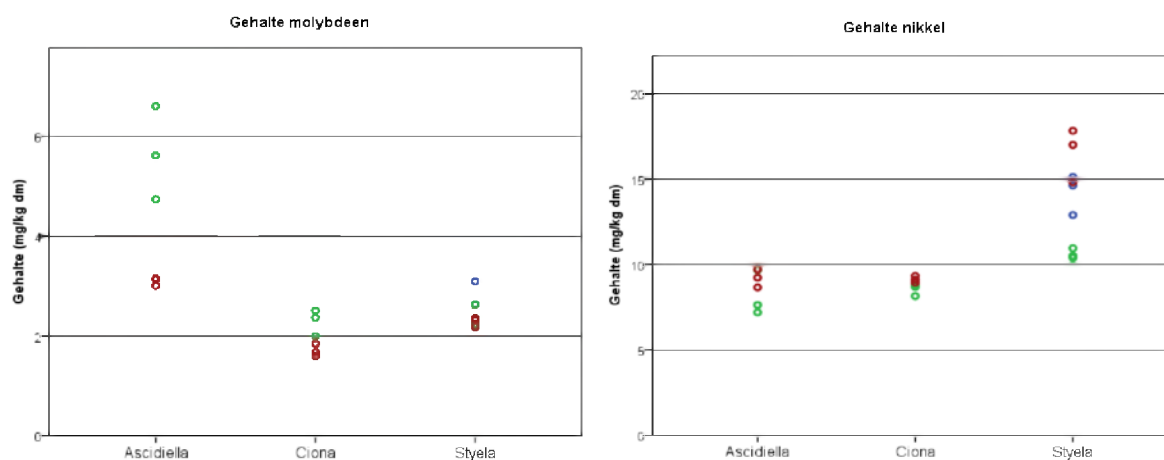
Figuur 40: Gehalte kobalt (links) en chroom (rechts) in *Ascidella aspersa*, *Ciona intestinalis* en *Styela clava* bemonsterd op Katshoek (blauw), Zeelandbrug de Pijler (groen) en Zuidbout (rood) bemonsterd in onderzoekjaar 2011.



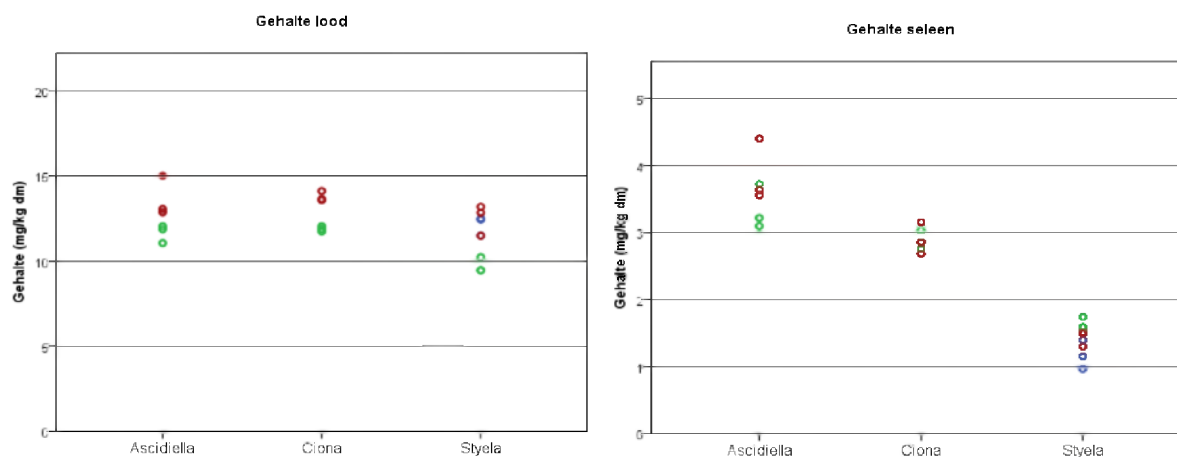
Figuur 41: Gehalte koper (links) en ijzer (rechts) in *Ascidella aspersa*, *Ciona intestinalis* en *Styela clava* bemonsterd op Katshoek (blauw), Zeelandbrug de Pijler (groen) en Zuidbout (rood) bemonsterd in onderzoekjaar 2011.



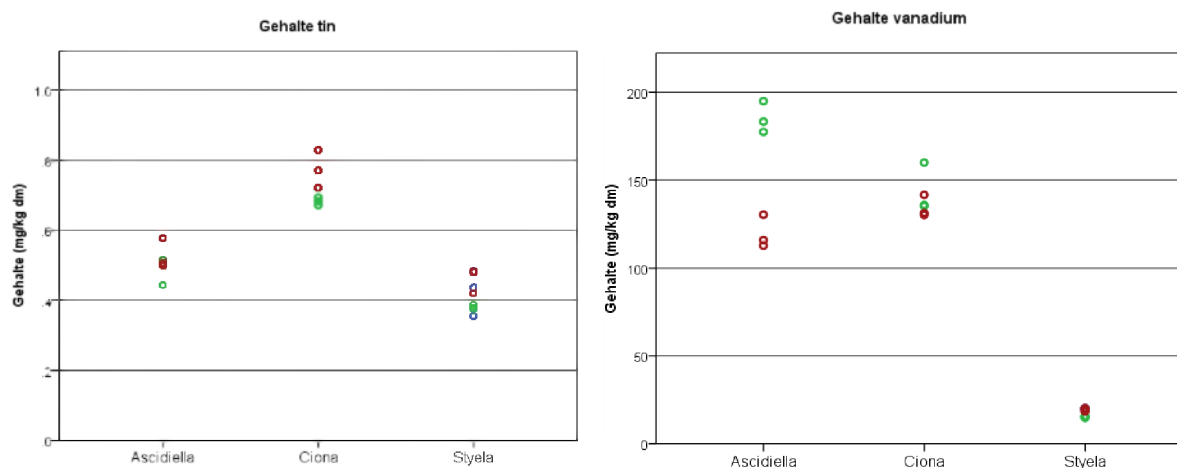
Figuur 42: Gehalte kwik (links) en mangaan (rechts) in *Ascidella aspersa*, *Ciona intestinalis* en *Styela clava* bemonsterd op Katshoek (blauw), Zeelandbrug de Pijler (groen) en Zuidbout (rood) bemonsterd in onderzoekjaar 2011.



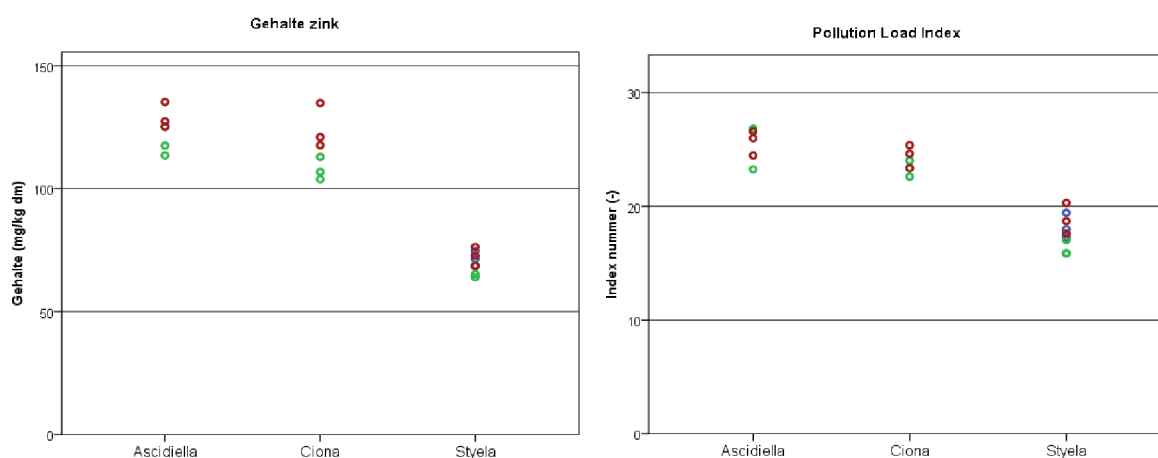
Figuur 43: Gehalte molybdeen (links) en nikkel (rechts) in *Ascidella aspersa*, *Ciona intestinalis* en *Styela clava* bemonsterd op Katshoek (blauw), Zeelandbrug de Pijler (groen) en Zuidbout (rood) bemonsterd in onderzoekjaar 2011.



Figuur 44: Gehalte lood (links) en seleen (rechts) in *Ascidia aspersa*, *Ciona intestinalis* en *Styela clava* bemonsterd op Katshoek (blauw), Zeelandbrug de Pijler (groen) en Zuidbout (rood) bemonsterd in onderzoekjaar 2011.

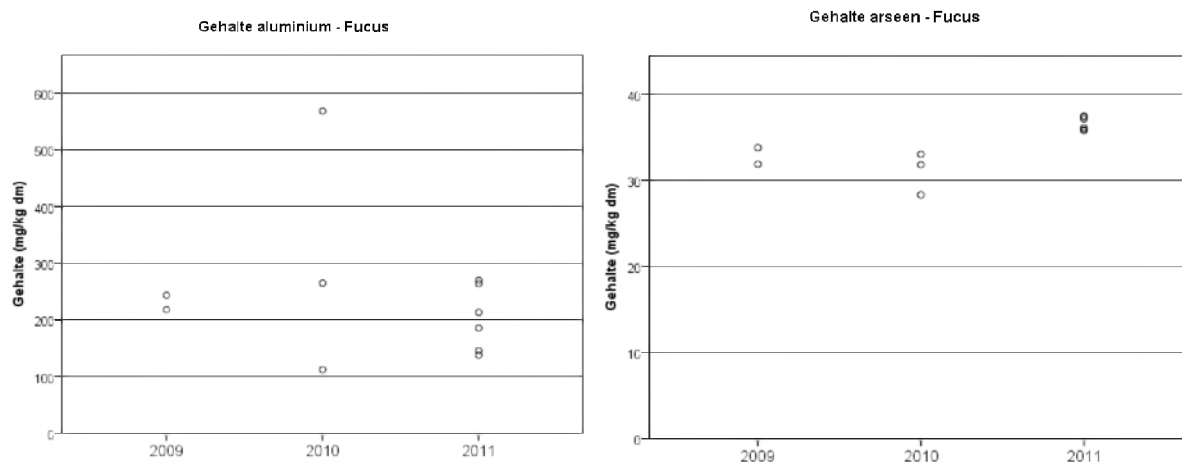


Figuur 45: Gehalte tin (links) en vanadium (rechts) in *Ascidia aspersa*, *Ciona intestinalis* en *Styela clava* bemonsterd op Katshoek (blauw), Zeelandbrug de Pijler (groen) en Zuidbout (rood) bemonsterd in onderzoekjaar 2011.

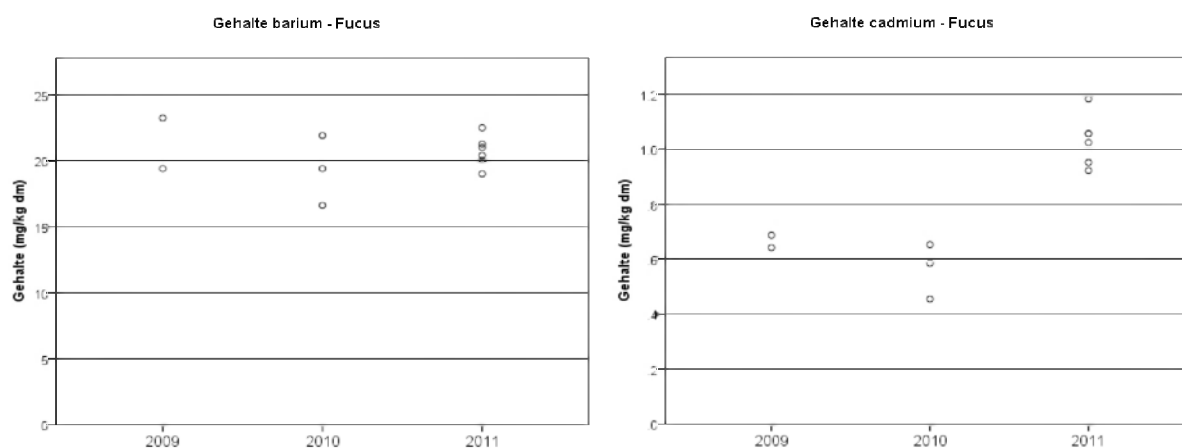


Figuur 46: Gehalte zink (links) en Pollution Load Index (rechts) in *Ascidia aspersa*, *Ciona intestinalis* en *Styela clava* bemonsterd op Katshoek (blauw), Zeelandbrug de Pijler (groen) en Zuidbout (rood) bemonsterd in onderzoekjaar 2011.

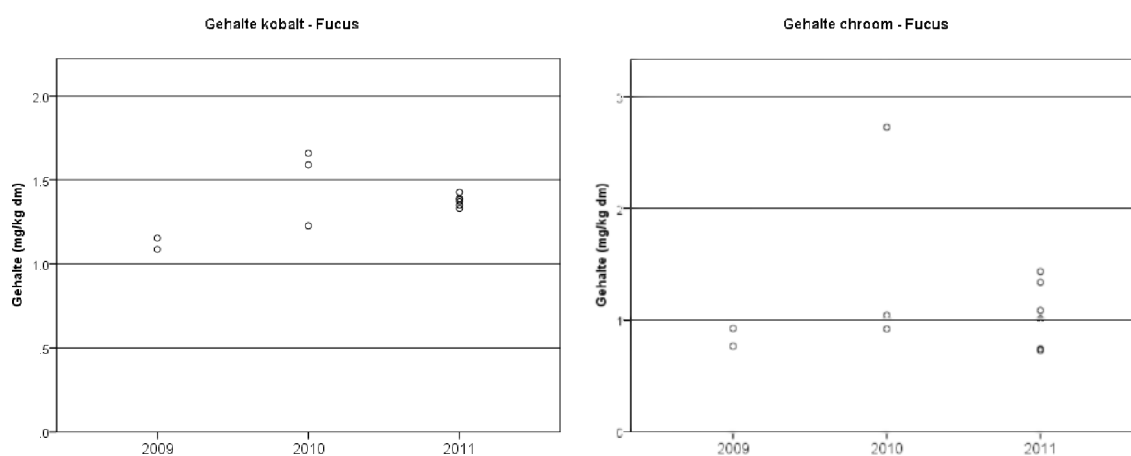
Bijlage I. Grafieken temporele variatie in metaalgehalten – Westerschelde



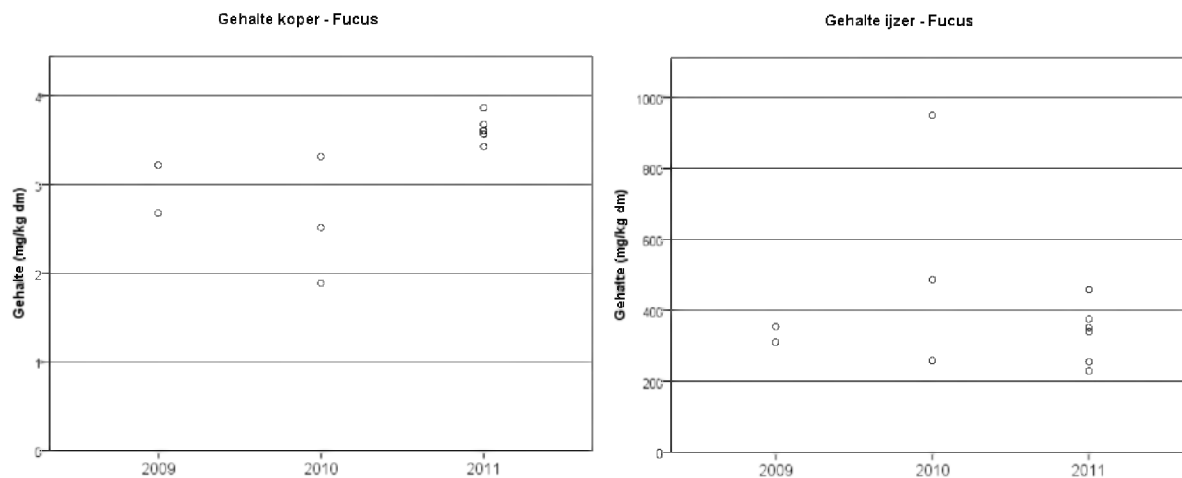
Figuur 47: Gehalte aluminium (links) en arseen (rechts) in *Fucus vesiculosus* bemonsterd op locaties Ritthem west, -midden en -oost in onderzoekjaren 2009 t/m 2011.



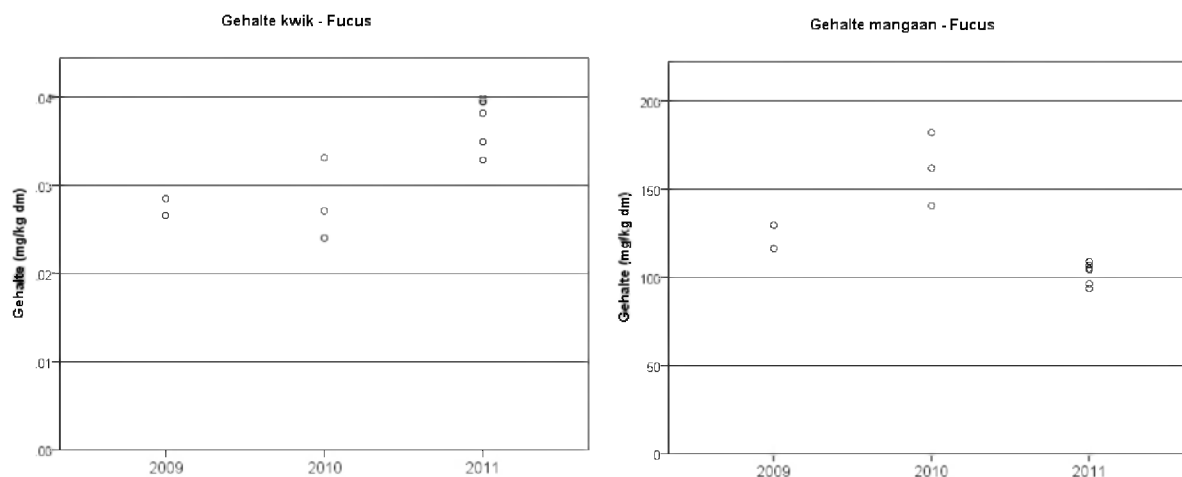
Figuur 48: Gehalte barium (links) en cadmium (rechts) in *Fucus vesiculosus* bemonsterd op locaties Ritthem west, -midden en oost in onderzoekjaren 2009 t/m 2011.



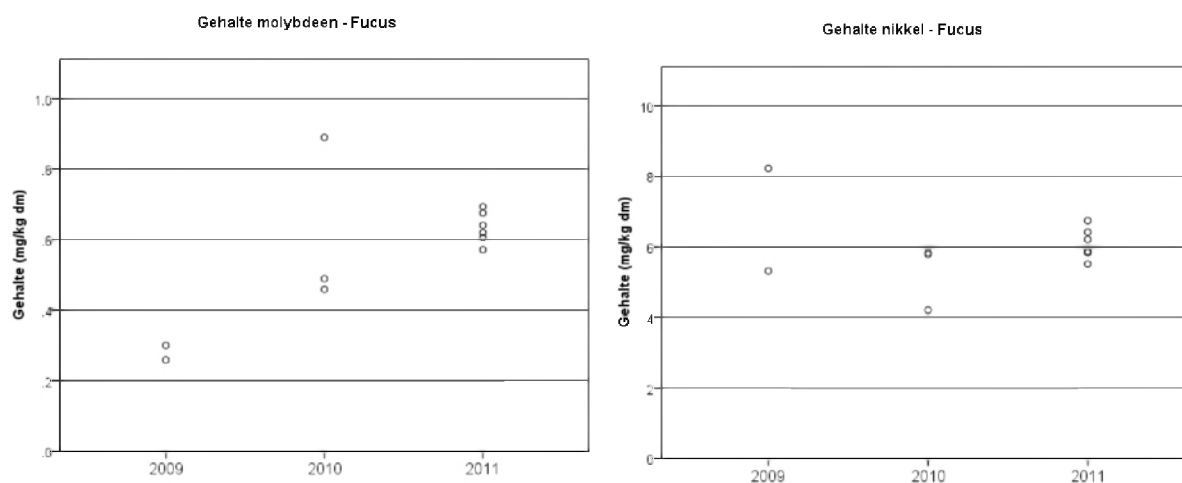
Figuur 49: Gehalte kobalt (links) en chroom (rechts) in *Fucus vesiculosus* bemonsterd op locaties Ritthem west, -midden en -oost in onderzoekjaren 2009 t/m 2011.



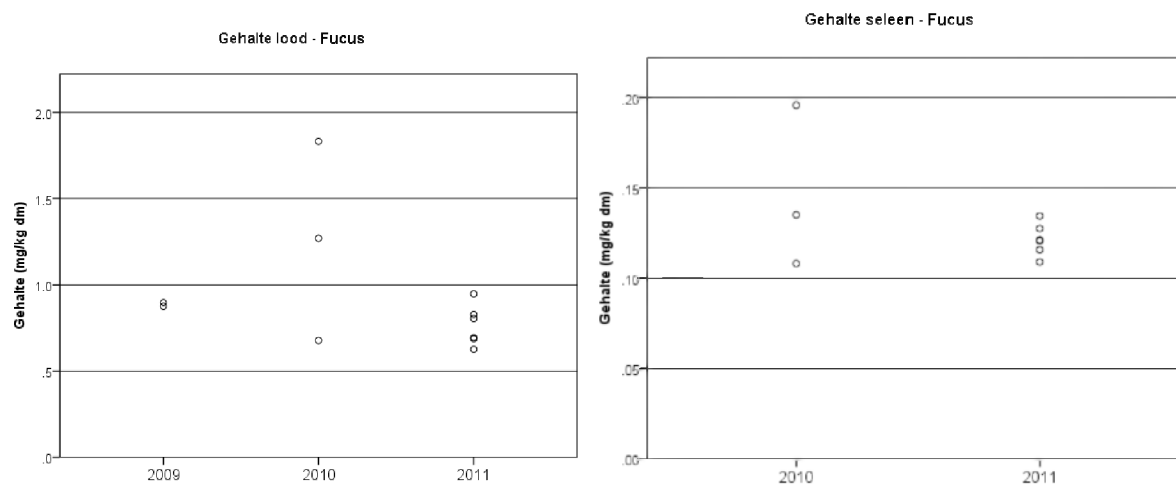
Figuur 50: Gehalte koper (links) en ijzer (rechts) in *Fucus vesiculosus* bemonsterd op locaties Ritthem west, -midden en -oost in onderzoekjaren 2009 t/m 2011.



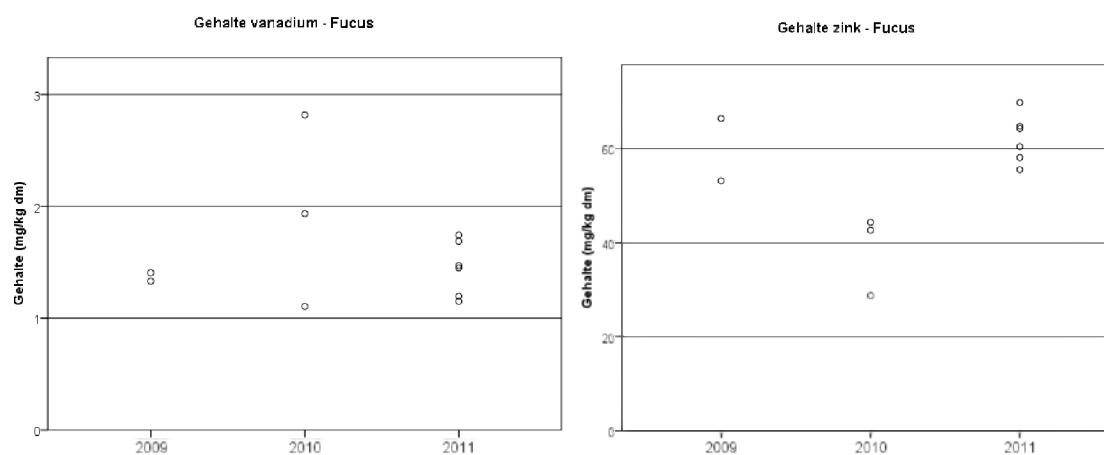
Figuur 51: Gehalte kwik (links) en mangaan (rechts) in *Fucus vesiculosus* bemonsterd op locaties Ritthem west, -midden en -oost in onderzoekjaren 2009 t/m 2011.



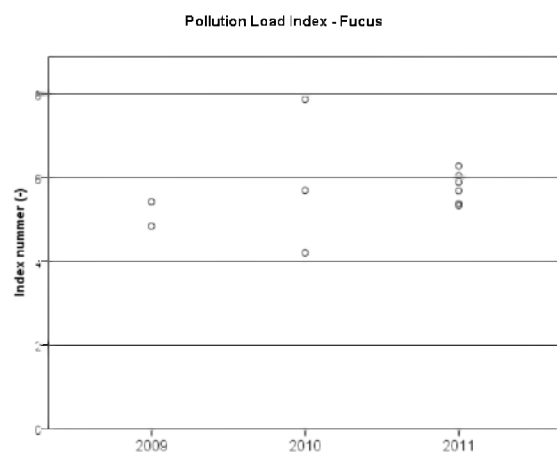
Figuur 52: Gehalte molybdeen (links) en nikkel (rechts) in *Fucus vesiculosus* bemonsterd op locaties Ritthem west, -midden en -oost in onderzoekjaren 2009 t/m 2011.



Figuur 53: Gehalte lood (links) en seleen (rechts) in *Fucus vesiculosus* bemonsterd op locaties Ritthem west, -midden en -oost in onderzoekjaren 2009 t/m 2011.

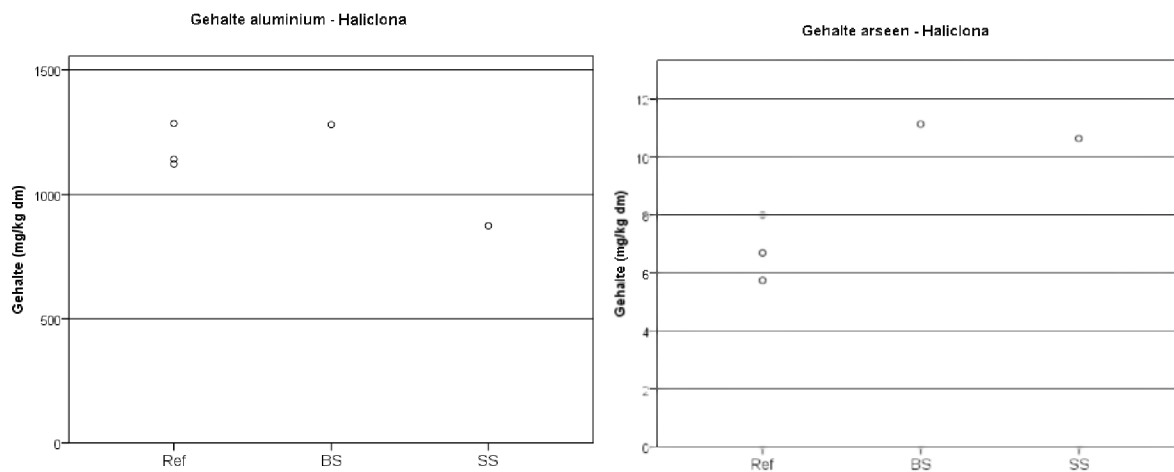


Figuur 54: Gehalte vanadium (links) en zink (rechts) in *Fucus vesiculosus* bemonsterd op locaties Ritthem west, -midden en -oost in onderzoekjaren 2009 t/m 2011.

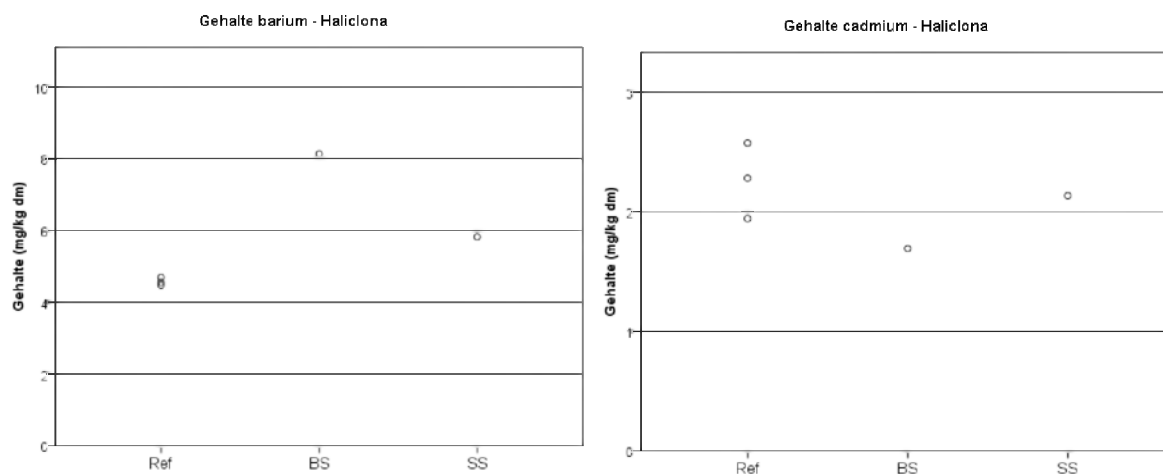


Figuur 55: Pollution Load Index (PLI) in *Fucus vesiculosus* bemonsterd op locaties Ritthem west, -midden en -oost in onderzoek jaren 2009 t/m 2011.

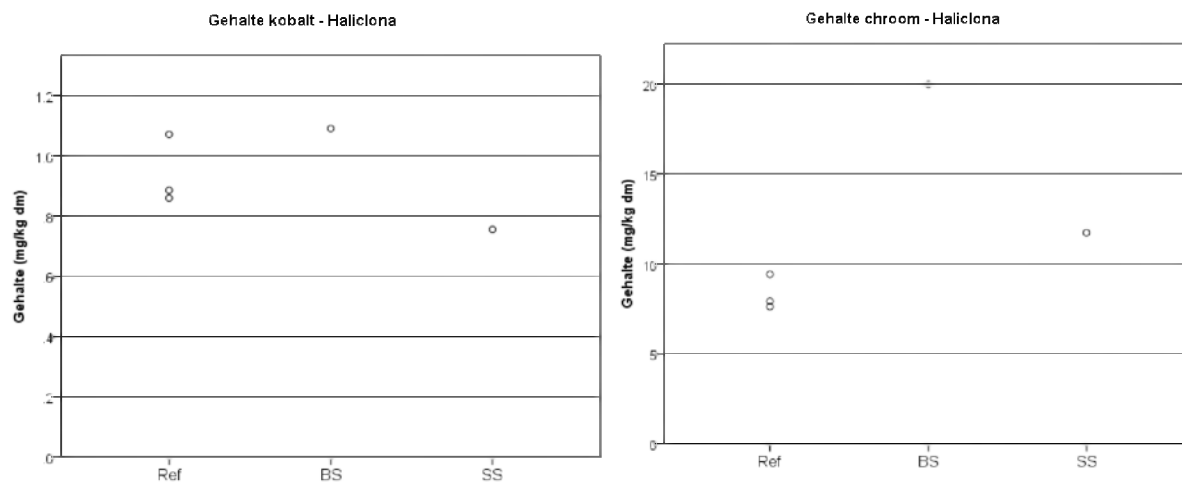
Bijlage J. Grafieken effect ondergrond - Westerschelde



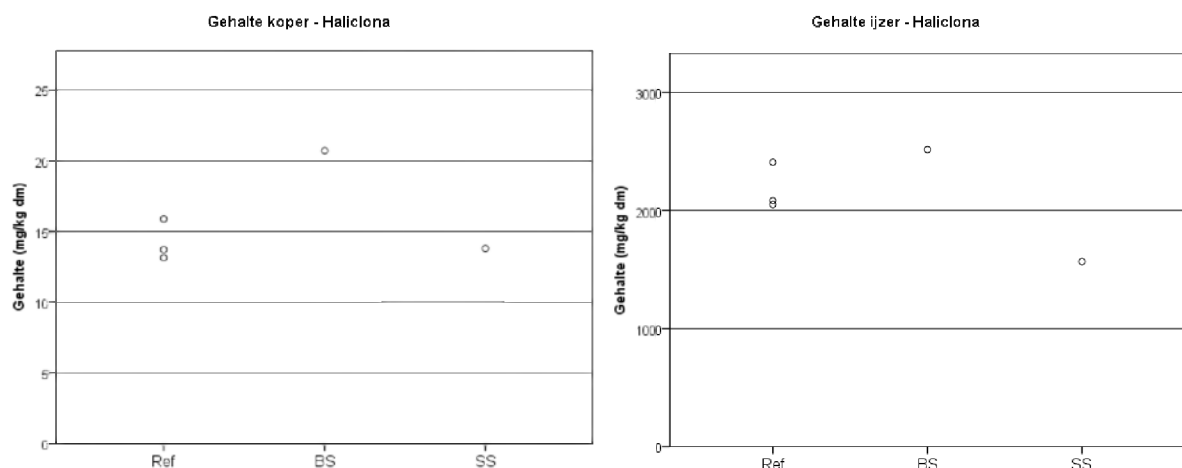
Figuur 56: Gehalte aluminium (links) en arseen (recht) in *Haliclona oculata* bemonsterd in 2011. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



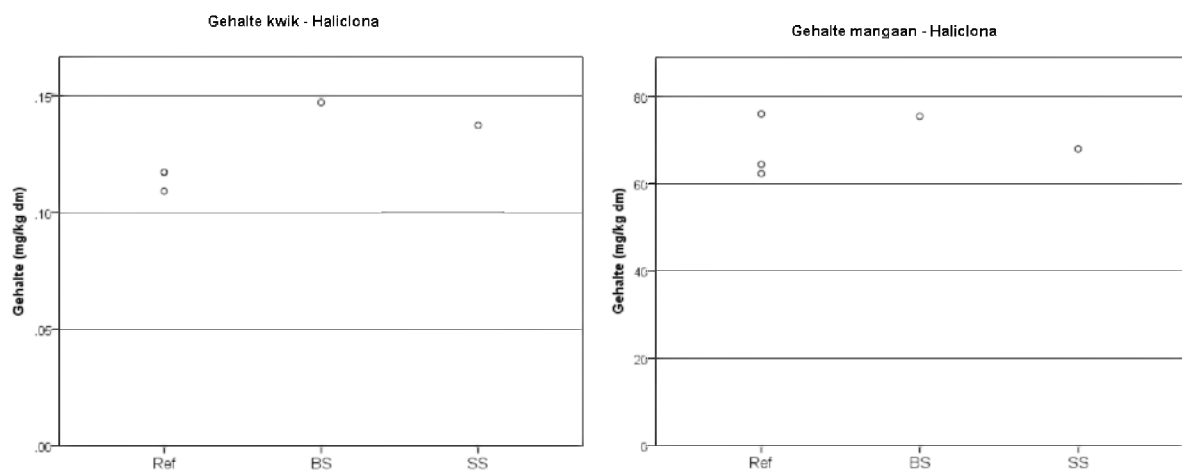
Figuur 57: Gehalte barium (links) en cadmium (recht) in *Haliclona oculata* bemonsterd in 2011. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



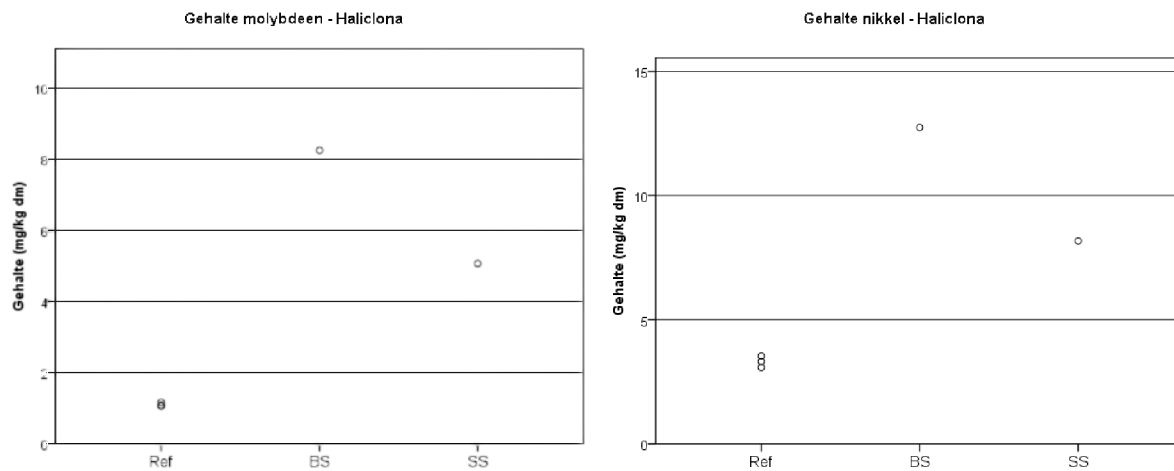
Figuur 58: Gehalte kobalt (links) en chroom (recht) in *Haliclona oculata* bemonsterd in 2011. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



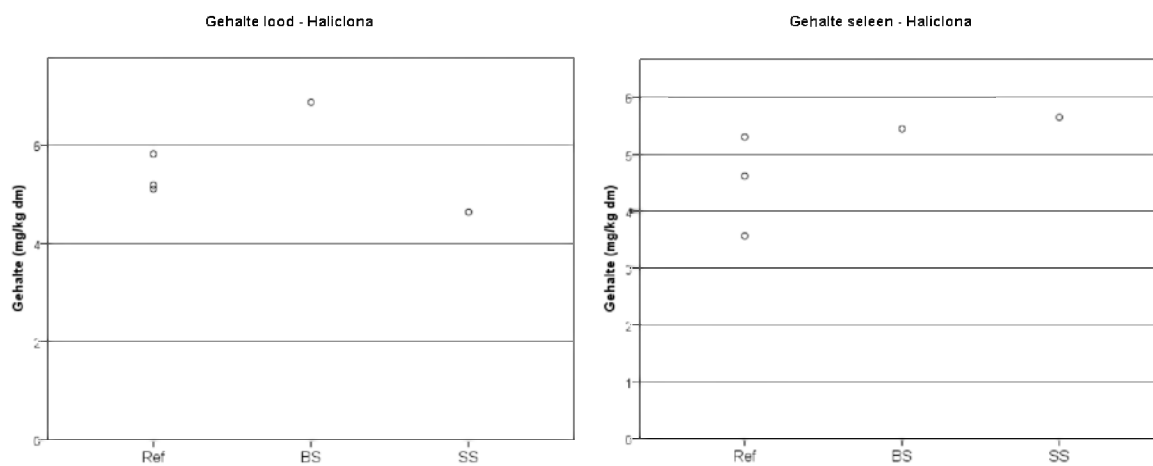
Figuur 59: Gehalte koper (links) en ijzer (recht) in *Haliclona oculata* bemonsterd in 2011. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



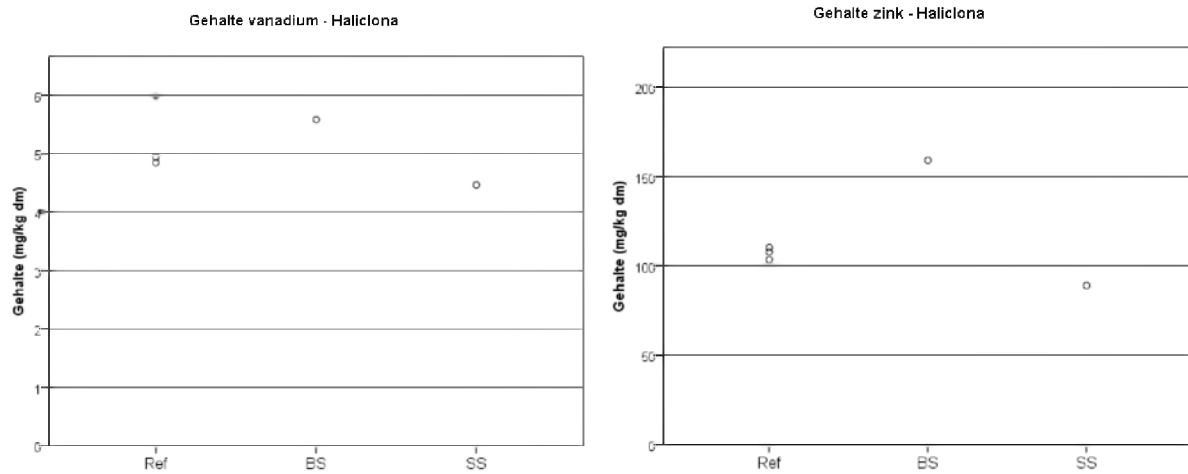
Figuur 60: Gehalte kwik (links) en mangaan (recht) in *Haliclona oculata* bemonsterd in 2011. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



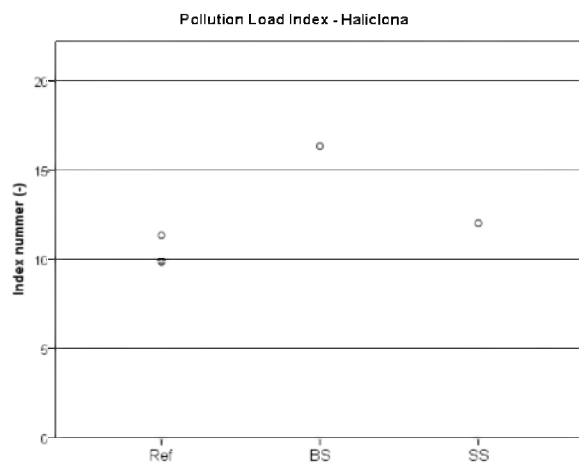
Figuur 61: Gehalte molybdeen (links) en nikkel (recht) in *Haliclona oculata* bemonsterd in 2011. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



Figuur 62: Gehalte lood (links) en seleen (recht) in *Haliclona oculata* bemonsterd in 2011. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



Figuur 63: Gehalte vanadium (links) en zink (recht) in *Haliclona oculata* bemonsterd in 2011. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.



Figuur 64: Pollution Load Index voor *Haliclona oculata* bemonsterd in 2011. 'Ref' = referentie, 'SS' = staalslakken en 'BS' = breukstenen.