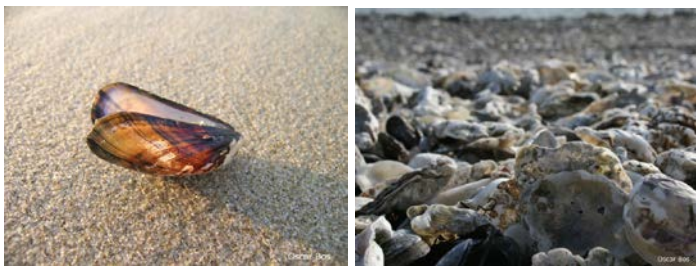


**Gehaltes aan zware metalen in biota
op stort- en referentielocaties in de
Oosterschelde & Westerschelde.
Data rapport 2014**

H.M. Jansen, S.T. Glorius, M. Tangelder &
M. van den Heuvel-Greve
Technisch rapport C079/15



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Oprachtgever:

RWS Zeeland / Waterdienst
Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van
Rijkswaterstaat

Publicatiedatum:

20 mei 2015

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
---	--	---	--

© 2014 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

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.

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	5
1 Inleiding.....	7
2 Methoden.....	9
2.1 Bemonstering biota.....	9
2.2 Analysemethode & detectielimiet.....	9
2.3 Berekening Pollution Load Index.....	10
2.4 Data analyse.....	10
2.4.1 Trends in de tijd voor mossel, oester en zakpijp op de Zeelandbrug Pijler.....	10
2.4.2 Vergelijking tussen soorten, locaties en type stort.....	11
3 Resultaten.....	13
3.1 Trend in de tijd voor locatie Zeelandbrugpijler (2009-2014).....	13
3.1.1 Mosselen (<i>Mytilus edulis</i>).....	13
3.1.2 Japanse oester (<i>Crassostrea gigas</i>).....	13
3.1.3 Zakpijp (<i>Ciona intestinalis</i>).....	14
3.2 Vergelijking tussen soorten, locaties en type stort materiaal.....	14
3.2.1 Verschillen tussen soorten.....	15
3.2.2 Verschillen tussen bemonsteringslocaties.....	17
3.2.3 Effecten van het type stort materiaal.....	19
4 Discussie.....	22
4.1 Trend in metaalgehalten in schelpdieren en zakpijpen.....	22
4.2 Verschillen in metaalaccumulatie tussen soorten.....	24
4.3 Verschillen tussen locaties en bekken.....	25
4.4 Effecten van type stort materiaal.....	25
5 Conclusie en aanbevelingen.....	26
5.1 Conclusie.....	26
5.2 Aanbevelingen.....	26
Kwaliteitsborging.....	28
Referenties.....	29
Verantwoording.....	31
Bijlage A. Overzicht van biota bemonsteringen.....	32
Bijlage B. Trend in concentratie metalen, droge stof en PLI.....	33
Bijlage C. Verschillen in metaalaccumulatie tussen soorten.....	36
Bijlage D: Verschillen in metaalaccumulatie tussen locaties.....	38

Bijlage E. Effect type ondergrond in metaalaccumulatie	40
Bijlage F. OSPAR normoverschrijdingen	63
Bijlage G. Overzicht bemonsteringen - Oosterschelde	64
Bijlage H. Overzicht bemonsteringen - Westerschelde.....	70
Bijlage I. Ruwe data zware metalen	73

Samenvatting

Om erosie van de oevers en geulwanden tegen te gaan, is er in 2008 (pilot) en 2009 (structureel) begonnen om 'bestortingen' uit te voeren om de oevers te beschermen. Deze bestortingen zijn uitgevoerd met staalslakken (SS) en breukstenen (BS). Om met zekerheid vast te kunnen stellen dat als gevolg van deze bestortingen geen negatieve effecten optreden op het mariene milieu is een monitoringsprogramma ingevoerd om inzicht te krijgen in gehalten aan zware metalen in aanwezige biota meerdere jaren na het aanbrengen van vooroververdediging.

Dit rapport beschrijft de resultaten van de metaalanalyses in biota bemonsterd op verschillende locaties in de Oosterschelde en Westerschelde. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar (1) de langlopende reeks voor drie soorten op de Zeelandbrug waarbij ingegaan wordt op de jaarlijkse variatie in metaalconcentratie en een mogelijke trend in de tijd (2009-2014), en (2) de verschillen tussen locaties, type stort en referentielocaties, en verschillen tussen verschillende biota soorten gericht op de uitgebreide bemonstering zoals uitgevoerd in 2014.

Trend in de tijd (2009-2014)

Trendanalyse (2009-2014) van de metaalgehalten in mosselen *Mytilus edulis*, Japanse oesters *Crassostrea gigas* en zakpijpen *Ciona intestinalis* op de Zeelandbrugpijler voorafgaand (T0) en vijf jaar na het storten (T1-T5) van breukstenen en staalslakken laat geen duidelijke verschillen in gehalte voor en na bestorting zien. Daarnaast impliceren de overeenkomsten tussen stort- en referentielocatie, dat in het geval dat er een trend optreedt, deze eerder verklaard kan worden door autonome ontwikkelingen en niet door het storten van de oeververdediging. De variatie in metaalconcentraties tussen jaren komt overeen met overige studies (Mubiana e.a. 2005, 2006), waar soms nog hogere variatie gemeten is wanneer ook seizoen effecten meegenomen werden.

Verschillen tussen soorten, locaties en type stort materiaal (2014 bemonstering)

Uit deze studie blijkt dat de metaalaccumulatie tussen soorten sterk verschillend is en afhankelijk van het soort metaal. Gemiddeld gezien (PLI) liggen metaalgehalten hoger in zakpijpen in vergelijking tot schelpdieren (mosselen en oesters) en kreeften. Dit is echter niet voor alle metalen zo; uitzonderingen waren de hoge gehalten aan kwik en arseen voor kreeften (bruinvlees) en hoge zink gehalten in oesters. Enkel voor oesters en blaaswieren zijn verschillen gevonden tussen de bekkens, met gemiddeld hogere waarden (PLI) in de Westerschelde ten opzichte van de Oosterschelde. Het is met de huidige bemonsteringsopzet niet mogelijk te bepalen of dit daadwerkelijk een bekken-effect is of dat dit komt door het geringe aantal monsterpunten in de Westerschelde (n=2) waarvan er tevens één de relatief vervuilde locatie Hoedekenskerke betreft.

Er zijn verschillen gemeten tussen de biota bemonsterd op de stortlocaties ten opzichte van de referentielocaties, de verschillen geven echter geen eenduidig beeld. Er zijn geen soorten of locaties geïdentificeerd die consequent hogere metaalgehalten laten zien voor stortlocaties (BS of SS) wanneer deze vergeleken worden met de bijbehorende referentielocaties, maar de resultaten tonen soms hogere, soms lagere en soms vergelijkbare gehalten.

Conclusies

Op basis van de historische data (trend 2009-2014) en de uitgebreide bemonstering zoals uitgevoerd in 2014 is er geen eenduidig effect gevonden in de metaalgehalten in biota als gevolg van het storten van de oeververdediging met staalslakken en breukstenen. Dit geldt zowel voor de temporele trend als ruimtelijke analyse. Desondanks kunnen we (korte termijn) effecten van type bestorting niet geheel uitsluiten.

Doordat er sprake is van grote jaarlijkse- en ruimtelijke variatie in metaalgehalten is het voor de monitoring in de bekkens belangrijk lange tijdreeksen op te bouwen en voldoende referentieplekken te bemonsteren. Op dit moment is er voor alleen de Zeelandbrug een meerjarige reeks beschikbaar en ligt, over het algemeen, het aantal bemonsteringen op referentielocaties lager dan het aantal bemonsteringen op een ondergrond van staalslakken dan wel breukstenen. Hierdoor is de invloed van wat gemeten wordt op de referentielocaties en wat er gebeurt bij de Zeelandbrug groot voor conclusies die getrokken worden en bestaat er het risico dat conclusies het gevolg zijn van lokale variaties in metaalgehalten die niet veroorzaakt worden door de ondergrond. Het is daarom aan te bevelen om het aantal referentielocatie te vergroten en op meerdere locaties een tijdsserie op te bouwen. De situatie zoals gemeten in dit programma is absoluut relevant omdat het de actuele situatie in de bekkens vertegenwoordigd, maar in de mesocosmstudie, zoals ingezet in 2015 ingezet, kunnen effecten van staalslakken en breukstenen beter geïsoleerd worden van de autonome processen die in de bekkens plaats vinden.

Er zijn voor drie metalen een milieukwaliteitsnorm vastgesteld (OSPAR 2009). In de huidige monitoring wordt kwik niet overschreden terwijl voor lood (vooral in zakpijpen) en cadmium (Japanse oester en in mindere mate voor de mossel en geweispons) wel overschrijdingen waargenomen zijn. Omdat overschrijdingen zowel op de referentie- als op de stortlocaties waargenomen zijn kan dit niet direct toegeschreven worden aan het storten van de staalslakken en breukstenen.

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 (pilot) 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 zijn uitgevoerd met staalslakken en breukstenen. Beide materialen zijn qua fysische eigenschappen goed geschikt voor dijkverzwaring en voldoen aan de kwaliteitseisen uit het Besluit Bodemkwaliteit. Breuksteen is een natuursteen die uit steengroeven wordt gewonnen, en een staalslak is een steenachtig product dat overblijft bij de productie van staal. Door het gebruik van staalslakken en breukstenen kunnen er mogelijk zware metalen in het water terecht komen wat effecten zou kunnen hebben op aanwezige biota.

Welke metalen uitlogen en in welke mate is afhankelijk van de samenstelling van de breukstenen en staalslakken. Het is bekend dat uit breukstenen de volgende metalen uit kunnen logen: arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), molybdeen (Mo), fluoride (F), kwik (Hg), molybdeen (Mo), sulfaat (S), antimoon (Sb), seleen (Se), tin (Sn), vanadium (V). Het aantal metalen dat bekend is bij uitloging van staalslakken is beperkter: aluminium (Al), barium (Ba), cadmium (Cd), chroom (Cr), ijzer (Fe), fluoride (F), mangaan (Mn), molybdeen (Mo), antimoon (Sb), seleen (Se) en vanadium (V) (zie Heuvel-Greve e.s. 2010 en referenties daarin).

Om met zekerheid vast te kunnen stellen dat er geen negatieve effecten optreden op het mariene milieu n.a.v. de oeververdediging is door Rijkswaterstaat besloten om een monitoringsprogramma uit te voeren. Het doel van dit monitoringsprogramma is om inzicht te krijgen in gehalten aan zware metalen in aanwezige biota meerdere jaren na het aanbrengen van vooroeververdediging.

Tabel 1: Samenvattend overzicht van de monitoring naar accumulatie van zware metalen in biota in de Oosterschelde en Westerschelde in chronologische volgorde inclusief referentie naar rapportages. Een overzicht gespecificeerd per cluster wordt weergegeven in Tabel 5 van Bijlage A.

Jaar	Transformatie	Doel	Rapport
2009	T0	<ul style="list-style-type: none"> Bepaling van gehalten van zware metalen in verschillende dominant aanwezige epifaunasoorten op de locatie vóór het storten van de staalslakken en breukstenen 	Van den Heuvel-Greve e.a. (2009)
2010	T1	<ul style="list-style-type: none"> Accumulatie van zware metalen analyse 	Van den Heuvel-Greve e.a. (2011)
2011	T2	<ul style="list-style-type: none"> Accumulatie van zware metalen in een 6-tal biota : <ul style="list-style-type: none"> Blaaswier <i>Fucus vesiculosus</i>, Mossel <i>Mytilus edulis</i>, Japane oester <i>Crassostrea gigas</i>, Zakpijpsoorten <i>Ciona intestinalis</i> en <i>Styela clava</i> Geweispons <i>Haliclona oculata</i> 	Van den Heuvel-Greve e.a. (2012)
2012	T3	<ul style="list-style-type: none"> Accumulatie van zware metalen in twee biotasoorten op Zeelandbrug-pijler: <ul style="list-style-type: none"> Mossel <i>Mytilus edulis</i> Japane oester <i>Crassostrea gigas</i> Toxiciteitstesten met Molybdeen 	Van den Heuvel-Greve e.a. (2013) Glorius e.a. (2013)
2013	T4	<ul style="list-style-type: none"> Accumulatie van zware metalen in twee biotasoorten op Zeelandbrug-pijler: <ul style="list-style-type: none"> Mossel <i>Mytilus edulis</i> Japane oester <i>Crassostrea gigas</i> 	Tangelder e.a. (2014a), Schellekens e.a. (2014)

Jaar	Transformatie	Doel	Rapport
2014	T5(/T0)	<ul style="list-style-type: none"> • Accumulatie van zware metalen in een 7-tal biotasoorten op verschillende locaties (zie Tabel 2) in Oosterschelde en Westerschelde: <ul style="list-style-type: none"> – Mossel <i>Mytilus edulis</i>, – Japanse oester <i>Crassostrea gigas</i>, – Platte oester <i>Ostrea edulis</i>, – Zakpijpsorten <i>Ciona intestinalis</i>, <i>Styela clava</i> en <i>Asciidiella aspersa</i>, – Kreeft <i>Homarus gammarus</i> • Accumulatie van zware metalen in Kreeften <i>Homarus gammarus</i> bij de Zeelandbrug, Wemeldinge (T0) en 2 referentie locaties 	<p>Dit rapport, Tangelder e.a. (2015b in voorbereiding)</p> <p>Tangelder e.a. (2015a)</p>

In tabel 1 is een samenvattend overzicht opgenomen van de monitoring die tot dusverre heeft plaatsgevonden en is gerapporteerd. In 2009 is begonnen met de bepaling van gehalten van zware metalen in dominant aanwezige epifaunasoorten op stortlocaties vóór het storten van de staalslakken en breukstenen (Cluster I locaties). De meeste van deze locaties zijn vervolgens ook in 2010 (T1) en 2011(T2) bemonsterd om uitloging van metalen uit staalslakken en breukstenen en accumulatie daarvan op de aanwezige biota te bepalen. Vanwege kostenoverwegingen zijn monitoringsactiviteiten sinds 2012 ingeperkt. Dientengevolge zijn voor de T3 (2012) en T4 (2013) monitoring alleen op de Zeelandbrug (Oosterschelde) de mossel en Japanse oester bemonsterd. In 2014 is besloten wederom een uitgebreidere bemonstering uit te voeren waarbij meerdere biota en locaties bemonsterd zijn. De T0-T2 bemonsteringen zijn leidend geweest voor de opzet van de bemonstering in 2014. Naast de T5 metingen voor de Cluster I locaties zijn er nieuwe locaties toegevoegd. De nieuwe locaties betreffen Cluster III locaties waarbij geplande stortactiviteiten in 2015 plaats zullen vinden. De metingen op deze cluster III locaties (uitgevoerd in 2014) gelden daarom als T0 bepalingen (situatie vóór het aanbrengen van stortmateriaal).

Dit rapport beschrijft de resultaten van de metaalanalyses in biota bemonsterd op verschillende locaties in de Oosterschelde en Westerschelde. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar (1) de langlopende reeks in mossel *Mytilus edulis*, Japanse oester *Crassostrea gigas* en de doorzichtige zakpijp *Ciona intestinalis* op de Zeelandbrug waarbij ingegaan wordt op de jaarlijkse variatie in metaalconcentratie en een mogelijke trend in de tijd (2009-2014), en (2) de verschillen tussen locaties, type stort en referentie locaties, en verschillen tussen biota soorten gericht op de bemonstering uitgevoerd in 2014. Resultaten van deze studie dienen als input voor een samenvattende rapportage, Tangelder e.a. (2015b, in voorbereiding), waarin de verschillende onderdelen in onderling perspectief geplaatst worden evenals implicaties voor toekomstige monitoractiviteiten. Dit omvat naast analyse van zware metalen een samenvatting van epi- en infauna bestandsopname van zowel hard als zacht substraat (uitgebreid beschreven in De Kluijver e.a. (2015, in voorbereiding) en in Tangelder e.a. (2015c, in voorbereiding).

2 Methoden

2.1 Bemonstering biota

Tussen eind juli en begin september zijn in 2014 verschillende dominante epifauna soorten bemonsterd door Stichting Zeeschelp om gehalten aan metalen te bepalen om zodoende mogelijke effecten van vooroeververdediging te bepalen (zie voor details Kluijver e.a. 2015). In 2014 zijn er meerdere locaties bemonsterd om een bekkenwijde respons voor meerdere stortlocaties te bepalen. Dit betrof aan de ene kant locaties die reeds bemonsterd zijn tussen 2009-2011 waarbij de 2014 bemonstering de T5 meting weergeeft, anderzijds betrof dit locaties die gelden als nieuwe stortlocaties en waar in 2014 de T0 bemonstering voor uitgevoerd is, zie voor een overzicht Tabel 5 in Bijlage A. Op iedere locatie zijn de dominant aanwezige soorten verzameld voor analyse, echter niet op iedere locatie konden alle soorten verzameld worden. Bijlage E & F geven gedetailleerd weer welke soorten op welke locaties in welke jaren zijn bemonsterd. Voor een kaart met de verschillende bestorting en bemonsteringslocaties wordt verwezen naar het samenvattend eindrapport, Tangelder e.a. (2015a, in voorbereiding).

Van iedere soort zijn per monster meerdere individuen samengenomen en gehomogeniseerd tot een mengmonster. Op iedere locatie is op drie posities een monster verzameld die onafhankelijk van elkaar geanalyseerd zijn (triplo) (zie voor details De Kluijver e.a. 2015, in voorbereiding). Voor de analyse van schelpdieren is uitsluitend schelpdiervlees gebruikt voor analyse, voor de overige biota is het hele organisme meegenomen voor analyse. Soms is het echter niet gelukt om op elke locatie 3 monsters te verzamelen (gebrek aan materiaal), en zijn er derhalve maar 1 of 2 waarnemingen beschikbaar. Vooral in de eerste jaren van het monitoringsprogramma zijn er veelal slechts 1 of 2 monsters verzameld. Bijlage G & H geven aan hoeveel monsters er per soort, per locatie voor een specifiek jaar geanalyseerd zijn.

Na bemonstering zijn de monsters gekoeld getransporteerd en opgeslagen in kunststofmaterialen (PP, PE en PVC). De pincetten die gebruikt zijn tijdens deze handeling 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. De schelpdieren zijn voor de duur van een nacht verwaterd voordat ze in de vriezer zijn opgeslagen. Verwatering vond plaats in een continue doorstroomd kunststofaquarium van ongeveer 500 liter, met gefilterd zeewater afkomstig uit de Oosterschelde (Jacobahaven).

2.2 Analysemethode & detectielimiet

De keuze van de te analyseren metalen in 2014 is gebaseerd op de lijst van zware metalen die in het Besluit Bodemkwaliteit staan. Het betreft de volgende stoffen: As (arseen), Ba (barium), Cd (cadmium), Co (kobalt), Cr (chrom), 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 niet op de lijst van zware metalen van het Besluit Bodemkwaliteit staan, maar ook uit staalslakken kunnen logen (Jonkers 1987). Dezelfde set is in voorgaande jaren geanalyseerd.

De metaalanalyses zijn uitgevoerd door TNO Triskelion te 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 is gebruik gemaakt van een interne standaard (rhodium). Concentraties zijn teruggerekend naar eenheden per droogstofgewicht. Voor het bepalen van het droge stofgehalte is het gewogen monster gedroogd in een stoof (103 ± 3°C) tot constant gewicht en na afkoelen in een exsiccator terug gewogen.

De detectielimiet of aantoonbaarheidsgrens van een analyse is de laagste waarde die gerapporteerd kan worden. Beneden deze grens vallen de waarden binnen de ruis van de bepaling en kan geen betrouwbaar gehalte worden opgegeven. De detectielimiet kan op verschillende manieren worden vastgesteld. In de analyse uitgevoerd door TNO is de detectielimiet de laagste standaard uit de kalibratie curve aangehouden als onderste te bepalen waarde. Het ene metaal is door de gebruikte apparatuur in lagere concentraties te meten dan andere, dus er bestaan verschillen in detectielimieten tussen verschillende metalen. De detectielimiet van een metaal in een monster is echter ook afhankelijk van de hoeveelheid (massa) monster die is ingewogen voor de bepaling en is daarmee dus voor elk monster verschillend. Wordt 2x meer ingewogen van eenzelfde monster dan zal de detectielimiet 2x lager zijn. Er kunnen dus verschillen in detectielimieten zijn van een metaal binnen 1 gemeten jaar (tot 3 monsters dus 3 detectielimieten per metaal per jaar), maar uiteraard ook tussen jaren.

2.3 Berekening Pollution Load Index

De Pollution Load Index (PLI) is berekend als maat voor de totale metaalvervuiling (Tomlinson et al. (1980)). De formule om de PLI te berekenen wordt hieronder weergegeven. In feite betreft de index het geometrisch gemiddelde van de concentraties van metalen.

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

n = aantal metalen opgenomen in de index

CF₁ = concentratie metaal nr. 1

CF₂ = concentratie metaal nr. 2

CF_n = concentratie metaal nr. n

De metalen Sb (antimoon) en Sn (tin) zijn in de PLI-berekening buitenbeschouwing gelaten omdat gehalten in verreweg de meeste gevallen onder de detectielimiet lagen (>65%). Voor de overige metalen zijn alle meetwaarden meegenomen, ook die onder de detectielimiet liggen, zodat de PLI-waarde altijd op eenzelfde aantal metalen is gebaseerd.

2.4 Data analyse

2.4.1 Trends in de tijd voor mossel, oester en zakpijp op de Zeelandbrug Pijler

Omdat er op voorhand geen voorspelling is gedaan hoe trends in de tijd zouden moeten verlopen is er op een exploratieve manier gekeken waarbij verschillende verbanden onderzocht zijn. Voor al de geanalyseerde metalen, droge stof en PLI-waarde is bekeken:

1. een lineair toe- dan wel afname in metaalgehalten over de tijd (jaren),
2. een plotselinge verhoging dan wel verlaging in metaalgehalte
3. een verhoging dan wel verlaging in individuele jaren

1. Een gestaagde toe- dan wel afname in metaalgehalten over de tijd is onderzocht aan de hand van lineaire (least squares) regressielijnen. Hiervoor is het volgende model gedefinieerd:

$$y_i = \text{intercept} + \beta_1 \cdot \text{jaar}_i + \varepsilon_i$$

y metaalgehalte

jaar verklarende factor

$\varepsilon_i = N(0, \sigma^2)$ de door het model niet verklaarde variatie waarvan verondersteld is dat deze normaal verdeelt is rondom de waarde 0.

i = 1,2,... de observaties (genomen monsters)

Om te onderzoeken of er sprake is van een significante trend wordt getoetst of de null hypothese (de geschatte parameterwaarde $\beta = 0$) al dan niet verworpen moet worden (F-test met 0.05 significantie niveau). Berekeningen zijn uitgevoerd in R (R Development Core Team (2014)).

2. Om vast te stellen of er plotselinge veranderingen opgetreden zijn in metaalgehalten is een 'change point' analyse uitgevoerd. In deze analyse wordt bekeken of en op welk moment in de tijd de statistische eigenschappen van een getallenreeks significant veranderd (nul hypothese = geen plotselinge verandering). In de analyses die hier uitgevoerd zijn is bekeken of en waar er een (enkele) sprong aanwezig is in gemiddelde metaalgehalten. Berekeningen zijn uitgevoerd in R (R Development Core Team (2014)) met functies beschikbaar binnen het pakket 'change point' (Killick e.a., 2014).
3. Als laatste zijn verschillen in metaalgehalten tussen de jaren getoetst met ANOVA in combinatie met een Tukey posthoc test.

Metaalgehalten zijn weergegeven in grafieken waaraan de uitkomsten van de bovenstaande analyses toegevoegd zijn. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen zijn voorzien van een zwarte stip. Lineaire verbanden zijn, wanneer significant bevonden ($p < 0.05$), met grijze stippellijnen weergegeven. De richtingscoëfficiënt, correlatiecoëfficiënt en p-waarde is in dat geval in de grafiek weergegeven. Als modelvalidatie zijn de residuals (de afwijkingen van de datapunten t.o.v. de door het model voorspelde waarden) bekeken om te zien of deze normaal verdeeld zijn en om vast te stellen of de variatie hetzelfde is voor de verschillende jaren. Plotselinge veranderingen in gemiddelde waarden zijn weergegeven met horizontale lijnen, en verschillen tussen jaren zijn weergegeven met letters. Op basis van de grafieken is vastgesteld of aan de voorwaarden voor de statistische analyses (normale verdeling, gelijke variatie, invloed uitschieters etc) voldaan wordt en dus of voorspelde verbanden betrouwbaar zijn.

2.4.2 Vergelijking tussen soorten, locaties en type stort

Om het verschil tussen soorten, locaties en type stort te onderzoeken zijn verschillende dataselecties gemaakt om op die manier onderscheid te maken in verklarende variabelen. Het verschil in metaalaccumulatie tussen soorten is onderzocht door te kijken naar het verschil in metaalgehalten in soorten bemonsterd in 2014 op de Zeelandbrug waarbij ook referentielocatie Zuidbout meegenomen is. In dat jaar zijn op die locaties drie zakpijpsorten bemonsterd (*Styela clava*, *Ciona intestinalis* en *Ascidella aspersa*), de Japanse oester (*Crassostrea gigas*) en platte oester (*Ostrea edulis*), de mossel (*Mytilus edulis*) en de kreeft (*Homarus gammarus*).

Om potentiële locatieverschillen te onderzoeken zijn de metaalgehalten in weefsel van blaaswier (*Fucus vesiculosus*) en Japanse oesters (*Crassostrea gigas*) bemonsterd op verschillende locaties in 2014 vergeleken. Het betreft de Oosterscheldelocaties Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug en Schelphoek en de Westerscheldelocaties Hoedekenskerke en Ritthem.

De invloed van een nieuwe ondergrond van staalslakken dan wel breukstenen is onderzocht door de metaalaccumulatie in weefsel van de zakpijpsorten *Styela clava* en *Ciona intestinalis* bemonsterd op de Zeelandbrug in 2011 en 2014, de zakpijpsort *Ascidella aspersa* en de kreeft *Homarus gammarus* bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014 en de Japanse oester *Crassostrea gigas* bemonsterd op de Zeelandbrug, Schelphoek en Hoedekenskerke in 2014 op de verschillende ondergronden te vergelijken.

Verschillen in metaalaccumulatie (tussen soorten en ondergronden) zijn univariaat onderzocht door PLI-waarden te vergelijken. Daarnaast zijn metaalgehalten multivariaat onderzocht met 'Principale-Componenten Analysis' (PCA) oriëntaties. In een PCA wordt de variatie in metaalgehalten tussen de monsters gereduceerd door de variatie tussen monsters weer te geven in een beperkter aantal hoofdcomponenten (assen).

Het resultaat is een ordinogram waarbij de, in metaalaccumulatie, op elkaar gelijkende monsters dicht bij elkaar komen te liggen en de onderling sterk verschillende monsters ver van elkaar af liggen. Door de vergelijking van groepen van monsters te vergemakkelijken zijn de centripuncten van de groepen berekend en opgenomen in de oriëntatie-grafiek. Ook zijn de afstanden van deze centripuncten tot de verschillende metalen berekend en tussen groepen vergeleken om vast te stellen welke metalen gehalten relatief hoog zijn.

Metaalgehalten zijn z-getransformeerd om te corrigeren voor verschillen in range. Hieruit is een gelijkheidsmatrix berekend op basis van Euclidean afstanden (lineaire relaties) waarop de eigenanalyse plaatsvindt die als basis dient voor de oriëntatie. Metalen die in meer dan 75% van de gevallen onder de detectielimiet liggen zijn verwijderd voor analyse.

Naast de PCA-oriëntaties zijn de onbewerkte metaalgehalten grafische weergegeven in grafieken om een juiste interpretatie te faciliteren.

3 Resultaten

3.1 Trend in de tijd voor locatie Zeelandbrugpijler (2009-2014)

Japanse oesters en mosselen zijn jaarlijks bemonsterd op de Zeelandbrugpijler en deze dataset is daarom zeer geschikt om jaarlijkse ontwikkelingen in metaalgehalten te volgen (zie ook tabel 2). Zakpijpen *Ciona intestinalis* zijn op deze locatie in 2009, 2010, 2011 en 2014 bemonsterd. Biota aanwezig op de pijler staan onder invloed van zowel staalslakken als breukstenen (SSBS). De organismen zijn niet direct verzameld op de oeververdediging maar op een hoogte boven de verdediging waarbij aan de ene kant breuksteen en aan de andere kant staalslakken gebruikt zijn om de oevers te verstevigen. In Figuur 1 wordt de trend van alle metalen gezamenlijk beschouwd (PLI) en daarmee wordt een algemeen overzicht gegeven van de verschillen in metaalgehalten vóór en meerdere jaren na het aanbrengen van de vooroeververdediging voor mossels, oesters en zakpijpen afzonderlijk. Bijlage B geeft een overzicht van alle afzonderlijke geanalyseerde metalen inclusief de resultaten van de statistische analyses.

3.1.1 Mosselen (*Mytilus edulis*)

Uitgedrukt in PLI liggen metaalgehalten in mosselweefsel twee jaar na het aanbrengen van vooroeververdediging (T2=2011) hoger in vergelijking tot de jaren 2010, 2012 en 2014 (Figuur 1). De metalen aluminium (Al), en ijzer (Fe) dragen het sterkst bij aan de hoge PLI-waarde in 2011 en laten statistisch significante verschillen in gemiddelde waarden zien tussen de jaren 2011 en 2012 wat een indicatie kan zijn voor een sterke verandering tussen deze jaren (Bijlage B). Ook voor chroom (Cr), kwik (Hg), mangaan (Mn), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb) en vanadium (V) liggen de gehalten in 2011 statistisch significant hoger, waarbij aangemerkt moet worden dat het niet bekend is of lood en nikkel kunnen uitlogen uit breukstenen of staalslakken (zie ook pagina 7). Daarnaast is van belang dat antimoongehalten vrijwel alle jaren onder de detectielimiet lagen en de gerapporteerde waardes met voorzichtigheid moeten worden gelezen.

Molybdeen (Mo) gehalten zijn in 2011 en 2012 hoger ten opzichte van 2009-2010 en in 2013 en 2014 statistisch significant lager dan in 2011 - 2012. In 2014 zijn de waardes vergelijkbaar met 2010. Voor de overige metalen (As, Ba, Co, Cu, Se, Sn, Zn) kan geen duidelijke toe- of afname geconstateerd worden behalve voor cadmium (Cd). Cd lijkt onverminderd toe te nemen met 0.07 mgkg^{-1} droge stof per jaar. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de trendlijn sterk bepaald wordt door één waarneming in 2010 met gehalten die onder de detectielimiet ligt.

Omdat er voor mosselen geen metingen beschikbaar zijn op referentielocaties kan er geen onderscheid gemaakt worden tussen autonome ontwikkelingen in het gebied en invloed van bestorting. Het is daarom niet bekend of de jaarlijkse variatie natuurlijke variatie betreft of een effect is van uitloging van metalen uit oeververdediging of een natuurlijke variatie betreft. Omdat er in 2009 (T0) slechts één monster geanalyseerd is kan deze niet meegenomen worden in statistische analyse, en de verschillen tussen duplo's/triplo's in opvolgende jaren laat zien dat een behoorlijke variatie verwacht mag worden tussen monsters verzameld op dezelfde locatie. Wel is het opvallend de (ene) T0 meting voor veel metalen lager ligt in vergelijking tot gehalten in 2011.

3.1.2 Japanse oester (*Crassostrea gigas*)

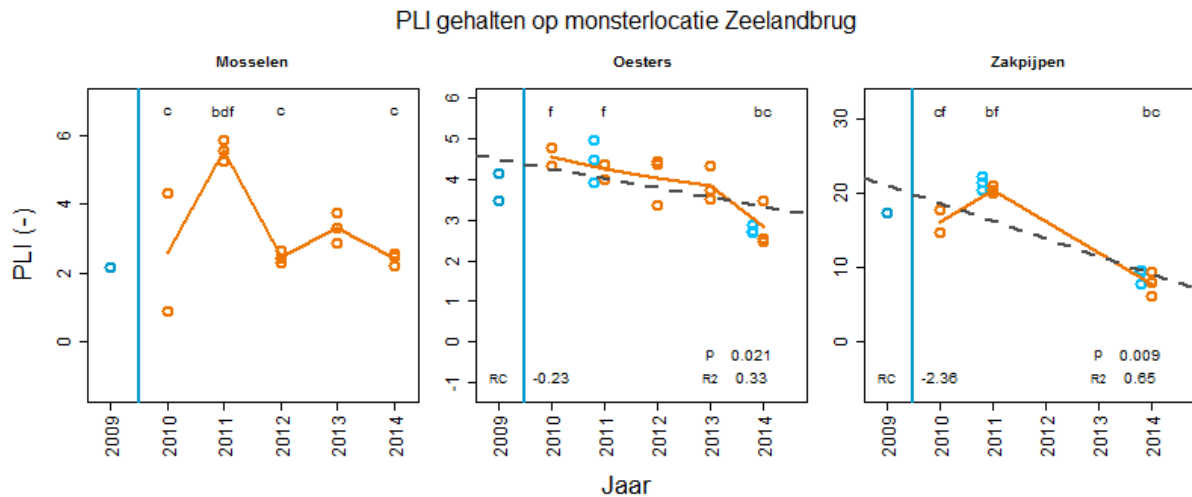
Uit de analyses voor Japanse oester op de Zeelandbrugpijler lijkt, wanneer alle metalen gezamenlijk beschouwd worden (PLI), PLI waarden 1 jaar na bestorting niet significant hoger te liggen en daarnaast het metaalgehalte in oesterweefsel gestaag af te nemen (significante lineaire regressie, $RC = -0.23$, $p < 0.021$, Figuur 1). De metalen aluminium (Al), kobalt (Co), chroom (Cr), kwik (Hg) en lood (Pb) dragen voor een belangrijk deel bij aan deze afname en laten allen een significant dalende trend zien.

Molybdeen (Mo) laat ook een continue afname zien, waarbij er een sterke afname wordt waargenomen tussen de jaren 2010 en 2011. De verandering in nikkelgehalte (Ni) is vergelijkbaar met molybdeen, maar ondanks hoge waarden in 2010 liggen deze onder de detectielimiet waardoor gemeten waarden onzeker zijn. De verschillen in detectielimiet tussen jaren is afhankelijk van de hoeveelheid materiaal dat gebruikt is voor analyse, en omdat er in 2010 minder materiaal is ingewogen ligt de detectielimiet in dat jaar hoger (zie ook sectie 2.2).

In tegenstelling tot mossel zijn voor Japanse oester in 2011 en 2014 wel monsters geanalyseerd afkomstig van de referentielocatie Zuidbout. De metaalconcentratie in oesterweefsels van oesters bemonsterd op de referentielocatie laten eenzelfde afnemende trend zien. De gehalten zijn vergelijkbaar met die van oesters bemonsterd op de Zeelandbrugpijler onder invloed van de vooroeververdediging met staalslakken en breukstenen. Er kan daarom niet zondermeer geconcludeerd worden dat de initiële toename één jaar na storten en de daaropvolgende afname een effect is van het aanbrengen van de vooroeververdediging, maar dat de verschillen tussen jaren eerder verklaard kunnen worden door autonome ontwikkelingen in dit gebied.

3.1.3 Zakpijp (*Ciona intestinalis*)

Vanwege kostenoverwegingen zijn in 2012 en 2013 geen *Ciona intestinalis* bemonsteringen uitgevoerd op de Zeelandbrug waardoor de trend in de tijd voor deze soort minder betrouwbaar bepaald kan worden. Metaalgehalten in 2011 zijn over het algemeen hoger dan in 2014, zowel op de referentielocatie als de locatie die onder invloed staan van oeververdediging. Ondanks dat niet statistisch onderbouwd is het opvallend dat ook de PLI waarden in 2014 lager liggen dan de enkele T0-waarde. De metalen lood (Pb), nikkel (Ni) en zink (Zn) laten geen jaarverschillen zien.



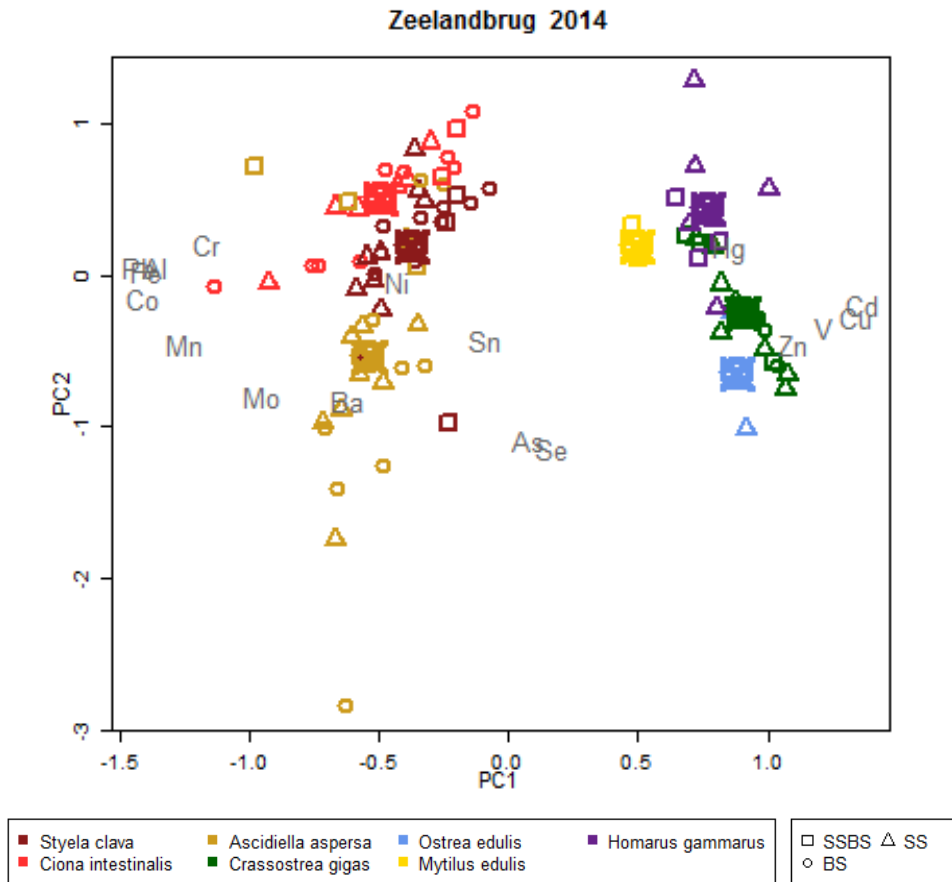
Figuur 1: Trend in metaalgehalten (PLI) in mosselen (*Mytilus edulis*), oesters (*Crassostrea gigas*) en zakpijpen (*Ciona intestinalis*) op de Zeelandbrugpijler van 2009 tot en met 2014. Donker blauwe datapunten geven T0 bemonstering weer, verticale lijn scheidt jaren voor en na stort van oeververdediging. Licht blauwe punten betreffen metingen op de referentielocatie Zuidbout.

3.2 Vergelijking tussen soorten, locaties en type stort materiaal

In 2014 is er een groot aantal soorten en locaties bemonsterd, waarbij organismen zowel op breukstenen (BS), staalslakken (SS), een combinatie van beiden (SSBS) en op referentielocaties (REF) verzameld zijn.

3.2.1 Verschillen tussen soorten

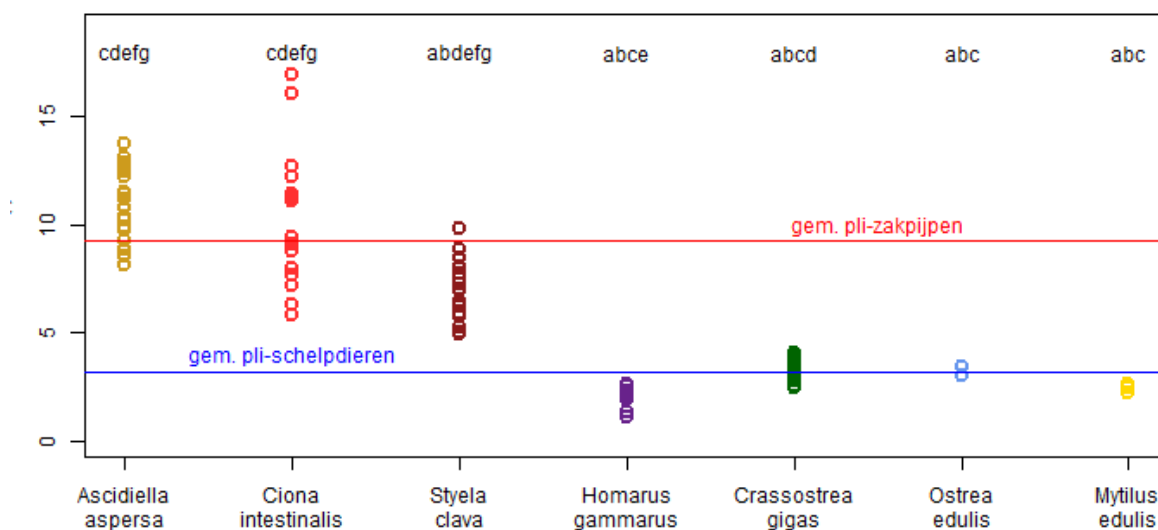
De opname en ophoping van zware metalen door planten en dieren varieert sterk, zowel tussen soorten als tussen metalen. Grote verschillen in metaalaccumulatie worden ook hier gevonden waarbij de invloed van het type ondergrond vele male kleiner is dan het verschil tussen soorten en tussen metaal, zie Figuur 2 en Bijlage C.



Figuur 2: Principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in de zakpijpsorten *Styela clava*, *Ciona intestinalis* en *Ascidiella aspersa*, de oesters *Crassostrea gigas* en *Ostrea edulis*, de mossel *Mytilus edulis* en de kreeft *Homarus gammarus* bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014. Scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten.

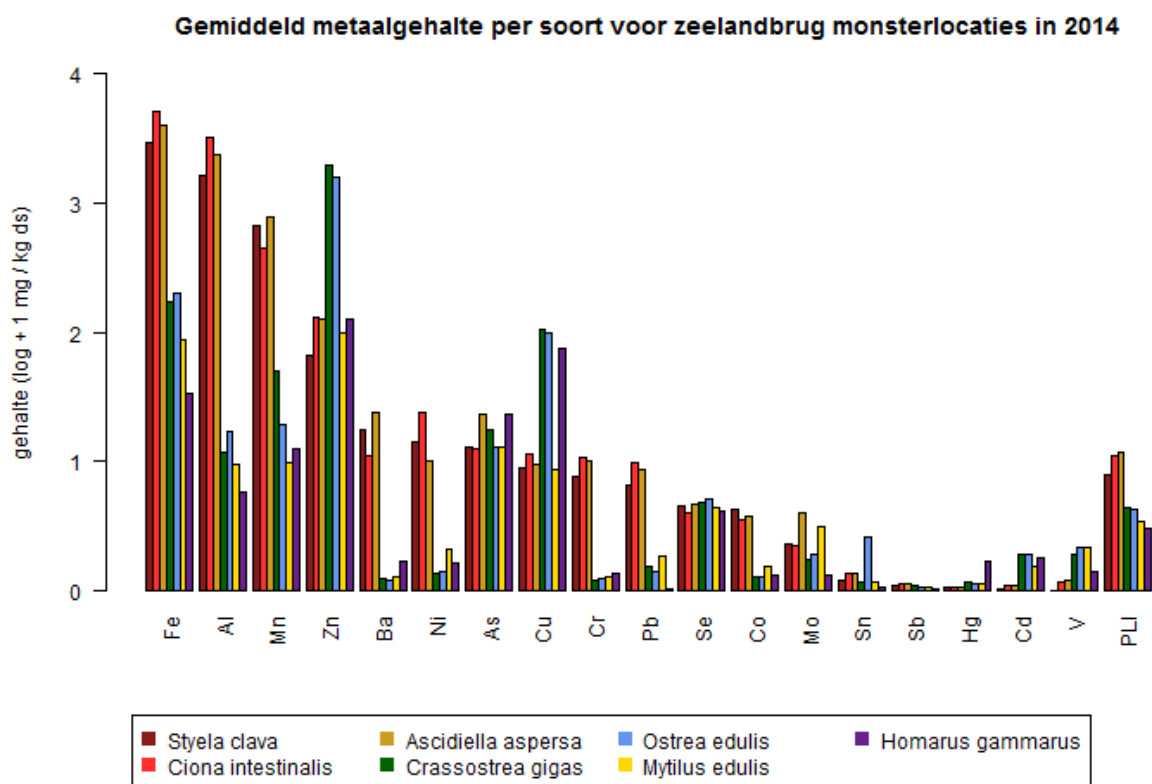
Wanneer alle metalen gezamenlijk beschouwd worden (PLI) dan blijkt de metaalaccumulatie in de zakpijpsorten *Styela clava*, *Ciona intestinalis* en *Ascidiella aspersa* een factor 2.8 hoger te liggen vergeleken met de schelpdieren *Crassostrea gigas*, *Ostrea edulis*, *Mytilus edulis* (Figuur 3 en Bijlage C). De hoogste metaalgehalten (uitgedrukt in PLI-waarden) worden gemeten in de zakpijp *Ascidiella aspersa*. De hoge ijzer (Fe), aluminium (Al) en mangaan (Mn) gehalten in zakpijpen verklaren in grote mate de verschillen in PLI waarden tussen soorten, zie Bijlage C.

PLI waarden voor soorten bemonsterd op Zeelandbrug 2014



Figuur 3: PLI-waarden voor 3 zakpijpsorten, kreeft, 2 oestersoorten en mossel bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014. Significante verschillen worden aangegeven met lettercode.

Maar ook de relatieve gehalten van afzonderlijke metalen verschillen sterk tussen soorten (Figuur 4 en Bijlage C). Opvallend zijn de hoge waarden kwik (Hg) gemeten in het bruinvlees van de kreeften en de hoge zink (Zn) gehalte in oesters en koper (Cu) in oesters en kreeften waarbij gehalten hoger zijn dan gemeten in zakpijpen. Daarnaast liggen ook cadmium (Cd) en vanadium (V) gehalten in mosselen, oesters en kreeften hoger dan in zakpijpen.



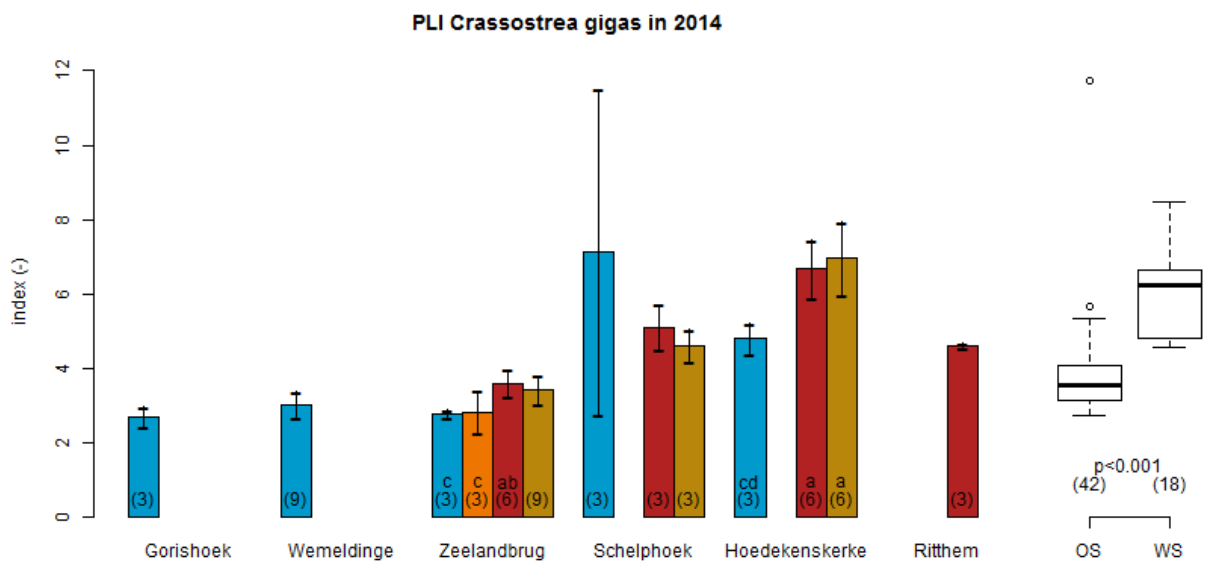
Figuur 4: Gemiddelde metaalgehalten per soort zoals gemeten op de bemonsteringslocaties rond de Zeelandbrug (stort locaties) en bij de Zuidbout (referentielocatie) in 2014.

3.2.2 Verschillen tussen bemonsteringslocaties

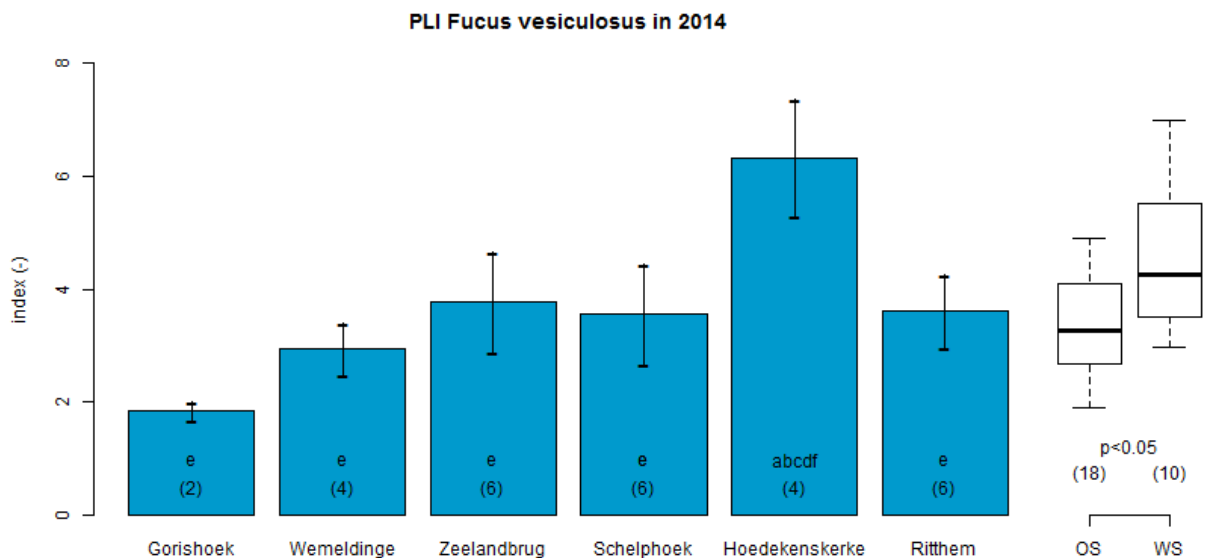
In Figuur 5 en 6 worden de PLI-waarden in oesterweefsel en blaaswier bemonsterd in 2014 weergegeven voor de monsterlocaties Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug en Schelphoek gelegen in de Oosterschelde en Hoedekenskerke en Ritthem gelegen in de Westerschelde.

Wanneer alle metalen gezamenlijk beschouwd worden (PLI), blijkt metaalgehalten in zowel oesterweefsel als blaaswier in de Westerschelde hoger ligt dan in de Oosterschelde met vooral hoge metaalgehalten bij Hoedekenskerke. De metalen koper (Cu) en zink (Zn) zijn opvallend hoger in de Westerschelde en voor specifiek Hoedekenskerke ook cadmium (Cd), aluminium (Al) en seleen (Se), zie Bijlage D.

In de Oosterschelde zijn voor blaaswier geen en voor oesters wel verschillen tussen locaties gevonden in PLI-waarden. In oesterweefsel van oesters bemonsterd in de Schelphoek (stroomafwaarts) liggen metaalgehalten hoger dan bemonsterd op de Zeelandbrug, Wemeldinge en Gorishoek (stroomopwaarts), zie Bijlage D. Hiervoor zijn aluminium (Al), kwik (Hg), molybdeen (Mo) en lood (Pb) vooral verantwoordelijk, zie Bijlage D. Er zijn geen verschillen gevonden tussen Gorishoek, Wemeldinge en Zeelandbrug in PLI-waarden. In de Westerschelde treden in uitsluitend blaaswier verschillen op tussen locaties. Metaalgehalten bij Ritthem (stroomafwaarts) zijn lager vergeleken met Hoedekenskerke. Barium (Ba), cadmium (Cd), kobal (Co), chroom (Cr), koper (Cu), nikkel (Ni) en seleen (Se) zijn hiervoor vooral verantwoordelijk.



Figuur 5: Links gemiddelde (\pm SD) Pollution Load Index (PLI) voor Japanse oesters verzameld op verschillende ondergronden en locaties in 2014. Blauwe bars zijn referentie/TO metingen, oranje staalslakken + breukstenen, rood breukstenen en geel staalslakken. Bemonsteringslocaties in de Oosterschelde: Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug, Schelphoek, en in de Westerschelde: Hoedekenskerke en Ritthem. Rechts gehalten uitgedrukt per bekken. Significant verschillende PLI waarden tussen ondergrondtype worden aangegeven met letters binnen locaties (ANOVA, $p < 0.05$; Tukey Post hoc). Hierbij zijn de volgende referentie en stortlocaties gekoppeld: Zuidbout aan Zeelandbrug, Schelphoek-west II aan Schelphoek, Kappellebank aan Hoedekenskerke, en voor Ritthem was geen referentielocatie beschikbaar in 2014. De PLI uitschieter bij Schelphoek wordt veroorzaakt door hoge kobalt (Co), chroom (Cr), molybdeen (Mo) en nikkel (Ni) gehalten, zie Bijlage D.



Figuur 6: Links gemiddelde (\pm SD) Pollution Load Index (PLI) voor blaaswier *Fucus vesiculosus* verzameld op verschillende locaties in 2014. Bemonsteringslocaties in de Oosterschelde: Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug, Schelphoek, en in de Westerschelde: Hoedekenskerke en Ritthem. Rechts gehalten uitgedrukt per bekken. Significant verschillende PLI waarden tussen locaties worden aangegeven met letters binnen locaties (ANOVA, $p < 0.05$; Tukey Post hoc). Hierbij zijn de volgende referentie en stortlocaties gekoppeld: Zuidbout aan Zeelandbrug, Schelphoek-west II aan Schelphoek, Kappellebank aan Hoedekenskerke, en voor Ritthem was geen referentielocatie beschikbaar in 2014. De PLI uitschieter bij Schelphoek wordt veroorzaakt door hoge kobalt (Co), chroom (Cr), molybdeen (Mo) en nikkel (Ni) gehalten, zie Bijlage D.

3.2.3 Effecten van het type stort materiaal

Het is bekend dat de metalen die mogelijk uitlogen kunnen verschillen tussen breukstenen en staalslakken en afhankelijk is van de samenstelling van het gebruikte materiaal (zie pagina 7; Heuvel-Greve e.a. 2010 en referenties daarin). Daarom is er een analyse uitgevoerd die gericht is op analyse van de afzonderlijke metalen (zie Bijlage E). Hiervoor is een selectie gemaakt van de data waarbij een groot aantal monsters en aanwezigheid van referentielocaties doorslaggevend was. In Tabel 2 worden de locaties, soorten en jaren weergegeven die in deze analyse opgenomen zijn.

Tabel 2: Aantal monsters per soort, jaar en ondergrond welke onderzocht zijn voor mogelijke effecten van het typen ondergrond op metaalgehalten.

Soort	Locatie	2011				2014			
		Referentie	Breukstenen	Staalslakken	Staalslakken & Breukstenen	Referentie	Breukstenen	Staalslakken	Staalslakken & Breukstenen
<i>Ciona intestinalis</i>	Zeelandbrug	3	9	9	3	3	9	6	3
<i>Styela clava</i>	Zeelandbrug	3	7	7	3	3	9	9	3
<i>Ascidella aspersa</i>	Zeelandbrug					3	9	9	3
<i>Crassostrea gigas</i>	Zeelandbrug					3	6	9	3
	Schelphoek					3	3	3	
	Hoedekenskerke					3	6	6	
<i>Homarus gammarus</i>	Zeelandbrug					5		5	5

De multivariate analyses (PCA) laten een significant effect zien van ondergrondtype op metaalgehalten voor de zakpijpen *Styela clava* en *Ciona intestinalis* en voor Japanse oesters (locaties Zeelandbrug en Hoedekenskerke). Er worden in deze soorten relatief hoge metaalgehalten op een ondergrond van staalslakken en breukstenen in vergelijking tot referentielocaties, zie Tabel 6 & 7 in Bijlage E. Voor de zakpijpsort *Ascidella aspersa* worden geen verschillen met de referentielocatie gevonden tussen een ondergrond van breukstenen dan wel staalslakken. Voor Japanse Oesters bemonsterd bij Schelphoek en voor kreeften bemonsterd bij Zeelandbrug zijn metaalgehalten op ondergrond van staalslakken juist relatief laag in vergelijking tot de referentie.

Uit de PCA analyses valt verder op dat, in vergelijking tot referentielocaties, kwik (Hg) relatief vaak in hoge concentraties op zowel breukstenen en staalslakken gemeten wordt, seleen relatief vaak hoog is op een ondergrond van breukstenen en molybdeen (Mo) en cadmium (Cd) op een ondergrond van staalslakken, zie Figuur 16 in Bijlage E. Barium (Ba), kobalt (Co) en mangaan (Mn) gehalten zijn relatief vaak hoog op de referentielocaties.

Wanneer metaalgehalten in biota bemonsterd op de nieuw aangebrachte ondergrond van staalslakken en breukstenen worden vergeleken met gehalten op de referentielocatie dan valt op dat (1) verschillen erg afhankelijk zijn van de soort, het bemonsteringsjaar (voor zakpijpen) en de locatie (voor Japanse oesters) en (2) dat er geen specifieke metalen uitspringen maar verschillen optreden over de hele linie van metalen, zie Tabel 3 en Bijlage E.

In zakpijpen bemonsterd in 2011 zijn gehalten van veel metalen lager op de nieuwe ondergrond (6/18 metalen), in oesters (locaties Zeelandbrug en Hoedekenskerke) liggen gehalten voor veel metalen juist hoger op de nieuwe ondergrond (11/18 metalen) en voor kreeften zijn er weinig verschillen gevonden tussen de nieuwe ondergrond en referentielocaties. Metaalgehalten in zakpijpen bemonsterd in 2014

(Zeelandbrug) laten op de nieuwe ondergrond juist weer weinig verschillen met referentielocaties zien evenals Japanse oesters bemonsterd bij Schelphoek (2014).

Tabel 3: Overzicht van aantal significante verschillen tussen de nieuwe ondergrond en het referentiegebied. Verhoogde metaalgehalten links, verlaagde metaalgehalten rechts. Omdat het aantal gegevens voor oesters vele male groter was dan dat voor de overige soorten zijn oesters apart weergegeven. Zakpijpen (zwart) en kreeft (rood) zijn alleen op de Zeelandbrug bemonsterd, de cijfers geven aan welk jaar het betreft, 2011 (11) of 2014 (14). Oesters zijn alleen in 2014 bemonsterd maar wel op drie locaties, Zeelandbrug (Z), Schelphoek (S) en Hoedekenskerke (H).

	verhoogd							verlaagd						
	Zakpijpen + kreeft Zeelandbrug			Oesters 2014				Zakpijpen + kreeft Zeelandbrug			Oesters 2014			
	BS	SS	SSBS	BS	SS	SSBS		BS	SS	SSBS	BS	SS	SSBS	
Al							Al							
As						Z	As	11	11					
Ba							Ba	11	11		Z	Z		
Cd	11			Z			Cd							
Co				H	H		Co	11	11					
Cr					Z		Cr		(2)					
Cu				H	H		Cu	11	11					
Fe				Z	Z		Fe							
Hg				HZ	H		Hg			14				
Mn							Mn	11	11	11				
Mo				HZ	HZ		Mo		14					
Ni				H	H		Ni							
Pb			14	Z	Z		Pb							
Sb*							Sb*	14	14		S	S		
Se	11	11		HZ	HZ		Se		(2)					
Sn							Sn				S	S		
V					H		V				Z	Z	Z	
Zn							Zn		11					
PLI				HZ	H		PLI							

*Alle gehalten onder de detectielimiet behalve voor kreeft.

4 Discussie

4.1 Trend in metaalgehalten in schelpdieren en zakpijpen

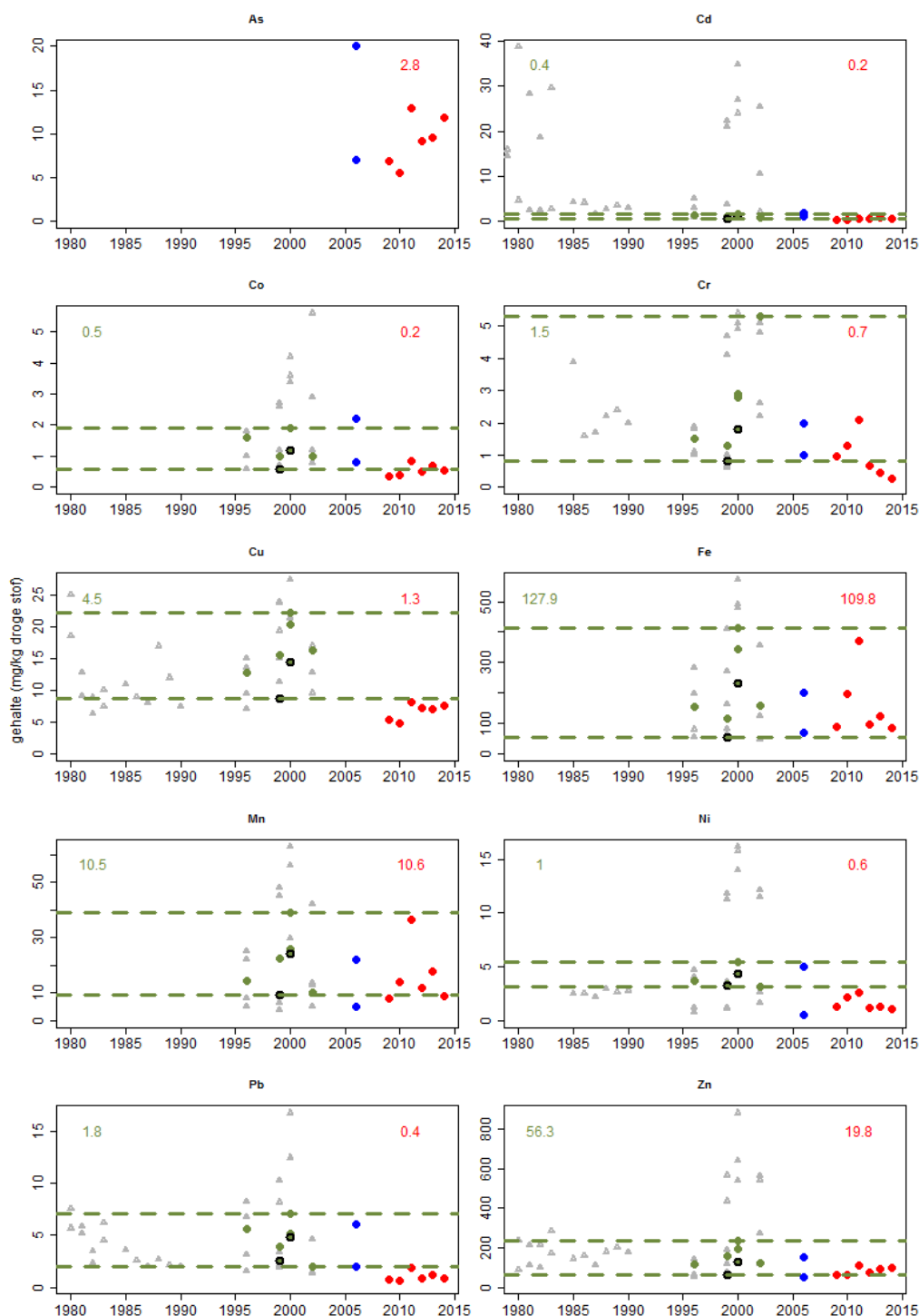
Trendanalyse (2009-2014) van de metaalgehalten in mosselen *Mytilus edulis*, Japanse oesters *Crassostrea gigas* en zakpijpen *Ciona intestinalis* op de Zeelandbrugpijler voorafgaand (T0) en vijf jaar na het storten (T1-T5) van breukstenen en staalslakken impliceert dat jaarlijkse variatie eerder verklaard kan worden door autonome ontwikkelingen dan door het storten van de oeververdediging. Ondanks de geleidelijke afname van metaalgehalten in Japanse oesters en zakpijpen na het aanbrengen van de vooroeververdediging op de Zeelandbrugpijler, blijkt dat de metaalgehalten in Japanse oesters en zakpijpen op de referentielocatie Zuidbout eenzelfde trend laten zien en vergelijkbare concentraties gemeten worden. Ook de afwezigheid van duidelijke verschillen in metaalgehalten voor (T0) en na (T1) bestorting wijzen op een geringe invloed van het storten van staalslakken en breukstenen op de gehalten aan zware metalen in lokaal levende epifauna.

Voor mosselen zijn geen gegevens beschikbaar van referentielocaties in de buurt van de Zeelandbrug. Opvallend was een toename van metalen in 2011, twee jaar na het aanbrengen van de oeververdediging. Echter, ook de metaalgehalten in zakpijpen zijn veelal hoger in 2011 ten opzichte van 2010, maar voor deze soort zijn vergelijkbare gehalten waargenomen voor de Zeelandbrug en referentielocatie in 2011. Dit duidt erop dat ook voor mosselen niet uitgesloten kan worden dat de hogere concentraties in 2011 eveneens het gevolg zijn van autonome jaarlijkse variatie.

Gehalten aan zware metalen in biota verschillen zowel binnen als tussen jaren als gevolg van zowel biologische en fysisch-/chemische processen die de biologische beschikbaarheid van metalen bepalen. Op basis van eerder uitgevoerde studies door derden hebben we informatie toegevoegd aan onze bevindingen. In verschillende studies uitgevoerd door Mubiana en andere worden metaalgehalten in mosselen verzameld in zowel de Ooster- als Westerschelde gerapporteerd (Mubiana e.a., 2005 & Mubiana e.a., 2006). Ondanks methodologische verschillen kunnen deze gegevens gebruikt worden om een beter idee te krijgen over de natuurlijke variatie. Een significant seizoeneffect is aangetoond in mosselen bemonsterd in de Ooster- en Westerschelde met piekconcentraties tussen maart en april (tijdens de voortplanting) en lage concentraties in de wintermaanden (Mubiana e.a., 2005).

Mubiana en andere hebben ook gekeken naar trends in metaalgehalten in mosselweefsel over een wat langere periode. In beide studies van Mubiana is zowel naar de Oosterschelde als Westerschelde gekeken. Hieruit blijkt dat de verschillen tussen de Ooster- en Westerschelde gering zijn en dat voor beide bekkens een ruimtelijke trend waargenomen kan worden met hogere metaalgehalten landinwaarts. Wanneer de metaalgehalten in mosselen verzameld bij de Zeelandbrug in deze studie vergeleken worden met gerapporteerde gehalten bij Wemeldinge (de locatie uit studie van Mubiana die het dichtst bij de Zeelandbrug ligt) waar mosselen verzameld zijn in 1996, 1999, 2000 en 2002 blijkt dat metaalgehalten in of onder de concentratierange vallen zoals door Mubiana e.a. gemeten, zie Figuur 7. De variatie in metaalgehalte (standaard deviatie) in mosselen gevonden in deze studie ligt voor de meeste metalen lager in vergelijking tot metaalgehalte gemeten in mosselen bij Wemeldinge omdat in de studie Mubiana en andere ook seizoen variatie meegenomen is; naast metingen in de zomer zijn er ook metingen uitgevoerd in de winter- en lentemaanden. Dit verklaart de hogere standaard deviatie in de studies van Mubiana.

Metaalgehalten in mosselen bij zeelandbrug vergeleken met gehalten gerapporteerd in Mubiana ea 2005 & 2006



Figuur 7: Historische metaalgehalten in mossel *Mytilus edulis* bemonsterd in de Ooster- en Westerschelde gerapporteerd in Mubiana e.a. 2005 & 2006 en in dit rapport. Rode stippen; metaalgehalten in mosselen verzameld bij de Zeelandbrug (deze studie). Blauwe stippen; minimale en maximale waarden in mosselen bemonsterd op 7 locaties in de Westerschelde en 6 locaties in de Oosterschelde (Mubiana e.a. 2006). Groene stippen; mosselen verzameld in de Oosterschelde bij Wemeldinge waarbij metingen in augustus en oktober zwart omlijnt zijn (Mubiana e.a. 2005), en grijze driehoeken: mosselen verzameld in de Westerschelde op Westkapelle, Vlissingen, Ellewoutsdijk en Hansweert (Mubiana e.a. 2005). Linksboven standaarddeviatie van metaalgehalten in mosselen verzameld bij Wemeldinge, rechtsboven standaarddeviatie in mosselen verzameld bij de Zeelandbrug.

4.2 Verschillen in metaalaccumulatie tussen soorten

Uit deze studie blijkt dat de metaalaccumulatie tussen soorten sterk verschillend is en afhankelijk van het metaal. Gemiddeld gezien (PLI) liggen metaalgehalten hoger in zakpijpen in vergelijking tot schelpdieren (mosselen en oesters) en kreeften. Dit is echter niet voor alle metalen zo, uitzonderingen in de huidige database zijn kwik en arseen voor kreeften en zink voor oesters.

De sterke variatie in ophoping van metalen tussen soorten komt o.a. door (geo)chemische factoren (o.a. organisch gehalte, zuurgraad van het water) en soort-specifieke kenmerken zoals de voedselstrategie (hoe neemt een organisme zijn voedsel op), filtratiecapaciteit, en met name de manier waarop organismen fysiologisch omgaan met metalen. Sommige metalen zijn essentiële elementen voor een goed functionerend metabolisme en worden gereguleerd terwijl dit voor andere metalen niet zo is. Soorten kunnen metalen opnemen door uitloging van deze metalen in het water, maar ook door direct contact met de ondergrond. De mate van ophoping van metalen- en eventuele effecten van (verhoogde) gehalten varieert daarom zowel tussen soorten als voor metalen. De ene soort is gevoeliger voor effecten van het ene metaal, terwijl de andere soort gevoeliger is voor effecten van een ander metaal. Een uitvoerige beschrijving van toxiciteit van metalen die uit kunnen logen uit breukstenen en staalslakken is weergegeven in de literatuurstudie in Glorius & Van den Heuvel-Greve (2011).

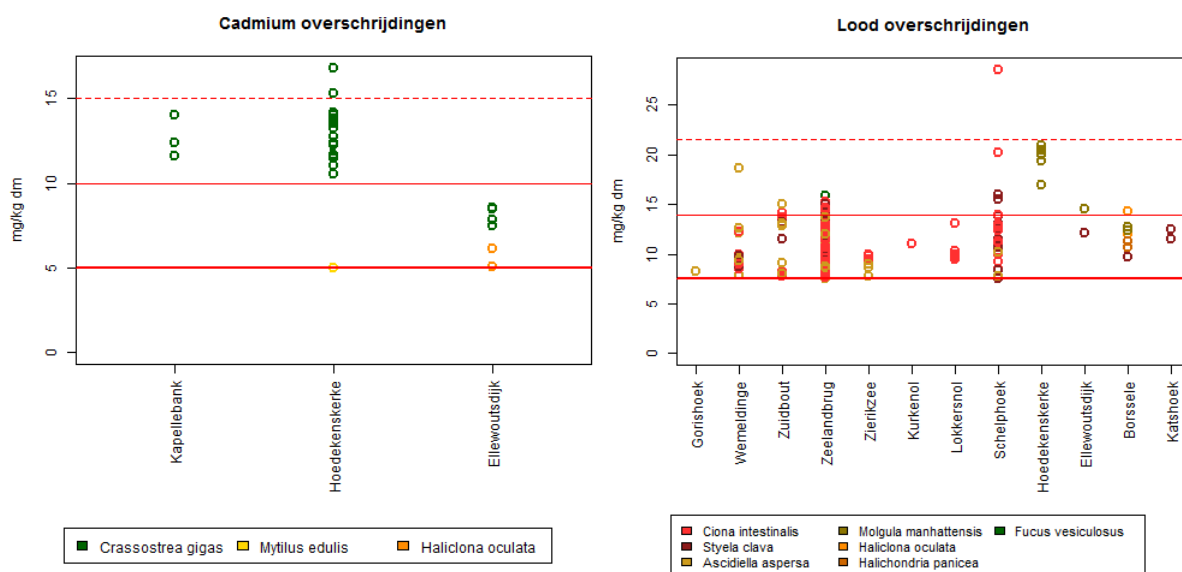
Door het vergelijken van gehalten aan zware metalen in organismen met bestaande normen voor biota kan ingeschat worden of een metaal effect kan geven. Normen voor metalen in biota zijn echter vrijwel niet beschikbaar. De KRW heeft voor drie prioritaire stoffen een MilieuKwaliteitsNorm (MKN) voor biota afgeleid: (methyl)kwik, hexachloorbenzeen en hexachloorbutadieen. De MKN voor (methyl)kwik is vastgesteld op 0,02 mg/kg natgewicht. In ongewervelde dieren is grofweg 50% van het gemeten kwik aanwezig in de vorm van (methyl)kwik. Het natgewicht gehalte aan kwik in organismen is om te rekenen aan de hand van het drooggewicht gehalte en het droge stof percentage. Als het berekende natgewicht gehalte vervolgens wordt gehalveerd kan toetsing aan de MKN-norm plaatsvinden.

Tabel 4 Normen voor metaalgehalten in biota, die toegepast worden binnen de KRW en OSPAR.

Metaal	Norm	Specificatie	Referentie
(Methyl)Kwik	0,02 mg/kg natgewicht	Voor biota	EC, 2008
Kwik	2,5 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009
Lood	7,5 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009
Cadmium	5,0 mg/kg drooggewicht	Voor mosselen en oesters	OSPAR, 2009

Voor kwik zijn geen en voor cadmium en lood zijn wel normoverschrijdingen (OSPAR) geconstateerd, zie Bijlage F en Figuur 8. Van de 28 overschrijdingen van de cadmiumnorm liggen er 21 boven 2x de normwaarde. Naast enkele beperkte overschrijdingen in mossel *Mytilus edulis* en geweispons *Haliclona oculata* zijn vooral voor oester *Crassostrea gigas* veel en grote normoverschrijdingen geconstateerd. Oesters bemonsterd bij Hoedekenskerke en Kapellebank springen eruit met gehalten boven 2x de normwaarde, zie Figuur 8.

Van de 163 normoverschrijdingen voor lood liggen 21 overschrijdingen boven 2x de normwaarde waarbij zakpijpsorten sterk vertegenwoordigd zijn. Op de locaties Schelphoek en Hoedekenskerke zijn de hoogste normoverschrijdingen geconstateerd, zie Figuur 8. Opgemerkt dient te worden dat het niet bekend is dat lood uit staalslakken en breukstenen kan uitlogen.



Figuur 8: Geconstateerde overschrijdingen van de OSPAR norm voor cadmium (links) en lood (rechts). De OSPAR norm wordt weergegeven met de horizontale dikke rode lijnen, de rode lijnen geven 2x de norm weer en de rode stippel lijnen 3x de norm.

4.3 Verschillen tussen locaties en bekken

Mubiana e.a. hebben gekeken naar verschillen in metaalaccumulatie in mosselen tussen de Oosterschelde en Westerschelde (Mubiana e.a., 2006). Uit deze studie blijkt dat metaalgehalten stroomopwaarts hoger zijn en er geen verschillen zijn tussen beide bekken. Een hogere biologische beschikbaarheid in de (minder vervuilde) Oosterschelde als gevolg van groter aandeel van kleine zwevende deeltjes (<20 µm) met een hoger koolstofpercentage wordt als voornaamste verklaring gezien voor het feit dat er geen verschillen gevonden zijn in metaalaccumulatie tussen beide bekken.

In deze studie zijn verschillen in metaalaccumulatie gevonden tussen de bekken met hogere PLI-waarden voor oester en blaaswier bemonsterd in de Westerschelde vergeleken met Oosterschelde. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het aantal monsterlocatie in de Westerschelde (n=2) lager lag dan in de Oosterschelde (n=4) waardoor de Westerschelde minder representatief bemonsterd is. In de Oosterschelde is geen trend gevonden met hogere metaalgehalten landinwaarts. Een mogelijke verklaring kan zijn dat er geen locaties bemonsterd zijn aan de uiterst oostelijke kant.

4.4 Effecten van type stort materiaal

Wanneer metaalgehalten in weefsel van biota op de ondergrond van staalslakken en breukstenen vergeleken worden met gehalten in biota op referentielocaties dan worden er verschillen in metaalgehalten aangetoond. Verschillen wijzen echter niet consequent in dezelfde richting; metaalgehalten liggen soms hoger op de nieuwe ondergrond van staalslakken dan wel breukstenen, soms lager en soms zijn er geen verschillen gevonden met referentielocaties. Er zijn geen soorten, jaren of locaties geïdentificeerd die consequent hoge of lage gehalten laten zien op de nieuwe ondergrond van staalslakken dan wel breukstenen wanneer deze vergeleken worden met de referentielocaties. Er zijn over het algemeen meer bemonsteringen uitgevoerd op een ondergrond van breukstenen en staalslakken dan op referentieplekken. Dit is van invloed op de statistische analyse. De invloed van wat gemeten wordt op de referentieplek is groter voor het resultaat van de analyse dan de invloed van de metingen van de stortsteenlocaties.

5 Conclusie en aanbevelingen

5.1 Conclusie

Er is geen eenduidig effect van aanbrengen oeververdediging (zowel in temporele trend als ruimtelijke analyse) op basis van de gemeten metaalgehalten in diverse biota.

Mosselen verzameld bij de Zeelandbrug wijken niet af van historische metingen vermeld in de literatuur. Echter, in sommige soorten op sommige locaties in enkele jaren worden hogere waardes gemeten vergeleken met T0, maar er is geen consistente trend waargenomen.

Door het ontbreken van metingen enkele jaren voor het aanbrengen van de nieuwe dijkverstevinging is onbekend wat gehalten en variatie in metaalgehalten waren voor bestorting. Door ontbreken van continue metingen op (meerdere) referentielocaties is het lastig autonome variatie in de tijd te bepalen, waardoor het ook statistisch moeilijker is eventuele verschillen tussen bemonsteringsplekken en het type stort materiaal te onderscheiden. Dit kan deels opgevangen worden door gebruik te maken van gerapporteerde historische gegevens over metaalaccumulatie. Deze zijn echter niet voor alle relevante soorten beschikbaar en gerapporteerde gehalten kunnen door methodologische verschillen afwijkend zijn. Desondanks kunnen we (korte termijn) effecten van type bestorting niet uitsluiten. In 2014 (T5) worden immers hogere waardes gevonden voor organismen direct verzameld op staalslakken en breukstenen (Zeelandbrug, Japanse oester) in vergelijking tot de referentielocatie.

Metaalgehalten bij Wemeldinge (T0) en Gorishoek (referentielocatie) komen overeen met gehalten gemeten bij Zuidbout (referentielocatie van Zeelandbrug).

5.2 Aanbevelingen

Uitloging van metalen vanuit de nieuwe ondergrond van staalslakken en breukstenen is een van de routes waarmee metalen beschikbaar komen voor opname, metalen kunnen ook uitloggen uit oude (vervuilde) sedimentlagen en via afstroom uit land vanuit het achterliggende stroomgebied aangevoerd worden. Daarnaast is niet altijd bekend wat de leeftijd is van de bemonsterde organismen en invloed daarvan in de metaalaccumulatie. De situatie zoals gemeten in dit programma is dus wel het meest relevant omdat het de actuele situatie in de bekkens vertegenwoordigt, maar kan niet voorkomen dat factoren die mogelijk van invloed zijn op de metaalaccumulatie anders dan de ondergrond van staalslakken en breukstenen een rol spelen en waar dus ook de referentiegebieden onderhevig aan zijn. Bovengenoemde factoren resulteren in de (grote)variaties in metaalgehalten zoals in deze studie gemeten. Door het uitvoeren van mesocosm studie, zoals in 2015 ingezet is, kunnen dergelijke factoren uitgesloten worden waardoor het effect van een ondergrond van staalslakken en breukstenen in metaalaccumulatie geïsoleerd wordt en variaties in metaalaccumulatie verkleind worden.

Doordat er sprake is van grote jaarlijkse- en ruimtelijke variatie in metaalgehalten is het voor de monitoring in de bekkens belangrijk lange tijdreeksen op te bouwen en voldoende referentieplekken te bemonsteren. Op dit moment is er voor alleen de Zeelandbrug een meerjarige reeks beschikbaar en ligt, over het algemeen, het aantal bemonsteringen op referentielocaties (n=3) lager dan het aantal bemonsteringen op een ondergrond van staalslakken dan wel breukstenen (n=6 of 9). Hierdoor is de invloed van wat gemeten wordt op de referentielocaties en wat er gebeurt bij de Zeelandbrug groot voor conclusies die getrokken worden en bestaat er het risico dat conclusies het gevolg zijn van lokale variaties in metaalgehalten die niet veroorzaakt worden door de ondergrond.

Het is verstandig om de bemonsteringen bij de Zeelandbrug te continueren omdat daar de meeste bemonsteringen uitgevoerd zijn.

Tijdreeksen zouden uitgebreid kunnen worden door plekken te bemonsteren waar al relatief veel gegevens verzameld zijn. Schelphoek in de Oosterschelde en Ritthem en Hoedekenskerke in de Westerschelde zijn dergelijke locaties. Analyses zullen krachtiger worden als er nog een derde plek gevonden wordt in beide bekkens waar een tijdreeks opgebouwd kan worden. Dit is ook van belang omdat de ervaring leert dat niet altijd de gewenste soorten bemonsterd kunnen worden.

Het is erg belangrijk om referentieplekken mee te nemen in de monitoring en het aantal monsters per referentieplek (op dit moment 3) minimaal te verdubbelen. Het is hierbij van belang om referentiemonsters op voldoende onderlinge afstand van elkaar te nemen en het liefst vergelijkbaar met de afstand tussen individuele staalslak- en breuksteenbemonsteringen. De referentielocaties Zuidbout (referentie voor Zeelandbrug), Schelphoek west (voor Schelphoek), Kapellebank (voor Hoedekenskerke) kunnen bemonsterd worden. Ten westen van bemonsteringslocatie Ritthem zal nog een referentielocatie gevonden moeten worden.

Het is aan te bevelen te concentreren op soorten die niet mobiel zijn en waarvan reeds veel gegevens verzameld zijn; zoals zakpijpen, mosselen en oesters. Kreeften kunnen meegenomen omdat ze een hogere positie in de voedselketen vertegenwoordigen, territoriaal en dus plaatsgebonden zijn en het bovendien een commerciële soort is. De ervaring dat soorten niet altijd op alle plekken aanwezig zijn pleit voor een simultane bemonstering van verschillende soorten.

Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. 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 Vis 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

- Glorius, S.T., Heuvel-Greve, M.J. van den, Foekema, E.M., (2013), "Variatie gehalte zware metalen op locatie Zeelandbrug en toxiciteit molybdeen – data rapport", IMARES Wageningen UR, rapport C105/13.
- Heuvel-Greve, M.J. van den, (2009), "T0 monitoring vooroeververdediging Oosterschelde; cluster 1 – 2009", IMARES Wageningen UR, rapport C137/09.
- Heuvel-Greve, M. van den, A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, M. de Kluijver, M. Dubbeldam, (2011), "Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde 2010: T1 Cluster 1/T0 Cluster 2", IMARES Wageningen UR, rapport C029/11.
- Heuvel-Greve, M. van den, A. van den Brink, S. Glorius, C. Schipper, A. Gittenberger, M.J. de Kluijver, M. Dubbeldam, (2012), "Monitoring vooroeververdediging Oosterschelde en Westerschelde 2011: T2 Cluster 1", IMARES Wageningen UR, rapport C081/12.
- Killick, R., Idris A. Eckley, (2014), "Changepoint: An R Package for Changepoint Analysis", *Journal of Statistical Software*, 58(3), 1-19.
- Kluijver, M.J. de, M.C. Dubbeldam, B.J.L. van Broekhoven, (2015, in voorbereiding), "Levensgemeenschappen op de harde substraten bij Zuidhoek/de Val (Schouwen-Duiveland); T5-inventarisatie eulittoraal en vooroever 2014", Stichting Zeeschelp.
- Kluijver, M.J. de, Dubbeldam, M.C., Van Broekhoeven, B.J.L. (2015, in prep), "Levensgemeenschappen op de harde substraten in het eulittoraal en op de vooroever. T6 inventarisatie Oosterschelde en T4 inventarisatie Westerschelde, 2014", Stichting Zeeschelp, Jacobahaven.
- Mubiana V.K., Qadah, D., Meys, J., Blust, R., (2005), "Temporal and spatial trends in heavy metal concentrations in marine mussel *Mytilus edulis* from the Western Scheldt estuary (The Netherlands)", *Hydrobiologica*, (540), 169 – 180.
- Mubiana, V.K., Blust, R. (2006), "Metal content of marine mussels from Western Scheldt Estuary and nearby protected Marine Bay, the Netherlands: impact of past and present contamination", *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 77(2): 203-210.
- Oksanen, J., F. Guillaume Blanchet, Roeland Kindt, Pierre Legendre, Peter R. Minchin, R. B. O'Hara, Gavin L. Simpson, Peter Solymos, M. Henry H. Stevens and Helene Wagner (2013), "Vegan: Community Ecology Package", R package version 2.0-10. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Tangelder, M., Brummelhuis, E.B.M., Kluijver, M. de, Heuvel-Greve, M.J. van den, (2014), "Data rapport: Het effect van vooroeververdediging op bodemorganismen in de Oosterschelde in 2013", IMARES Wageningen UR, rapport C119.14.
- Schellekens, T., Glorius, S.T., Heuvel-Greve, M.J. van den, (2014), "Variatie en trend van de gehalten zware metalen op locatie Zeelandbrug – Data rapport 2013". Imares Wageningen UR rapport C055.14.
- Tangelder, M., Goudswaard, K. en Es, Y. (2015a). "Bepaling zware metalen in kreeften op nieuwe vooroevers in de Oosterschelde", IMARES Wageningen UR rapport C039/15.

- Tangelder, M., Van den Heuvel-Greve, M.J., De Kluiver, Glorius, S.T., Jansen, H., (2015b, in prep.), "Data rapport: Monitoring vooroeerverdediging Oosterschelde en Westerschelde 2015", IMARES rapport, Yerseke.
- Tangelder, M., De Kluiver, M., Brummelhuis, E.B.M., Van den Heuvel-Greve, M.J. (2015c, in prep.) Data rapport: Effect van vooroeerverdediging op bodemorganismen in Oosterschelde en Westerschelde in 2014. IMARES rapport, Yerseke.
- 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.
- Jonkers, D. (1987). Opname van zware metalen uit en kolonisatie van ovenslakken en beton door benthische mariene organismen. *Mariene Zoölogie*, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, p.p. 86.
- Kovach, W.L., 1999. MVSP - A Multi Variate Statistical Package for Windows, version 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK.
- OSPAR (2009). Background document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010.
- R Development Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL. <http://www.R-project.org/>.

Verantwoording

Rapport : C079/15
Projectnummer : 4303107301

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: Dr. D.M.E. Slijkerman
Onderzoeker

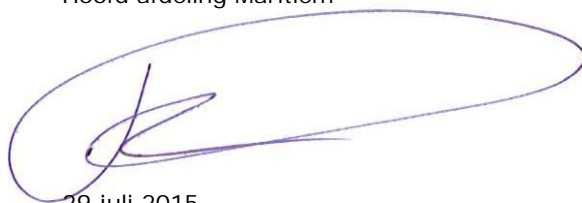
Handtekening:



Datum: 29 juli 2015

Akkoord: Drs. F.C. Groenendijk
Hoofd afdeling Maritiem

Handtekening:



Datum: 29 juli 2015

Bijlage A. Overzicht van biota bemonsteringen

Tabel 5: Bemonstering van locaties uitgesplitst per jaar. Gearceerde cellen geven aan dat er epifauna verzameld is en er wordt daarbij per locatie aangegeven of het een T0-T5 bemonstering betreft. Wanneer organismen verzameld zijn op de nieuwe ondergrond dan wordt het ondergrondtype gespecificeerd met BS voor Breuksteen, SS voor Staalslakken en NB voor niet bekend; op sommige locaties zijn meerdere typen aanwezig, dit wordt aangegeven met bijv 'BS & SS', wanneer de organismen verzameld zijn op een locatie onder invloed staan van beide typen (maar zich dus niet op de nieuwe ondergrond bevinden) wordt dat aangegeven als SSBS (bijv Zeelandbrug pijler, waarbij organismen verzameld worden op een hoogte boven de verdediging waarbij aan de ene kant Breuksteen en aan de andere kant Staalslakken gebruikt zijn).

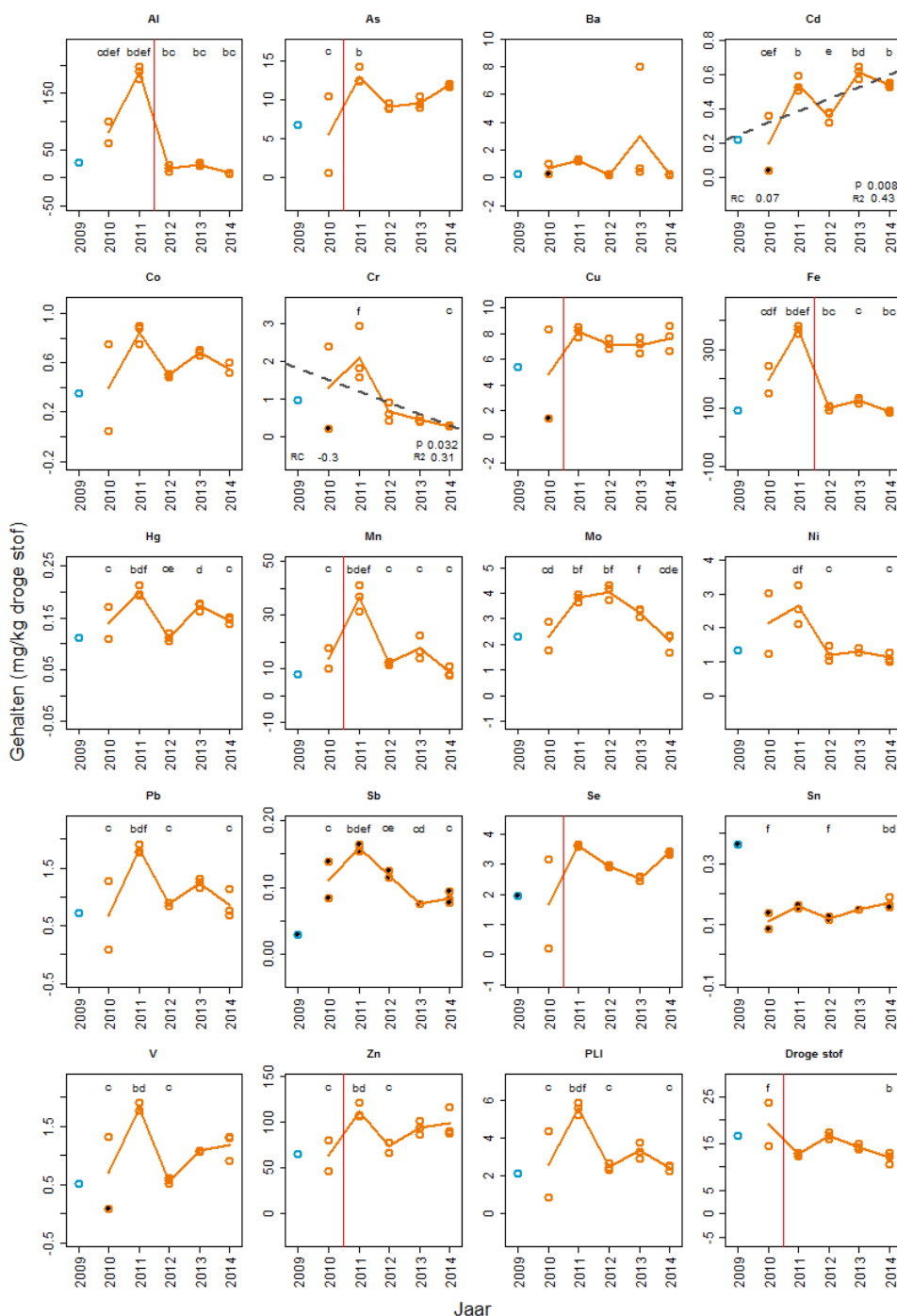
	Locatie*	Type Stort	Jaar stort	Cluster	Ref locatie	Bemonstering						Opmerkingen 2014 Bemonstering	
						2009	2010	2011	2012	2013	2014		
Oosterschelde	Burghsluis-west	ZG	2014	2			T0						
	Schelphoek-west	SS	2009	1	KN	T0	T1	T2				T5	Slib laag op stort
	Schelphoek-west II	ZG**	2014	2	KN							T0	
	Schelphoek-midden	BS	2009	1	KN	T0	T1	T2				T5	
	Schelphoek-oost	SS	2009	1	KN	T0	T1	T2				T5	
	Lokkersnol-oost	BS & SS	2009	1	KN	T0	T1						
	Zeelandbrug-west	BS & SS	2009	1	ZB	T0	T1	T2				T5	
	Zeelandbrug-midden	BS & SS	2009	1	ZB		T1	T2				T5	
	Zeelandbrug-oost	BS & SS	2009	1	ZB	T0	T1	T2				T5	
	Zeelandbrug pijler	SSBS	2009	1	ZB	T0	T1	T2	T3	T4		T5	
	Zierikzee	NB	2014	2.2	KN						T0		
	Wemeldinge-west	NB	2016	3	GH							T0	oesterrif
	Wemeldinge-west 30m	NB	2016	3	GH							T0	oesterrif
	Wemeldinge-oost	NB	2016	3	GH							T0	oesterrif
	Buitenhaven NJ	Ref	-	-	-								touw
	Kurkenol (KN)	Ref	-	-	-								
Zuidbout (ZB)	Ref	-	-	-								oesterrif	
Gorishoek (GH)	Ref	-	-	-								oesterrif	
Westerschelde	Ritthem-west	SS	2009	1	PP	T0	T1	T2				T5	
	Ritthem-midden	SS	2009	1	PP	T0	T1	T2				T5	
	Ritthem-oost	SS	2009	1	PP	T0	T1	T2				T5	
	Borssele	SS	2010	1	PP		T0						
	Ellewoutsdijk-west	SS	2010	2.2	PP		T0						
	Ellewoutsdijk-midden	SS	2010	2.2	PP		T0						
	Ellewoutsdijk-haven	SS	2010	2.2	PP		T0						
	Hoedekenskerke-zuid	SS	2011	2.1	KB		T0					T3	
	Hoedekenskerke-haven	BS & SS	2011	2.1	KB		T0					T3	
	Hoedekenskerke-noord	BS & SS	2011	2.1	KB		T0					T3	
	Paulinapolder (PP)	Ref	-	-	-								
Kapellebank (KB)	Ref	-	-	-								oesterrif	

* Dit overzicht bevat geen informatie over de extra fucus bemonsteringslocaties zoals uitgevoerd in 2011 (zie hiervoor Van den Heuvel-Greve e.a. 2012)

** Bij locatie Schelphoek-west II wordt geëxperimenteerd met een nieuw ontwerp oever. Op de nieuwe bestorting van zeegrind zijn kleine hopen bestort met zowel breuksteen als zandsteen.

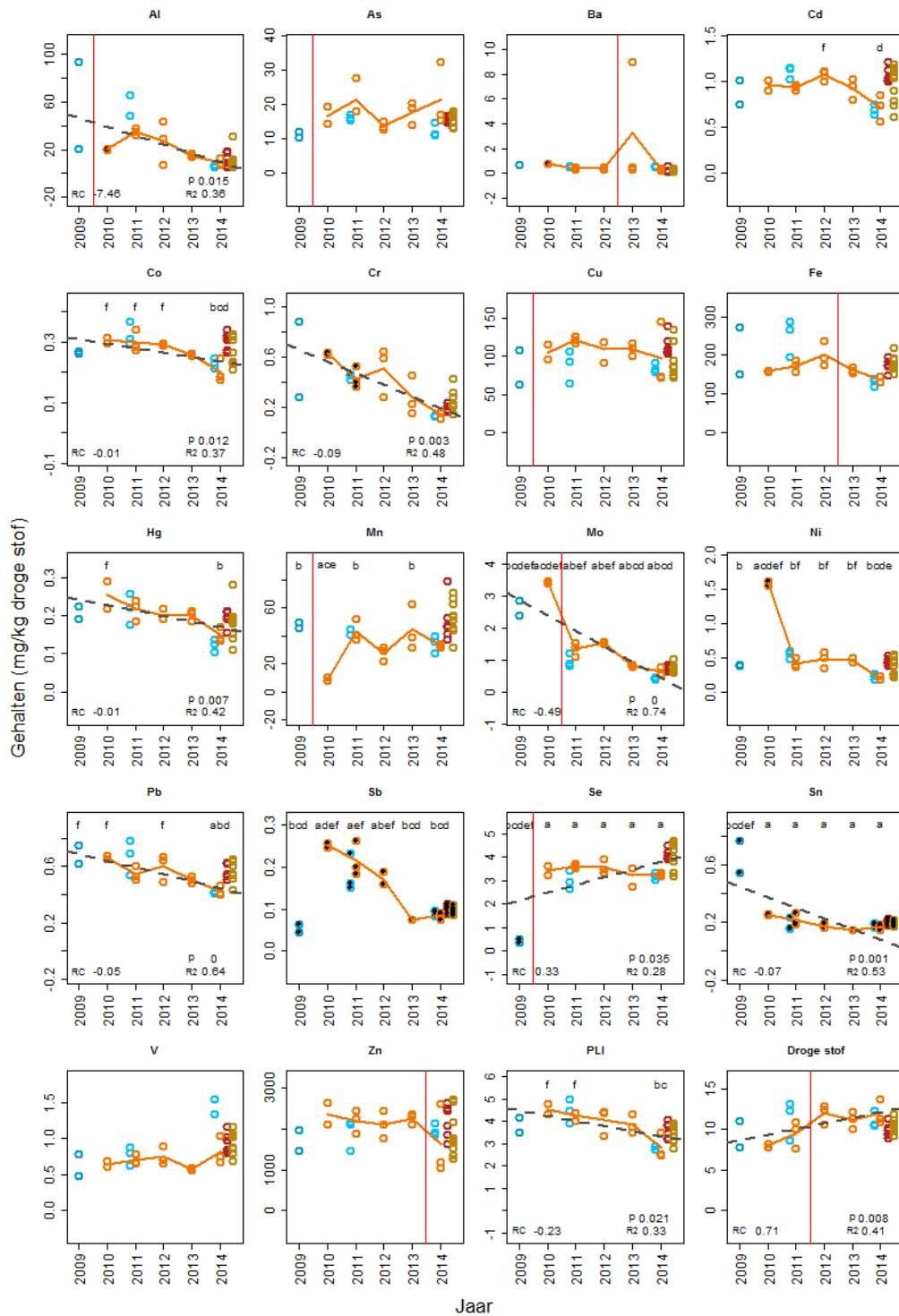
Bijlage B. Trend in concentratie metalen, droge stof en PLI

Droge stof en metaalgehalte in *Mytilus edulis* weefsel
monsterlocatie Zeelandbrug



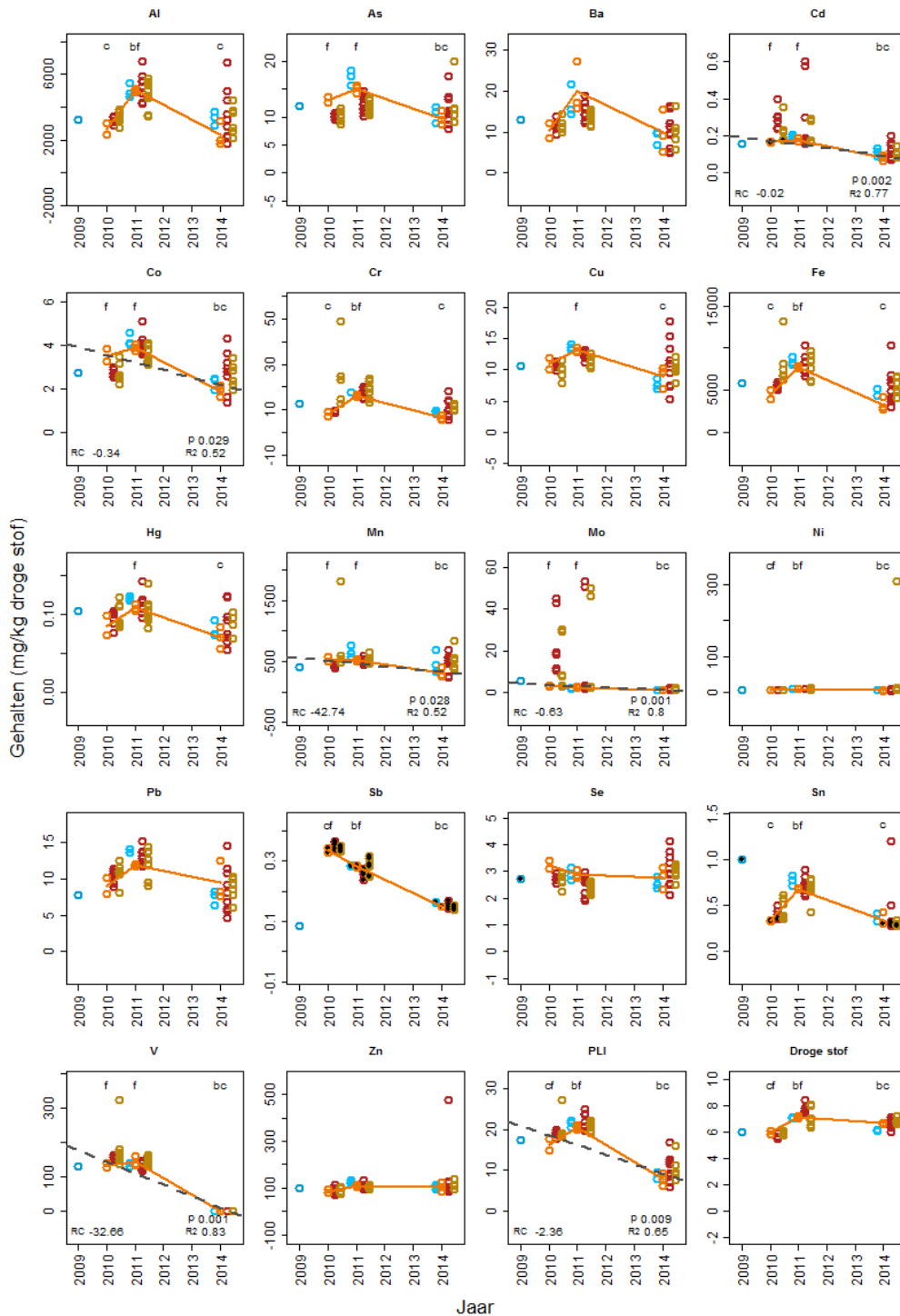
Figuur 9: Metaalgehalten, PLI en droge stof voor de mossel *Mytilus edulis* bemonsterd op de Zeelandbrug en Zuidbout in de periode 2009 (T0) en 2014. Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen onder invloed van staalslakken & breukstenen, rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergegeven met zwarte stippen. Gemiddelde waarden op een ondergrond van staalslakken & breukstenen worden door oranje lijnen weergegeven. De volgende statistische resultaten hebben alleen betrekking op ondergronden onder invloed van staalslakken & breukstenen (oranje stippen): (1) significante lineaire verbanden worden door grijze stippellijnen weergegeven. De richtingscoëfficiënt, p-waarde en correlatiewaarde worden onder in de grafiek weergegeven. (2) Wanneer er sprake is van een significante sprong in (jaargemiddelde)gehalten dan wordt deze weergegeven door een verticale rode lijn. (3) De lettercode geeft significante verschillen tussen de jaren weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

**Droge stof en metaalgehalten in *Crassostrea gigas* weefsel
monsterlocatie Zeelandbrug en referentielocatie Zuidbout**



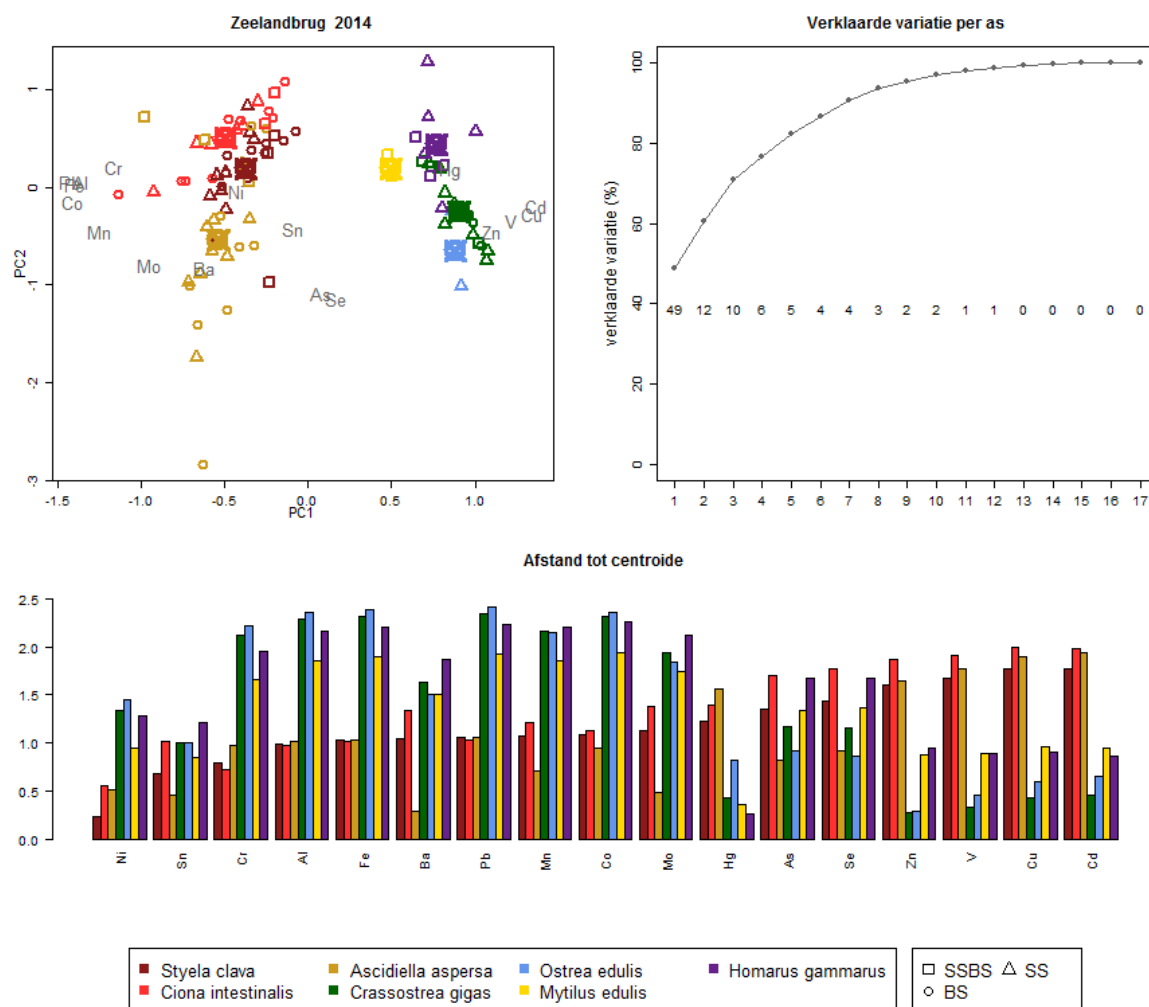
Figuur 10: Metaalgehalten, PLI en drogestof voor de oester *Crassostrea gigas* bemonsterd op de Zeelandbrug en Zuidbout in de periode 2009 (T0) en 2014. Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen onder invloed van staalslakken & breukstenen, rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergegeven met zwarte stippen. Gemiddelde waarden op een ondergrond van staalslakken & breukstenen worden door oranje lijnen weergegeven. De volgende statistische resultaten hebben alleen betrekking op ondergronden onder invloed van staalslakken & breukstenen (oranje stippen): (1) significante lineaire verbanden worden door grijze stippellijnen weergegeven. De richtingscoëfficiënt, p-waarde en correlatiewaarde worden onder in de grafiek weergegeven. (2) Wanneer er sprake is van een significante sprong in (jaargemiddelde)gehalten dan wordt deze weergegeven door een verticale rode lijn. (3) De lettercode geeft significante verschillen tussen de jaren weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Droge stof en metaalgehalten in *Ciona intestinalis* weefsel
 monsterlocatie Zeelandbrug en referentielocatie Zuidbout



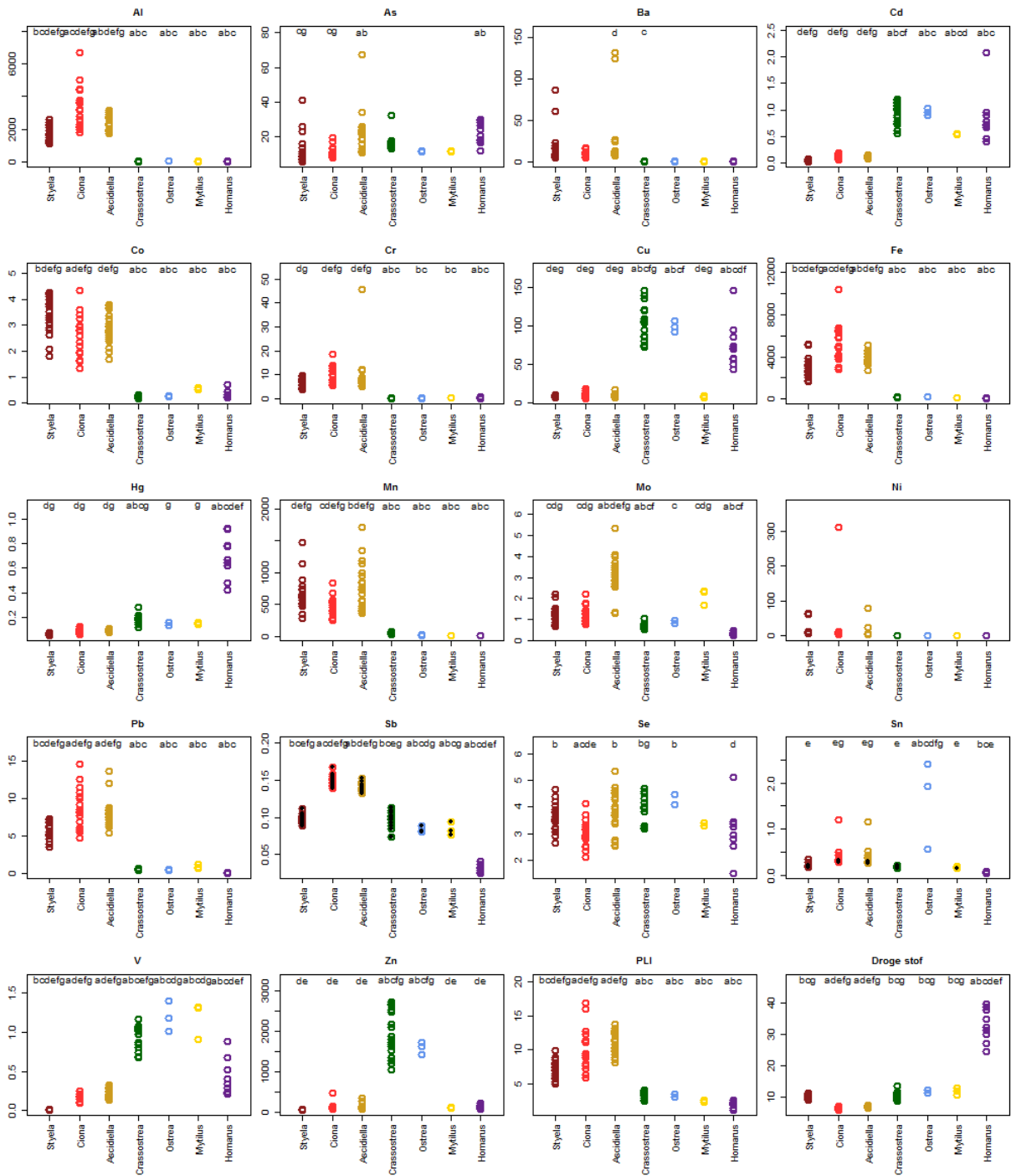
Figuur 11: Metaalgehalten, PLI en drogestof voor de zakpijpsoort *Ciona intestinalis* bemonsterd op de Zeelandbrug en Zuidbout in de periode 2009 (T0) en 2014. Blauwe stippen zijn bemonsteringen op de referentielocatie, oranje stippen zijn bemonsteringen onder invloed van staalslakken & breukstenen, rode stippen zijn bemonsteringen op breukstenen en gele stippen zijn bemonsteringen op staalslakken. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen weergeven met zwarte stippen. Gemiddelde waarden op een ondergrond van staalslakken & breukstenen worden door oranje lijnen weergegeven. De volgende statistische resultaten hebben alleen betrekking op ondergronden onder invloed van staalslakken & breukstenen (oranje stippen): (1) significante lineaire verbanden worden door grijze stippellijnen weergegeven. De richtingscoëfficiënt, p-waarde en correlatiewaarde worden onder in de grafiek weergegeven. (2) Wanneer er sprake is van een significante sprong in (jaargemiddelde)gehalten dan wordt deze weergegeven door een verticale rode lijn. (3) De lettercode geeft significante verschillen tussen de jaren weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Bijlage C. Verschillen in metaalaccumulatie tussen soorten



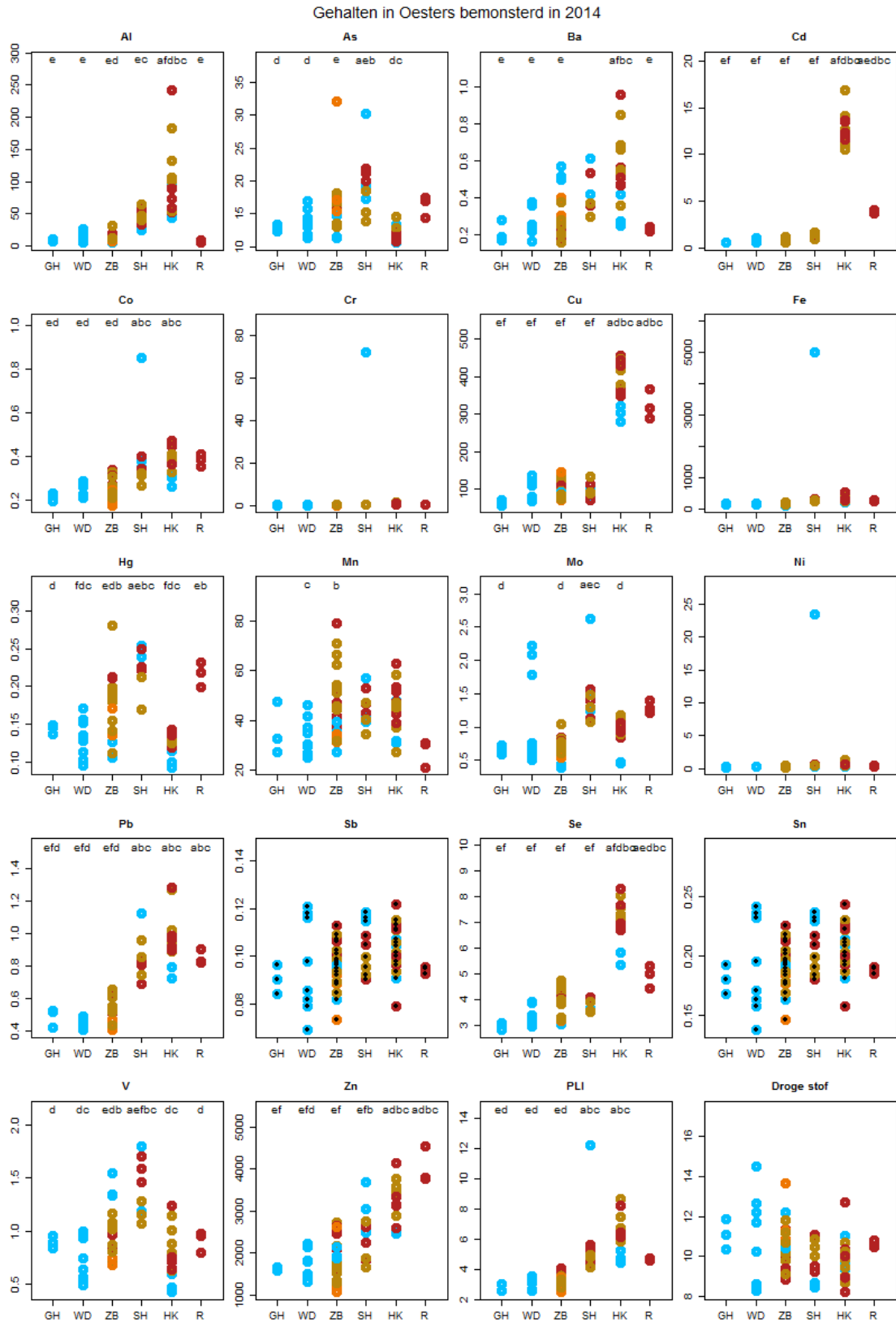
Figuur 12: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in de zakpkipsoorten *Styela clava*, *Ciona intestinalis* en *Ascidiella aspersa*, de oesters *Crassostrea gigas* en *Ostrea edulis*, de mossel *Mytilus edulis* en de kreeft *Homarus gammarus* bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014. Scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Onder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op *Ciona intestinalis*.

Zeelandbrug - 2014



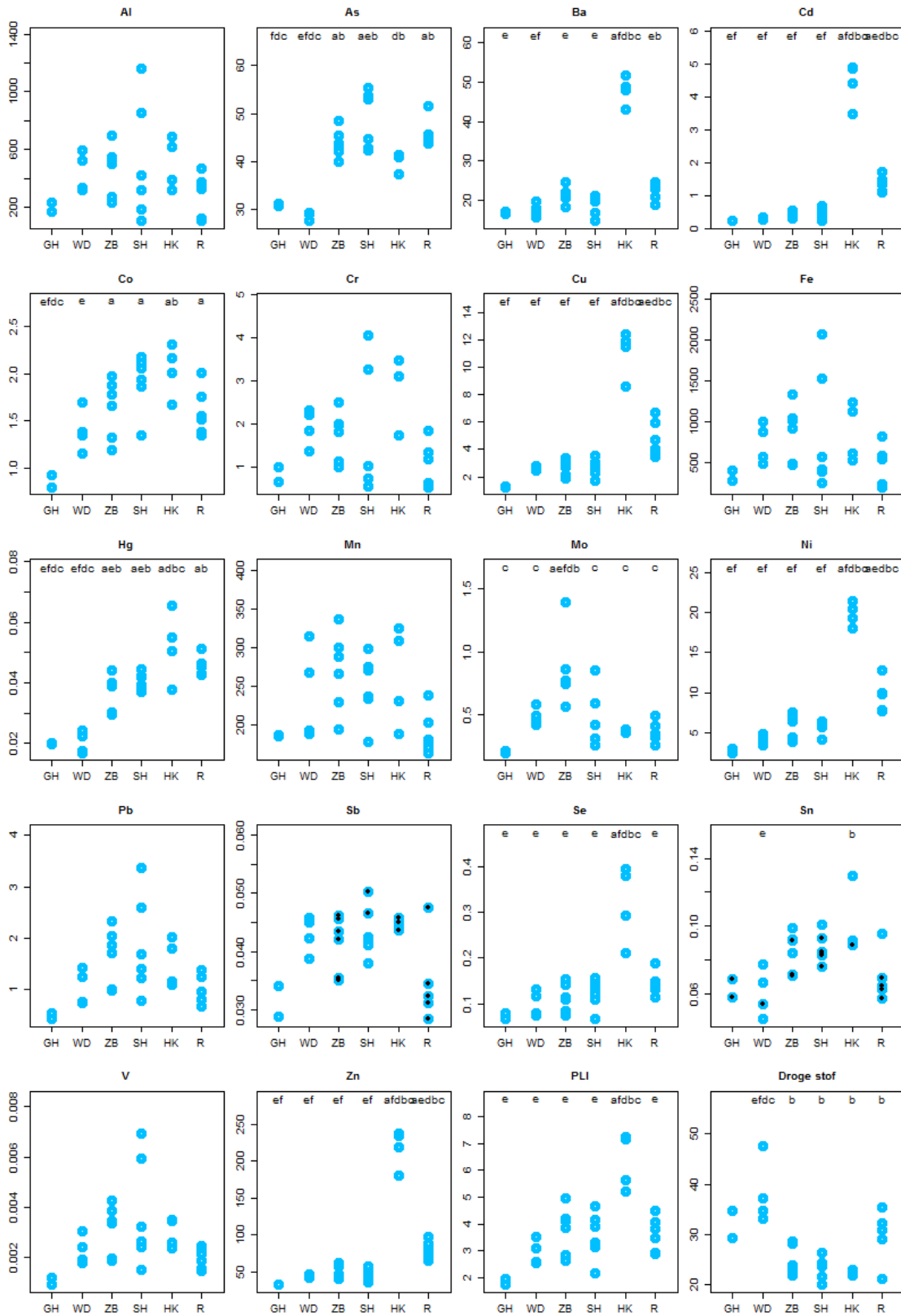
Figuur 13: Metaalgehalten, PLI en droge stof voor de zakpijsoorten *Styela clava* (a), *Ciona intestinalis* (b) en *Ascidiella aspersa* (c), de oesters *Crassostrea gigas* (d) en *Ostrea edulis* (e), de mossel *Mytilus edulis* (f) en de kreeft *Homarus gammarus* (g) bemonsterd op de Zeelandbrug in 2014. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergegeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Post hoc).

Bijlage D: Verschillen in metaalaccumulatie tussen locaties



Figuur 14: Metaalgehalten, PLI en drogestof in *Crassostrea gigas* bemonsterd op verschillende ondergronden bij Gorishoek, Wemeldinge, Zeelandbrug, Schelphoek, Hoedekenskerke en Ritthem in 2014. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergegeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Post hoc).

Gehalten in Fucus bemonsterd in 2014



Figuur 15: Metaalgehalten, PLI en drogestof in *Fucus vesiculosus* bemonsterd op verschillende locaties in 2014. In Oosterschelde bij Gorishoek (GH), Wemeldinge (WD), Zeelandbrug (ZB), Schelphoek (SH) en in Westerschelde bij Hoedekenskerke (HK) en Ritthem (R). Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergegeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Post hoc).

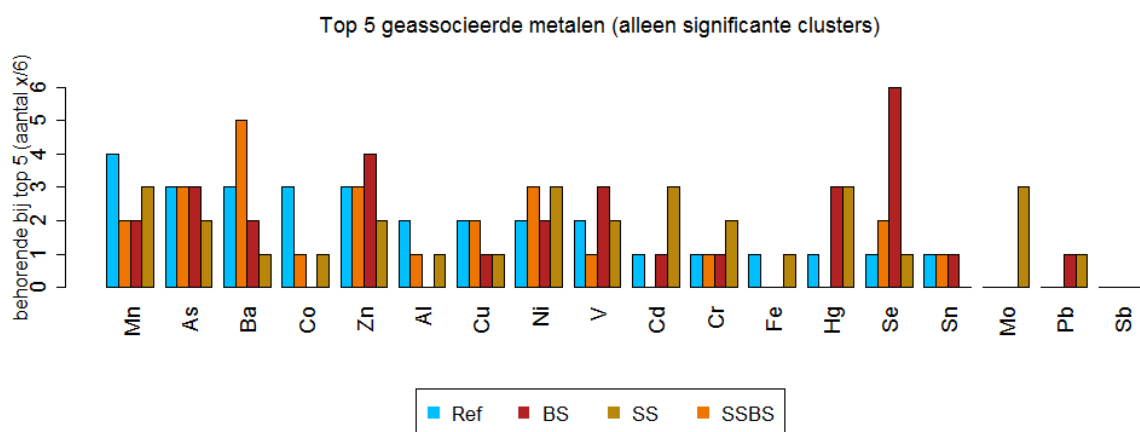
Bijlage E. Effect type ondergrond in metaalaccumulatie

Het effect van de ondergrond (referentie, staalslakken, breukstenen) op de metaalaccumulatie is onderzocht voor de zakpijpen *Styela clava* en *Ciona intestinalis* die bemonsterd werden op de Zeelandbrug in 2011 en 2014, voor de kreeft *Homarus gammarus* en de zakpijp *Asciidiella aspersa* die bemonsterd werden op de Zeelandbrug in 2014 en voor de oester *Crassostrea gigas* die bemonsterd werden op de Zeelandbrug, Schelphoek en Hoedekenskerke in 2014.

Het effect van de ondergrond is onderzocht door alle metalen gezamenlijk te beschouwen waarbij monsters in een tweedimensionaal vlak weergegeven op basis van onderlinge (on)gelijkheid (PCA-analyse). Centroiden van clusters van dezelfde ondergronden zijn weergegeven en de afstanden tot de individuele metalen tot de centroiden zijn berekend en opgeslagen in een database. Daarnaast is door een permutatietest bekeken of clusters significant verschillend zijn van elkaar en is door middel van een lineair model getoetst of afstanden tot de centroiden significant verschillend is voor de verschillende soorten en ondergronden. In de tabellen die hieronder staan worden samenvattingen gegeven van de multivariate analyses. De PCA-oriëntaties evenals de grafieken waarin de metaalgehalten per ondergrond weergegeven worden waarbij ook de resultaten van de anova toets opgenomen zijn, staan op de volgende pagina's.

Tabel 6: Clusters die significant ($p < 0.05$) verschillend zijn met de referentie op basis van PCA. Significantie op basis van permanova test volgens adonis routine.

Locatie	Soort	Jaar	Ondergrond	p-waarde
Zeelandbrug	<i>Styela clava</i>	2011	Staalslakken	0.0498
Zeelandbrug	<i>Ciona intestinalis</i>	2011	Breukstenen	0.0318
		2011	Staalslakken	0.0094
Zeelandbrug	<i>Crassostrea gigas</i>	2014	Breukstenen	0.0131
		2014	Staalslakken	0.0046
Hoedekenskerke	<i>Crassostrea gigas</i>	2014	Staalslakken	0.0142
		2014	Breukstenen	0.0120



Figuur 16: Aantal keer dat een metaal behoort bij de top 5 van de aan ondergrond typen geassocieerde metalen geïdentificeerd op basis van de PCA oriëntaties. In het figuur zijn alleen significante clusters meegenomen ($n=7$), zie tabel 6. Metalen die relatief vaak verhoogd zijn op de nieuwe ondergrond staan rechts en metalen die relatief vaak hoog zijn op de referentielocatie staan links.

Tabel 7: Modelresultaten van lineair modellen waarin per soort de afstand van metalen tot centroide onderzocht is afhankelijk ondergronden (en jaar wanneer beschikbaar). Resultaten tov referentie – ondergrond. Bij kleinere afstand neemt associatie (gehalte) van metalen toe; negatieve parameterwaarden duidt op hogere metaalconcentraties.

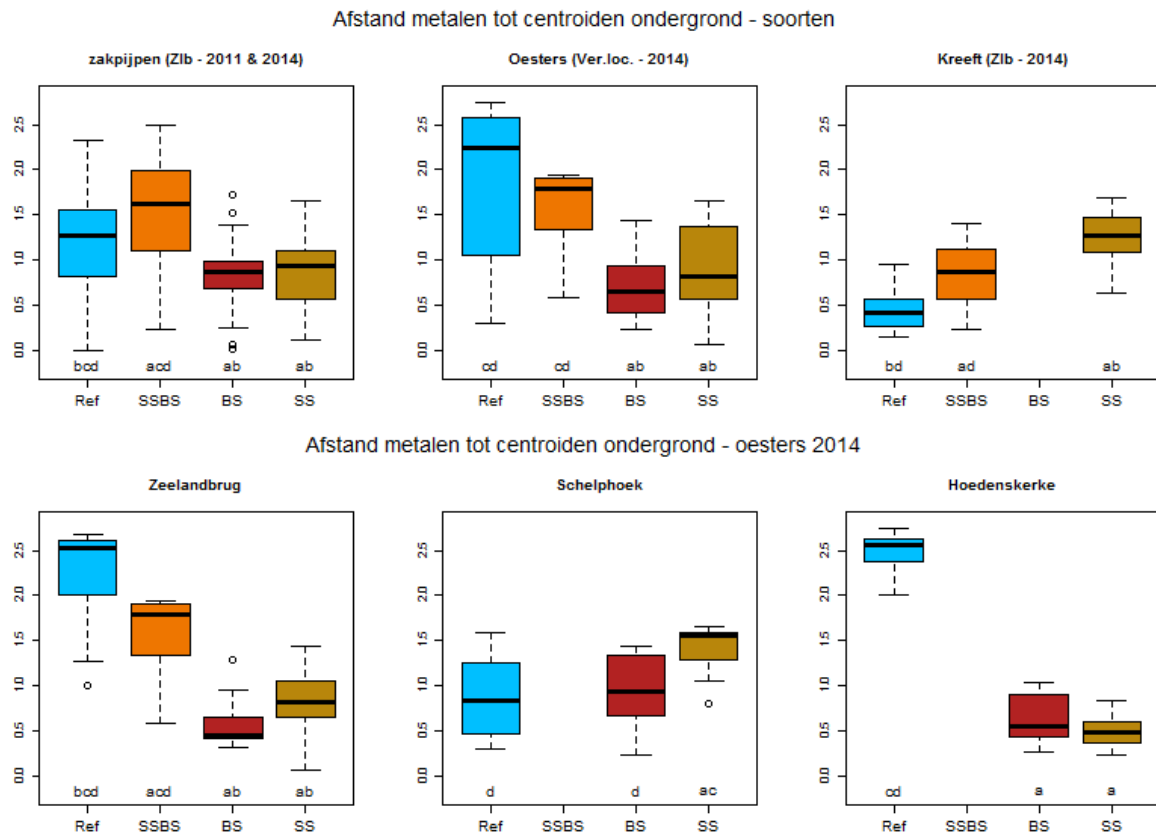
<i>Styela clava</i>	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	103.1345	38.06421	2.709	0.00767	**
Staalslakken & breukstenen	0.28446	0.08021	3.547	0.000548	***
Breukstenen	-0.57818	0.08021	-7.208	4.48E-11	***
Staalslakken	-0.77677	0.08021	-9.684	< 2e-16	***
Jaar	-0.0505	0.01891	-2.67	0.008583	**

<i>Ciona intestinalis</i>	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	-19.8934	39.4646	-0.504	0.6151	
Staalslakken & breukstenen	-0.08653	0.0832	-1.04	0.3002	
Breukstenen	-0.43812	0.0832	-5.266	5.56E-07	***
Staalslakken	-0.15745	0.0832	-1.892	0.0606	.
Jaar	0.01051	0.01961	0.536	0.5929	

<i>Asciidiella aspersa</i>	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	0.59999	0.09656	6.214	4.36E-08	***
Staalslakken & breukstenen	1.12122	0.13656	8.21	1.37E-11	***
Breukstenen	0.20769	0.13656	1.521	0.133	
Staalslakken	0.15778	0.13656	1.155	0.252	

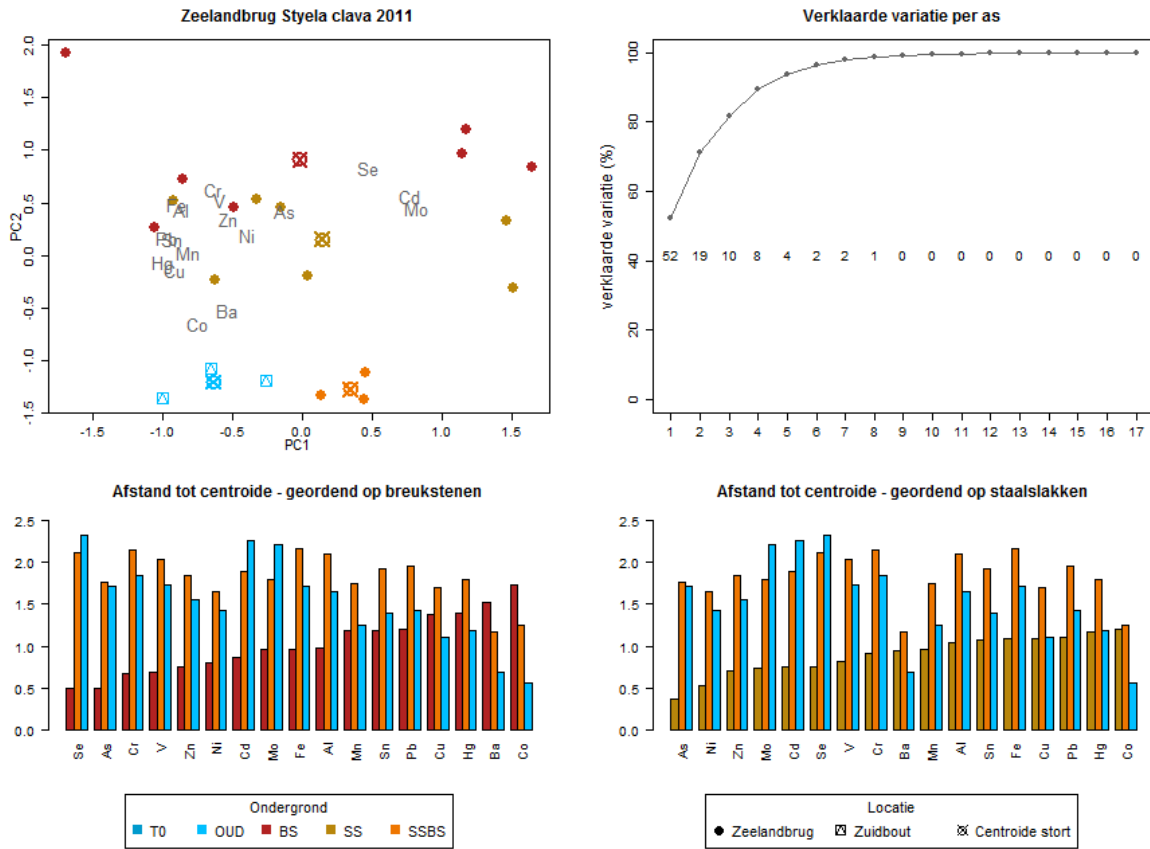
<i>Crassostrea gigas</i>	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
Zeelandbrug					
(Intercept)	2.2644	0.09915	22.839	< 2e-16	***
Staalslakken & breukstenen	-0.65548	0.14021	-4.675	1.71E-05	***
Breukstenen	-1.71371	0.14021	-12.222	< 2e-16	***
Staalslakken	-1.43073	0.14021	-10.204	9.90E-15	***
Schelphoek					
(Intercept)	0.84216	0.09329	9.03E+00	1.16E-11	***
Breukstenen	0.1142	0.13194	0.866	0.391	
Staalslakken	0.58265	0.13194	4.42E+00	6.24E-05	***
Hoedekenskerke					
(Intercept)	2.48357	0.05462	45.47	<2e-16	***
Breukstenen	-1.84315	0.07725	-23.86	<2e-16	***
Staalslakken	-1.99226	0.07725	-25.79	<2e-16	***

<i>Homarus gammarus</i>	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	0.43494	0.07047	6.172	1.10E-07	***
Staalslakken & breukstenen	0.38783	0.09966	3.892	0.00029	***
Staalslakken	0.80573	0.09966	8.085	1.07E-10	***



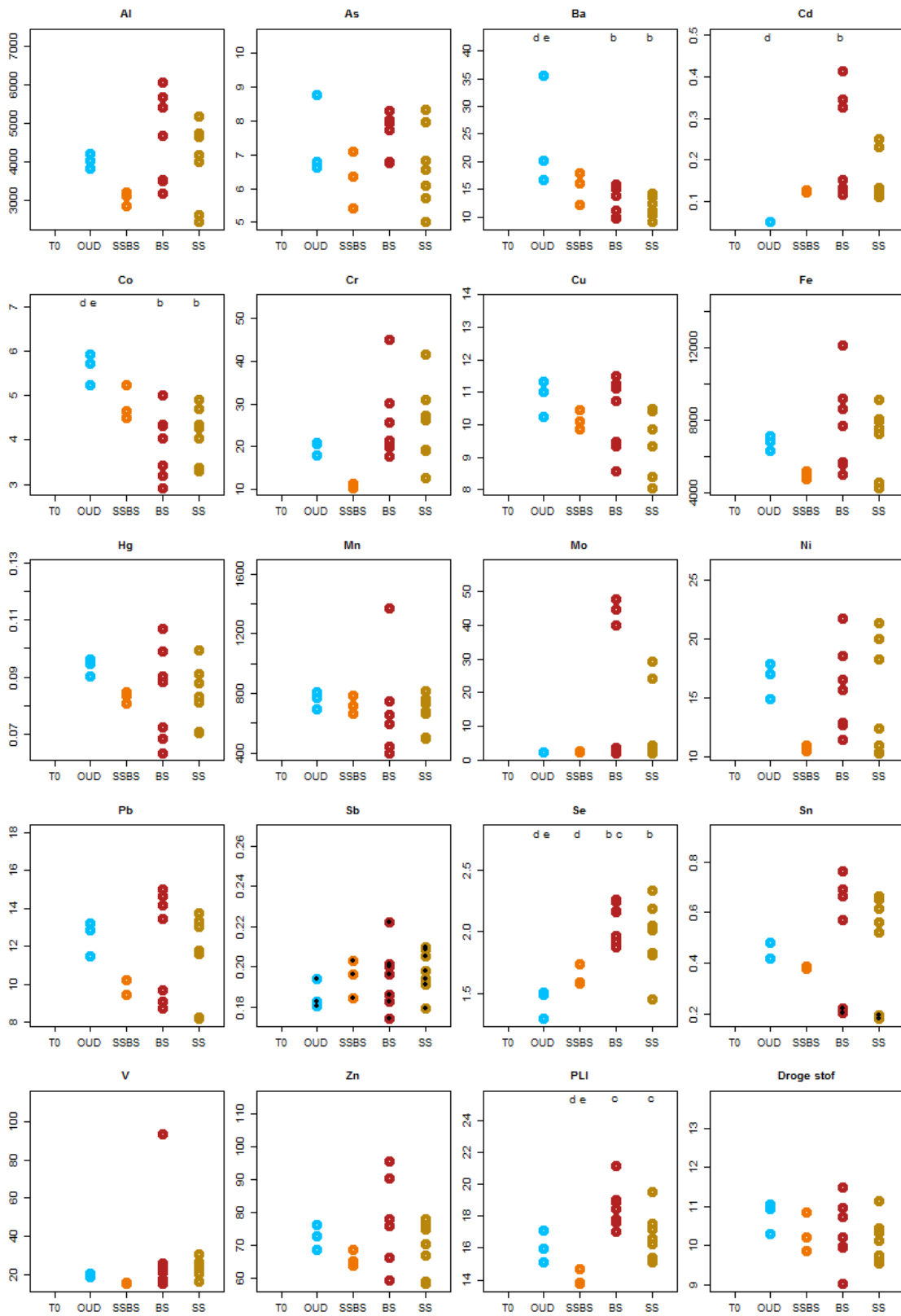
Figuur 17. Afstand van de metalen tot de centroiden van de verschillende ondergrondtypen zoals weergegeven in PCA-oriëntaties. Hoe kleiner de afstand hoe hoger het gehalte aan metalen. Significante verschillen worden weergegeven door lettercodes, Referentie (Ref= a), staalslakken & breukstenen (SSBS = b), breukstenen (BS = c) en staalslakken (SS, e) (ANOVA icm Tukey post hoc, significantieniveau 0.05).

Zakpijp - Styela clava bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2011



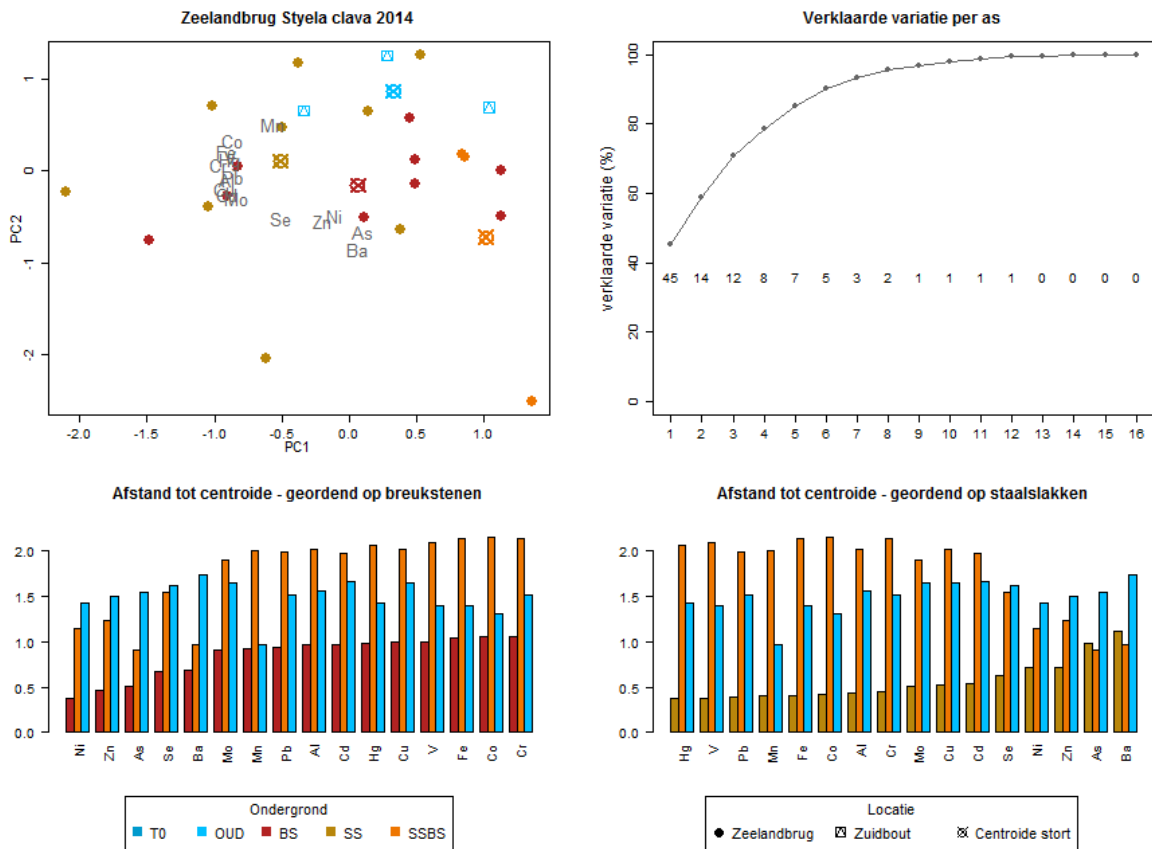
Figuur 18: Linksonder principal component (PCA) oriëntatie op z-gestrande metaalgehalte in Styela clava weefsel bemonsterd in 2011 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

Zeelandbrug Styela clava 2011



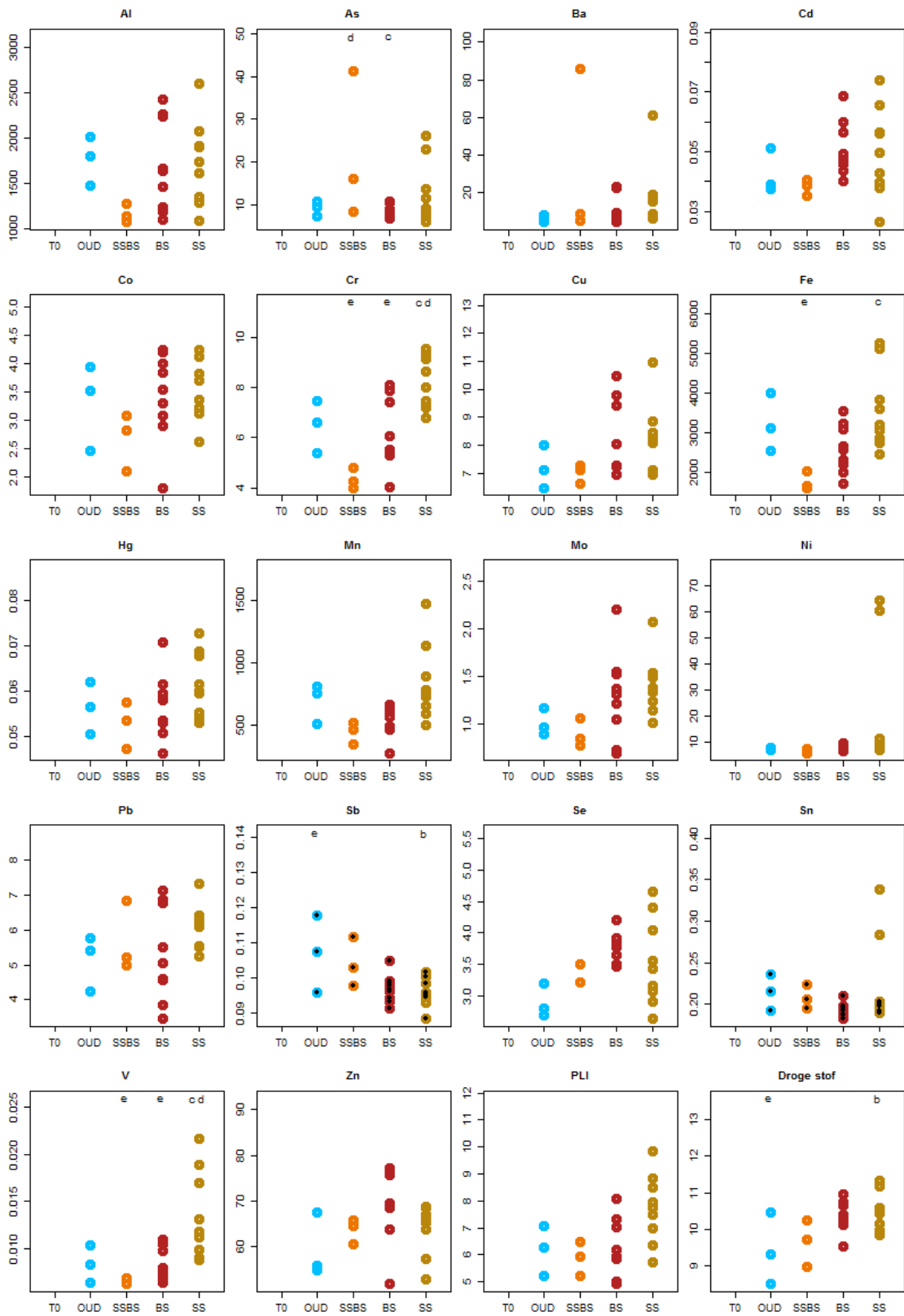
Figuur 19: Metaalgehalten, PLI en droge stof in *Styela clava* bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2011. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergegeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Zakpijp - *Styela clava* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2014



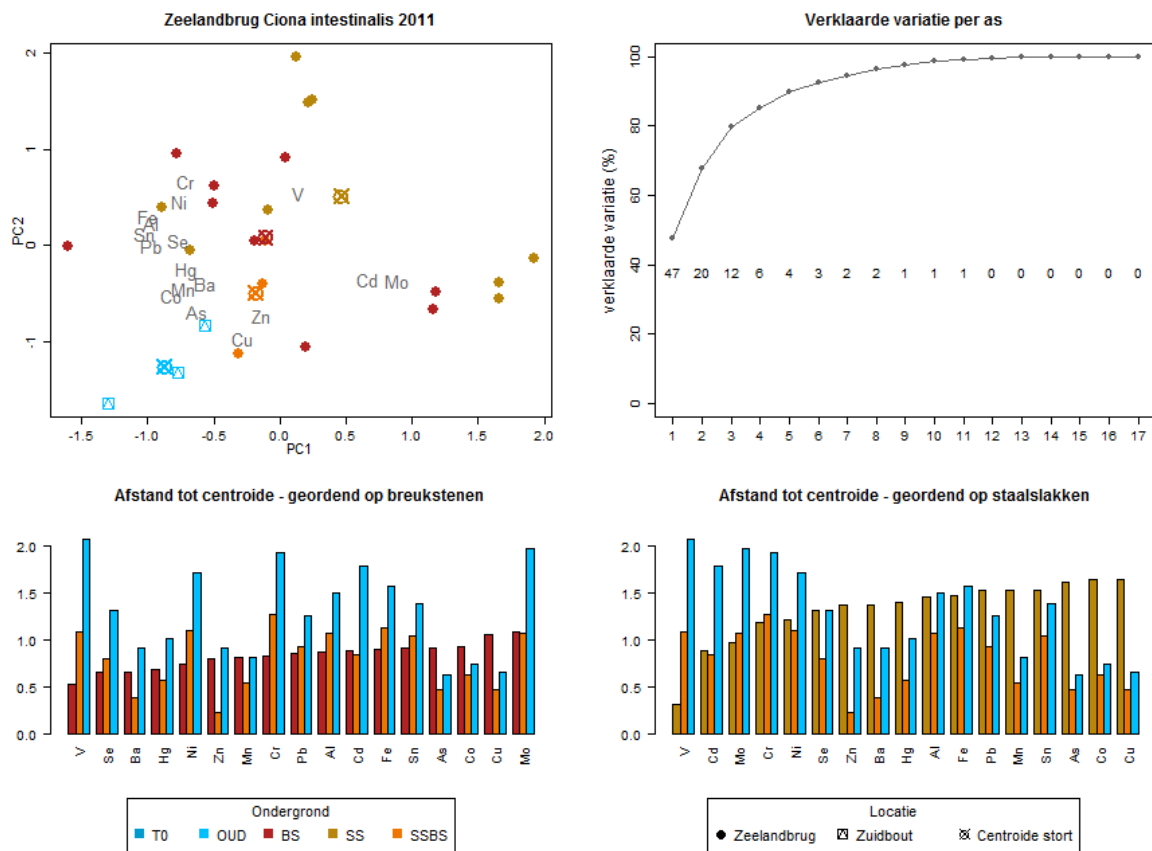
*Figuur 20: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in *Styela clava* weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.*

Zeelandbrug Styela clava 2014



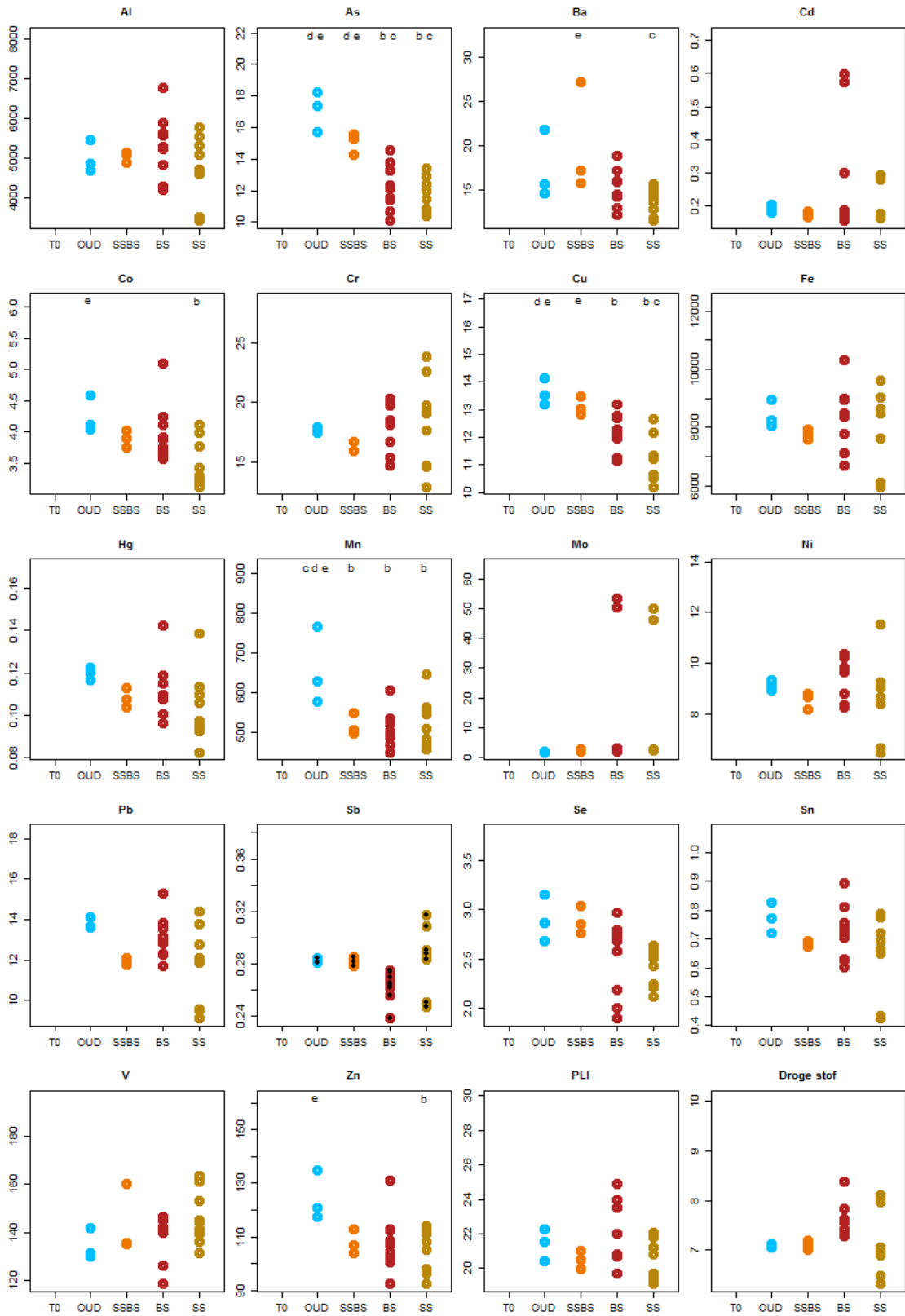
Figuur 21: Metaalgehalten, PLI en drogestof in *Styela clava* bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergegeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Zakpijp - *Ciona intestinalis* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2011



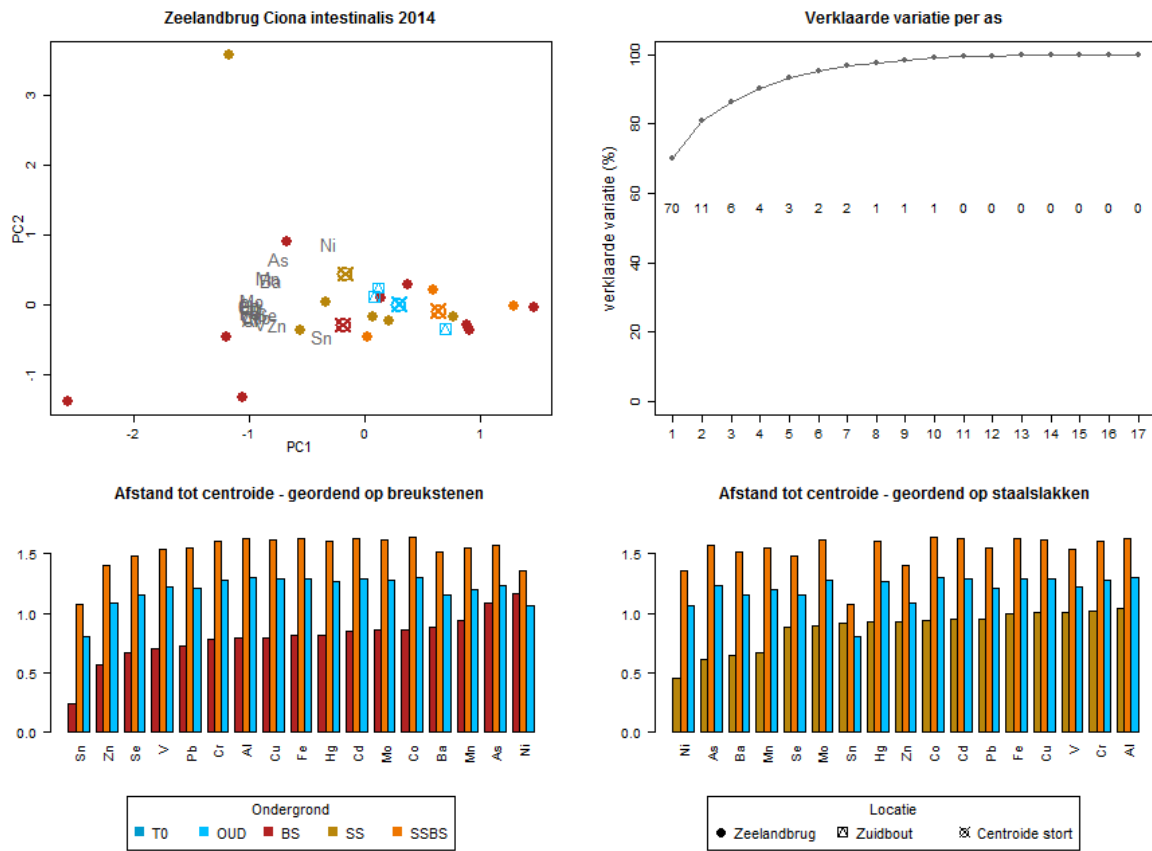
Figuur 22: Linksonder principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalten in *Ciona intestinalis* weefsel bemonsterd in 2011 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroïde van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroïde breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroïde staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

Zeelandbrug Ciona intestinalis 2011



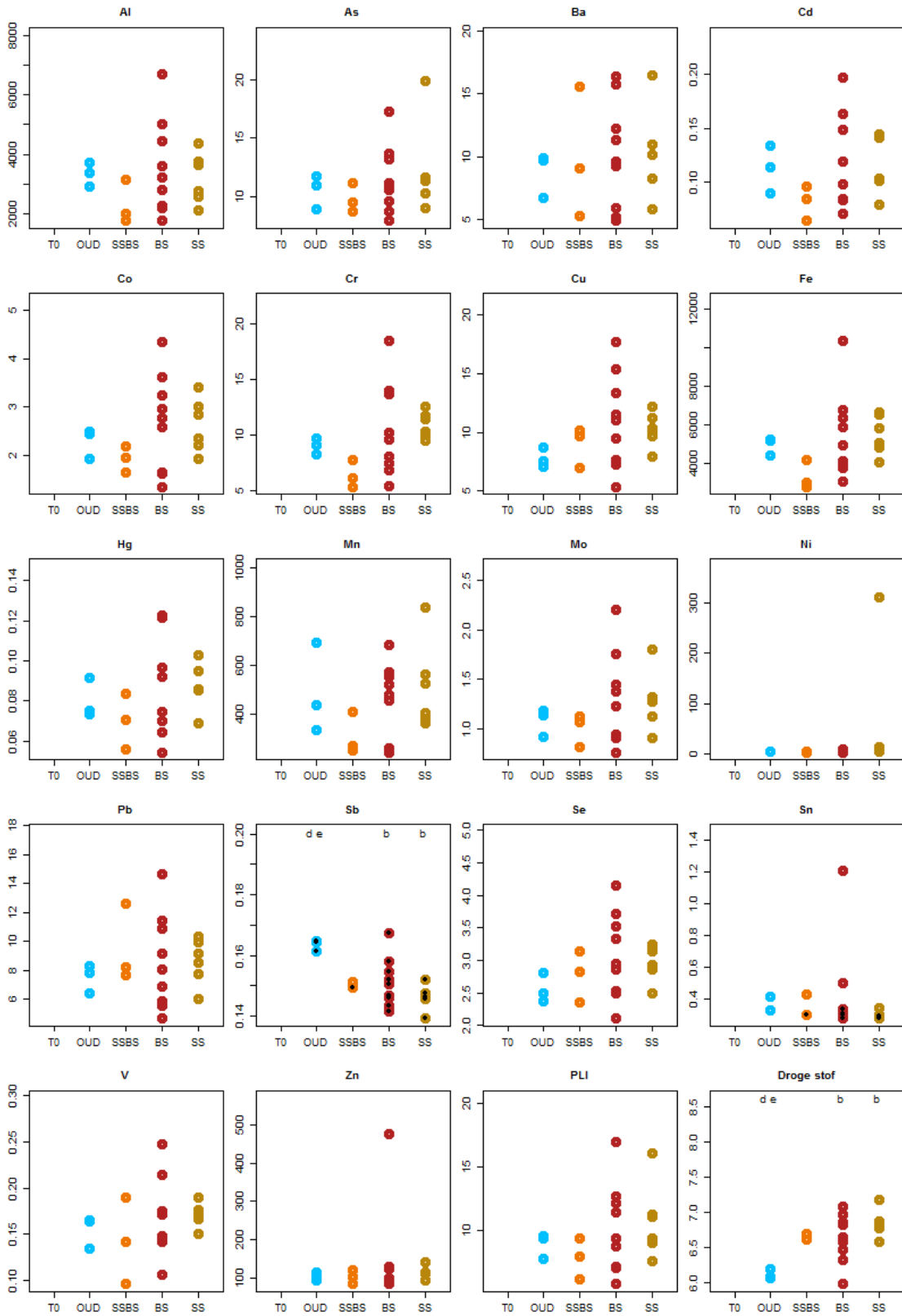
Figuur 23: Metaalgehalten, PLI en drogestof in *Ciona intestinalis* bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2011. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergegeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Zakpijp - *Ciona intestinalis* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2014



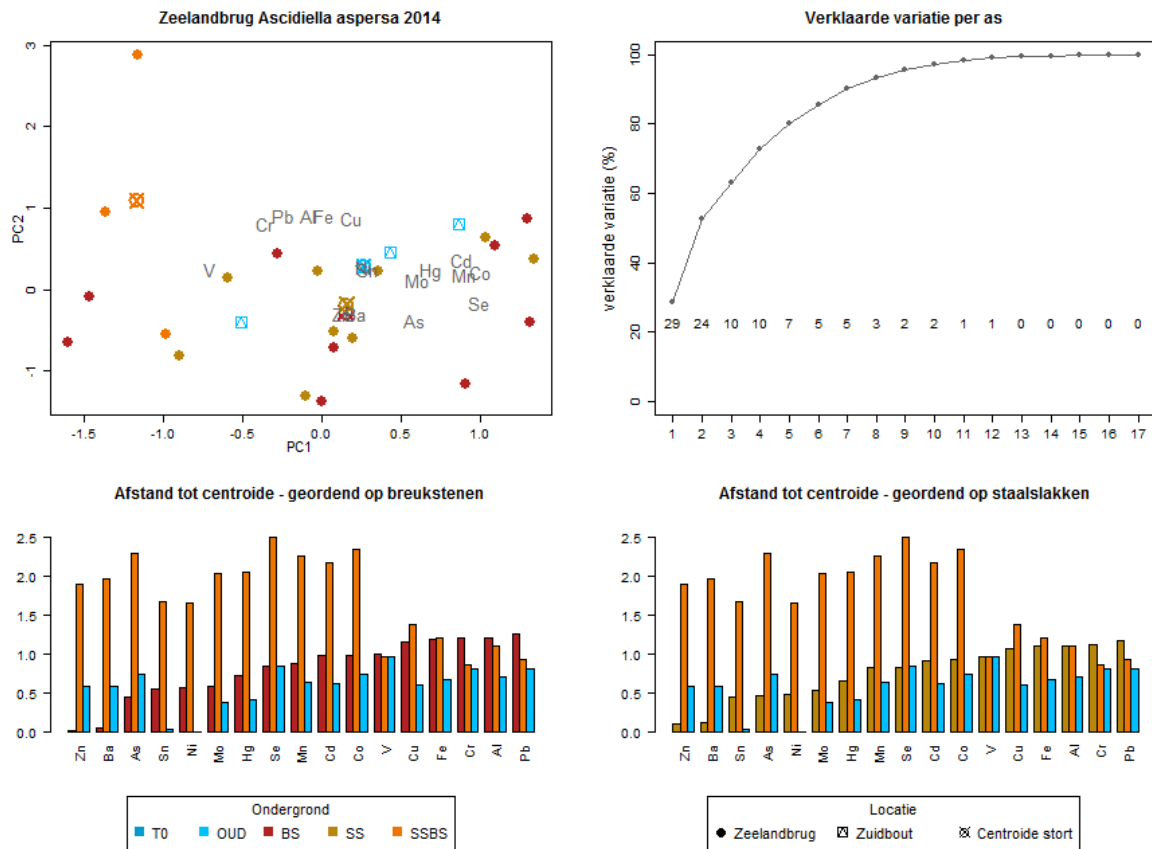
*Figuur 24: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in *Ciona intestinalis* weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroïde van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroïde breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroïde staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.*

Zeelandbrug Ciona intestinalis 2014



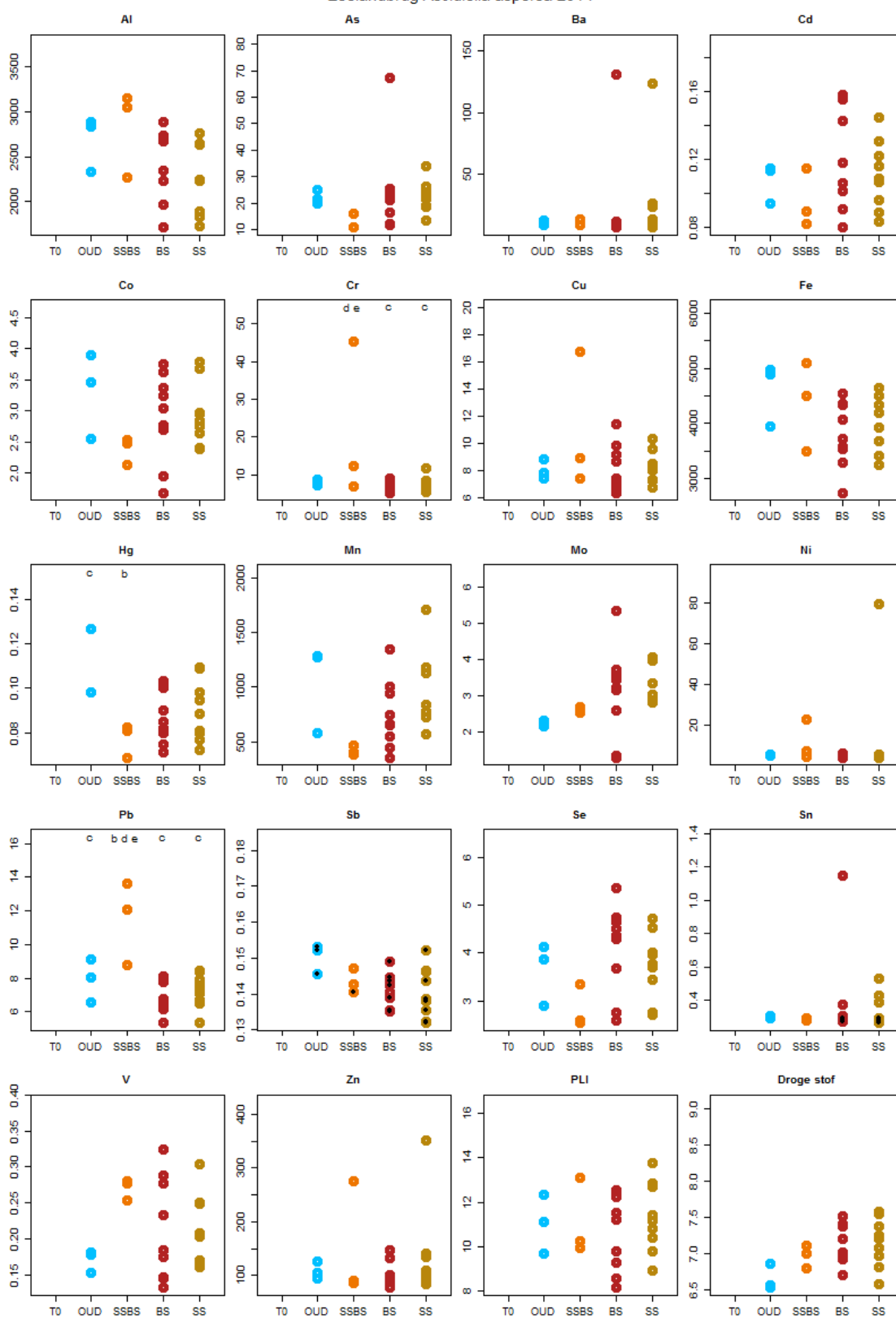
Figuur 25: Metaalgehalten, PLI en drogestof in *Ciona intestinalis* bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergegeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Zakpijp - *Ascidella aspersa* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2014



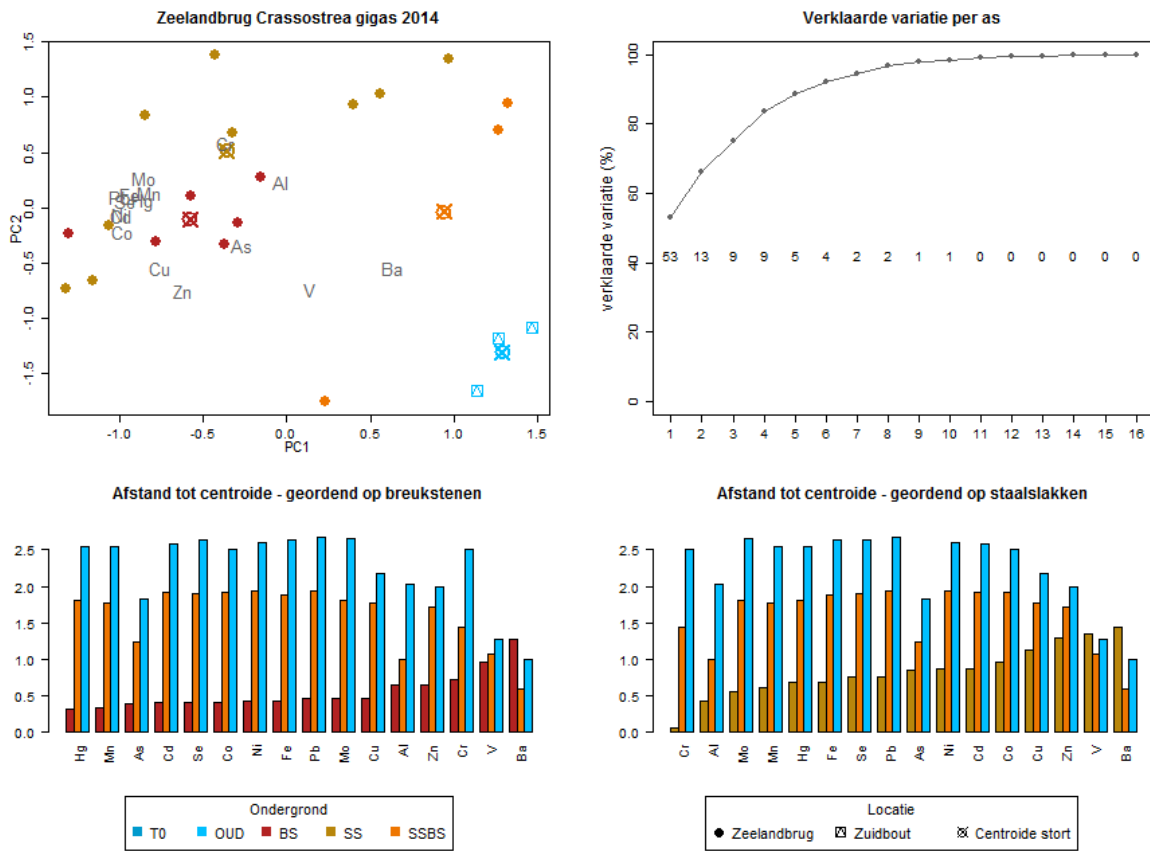
Figuur 26: Linksboven principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in *Ascidella aspersa* weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

Zeelandbrug *Ascidia aspersa* 2014

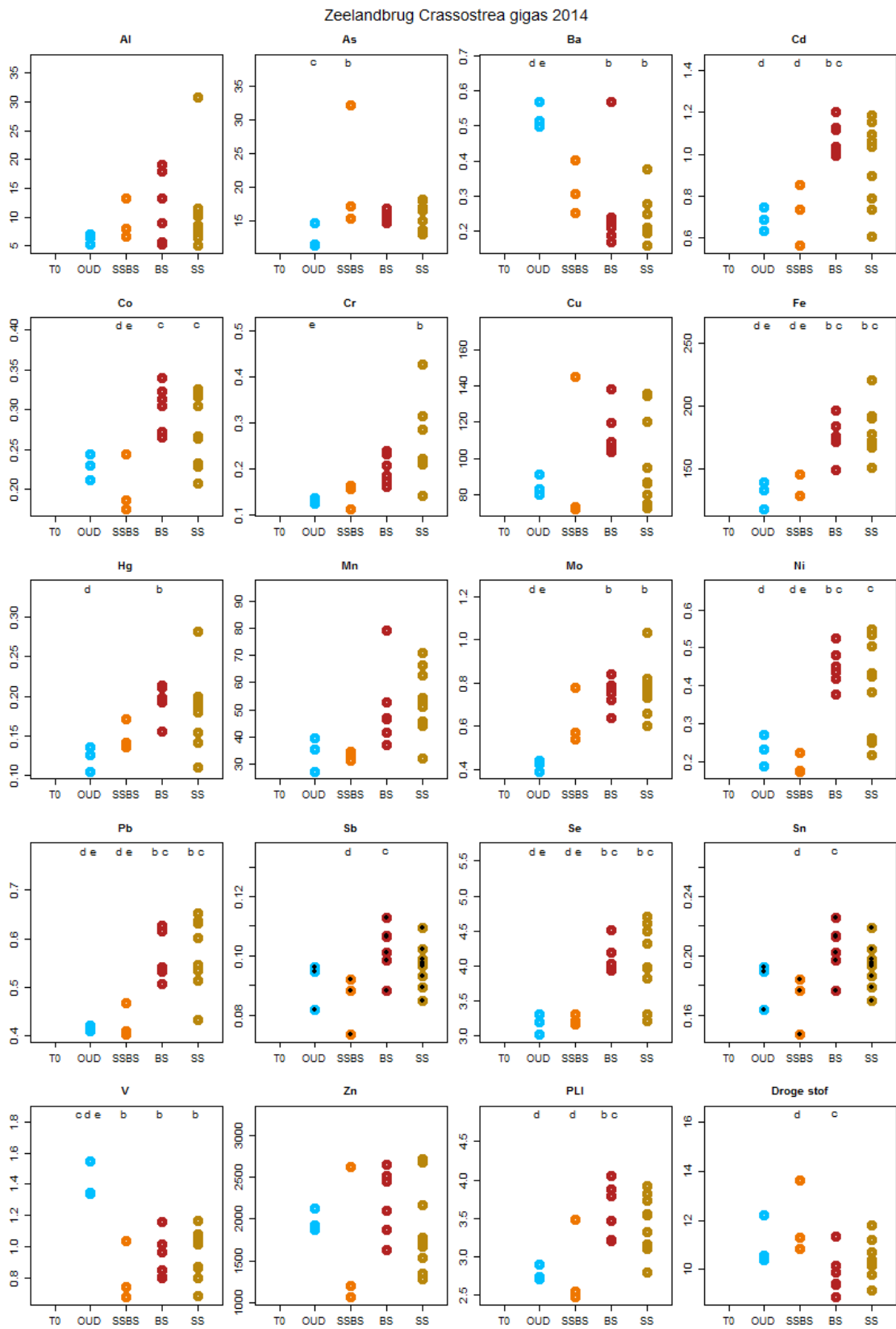


Figuur 27: Metaalgehalten, PLI en drogestof in *Ascidia aspersa* bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergegeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Oester - *Crassostrea gigas* bemonsterd nabij de Zeelandbrug in 2014

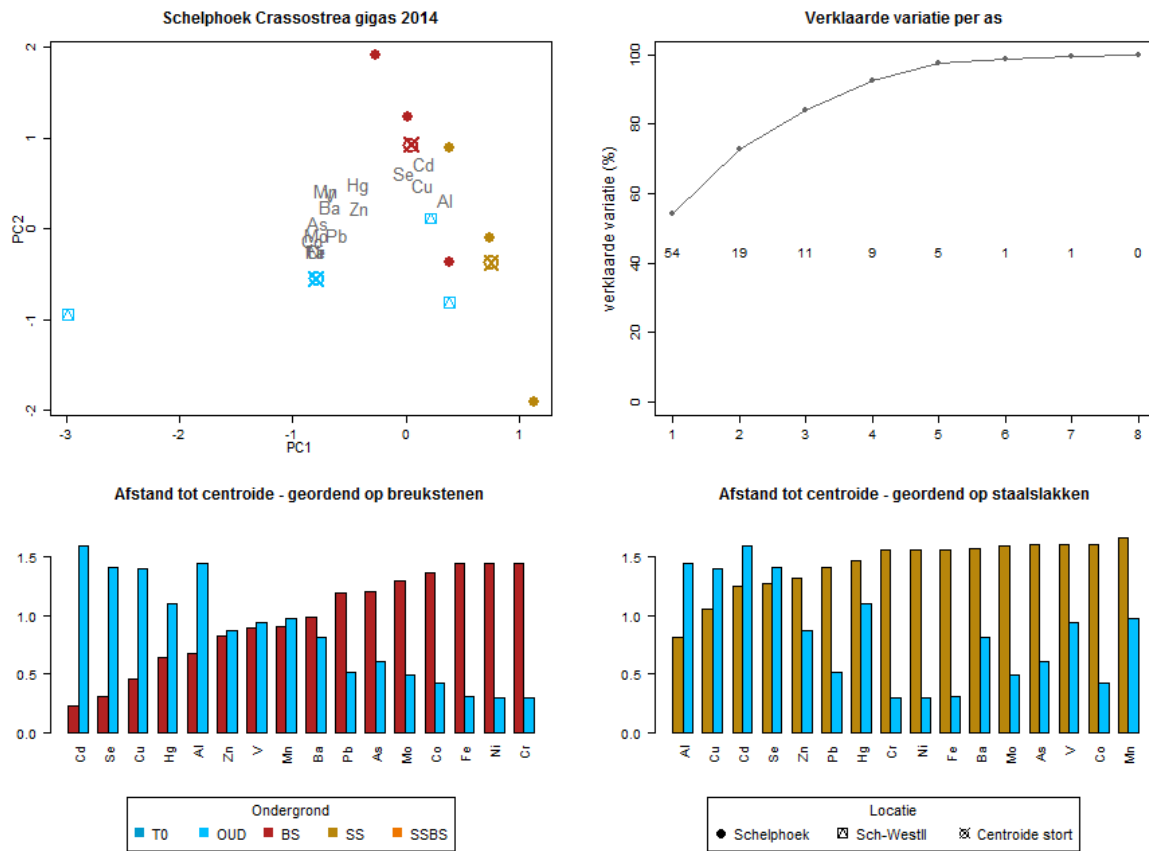


Figuur 28: Linksonder principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalten in *Crassostrea gigas* weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.



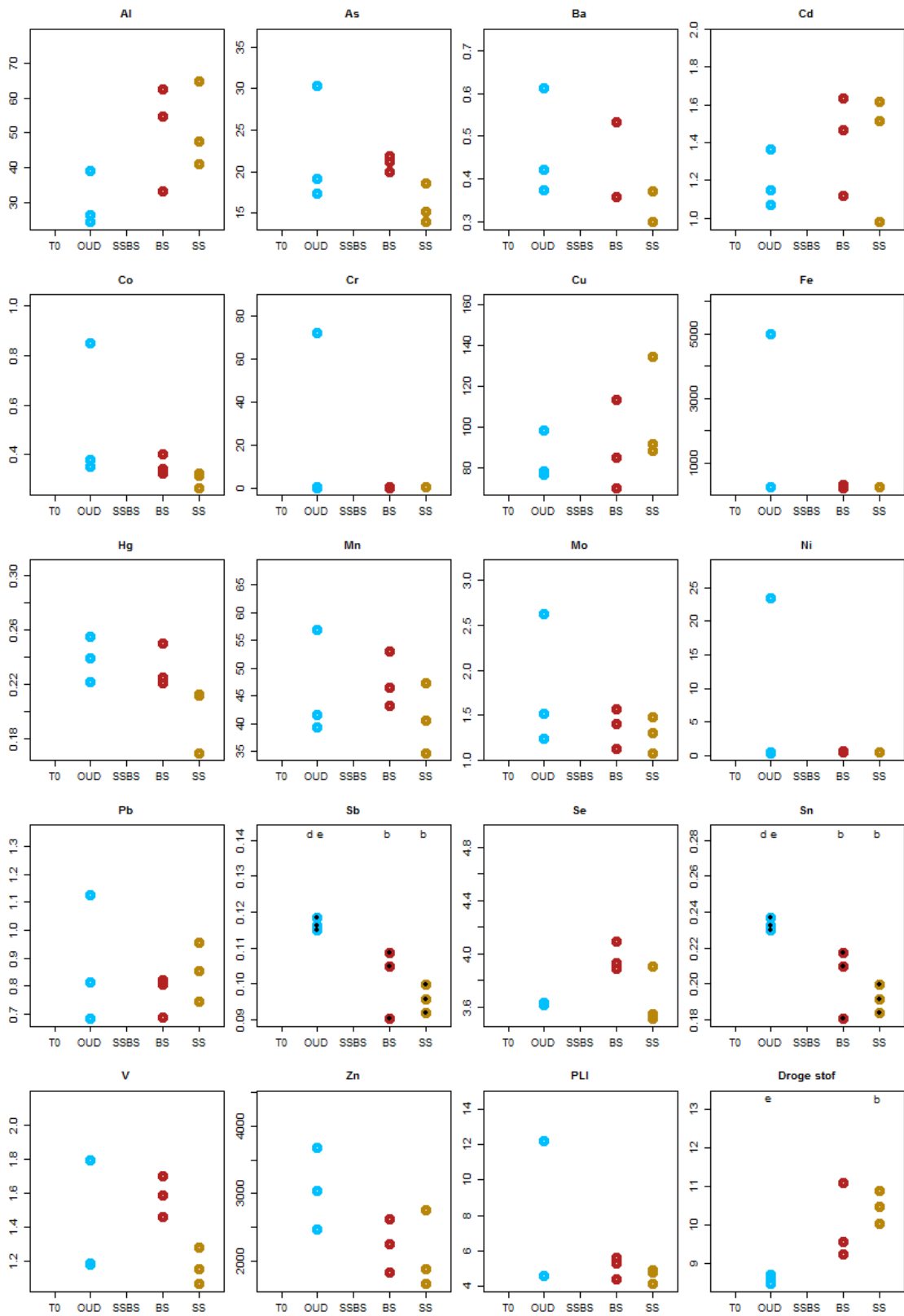
Figuur 29: Metaalgehalten, PLI en drogestof in Crassostrea gigas bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergegeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Oester - *Crassostrea gigas* bemonsterd bij Schelphoek in 2014



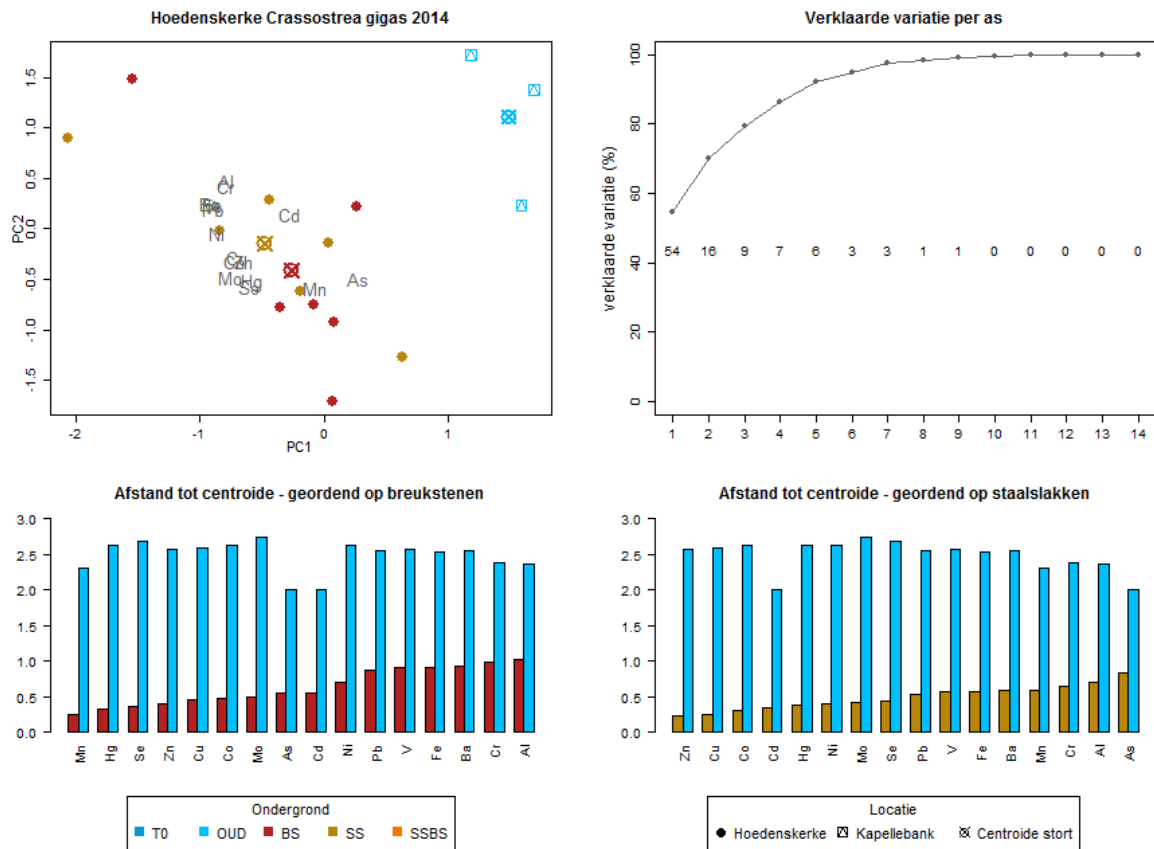
Figuur 30: Linksonder principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalte in *Crassostrea gigas* weefsel bemonsterd in 2014 bij Schelphoek met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroeide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroeide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroeide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

Schelphoek Crassostrea gigas 2014



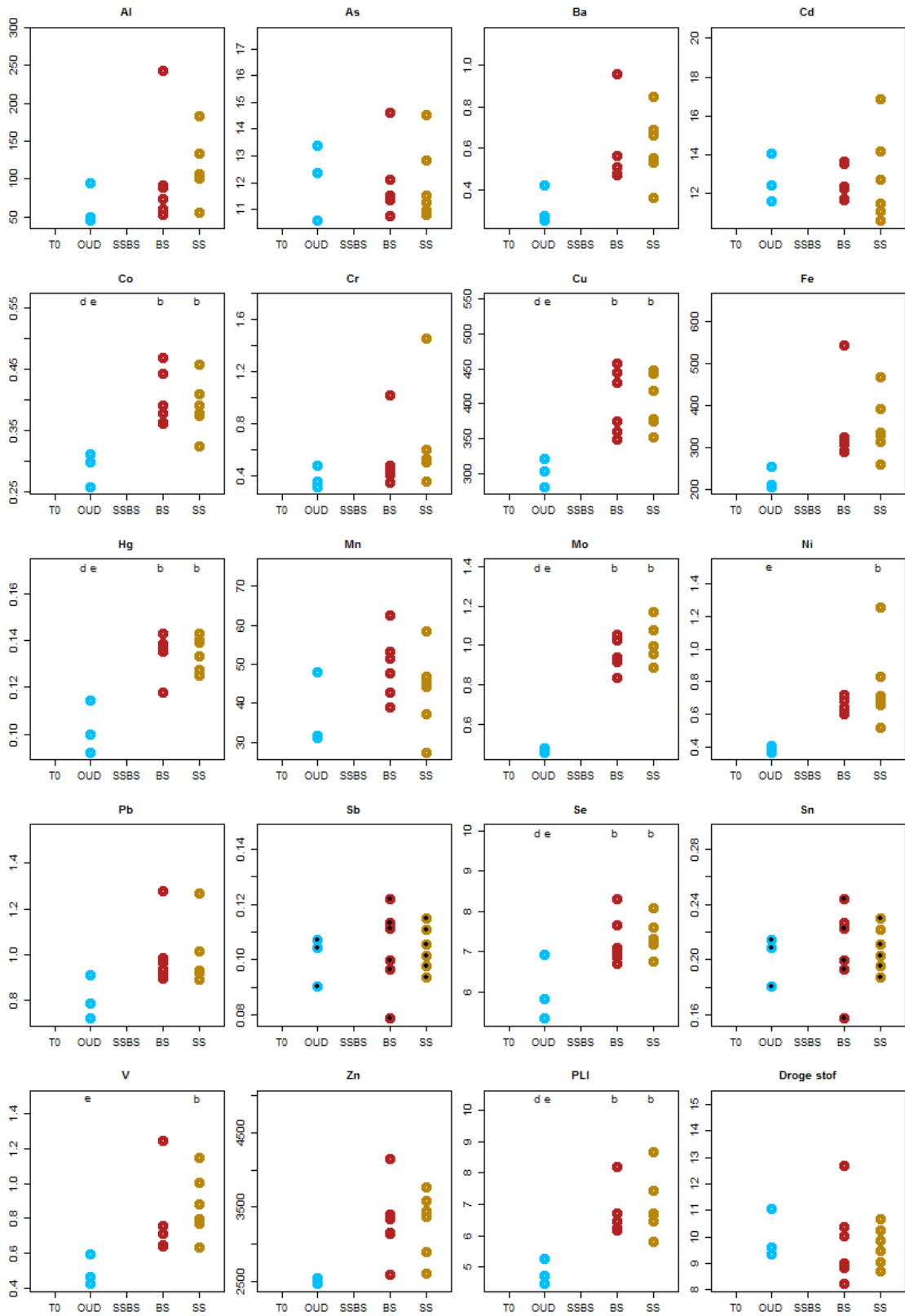
Figuur 31: Metaalgehalten in *Crassostrea gigas* bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Schelphoek in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergegeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Oester - *Crassostrea gigas* bemonsterd op Hoedekenskerke in 2014



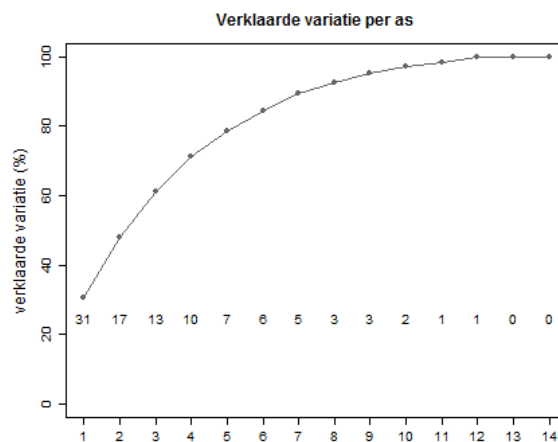
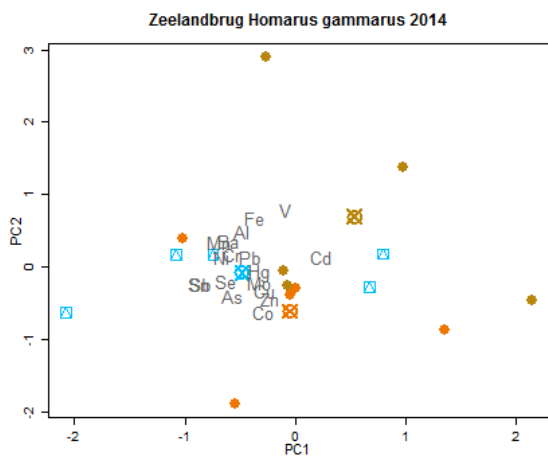
Figuur 32: Linksonder principal component (PCA) oriëntatie op z-gestrande metaalgehalten in *Crassostrea gigas* weefsel bemonsterd in 2014 bij de Hoedekenskerke met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroide van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroide breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroide staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

Hoedekeskerke Crassostrea gigas 2014

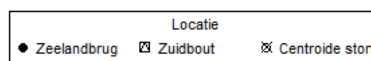
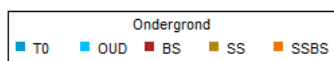
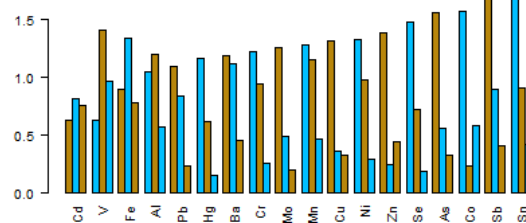


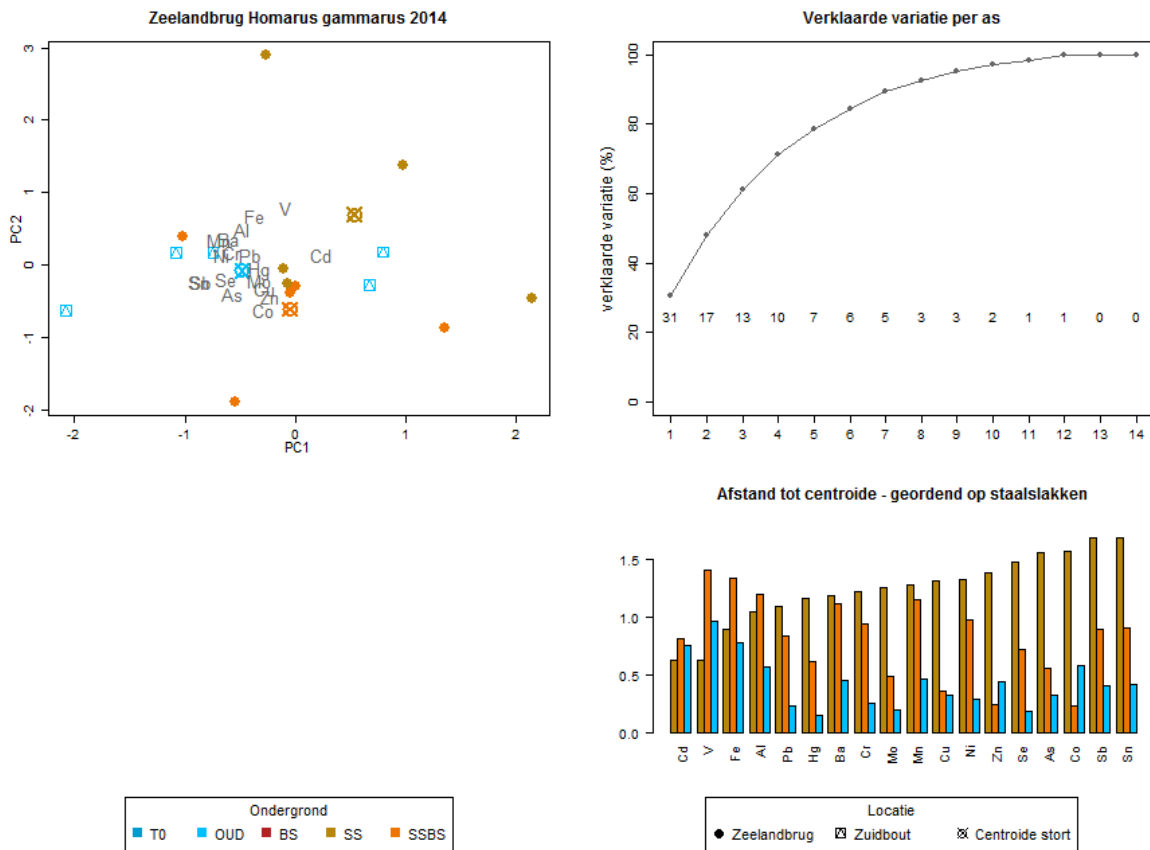
Figuur 33: Metaalgehalten, PLI en drogestof in *Crassostrea gigas* bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Hoedekeskerke in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergegeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Kreeft - *Homarus gammarus* bemonsterd bij de Zeelandbrug in 2014



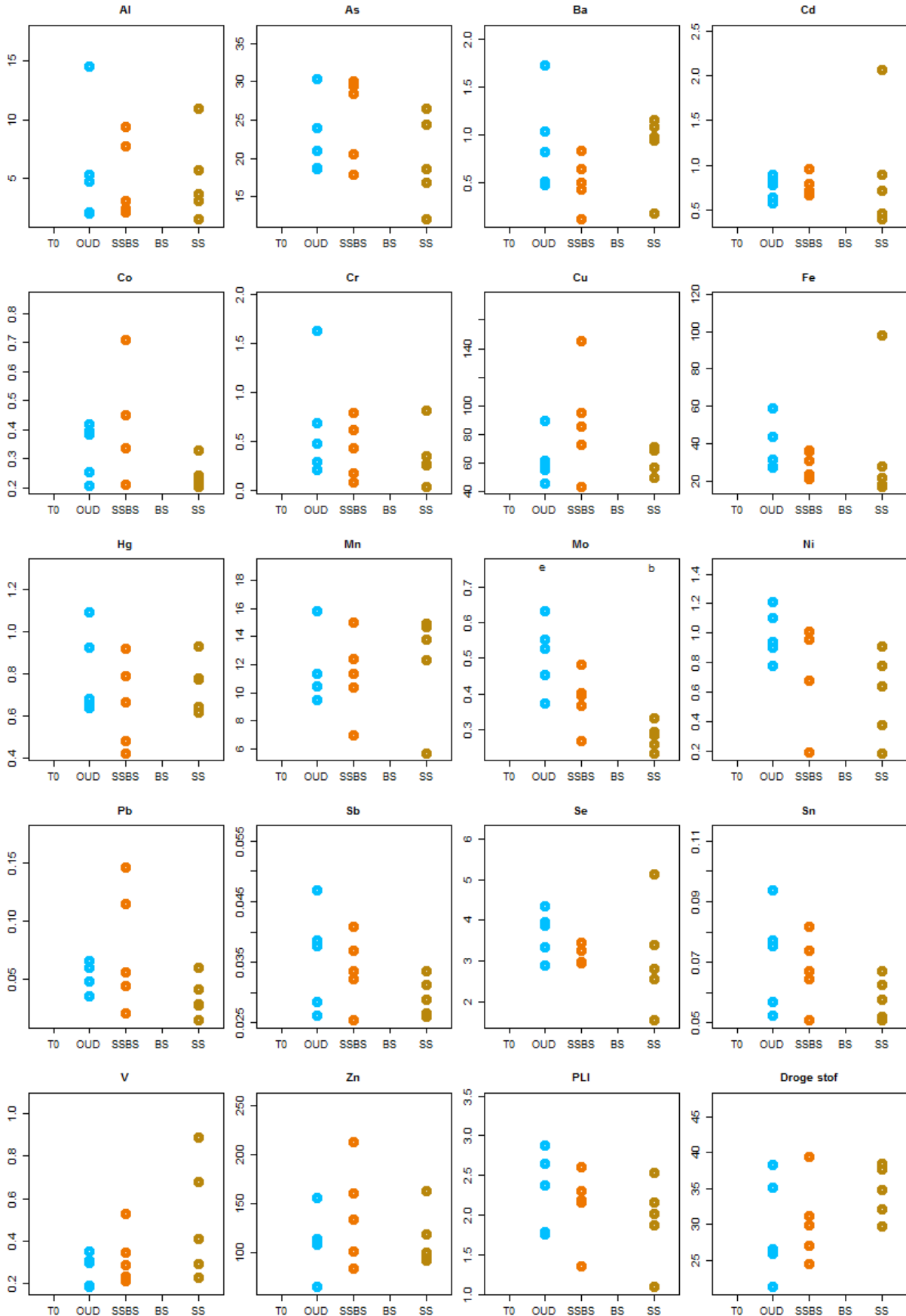
Afstand tot centroïde - geordend op staalslakken



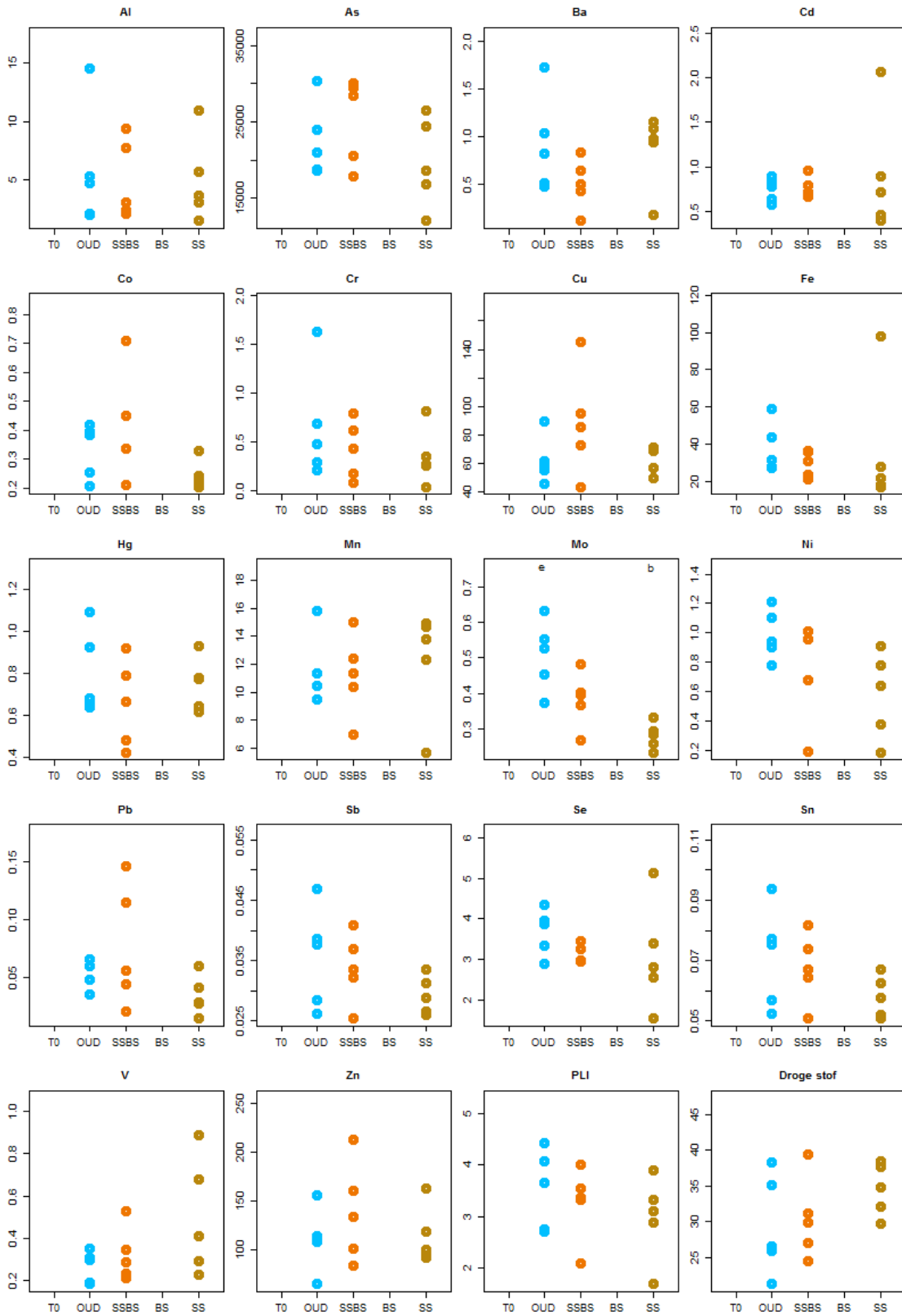


Figuur 34: Linksonder principal component (PCA) oriëntatie op z-gestransformeerde metaalgehalten in *Homarus gammarus* weefsel bemonsterd in 2014 bij de Zeelandbrug met scaling factor 2 (nadruk op metaalverschillen). De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: T0 = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metalen met meer dan 75% meetwaarden onder de detectielimiet zijn buitenbeschouwing gelaten. Rechtsboven de verklaarde variatie per PCA-as. Linksonder de afstand van de metalen tot de centroïde van de verschillende ondergronden, geordend op toenemende afstand centroïde breukstenen, rechtsonder geordend op toenemende afstand centroïde staalslakken; hoe korter de afstand hoe relatief hoger het metaalgehalte.

Zeelandbrug Homarus gammarus 2014



Zeelandbrug Homarus gammarus 2014



Figuur 35: Metaalgehalten, PLI en drogestof in *Homarus gammarus* bemonsterd op verschillende ondergronden bij de Zeelandbrug in 2014. De ondergrondtypen worden als volgt aangeduid: TO = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen. Metaalgehalten die onder de detectielimiet liggen worden weergegeven met zwarte stippen. De lettercode geeft significante verschillen weer (ANOVA, Tukey Posthoc).

Bijlage F. OSPAR normoverschrijdingen

Tabel 8: Aantal OSPAR - normoverschrijdingen voor lood.

Soort - locatie	2009	2010	2012	2013	2014
Asciidiella aspersa Gorishoek					1
Asciidiella aspersa Schelphoek					2
Asciidiella aspersa Wemeldinge					7
Asciidiella aspersa Zeelandbrug			3		10
Asciidiella aspersa Zierikzee				3	
Asciidiella aspersa Zuidbout			3		2
Ciona intestinalis Kurkenol	1				
Ciona intestinalis Lokkersnol	1	4			
Ciona intestinalis Schelphoek	3	5	6		
Ciona intestinalis Wemeldinge					5
Ciona intestinalis Zeelandbrug	1	14	21		13
Ciona intestinalis Zierikzee				3	
Ciona intestinalis Zuidbout			3		2
Fucus vesiculosus Zeelandbrug		1			
Halichondria panicea Borssele		2			
Haliclona oculata Borssele		2			
Molgula manhattensis Borssele		2			
Molgula manhattensis Ellewoutsdijk		1			
Molgula manhattensis Hoedekenskerke		5			
Styela clava Borssele		1			
Styela clava Ellewoutsdijk		1			
Styela clava Katshoek			3		
Styela clava Schelphoek	2	1	6		
Styela clava Wemeldinge					2
Styela clava Zeelandbrug		1	17		
Styela clava Zuidbout			3		

Tabel 9: Aantal OSPAR - normoverschrijdingen voor cadmium.

Soort - locatie	2010	2014
Crassostrea gigas Ellewoutsdijk	4	
Crassostrea gigas Hoedekenskerke	6	12
Crassostrea gigas Kapellebank		3
Haliclona oculata Ellewoutsdijk	2	
Mytilus edulis Hoedekenskerke	1	

Bijlage G. Overzicht bemonsteringen - Oosterschelde

	<i>Ciona intestinalis</i>				
	2009	2010	2011	2013	2014
Bui tenhaven NJ_T0					3
Gori shoek_OUD					3
Kurkenol_OUD	1				
Lokkersnol oost_BS		2			
Lokkersnol oost_SS		2			
Lokkersnol oost_T0	1				
Schel phoek mi dden_BS		2	3		
Schel phoek mi dden_T0	1				
Schel phoek oost_BS		2			
Schel phoek oost_T0	1				
Schel phoek west_SS		2	3		
Schel phoek west_T0	1				
Wemel di nge- oost_T0					3
Wemel di nge- west_T0					6
Zi eri kzee_T0				3	
Zl d mi dden_BS		2	3		3
Zl d mi dden_SS		2	3		3
Zl d oost_BS		2	3		3
Zl d oost_SS		2	3		3
Zl d oost_T0	1				
Zl d pijler_SSBS		2	3		3
Zl d west_BS		2	3		3
Zl d west_SS		2	3		
Zui dbout_OUD			3		3

<i>Crassostrea gigas</i>						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Burghsluis west_REF		2				
Gorihoek_OUD						3
Kurkenol_OUD	1					
Lokkersnol oost_T0	1					
Schelphoek middelen_BS						3
Schelphoek oost_SS						3
Schelphoek oost_T0	1					
Schelphoek west_OUD		2				3
Schelphoek west_T0	1					
Wemeldingen oost_T0						3
Wemeldingen west_T0						6
Zierikzee_T0					3	
Zuidmidden_SS						3
Zuid oost_BS						3
Zuid oost_SS						3
Zuid oost_T0	1					
Zuidpijler_SSBS		2	3	3	3	3
Zuidpijler_T0	1					
Zuid west_BS						3
Zuid west_SS						3
Zuidbout_OUD			3			3

<i>Mytilus edulis</i>						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Burghsluis west_REF		2				
Kurkenol_OUD	1					
Lokkersnol oost_T0	1					
Schelphoek middelen_BS						3
Schelphoek oost_T0	1					
Zuidpijler_SSBS		2	3	3	3	3
Zuidpijler_T0	1					

<i>Metridium senile</i>		
	2009	2010
Burghsluis west_REF		2
Kurkenol_OUD	1	
Lokkersnol oost_TO	1	
Schelphoek oost_SS		1
Schelphoek oost_TO	1	
Schelphoek west_OUD		2
Schelphoek west_SS		2
Zld oost_TO	1	

<i>Littorina littorea</i>		
	2009	2010
Burghsluis west_REF		2
Lokkersnol oost_OUD		2
Lokkersnol oost_TO	1	
Schelphoek midden_OUD		2
Schelphoek midden_TO	1	
Schelphoek oost_OUD		2
Schelphoek oost_TO	1	
Schelphoek west_OUD		4
Schelphoek west_TO	1	
Zld oost_OUD		2
Zld oost_TO	1	
Zld west_OUD		2
Zld west_TO	1	

<i>Fucus vesiculosus</i>				
	2009	2010	2011	2014
Burghsluis west_REF		2		
Burghsluis_REF			2	
De Val-haven_REF			1	
Gorihoek_OUD			1	2
Katshoek_REF			1	
Lokkersnol oost_OUD		2	2	
Lokkersnol oost_TO	1			
Plompetoren_REF			1	
Roompot-binnen_REF			1	
Roompot-buiten_REF			1	
Sas van Goes_REF			1	
Schelphoek-haven_PBZ			2	
Schelphoek-haven_REF			2	
Schelphoek midden_OUD		2	2	2
Schelphoek midden_TO	1			
Schelphoek oost_OUD		2	3	2
Schelphoek oost_TO	1			
Schelphoek west_OUD		4	2	2
Schelphoek west_TO	1			
Wemel di nge-oost_TO				2
Wemel di nge-west_TO				2
Westbout_REF			1	
Westkapelle_REF			1	
Wissekerke-oostnol_REF			2	
Yerseke_REF			1	
Zijpe-Blindedam_REF			1	
Zild midden_REF			2	2
Zild oost_OUD		2	2	2
Zild oost_TO	1			
Zild west_OUD		2	2	2
Zild west_TO	1			
Zuidbout_OUD			2	

<i>Haliclona oculata</i>	
	2009
Kurkenol_OUD	1
Lokkersnol oost_TO	1
Schelphoek west_TO	1
Zild oost_TO	1
Zild pijler_TO	1

<i>Asterias rubens</i>		
	2009	2010
Kurkenol_OUD	1	
Lokkersnol oost_BS		2
Lokkersnol oost_SS		2
Lokkersnol oost_T0	1	
Schelphoek mi dden_BS		2
Schelphoek mi dden_T0	2	
Schelphoek oost_BS		2
Schelphoek west_OUD		2
Schelphoek west_SS		2
Schelphoek west_T0	1	
Zl d mi dden_BS		2
Zl d mi dden_SS		2
Zl d oost_BS		2
Zl d oost_SS		2
Zl d oost_T0	1	
Zl d pijler_T0	1	
Zl d west_BS		2
Zl d west_SS		2

<i>Styela clava</i>					
	2009	2010	2011	2013	2014
Gori shoek_OUD					3
Katshoek_REF			3		
Schelphoek mi dden_BS			3		3
Schelphoek mi dden_SS			1		
Schelphoek mi dden_T0	2				
Schelphoek west_BS			2		
Schelphoek west_SS		2	1		
Wemel di nge- oost_T0					3
Wemel di nge- west_T0					6
Zi erikzee_T0				3	
Zl d mi dden_BS			2		3
Zl d mi dden_SS			3		3
Zl d oost_BS			2		3
Zl d oost_SS			2		3
Zl d pijler_SSBS		2	3		3
Zl d west_BS			3		3
Zl d west_SS			2		3
Zuidbout_OUD			3		3

<i>Asciidiella aspersa</i>			
	2011	2013	2014
Buitenhaven_NJ_TO			3
Gori shoek_OUD			3
Schelphoek mi dden_BS			3
Wemel di nge- oost_TO			3
Wemel di nge- west_TO			6
Zi erikzee_TO		3	
Zl d mi dden_BS			3
Zl d mi dden_SS			3
Zl d oost_BS			3
Zl d oost_SS			3
Zl d pijler_SSBS	3		3
Zl d west_BS			3
Zl d west_SS			3
Zuidbout_OUD	3		3

Soort	<i>Ostrea edulis</i> 2014
Zl d oost_SS	1
Zl d west_BS	1
Zl d west_SS	1

	<i>Homarus gammarus</i> 2014
Gori shoek_OUD	5
Wemel di nge_TO	5
Zl d oost_SS	5
Zl d west_SSBS	5
Zuidbout_OUD	5

Bijlage H. Overzicht bemonsteringen - Westerschelde

Soort	<i>Littorina littorea</i>	
	2009	2010
Borssel e_REF		2
El lewoutsdij k mi dden_REF		1
El lewoutsdij k oost_REF		2
El lewoutsdij k west_REF		1
Hoedekenskerke- haven_REF		1
Hoedekenskerke noord_REF		1
Hoedekenskerke zui d_REF		1
Ri tthem mi dden_REF		1
Ri tthem oost_REF	1	1
Ri tthem west_REF	1	1

Soort	<i>Fucus vesiculosus</i>			
	2009	2010	2011	2014
Baal hoek_REF			1	
Borssel e_REF		2	1	
Breskens- oostpi er veerh_REF			1	
El lewoutsdij k- haven_REF			1	
El lewoutsdij k oost_REF		2		
El lewoutsdij k west_REF		1		
Hoedekenskerke- haven_REF		1	1	2
Hoedekenskerke noord_REF		1		2
Hoedekenskerke zui d_REF		1		
Kapel l ebank_OUD			2	
Nummer één_REF			1	
Osseni sse_REF			1	
Paul i napol der_OUD			2	
Ri tthem mi dden_REF		1	2	2
Ri tthem oost_REF	1	1	2	2
Ri tthem west_REF	1	1	2	2
Sl oehaven_REF			1	
Waarde- haven_REF			1	
Waarde- radarpost_REF			1	
Zi mmerman- haven_REF			1	

Soort	<i>Haliclona oculata</i>		
	2009	2010	2011
Borssel e_REF		2	
El lewoutsdij k mi dden_REF		2	
Paul i napol der_OUD			3
Ri tthem mi dden_BS			1
Ri tthem oost_REF	1		
Ri tthem oost_SS			1
Ri tthem west_REF	1		

Soort	<i>Crassostrea gigas</i>		
	2009	2010	2014
Borssel e_REF		2	
El lewoutsdij k mi dden_REF		2	
El lewoutsdij k west_REF		2	
Hoedekenskerke- haven_BS			3
Hoedekenskerke- haven_REF		2	
Hoedekenskerke- haven_SS			3
Hoedekenskerke noord_BS			3
Hoedekenskerke noord_REF		2	
Hoedekenskerke noord_SS			3
Hoedekenskerke zui d_REF		2	
Kapel l ebank_OUD			3
Ri tthem mi dden_BS			3
Ri tthem oost_REF	1		
Ri tthem west_REF	1		

Soort	<i>Mytilus edulis</i>	
	2009	2010
El lewoutsdij k mi dden_REF		2
Hoedekenskerke- haven_REF		1
Hoedekenskerke noord_REF		2
Hoedekenskerke zui d_REF		2
Ri tthem oost_REF	1	
Ri tthem west_REF	1	

Soort	<i>Metridium senile</i>	
	2009	2010
Ritthem midden_SS		2
Ritthem oost_REF	1	
Ritthem oost_SS		2
Ritthem west_REF	1	
Ritthem west_SS		2

Soort	<i>Asterias rubens</i>	
	2009	2010
Borsssele_REF		2
Ellewoutsdijk middelen_REF		2
Ellewoutsdijk west_REF		2
Ritthem middelen_SS		2
Ritthem oost_REF	1	
Ritthem oost_SS		2
Ritthem west_REF	1	
Ritthem west_SS		2

Soort	<i>Halichondria panicea</i>	
	2010	
Borsssele_REF		2
Ellewoutsdijk middelen_REF		2

Soort	<i>Styela clava</i>	
	2010	
Borsssele_REF	1	
Ellewoutsdijk west_REF	1	

Soort	<i>Molgula manhattensis</i>	
	2010	
Borsssele_REF		2
Ellewoutsdijk west_REF		1
Hoedekenskerke-haven_REF		1
Hoedekenskerke noord_REF		2
Hoedekenskerke zuid_REF		2

Bijlage I. Ruwe data zware metalen

Tabel 10: Gehalten aan de zware metalen aluminium (Al), arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu), ijzer (Fe), kwik (Hg) en mangaan (Mn) in mg/kg droge stof voor soorten bemonsterd op locaties in de Oosterschelde. TDV= type dijkversteving waarbij TO = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.

Soort	Locatie	TDV	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn
<i>Asciidiella aspersa</i>	Buitenhaven NJ	TO	1140	9.5	5.1	0.052	0.865	3.45	4.58	1926	0.073	194
<i>Asciidiella aspersa</i>	Buitenhaven NJ	TO	1243	9.6	5.6	0.045	0.767	3.38	4.43	1922	0.081	181
<i>Asciidiella aspersa</i>	Buitenhaven NJ	TO	1123	9.8	4.91	0.048	0.821	3.21	4	1853	0.062	177
<i>Asciidiella aspersa</i>	Gorishoek	OUD	1745	12	11	0.073	2.11	7	6.4	3453	0.06	563
<i>Asciidiella aspersa</i>	Gorishoek	OUD	1856	12	16	0.086	2.59	6.6	6.6	3618	0.06	678
<i>Asciidiella aspersa</i>	Gorishoek	OUD	2374	14	17	0.09	3.21	8.8	8.3	4689	0.08	924
<i>Asciidiella aspersa</i>	Schelphoek midden	BS	2780	22	13	0.182	3.55	7.8	10	3780	0.132	707
<i>Asciidiella aspersa</i>	Schelphoek midden	BS	3954	27	20	0.157	4.24	12	11	5528	0.13	815
<i>Asciidiella aspersa</i>	Schelphoek midden	BS	1740	23	8.4	0.094	2.67	4.61	8.4	2361	0.095	450
<i>Asciidiella aspersa</i>	Wemeldinge-oost	TO	5198	18	16	0.124	3.62	16	9	7811	0.102	910
<i>Asciidiella aspersa</i>	Wemeldinge-oost	TO	4593	16	13	0.123	2.71	13	7.7	6429	0.083	528
<i>Asciidiella aspersa</i>	Wemeldinge-oost	TO	4740	38	54	0.153	3.73	17	9.9	8615	0.11	690
<i>Asciidiella aspersa</i>	Wemeldinge-west	TO	3534	19	15	0.147	4.11	10	9.2	4828	0.114	870
<i>Asciidiella aspersa</i>	Wemeldinge-west	TO	2909	18	17	0.162	3.94	11	9.3	3890	0.082	724
<i>Asciidiella aspersa</i>	Wemeldinge-west	TO	3685	19	12	0.236	4.21	13	11	5029	0.116	824
<i>Asciidiella aspersa</i>	Wemeldinge-west	TO	3750	18	14	0.095	3.3	9.3	7.3	5502	0.088	743
<i>Asciidiella aspersa</i>	Wemeldinge-west	TO	3713	18	14	0.111	3.59	12	8.2	6830	0.101	765
<i>Asciidiella aspersa</i>	Wemeldinge-west	TO	4884	22	17	0.145	5.4	16	11	9305	0.131	1141
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld midden	BS	2725	16	12	0.118	2.77	9	8.7	4347	0.1	661
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld midden	BS	2343	12	7.5	0.08	1.69	7.3	6.5	3723	0.075	353
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld midden	BS	2734	12	8.5	0.091	1.96	7.8	6.9	4331	0.071	443
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld midden	SS	1824	13	8	0.084	2.38	6.8	6.7	3411	0.08	724
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld midden	SS	2243	24	24	0.109	2.41	12	7.2	4643	0.089	568

Soort	Locatie	TDV	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld midden	SS	1889	34	124	0.089	2.96	7.1	8.5	3676	0.109	835
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld oost	BS	1709	22	11	0.106	2.7	5.3	6.4	2751	0.085	549
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld oost	BS	2228	67	131	0.118	3.25	6.2	7.4	3534	0.082	745
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld oost	BS	2228	24	9.8	0.102	3.05	6.5	7.3	3573	0.08	654
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld oost	SS	2228	23	9.3	0.131	3.67	6.4	9.5	4344	0.094	1712
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld oost	SS	2644	22	10	0.117	2.94	7.4	8.4	4203	0.098	1133
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld oost	SS	2753	19	8.8	0.122	2.63	8.3	7.4	4648	0.072	844
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld pijler	SSBS	2263	16	9.1	0.09	2.13	6.8	7.4	3490	0.082	383
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld pijler	SSBS	3150	11	14	0.115	2.47	45	17	5089	0.081	399
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld pijler	SSBS	3055	11	9.3	0.082	2.53	12	8.9	4493	0.069	470
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld west	BS	2880	24	11	0.143	3.75	7.9	9.2	4546	0.09	1346
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld west	BS	1963	26	10	0.158	3.62	5.2	9.9	3299	0.103	999
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld west	BS	2669	21	11	0.156	3.37	6.9	11	4070	0.101	945
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld west	SS	2228	26	27	0.107	2.84	6.4	8.1	3929	0.081	841
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld west	SS	2639	23	13	0.145	3.78	8.5	10	4505	0.11	1179
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zld west	SS	1729	19	7	0.096	2.75	5.3	8	3244	0.077	779
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zuidbout	OUD	2336	20	13	0.094	2.55	7.2	7.4	3946	0.098	580
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zuidbout	OUD	2840	22	9.5	0.114	3.46	8.4	7.8	4894	0.098	1276
<i>Asciidiella aspersa</i>	Zuidbout	OUD	2883	25	13	0.115	3.89	8.5	8.8	4962	0.127	1288
<i>Ciona intestinalis</i>	Buitenhaven NJ	T0	2035	6.9	7.1	0.055	1.2	5.6	5.6	2959	0.067	180
<i>Ciona intestinalis</i>	Buitenhaven NJ	T0	1340	6.1	4.67	0.048	0.951	3.79	5.1	1959	0.05	151
<i>Ciona intestinalis</i>	Buitenhaven NJ	T0	1592	6.3	5.7	0.053	1.13	4.27	5.9	2320	0.058	170
<i>Ciona intestinalis</i>	Gorishoek	OUD	1439	8.7	14	0.072	1.9	5	7	2732	0.052	446
<i>Ciona intestinalis</i>	Gorishoek	OUD	1494	8.5	16	0.073	1.91	5.3	6.5	2889	0.051	596
<i>Ciona intestinalis</i>	Gorishoek	OUD	1738	7.8	16	0.088	1.92	5.1	7.3	3375	0.064	521
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-oost	T0	4054	11	12	0.165	2.86	13	8.4	7394	0.085	580
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-oost	T0	4851	11	11	0.12	2.96	14	8.5	6990	0.077	522
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-oost	T0	4573	10	11	0.135	2.68	13	8.7	5785	0.074	422

Soort	Locatie	TDV	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-west	T0	2965	10	8.8	0.103	2.08	10	9.9	3711	0.079	301
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-west	T0	2153	9.9	6	0.079	1.58	11	9.7	2899	0.067	291
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-west	T0	3031	8.9	8.6	0.077	1.9	8.6	8.4	3735	0.058	264
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-west	T0	4105	9.3	11	0.147	3.63	74	46	6745	0.092	674
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-west	T0	4091	13	20	0.118	3.65	14	9.9	7843	0.082	729
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-west	T0	3278	13	12	0.082	2.43	8.9	8.1	4873	0.059	617
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld midden	BS	2263	8.7	5.9	0.085	1.65	7.5	7.2	3979	0.064	244
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld midden	BS	2183	9.6	5.2	0.083	1.62	6.9	7.6	3737	0.07	260
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld midden	BS	1781	7.9	4.88	0.07	1.35	5.4	5.3	3020	0.054	264
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld midden	SS	2123	9	5.8	0.08	1.93	10	7.9	4019	0.069	405
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld midden	SS	2751	12	8.2	0.103	2.35	10	10	5036	0.095	365
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld midden	SS	2569	10	8.2	0.102	2.2	9.5	9.7	4818	0.086	384
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld oost	BS	3204	11	9.6	0.12	2.59	9.6	11	4926	0.074	458
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld oost	BS	3590	17	16	0.149	2.95	10	11	5866	0.092	554
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld oost	BS	2784	11	9.2	0.098	2.78	8.1	9.5	4118	0.07	481
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld oost	SS	3756	20	16	0.144	3.41	12	12	6494	0.103	838
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld oost	SS	4383	11	11	0.142	3	13	11	6602	0.095	527
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld oost	SS	3627	12	10	0.145	2.84	11	10	5794	0.086	563
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld pijler	SSBS	3156	11	9	0.096	2.18	7.8	10	4159	0.084	409
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld pijler	SSBS	1763	8.7	5.3	0.064	1.64	5.3	6.9	2771	0.056	254
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld pijler	SSBS	1995	9.5	16	0.085	1.95	6.1	9.6	2990	0.07	273
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld west	BS	4442	11	11	0.149	3.61	14	15	6324	0.097	572
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld west	BS	6686	14	16	0.198	4.33	18	18	10362	0.123	683
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld west	BS	5010	13	12	0.163	3.23	14	13	6763	0.121	521
<i>Ciona intestinalis</i>	Zuidbout	OUD	3391	12	9.7	0.134	2.48	9.6	8.7	5168	0.092	437
<i>Ciona intestinalis</i>	Zuidbout	OUD	2916	8.9	6.7	0.089	1.92	8.3	7	4388	0.073	335
<i>Ciona intestinalis</i>	Zuidbout	OUD	3708	11	9.8	0.114	2.44	9.1	7.5	5188	0.075	695
<i>Crassostrea gigas</i>	Gorishoek	OUD	8.1	13	0.189	0.632	0.194	0.127	59	152	0.136	33

Soort	Locatie	TDV	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn
<i>Crassostrea gigas</i>	Gorishoek	OUD	11	13	0.282	0.637	0.23	0.156	57	180	0.149	48
<i>Crassostrea gigas</i>	Gorishoek	OUD	7.7	12	0.175	0.559	0.219	0.169	70	146	0.146	27
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek midden	BS	63	22	0.533	1.46	0.342	0.42	85	331	0.225	47
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek midden	BS	33	21	0.357	1.12	0.324	0.332	70	247	0.221	43
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek midden	BS	55	20	0.532	1.64	0.399	0.411	113	281	0.251	53
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek oost	SS	65	15	0.372	1.61	0.322	0.442	92	269	0.213	40
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek oost	SS	41	19	0.298	1.51	0.314	0.399	134	275	0.212	47
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek oost	SS	48	14	0.299	0.979	0.266	0.375	89	255	0.17	35
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek west	OUD	26	30	0.612	1.07	0.848	72	79	4995	0.239	57
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek west	OUD	39	19	0.422	1.15	0.349	0.365	77	254	0.222	39
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek west	OUD	25	17	0.374	1.36	0.376	0.332	99	260	0.255	42
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-oost	TO	12	13	0.22	0.662	0.218	0.114	75	145	0.094	42
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-oost	TO	18	12	0.22	0.692	0.209	0.136	76	143	0.112	26
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-oost	TO	19	11	0.254	0.644	0.222	0.161	69	142	0.102	30
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-west	TO	16	16	0.257	1.1	0.287	0.169	123	185	0.155	25
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-west	TO	6.2	14	0.169	1.02	0.259	0.163	114	163	0.171	27
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-west	TO	7.3	17	0.227	0.904	0.28	0.133	135	147	0.152	30
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-west	TO	26	14	0.376	0.883	0.272	0.197	111	174	0.13	37
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-west	TO	23	14	0.376	0.906	0.262	0.184	70	167	0.127	35
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-west	TO	19	13	0.358	0.792	0.265	0.175	80	161	0.135	46
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld midden	SS	10	13	0.249	0.608	0.207	0.286	75	151	0.111	46
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld midden	SS	31	14	0.377	0.791	0.228	0.212	72	178	0.154	44
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld midden	SS	12	13	0.278	0.735	0.233	0.316	86	167	0.141	32
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld oost	BS	5.7	15	0.187	0.991	0.305	0.175	105	149	0.212	37
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld oost	BS	5.3	16	0.228	1.2	0.313	0.162	104	184	0.211	46
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld oost	BS	18	15	0.57	1.01	0.265	0.208	109	174	0.213	47
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld oost	SS	5	18	0.159	0.894	0.266	0.142	80	170	0.186	66
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld oost	SS	7.4	17	0.205	1.15	0.304	0.212	87	171	0.281	53

Soort	Locatie	TDV	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld oost	SS	10	15	0.21	1.04	0.263	0.428	95	172	0.179	51
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld pijler	SSBS	6.7	15	0.251	0.732	0.176	0.114	73	130	0.135	34
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld pijler	SSBS	8.1	17	0.306	0.562	0.186	0.164	72	130	0.141	33
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld pijler	SSBS	13	32	0.403	0.853	0.244	0.157	145	146	0.17	31
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld west	BS	13	17	0.211	1.13	0.339	0.233	138	196	0.198	79
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld west	BS	19	16	0.239	1.12	0.323	0.239	119	172	0.192	53
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld west	BS	9	15	0.17	1.03	0.272	0.186	106	176	0.155	42
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld west	SS	6.5	17	0.203	1.09	0.326	0.223	120	190	0.189	71
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld west	SS	8.6	16	0.194	1.19	0.321	0.22	135	192	0.199	54
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld west	SS	8.2	18	0.202	1.06	0.316	0.209	135	220	0.195	62
<i>Crassostrea gigas</i>	Zuidbout	OUD	7.1	11	0.497	0.748	0.23	0.124	91	140	0.126	27
<i>Crassostrea gigas</i>	Zuidbout	OUD	5.2	15	0.515	0.684	0.245	0.127	83	119	0.136	40
<i>Crassostrea gigas</i>	Zuidbout	OUD	6.5	11	0.567	0.634	0.211	0.136	80	133	0.105	35
<i>Fucus vesiculosus</i>	Gorishoek	OUD	168	31	17	0.242	0.806	0.658	1.25	287	0.02	185
<i>Fucus vesiculosus</i>	Gorishoek	OUD	229	31	17	0.225	0.926	1	1.29	408	0.02	186
<i>Fucus vesiculosus</i>	Schelphoek midden	OUD	107	45	20	0.37	1.35	0.539	1.69	253	0.038	178
<i>Fucus vesiculosus</i>	Schelphoek midden	OUD	322	53	21	0.487	1.86	1.03	2.32	418	0.045	235
<i>Fucus vesiculosus</i>	Schelphoek oost	OUD	856	43	17	0.252	1.93	3.27	3.07	1534	0.037	237
<i>Fucus vesiculosus</i>	Schelphoek oost	OUD	1164	42	15	0.234	2.05	4.05	3.5	2070	0.042	275
<i>Fucus vesiculosus</i>	Schelphoek west	OUD	185	55	20	0.692	2.11	0.723	2.77	398	0.039	270
<i>Fucus vesiculosus</i>	Schelphoek west	OUD	418	54	20	0.601	2.18	1.01	2.69	577	0.042	298
<i>Fucus vesiculosus</i>	Wemeldinge-oost	T0	336	28	16	0.296	1.16	2.22	2.46	575	0.017	188
<i>Fucus vesiculosus</i>	Wemeldinge-oost	T0	321	29	17	0.336	1.35	1.37	2.45	489	0.018	193
<i>Fucus vesiculosus</i>	Wemeldinge-west	T0	522	29	20	0.275	1.38	1.84	2.8	884	0.024	267
<i>Fucus vesiculosus</i>	Wemeldinge-west	T0	595	29	18	0.305	1.7	2.3	2.72	1000	0.022	315
<i>Fucus vesiculosus</i>	Zld midden	REF	228	45	22	0.369	1.32	0.995	2.12	471	0.03	229
<i>Fucus vesiculosus</i>	Zld midden	REF	269	42	18	0.294	1.2	1.12	1.86	491	0.03	194
<i>Fucus vesiculosus</i>	Zld oost	OUD	531	44	22	0.505	1.79	1.97	2.86	1049	0.04	288

Soort	Locatie	TDV	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn
<i>Fucus vesiculosus</i>	Zld oost	OUD	502	43	22	0.418	1.66	1.82	2.67	918	0.04	266
<i>Fucus vesiculosus</i>	Zld west	OUD	549	40	21	0.456	1.88	1.99	3.01	1019	0.039	300
<i>Fucus vesiculosus</i>	Zld west	OUD	694	49	25	0.552	1.97	2.5	3.41	1338	0.044	337
<i>Homarus gammarus</i>	Gorishoek	OUD	3.22	15	0.886	0.329	0.349	0.18	97	20	0.364	14
<i>Homarus gammarus</i>	Gorishoek	OUD	2.81	28	0.592	1.42	0.419	0.074	406	28	0.575	20
<i>Homarus gammarus</i>	Gorishoek	OUD	6.6	23	1.3	0.573	0.397	0.874	98	30	0.496	18
<i>Homarus gammarus</i>	Gorishoek	OUD	4.59	22	0.673	0.474	0.288	0.51	212	31	0.555	12
<i>Homarus gammarus</i>	Gorishoek	OUD	3.58	20	0.641	0.775	0.212	0.395	139	26	0.528	11
<i>Homarus gammarus</i>	Wemeldinge	T0	9.1	23	0.983	0.651	0.32	0.844	94	38	0.512	15
<i>Homarus gammarus</i>	Wemeldinge	T0	9.4	31	0.569	1.31	0.527	0.196	89	34	1	19
<i>Homarus gammarus</i>	Wemeldinge	T0	2.67	25	0.375	1.01	0.265	0.07	107	19	0.52	13
<i>Homarus gammarus</i>	Wemeldinge	T0	6.6	32	2.13	0.896	0.621	3.54	156	39	0.839	11
<i>Homarus gammarus</i>	Wemeldinge	T0	3.2	28	0.29	0.761	0.465	0.153	140	25	0.47	11
<i>Homarus gammarus</i>	Zld oost	SS	11	19	1.16	0.458	0.205	0.813	50	98	0.644	15
<i>Homarus gammarus</i>	Zld oost	SS	3.05	24	0.975	0.713	0.244	0.254	57	22	0.93	14
<i>Homarus gammarus</i>	Zld oost	SS	5.6	17	1.09	2.07	0.232	0.345	57	28	0.775	12
<i>Homarus gammarus</i>	Zld oost	SS	1.45	12	0.174	0.892	0.215	0.043	69	18	0.617	5.7
<i>Homarus gammarus</i>	Zld oost	SS	3.59	26	0.946	0.397	0.327	0.268	71	17	0.776	15
<i>Homarus gammarus</i>	Zld west	SSBS	2.05	29	0.115	0.962	0.338	0.082	44	24	0.919	6.9
<i>Homarus gammarus</i>	Zld west	SSBS	2.38	18	0.638	0.79	0.451	0.177	145	37	0.423	10
<i>Homarus gammarus</i>	Zld west	SSBS	7.7	21	0.422	0.666	0.451	0.436	73	31	0.479	12
<i>Homarus gammarus</i>	Zld west	SSBS	3	30	0.503	0.675	0.708	0.793	95	21	0.667	11
<i>Homarus gammarus</i>	Zld west	SSBS	9.4	28	0.834	0.724	0.209	0.62	86	36	0.789	15
<i>Homarus gammarus</i>	Zuidbout	OUD	4.71	30	1.73	0.9	0.418	0.685	90	44	1.09	16
<i>Homarus gammarus</i>	Zuidbout	OUD	5.3	21	1.04	0.826	0.253	1.62	58	31	0.639	11
<i>Homarus gammarus</i>	Zuidbout	OUD	1.94	19	0.824	0.642	0.383	0.208	62	27	0.68	9.5
<i>Homarus gammarus</i>	Zuidbout	OUD	2.03	19	0.473	0.579	0.206	0.292	46	28	0.653	11
<i>Homarus gammarus</i>	Zuidbout	OUD	15	24	0.512	0.777	0.397	0.478	56	59	0.923	10

Soort	Locatie	TDV	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn
<i>Mytilus edulis</i>	Schelphoek midden	BS	628	13	2.4	0.42	1.52	36	48	2218	0.268	42
<i>Mytilus edulis</i>	Schelphoek midden	BS	703	11	2.8	0.415	1.56	37	50	1921	0.264	46
<i>Mytilus edulis</i>	Schelphoek midden	BS	470	13	2.24	0.435	1.89	41	35	3767	0.231	47
<i>Mytilus edulis</i>	Zld pijler	SSBS	7.8	12	0.309	0.556	0.606	0.279	8.6	86	0.146	7.6
<i>Mytilus edulis</i>	Zld pijler	SSBS	8.2	12	0.22	0.54	0.517	0.284	7.8	81	0.139	7.9
<i>Mytilus edulis</i>	Zld pijler	SSBS	9.5	12	0.3	0.529	0.522	0.296	6.6	92	0.152	11
<i>Ostrea edulis</i>	Zld oost	SS	22	12	0.281	1.03	0.265	0.312	91	199	0.154	21
<i>Ostrea edulis</i>	Zld west	BS	9.6	11	0.183	0.893	0.282	0.224	98	168	0.135	16
<i>Ostrea edulis</i>	Zld west	SS	17	12	0.22	0.944	0.288	0.221	106	230	0.153	18
<i>Styela clava</i>	Gorishoek	OUD	1201	8.3	12	0.046	2.39	6.3	7.1	2534	0.044	561
<i>Styela clava</i>	Gorishoek	OUD	1047	6.4	7.4	0.044	2	5.1	5.6	1978	0.034	409
<i>Styela clava</i>	Gorishoek	OUD	799	8.3	12	0.036	2.1	4.46	5.6	1613	0.029	418
<i>Styela clava</i>	Schelphoek midden	BS	2571	11	20	0.073	3.47	23	9.9	3921	0.057	395
<i>Styela clava</i>	Schelphoek midden	BS	2092	8.2	11	0.045	2.63	8.7	6.1	2936	0.049	292
<i>Styela clava</i>	Schelphoek midden	BS	2554	6.5	9	0.057	3	9.4	8.3	3418	0.057	367
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-oost	TO	2891	7.1	9.7	0.053	3.65	9.9	8.1	4493	0.062	711
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-oost	TO	3256	8.2	8.4	0.052	3.96	11	8.4	5114	0.057	680
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-oost	TO	2746	11	12	0.073	3.81	12	8.5	4745	0.063	1259
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-west	TO	1916	12	8.7	0.077	5.3	20	14	3334	0.057	1515
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-west	TO	1731	8.7	7.5	0.067	3.44	7	11	2206	0.058	566
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-west	TO	1404	13	15	0.042	3.39	7.1	8.5	1893	0.048	1018
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-west	TO	3308	18	28	0.059	4.88	12	10	5500	0.077	748
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-west	TO	2782	7.7	9.7	0.047	3.8	10	8.2	4123	0.057	737
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-west	TO	3837	16	36	0.05	4.95	14	11	5712	0.074	718
<i>Styela clava</i>	Zld midden	BS	1185	8.7	6.2	0.043	3.3	6.1	8	2221	0.058	565
<i>Styela clava</i>	Zld midden	BS	1246	6.7	4.58	0.046	1.8	5.3	7.3	2022	0.053	275
<i>Styela clava</i>	Zld midden	BS	1108	7	4.57	0.04	2.9	4.04	7.3	1733	0.051	464
<i>Styela clava</i>	Zld midden	SS	1086	12	17	0.043	4.11	8	7	3068	0.068	1475

Soort	Locatie	TDV	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn
<i>Styela clava</i>	Zld midden	SS	1293	8.4	6.6	0.04	3.11	7.3	8.1	2880	0.059	786
<i>Styela clava</i>	Zld midden	SS	1354	26	16	0.056	3.21	7.2	7.1	5258	0.069	1141
<i>Styela clava</i>	Zld oost	BS	1637	8.8	8.9	0.049	3.53	5.5	7.2	2656	0.046	619
<i>Styela clava</i>	Zld oost	BS	1662	10	22	0.047	3.84	5.5	7.3	2584	0.058	609
<i>Styela clava</i>	Zld oost	BS	1467	6.9	5.7	0.047	3.09	5.3	6.9	2330	0.053	494
<i>Styela clava</i>	Zld oost	SS	1896	23	61	0.05	3.35	8.6	8.4	3198	0.061	660
<i>Styela clava</i>	Zld oost	SS	1738	5.9	7.1	0.026	3.35	6.8	7.1	2747	0.053	589
<i>Styela clava</i>	Zld oost	SS	1612	7.2	8	0.038	2.62	7.5	6.9	2466	0.054	497
<i>Styela clava</i>	Zld pijler	SSBS	1283	16	9.1	0.039	3.08	4.79	7.1	2042	0.053	516
<i>Styela clava</i>	Zld pijler	SSBS	1144	41	86	0.04	2.1	4.27	6.6	1670	0.047	350
<i>Styela clava</i>	Zld pijler	SSBS	1076	8.4	5.1	0.035	2.82	4	7.3	1628	0.057	467
<i>Styela clava</i>	Zld west	BS	2427	8.5	9.2	0.06	3.99	8.1	10	3564	0.071	625
<i>Styela clava</i>	Zld west	BS	2258	7.5	7.4	0.056	4.2	7.4	9.4	3243	0.061	664
<i>Styela clava</i>	Zld west	BS	2242	11	23	0.069	4.24	7.9	9.8	3092	0.059	647
<i>Styela clava</i>	Zld west	SS	2072	14	19	0.065	3.81	9.3	8.9	3600	0.055	727
<i>Styela clava</i>	Zld west	SS	2603	9.1	9	0.074	4.25	9.1	11	5137	0.073	746
<i>Styela clava</i>	Zld west	SS	1919	8.6	8.9	0.056	3.7	9.5	8.2	3850	0.06	890
<i>Styela clava</i>	Zuidbout	OUD	2017	11	7.9	0.051	3.52	7.5	8	4007	0.062	809
<i>Styela clava</i>	Zuidbout	OUD	1800	9.5	6.8	0.037	3.93	6.6	7.1	3128	0.056	757
<i>Styela clava</i>	Zuidbout	OUD	1482	7.2	4.49	0.039	2.45	5.4	6.5	2551	0.05	510

Tabel 11: Gehalten aan de zware metalen molybdeen (Mo), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb), seleen (Se), tin (Sn), vanadium (V) en zink (Zn) in mg/kg droge stof, pollution load index (-) en droge stof (%) voor soorten bemonsterd op locaties in de Oosterschelde. TDV= type dijkversteving waarbij TO = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.

Soort	Locatie	TDV	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
<i>Ascidella aspersa</i>	Buitenhaven NJ	TO	1.44	2.46	3.44	<0.151	2.01	<0.302	0.294	47	5.3	6.6
<i>Ascidella aspersa</i>	Buitenhaven NJ	TO	0.966	2.27	3.74	<0.152	1.98	0.304	0.3	60	5.2	6.6
<i>Ascidella aspersa</i>	Buitenhaven NJ	TO	0.979	2.37	3.39	0.15	1.9	0.3	0.25	53	4.9	6.7
<i>Ascidella aspersa</i>	Gorishoek	OUD	1.44	4.15	6.1	<0.138	2.23	<0.275	0.193	83	7.9	7.3
<i>Ascidella aspersa</i>	Gorishoek	OUD	1.17	4.45	6.4	<0.153	3.23	<0.306	0.306	89	8.9	6.5
<i>Ascidella aspersa</i>	Gorishoek	OUD	1.73	5.4	8.3	<0.147	3.07	0.337	0.24	111	11	6.8
<i>Ascidella aspersa</i>	Schelphoek midden	BS	9.9	5.8	7.8	<0.137	5.5	<0.512	0.317	153	14	7.3
<i>Ascidella aspersa</i>	Schelphoek midden	BS	6.7	7.7	10	<0.128	4.98	<0.433	0.258	148	15	7.8
<i>Ascidella aspersa</i>	Schelphoek midden	BS	8.1	4.46	5.5	<0.132	4.2	<0.6	0.204	108	9.7	7.6
<i>Ascidella aspersa</i>	Wemeldinge-oost	TO	2.02	8	9.9	<0.058	2.85	<0.116	0.208	100	13	17
<i>Ascidella aspersa</i>	Wemeldinge-oost	TO	1.45	6.3	7.9	<0.061	2.82	<0.122	0.176	90	11	16
<i>Ascidella aspersa</i>	Wemeldinge-oost	TO	1.47	8.3	12	<0.137	2.51	<0.273	0.186	102	15	7.3
<i>Ascidella aspersa</i>	Wemeldinge-west	TO	3.2	6.4	9.6	0.052	3.73	<0.104	0.2	116	13	19
<i>Ascidella aspersa</i>	Wemeldinge-west	TO	1.76	6.5	5.7	0.061	3.42	0.123	0.171	103	11	16
<i>Ascidella aspersa</i>	Wemeldinge-west	TO	2.18	7.5	6.6	0.064	3.57	0.531	0.206	121	13	16
<i>Ascidella aspersa</i>	Wemeldinge-west	TO	1.81	5.4	9.4	0.038	3.01	0.076	0.149	89	11	26
<i>Ascidella aspersa</i>	Wemeldinge-west	TO	1.46	7	13	0.026	3.09	0.051	0.145	87	12	39
<i>Ascidella aspersa</i>	Wemeldinge-west	TO	2.36	8.8	19	0.041	3.45	0.083	0.191	117	15	24
<i>Ascidella aspersa</i>	Zld midden	BS	3.45	5.3	7.8	<0.135	3.69	<0.27	0.325	89	11	7.4
<i>Ascidella aspersa</i>	Zld midden	BS	1.34	4.28	6.1	<0.149	2.75	<0.298	0.287	93	8.1	6.7
<i>Ascidella aspersa</i>	Zld midden	BS	1.28	4.83	6.8	<0.139	2.59	<0.372	0.276	77	8.6	7.2
<i>Ascidella aspersa</i>	Zld midden	SS	2.86	4.08	6.7	<0.132	2.71	<0.264	0.25	84	8.9	7.6
<i>Ascidella aspersa</i>	Zld midden	SS	3.97	4.91	7.9	<0.144	2.75	<0.388	0.304	98	11	7
<i>Ascidella aspersa</i>	Zld midden	SS	3.36	4.79	8.5	<0.147	3.7	0.293	0.248	103	13	6.8
<i>Ascidella aspersa</i>	Zld oost	BS	3.22	4.17	5.3	<0.142	4.29	0.285	0.174	100	9.3	7

Soort	Locatie	TDV	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
<i>Ascidrella aspersa</i>	Zld oost	BS	3.15	4.46	6.5	<0.135	4.36	0.271	0.131	97	13	7.4
<i>Ascidrella aspersa</i>	Zld oost	BS	2.61	4.53	6.4	0.144	4.51	0.289	0.145	95	9.8	6.9
<i>Ascidrella aspersa</i>	Zld oost	SS	3.03	79	7.1	<0.138	4.53	<0.276	0.161	135	14	7.3
<i>Ascidrella aspersa</i>	Zld oost	SS	3.02	4.61	7.6	<0.136	4.02	<0.531	0.208	109	11	7.4
<i>Ascidrella aspersa</i>	Zld oost	SS	4.07	4.66	7.4	<0.152	3.44	<0.431	0.163	90	10	6.6
<i>Ascidrella aspersa</i>	Zld pijler	SSBS	2.55	4.3	8.8	<0.141	3.36	0.281	0.28	276	9.9	7.1
<i>Ascidrella aspersa</i>	Zld pijler	SSBS	2.55	23	14	<0.143	2.59	0.286	0.253	90	13	7
<i>Ascidrella aspersa</i>	Zld pijler	SSBS	2.69	7.2	12	<0.147	2.54	<0.294	0.278	86	10	6.8
<i>Ascidrella aspersa</i>	Zld west	BS	3.56	5.9	8.1	<0.14	4.64	<0.307	0.147	132	12	7.5
<i>Ascidrella aspersa</i>	Zld west	BS	3.71	5.3	6.5	<0.144	5.4	<0.287	0.184	147	12	7
<i>Ascidrella aspersa</i>	Zld west	BS	5.4	5.4	8.1	<0.144	4.75	<1.15	0.233	133	12	7
<i>Ascidrella aspersa</i>	Zld west	SS	2.83	4.51	6.5	<0.139	3.96	<0.277	0.16	104	11	7.2
<i>Ascidrella aspersa</i>	Zld west	SS	3.03	5.7	8.3	<0.146	4.72	<0.283	0.204	142	13	7.1
<i>Ascidrella aspersa</i>	Zld west	SS	2.89	4.1	5.4	<0.132	3.78	<0.265	0.169	352	9.8	7.6
<i>Ascidrella aspersa</i>	Zuidbout	OUD	2.18	4.86	6.6	<0.152	2.9	<0.304	0.18	95	9.7	6.6
<i>Ascidrella aspersa</i>	Zuidbout	OUD	2.15	5.4	8.1	<0.146	3.87	<0.291	0.152	105	11	6.9
<i>Ascidrella aspersa</i>	Zuidbout	OUD	2.3	5.7	9.1	<0.153	4.13	<0.306	0.178	127	12	6.5
<i>Ciona intestinalis</i>	Buitenhaven NJ	T0	0.635	3.29	5.2	0.166	2.13	0.332	0.129	69	5.8	6
<i>Ciona intestinalis</i>	Buitenhaven NJ	T0	0.556	102	3.44	<0.17	1.75	<0.34	0.118	64	5.7	5.9
<i>Ciona intestinalis</i>	Buitenhaven NJ	T0	0.751	3.2	4.15	<0.173	1.88	<0.812	0.118	77	5.3	5.8
<i>Ciona intestinalis</i>	Gorishoek	OUD	0.725	3.57	4.42	<0.145	2.73	<0.29	0.125	102	6.8	6.9
<i>Ciona intestinalis</i>	Gorishoek	OUD	0.824	3.45	4.7	<0.143	2.49	<0.286	0.104	94	6.9	7
<i>Ciona intestinalis</i>	Gorishoek	OUD	0.905	3.7	5.7	<0.147	2.84	<0.294	0.171	110	7.7	6.8
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-oost	T0	1.33	6.4	10	<0.168	2.55	<0.337	0.155	126	11	5.9
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-oost	T0	1.21	6.9	8.5	<0.113	2.8	<0.57	0.152	113	11	8.9
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-oost	T0	1.34	7.1	8.7	<0.141	2.42	<0.599	0.165	100	10	7.1
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-west	T0	1.16	5.5	5.8	0.143	2.44	0.286	0.125	82	8.3	7
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-west	T0	1.06	5.8	3.89	0.122	2.52	0.244	0.12	95	7.3	8.2

Soort	Locatie	TDV	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-west	T0	0.89	4.6	4.68	0.12	2.36	0.239	0.13	88	7.3	8.4
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-west	T0	2.69	38	9	0.042	2.35	0.084	0.133	110	15	24
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-west	T0	1.21	7.5	12	0.163	2.71	0.326	0.147	114	12	6.1
<i>Ciona intestinalis</i>	Wemeldinge-west	T0	1.06	4.45	6.9	0.037	1.81	0.073	0.124	67	8.4	27
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld midden	BS	0.909	4.2	5.9	<0.152	2.87	<0.304	0.144	100	7.2	6.6
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld midden	BS	0.943	4.1	5.5	<0.167	2.94	0.334	0.143	101	7.1	6
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld midden	BS	0.761	3.24	4.69	<0.15	2.11	0.301	0.106	86	5.8	6.6
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld midden	SS	0.914	4.97	6	<0.147	2.49	<0.293	0.15	95	7.7	6.8
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld midden	SS	1.28	5.7	8.5	<0.152	2.93	0.304	0.169	115	9.5	6.6
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld midden	SS	1.3	5.4	7.7	0.148	2.86	<0.295	0.176	116	9.1	6.8
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld oost	BS	1.37	5.5	8.1	<0.141	2.54	<0.283	0.141	101	9.4	7.1
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld oost	BS	1.44	5.8	9.2	<0.144	3.52	<0.292	0.171	122	11	7
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld oost	BS	1.23	5.3	6.9	0.146	2.5	<0.317	0.148	93	8.8	6.9
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld oost	SS	1.8	311	10	<0.139	3.13	0.278	0.167	140	16	7.2
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld oost	SS	1.13	7.9	10	<0.146	3.25	<0.345	0.19	114	11	6.9
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld oost	SS	1.32	13	9.2	<0.146	3.17	<0.292	0.174	111	11	6.9
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld pijler	SSBS	1.13	4.89	13	<0.151	3.14	<0.429	0.189	121	9.4	6.6
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld pijler	SSBS	0.815	3.88	7.7	<0.149	2.35	<0.299	0.096	84	6.3	6.7
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld pijler	SSBS	1.07	4.35	8.2	<0.149	2.82	<0.299	0.142	104	8	6.7
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld west	BS	1.75	7.7	11	<0.158	3.33	<1.21	0.175	128	12	6.3
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld west	BS	2.2	9.7	15	<0.147	3.72	<0.498	0.248	475	17	6.8
<i>Ciona intestinalis</i>	Zld west	BS	1.45	7.5	11	<0.155	4.14	0.309	0.214	125	13	6.5
<i>Ciona intestinalis</i>	Zuidbout	OUD	1.18	5.5	7.8	<0.164	2.8	<0.329	0.135	116	9.6	6.1
<i>Ciona intestinalis</i>	Zuidbout	OUD	0.918	4.49	6.4	<0.165	2.5	<0.329	0.164	94	7.8	6.1
<i>Ciona intestinalis</i>	Zuidbout	OUD	1.14	5	8.3	<0.161	2.37	<0.414	0.165	103	9.4	6.2
<i>Crassostrea gigas</i>	Gorishoek	OUD	0.592	0.178	0.524	<0.084	3.09	<0.168	0.887	1617	2.54	12
<i>Crassostrea gigas</i>	Gorishoek	OUD	0.722	0.383	0.516	<0.09	3.01	<0.18	0.948	1668	3.01	11
<i>Crassostrea gigas</i>	Gorishoek	OUD	0.654	0.258	0.421	<0.096	2.81	<0.193	0.839	1568	2.57	10

Soort	Locatie	TDV	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek midden	BS	1.4	0.5	0.804	<0.09	4.09	<0.181	1.59	2253	5.3	11
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek midden	BS	1.12	0.524	0.69	<0.105	3.93	0.21	1.46	1829	4.42	9.5
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek midden	BS	1.56	0.667	0.824	<0.108	3.89	0.217	1.7	2612	5.6	9.2
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek oost	SS	1.07	0.533	0.956	<0.096	3.54	<0.191	1.16	1879	4.78	10
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek oost	SS	1.48	0.464	0.852	<0.1	3.9	<0.199	1.28	2752	4.95	10
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek oost	SS	1.3	0.455	0.745	<0.092	3.51	<0.184	1.07	1651	4.12	11
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek west	OUD	2.62	23	1.12	<0.115	3.63	<0.23	1.8	3045	12	8.7
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek west	OUD	1.24	0.443	0.815	<0.116	3.61	0.232	1.18	2473	4.58	8.6
<i>Crassostrea gigas</i>	Schelphoek west	OUD	1.51	0.359	0.684	<0.118	3.63	0.237	1.19	3682	4.62	8.4
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-oost	T0	0.568	0.301	0.423	<0.085	3.34	<0.17	0.493	1310	2.57	12
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-oost	T0	0.508	0.237	0.454	<0.098	3.03	<0.195	0.489	1503	2.57	10
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-oost	T0	0.606	0.273	0.437	<0.116	2.93	0.232	0.546	1309	2.64	8.6
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-west	T0	2.08	0.244	0.459	0.069	3.92	0.138	0.949	2145	3.53	15
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-west	T0	1.78	0.248	0.431	0.079	3.84	0.158	0.929	1806	3.09	13
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-west	T0	2.22	0.276	0.404	0.082	3.92	0.164	0.997	2214	3.28	12
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-west	T0	0.75	0.378	0.427	0.121	3.26	0.242	0.738	1777	3.39	8.3
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-west	T0	0.629	0.296	0.486	0.098	3.22	0.195	0.639	1313	3.08	10
<i>Crassostrea gigas</i>	Wemeldinge-west	T0	0.686	0.35	0.462	0.118	3.38	0.236	0.563	1439	3.12	8.5
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld midden	SS	0.6	0.216	0.433	0.089	3.31	<0.179	0.803	1273	2.79	11
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld midden	SS	0.745	0.25	0.514	<0.085	3.2	<0.169	1.02	1340	3.32	12
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld midden	SS	0.772	0.261	0.535	<0.093	3.82	<0.187	1.05	1529	3.16	11
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld oost	BS	0.754	0.376	0.541	<0.107	3.93	<0.214	0.808	2455	3.21	9.4
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld oost	BS	0.79	0.437	0.627	<0.113	4.03	<0.226	0.849	2647	3.46	8.8
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld oost	BS	0.777	0.417	0.615	<0.106	3.94	0.212	0.802	2514	3.88	9.4
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld oost	SS	0.658	0.433	0.546	<0.097	4.5	<0.194	0.687	1783	3.09	10
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld oost	SS	1.04	0.425	0.603	<0.109	3.97	<0.218	0.873	1663	3.56	9.2
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld oost	SS	0.729	0.383	0.636	<0.098	3.96	<0.195	0.865	1722	3.53	10
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld pijler	SSBS	0.539	0.174	0.403	<0.088	3.31	<0.177	0.744	1193	2.46	11

Soort	Locatie	TDV	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld pijler	SSBS	0.57	0.178	0.411	<0.073	3.17	<0.147	0.676	1057	2.54	14
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld pijler	SSBS	0.778	0.224	0.469	<0.092	3.22	<0.184	1.04	2630	3.48	11
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld west	BS	0.839	0.524	0.628	<0.101	4.52	<0.202	1.16	2094	4.06	9.9
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld west	BS	0.723	0.481	0.532	<0.099	3.95	<0.197	1.02	1869	3.79	10
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld west	BS	0.639	0.45	0.507	<0.088	4.19	0.176	0.967	1626	3.22	11
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld west	SS	0.796	0.533	0.636	<0.096	4.31	<0.193	1.06	2170	3.73	10
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld west	SS	0.732	0.505	0.652	<0.102	4.6	<0.205	1.08	2677	3.82	9.8
<i>Crassostrea gigas</i>	Zld west	SS	0.818	0.549	0.633	<0.099	4.71	<0.197	1.16	2724	3.93	10
<i>Crassostrea gigas</i>	Zuidbout	OUD	0.423	0.187	0.41	<0.082	3.2	<0.164	1.35	1920	2.74	12
<i>Crassostrea gigas</i>	Zuidbout	OUD	0.442	0.271	0.422	<0.095	3.31	0.189	1.54	2130	2.9	11
<i>Crassostrea gigas</i>	Zuidbout	OUD	0.39	0.232	0.419	<0.096	3.01	0.192	1.34	1870	2.71	10
<i>Fucus vesiculosus</i>	Gorishoek	OUD	0.202	2.46	0.436	<0.029	0.067	0.058	0.001	33	1.73	35
<i>Fucus vesiculosus</i>	Gorishoek	OUD	0.19	2.99	0.551	<0.034	0.078	<0.068	0.001	32	1.96	29
<i>Fucus vesiculosus</i>	Schelphoek midden	OUD	0.256	4.11	0.794	<0.042	0.067	<0.085	0.001	35	2.15	24
<i>Fucus vesiculosus</i>	Schelphoek midden	OUD	0.303	5.7	1.23	<0.042	0.11	<0.084	0.002	43	3.12	24
<i>Fucus vesiculosus</i>	Schelphoek oost	OUD	0.414	6.1	2.59	<0.046	0.134	<0.093	0.006	41	4.18	22
<i>Fucus vesiculosus</i>	Schelphoek oost	OUD	0.417	6.4	3.37	<0.05	0.155	0.101	0.007	43	4.66	20
<i>Fucus vesiculosus</i>	Schelphoek west	OUD	0.591	5.8	1.41	<0.038	0.121	0.076	0.003	50	3.3	26
<i>Fucus vesiculosus</i>	Schelphoek west	OUD	0.852	6.5	1.69	<0.041	0.145	0.082	0.003	58	3.91	24
<i>Fucus vesiculosus</i>	Wemeldinge-oost	T0	0.49	3.4	0.746	<0.045	0.075	0.045	0.002	43	2.57	48
<i>Fucus vesiculosus</i>	Wemeldinge-oost	T0	0.412	4.22	0.758	<0.042	0.079	0.054	0.002	47	2.57	37
<i>Fucus vesiculosus</i>	Wemeldinge-west	T0	0.443	3.54	1.26	0.039	0.117	0.067	0.002	42	3.11	33
<i>Fucus vesiculosus</i>	Wemeldinge-west	T0	0.575	4.79	1.44	0.046	0.132	0.077	0.003	47	3.51	35
<i>Fucus vesiculosus</i>	Zld midden	REF	0.761	4.44	1.01	<0.046	0.085	<0.091	0.002	44	2.84	22
<i>Fucus vesiculosus</i>	Zld midden	REF	0.559	3.8	0.989	<0.046	0.075	0.092	0.002	41	2.63	22
<i>Fucus vesiculosus</i>	Zld oost	OUD	0.771	6.5	1.72	0.035	0.113	<0.071	0.003	62	4.11	28
<i>Fucus vesiculosus</i>	Zld oost	OUD	0.738	6.4	1.86	<0.035	0.108	<0.07	0.003	45	3.85	28
<i>Fucus vesiculosus</i>	Zld west	OUD	0.864	7.3	2.04	<0.042	0.142	<0.084	0.004	47	4.19	24

Soort	Locatie	TDV	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
<i>Fucus vesiculosus</i>	Zld west	OUD	1.4	7.5	2.32	<0.043	0.153	<0.099	0.004	57	4.97	23
<i>Homarus gammarus</i>	Gorishoek	OUD	0.263	0.545	0.052	<0.032	2.42	<0.065	0.116	99	1.6	31
<i>Homarus gammarus</i>	Gorishoek	OUD	0.406	0.328	0.031	<0.038	3.02	<0.076	0.11	227	2.03	26
<i>Homarus gammarus</i>	Gorishoek	OUD	0.397	0.742	0.05	<0.037	4.64	0.074	0.116	119	2.36	27
<i>Homarus gammarus</i>	Gorishoek	OUD	0.317	1.16	0.044	<0.039	3.53	<0.077	0.112	114	2.11	26
<i>Homarus gammarus</i>	Gorishoek	OUD	0.35	0.431	0.034	<0.033	4.05	<0.066	0.096	169	1.86	31
<i>Homarus gammarus</i>	Wemeldinge	T0	0.337	1.31	0.053	<0.037	2.8	<0.074	0.166	112	2.4	27
<i>Homarus gammarus</i>	Wemeldinge	T0	0.359	0.487	0.05	<0.047	4.22	0.094	0.289	306	2.59	21
<i>Homarus gammarus</i>	Wemeldinge	T0	0.403	0.224	0.018	<0.035	2.98	0.069	0.136	205	1.53	29
<i>Homarus gammarus</i>	Wemeldinge	T0	0.438	2.1	0.078	<0.038	7.9	0.139	0.322	216	3.81	26
<i>Homarus gammarus</i>	Wemeldinge	T0	0.35	0.37	0.035	<0.044	3.12	<0.088	0.14	162	1.76	23
<i>Homarus gammarus</i>	Zld oost	SS	0.293	0.912	0.061	<0.029	2.54	<0.057	0.886	93	2.53	35
<i>Homarus gammarus</i>	Zld oost	SS	0.33	0.637	0.029	<0.031	5.1	<0.062	0.409	118	2.02	32
<i>Homarus gammarus</i>	Zld oost	SS	0.284	0.378	0.042	<0.026	2.81	0.052	0.676	100	2.16	38
<i>Homarus gammarus</i>	Zld oost	SS	0.232	0.183	0.015	<0.027	1.53	0.051	0.226	163	1.09	38
<i>Homarus gammarus</i>	Zld oost	SS	0.258	0.781	0.028	<0.034	3.38	0.067	0.292	94	1.87	30
<i>Homarus gammarus</i>	Zld west	SSBS	0.395	0.189	0.021	<0.025	2.95	<0.051	0.209	101	1.35	39
<i>Homarus gammarus</i>	Zld west	SSBS	0.402	1.01	0.146	<0.032	3.25	0.064	0.344	84	2.16	31
<i>Homarus gammarus</i>	Zld west	SSBS	0.482	0.953	0.056	<0.033	2.97	0.067	0.234	134	2.19	30
<i>Homarus gammarus</i>	Zld west	SSBS	0.366	0.675	0.044	0.037	3.43	0.074	0.286	213	2.3	27
<i>Homarus gammarus</i>	Zld west	SSBS	0.268	0.679	0.115	<0.041	3.25	0.082	0.527	161	2.6	25
<i>Homarus gammarus</i>	Zuidbout	OUD	0.527	0.942	0.049	0.047	4.34	0.094	0.306	156	2.87	21
<i>Homarus gammarus</i>	Zuidbout	OUD	0.373	1.1	0.06	<0.038	3.86	0.075	0.188	108	2.37	27
<i>Homarus gammarus</i>	Zuidbout	OUD	0.454	0.781	0.036	<0.028	3.33	<0.057	0.182	65	1.76	35
<i>Homarus gammarus</i>	Zuidbout	OUD	0.552	0.899	0.035	<0.026	2.89	0.052	0.349	111	1.79	38
<i>Homarus gammarus</i>	Zuidbout	OUD	0.633	1.21	0.066	0.039	3.95	0.077	0.298	114	2.64	26
<i>Mytilus edulis</i>	Schelphoek midden	BS	2.45	17	3.44	<0.091	7.3	0.89	8.6	129	13	11
<i>Mytilus edulis</i>	Schelphoek midden	BS	2.6	19	3.73	<0.115	7	0.463	9.1	133	13	8.7

Soort	Locatie	TDV	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
<i>Mytilus edulis</i>	Schelphoek midden	BS	2.97	19	3.49	<0.102	6.3	1.01	9.6	125	13	12
<i>Mytilus edulis</i>	Zld pijler	SSBS	2.31	1.28	1.13	<0.082	3.4	<0.165	1.32	117	2.58	12
<i>Mytilus edulis</i>	Zld pijler	SSBS	1.69	1	0.679	<0.077	3.3	<0.154	0.912	88	2.23	13
<i>Mytilus edulis</i>	Zld pijler	SSBS	2.37	1.08	0.761	<0.095	3.42	<0.189	1.3	90	2.49	11
<i>Ostrea edulis</i>	Zld oost	SS	0.828	0.426	0.449	<0.08	4.1	0.561	1.02	1418	3.42	12
<i>Ostrea edulis</i>	Zld west	BS	0.946	0.393	0.359	<0.089	4.11	1.93	1.18	1722	3	11
<i>Ostrea edulis</i>	Zld west	SS	0.972	0.418	0.445	<0.082	4.46	<2.4	1.39	1629	3.41	12
<i>Styela clava</i>	Gorishoek	OUD	0.738	6.5	4.88	<0.097	2.8	<0.194	0.008	67	5.7	10
<i>Styela clava</i>	Gorishoek	OUD	0.569	5.8	3.72	<0.105	2.67	<0.211	0.006	72	4.66	9.5
<i>Styela clava</i>	Gorishoek	OUD	0.548	5.8	3.32	<0.102	2.87	<0.205	0.005	67	4.53	9.8
<i>Styela clava</i>	Schelphoek midden	BS	5	16	6	0.112	2.95	0.54	0.013	61	9.4	8.9
<i>Styela clava</i>	Schelphoek midden	BS	3.27	7.7	5.1	<0.103	2.95	<0.207	0.011	44	6.5	9.7
<i>Styela clava</i>	Schelphoek midden	BS	2.71	8.6	6.4	<0.106	2.64	<0.213	0.013	57	7.1	9.4
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-oost	T0	1.11	8.7	6.1	0.053	2.92	<0.106	0.012	68	7.4	19
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-oost	T0	1.1	9.3	6.3	0.057	3.23	<0.115	0.013	71	7.7	17
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-oost	T0	1.32	24	6.5	0.054	2.71	<0.108	0.012	57	8.9	19
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-west	T0	1.53	15	6.3	0.034	3.48	0.068	0.01	73	9.1	29
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-west	T0	0.868	8.4	3.52	0.023	3.54	0.045	0.01	62	6.4	44
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-west	T0	1.26	7.5	3.52	0.045	3.3	0.089	0.008	56	6.5	22
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-west	T0	1.34	10	8.7	0.045	3.28	0.089	0.013	71	9.7	22
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-west	T0	1.14	8.6	7.5	0.041	2.71	0.082	0.011	56	7.3	24
<i>Styela clava</i>	Wemeldinge-west	T0	1.31	11	9.9	0.039	2.71	0.078	0.015	65	10	26
<i>Styela clava</i>	Zld midden	BS	1.06	8.3	4.58	<0.098	3.51	<0.197	0.007	69	5.9	10
<i>Styela clava</i>	Zld midden	BS	0.698	6.7	3.46	0.098	3.83	0.196	0.007	76	4.91	10
<i>Styela clava</i>	Zld midden	BS	0.737	6.9	3.87	<0.105	3.8	<0.21	0.006	69	5	9.5
<i>Styela clava</i>	Zld midden	SS	1.38	7.5	5.5	<0.102	3.17	<0.203	0.013	66	7.5	9.8
<i>Styela clava</i>	Zld midden	SS	1.14	7.4	5.5	<0.099	3.07	<0.197	0.011	67	6.4	10
<i>Styela clava</i>	Zld midden	SS	1.24	7.3	6.3	<0.095	2.91	<0.19	0.012	65	8	11

Soort	Locatie	TDV	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
<i>Styela clava</i>	Zld oost	BS	1.31	7.1	5.1	<0.097	3.47	0.194	0.008	52	6.2	10
<i>Styela clava</i>	Zld oost	BS	1.22	8.4	5.5	<0.096	3.91	<0.192	0.008	77	7	10
<i>Styela clava</i>	Zld oost	BS	1.53	7.4	4.58	<0.094	3.78	<0.188	0.007	69	5.9	11
<i>Styela clava</i>	Zld oost	SS	2.08	60	6.3	0.095	3.55	<0.19	0.01	67	9.8	11
<i>Styela clava</i>	Zld oost	SS	1.01	7	6.1	<0.094	2.64	<0.189	0.009	53	5.7	11
<i>Styela clava</i>	Zld oost	SS	1.34	64	5.3	<0.1	3.44	<0.201	0.009	68	7	10
<i>Styela clava</i>	Zld pijler	SSBS	1.06	7.6	5	<0.098	3.21	<0.195	0.007	61	5.9	10
<i>Styela clava</i>	Zld pijler	SSBS	0.777	5.9	5.2	<0.112	3.51	<0.223	0.006	66	6.5	9
<i>Styela clava</i>	Zld pijler	SSBS	0.849	6.5	6.8	<0.103	3.51	<0.206	0.006	64	5.2	9.7
<i>Styela clava</i>	Zld west	BS	2.21	9.6	7.1	<0.099	4.2	<0.198	0.011	77	8.1	10
<i>Styela clava</i>	Zld west	BS	1.56	9.3	6.8	<0.093	3.64	<0.186	0.01	68	7.3	11
<i>Styela clava</i>	Zld west	BS	1.37	9.8	6.9	<0.091	3.66	<0.182	0.01	64	8.1	11
<i>Styela clava</i>	Zld west	SS	1.54	9.4	6.4	<0.088	4.4	<0.339	0.017	64	8.5	11
<i>Styela clava</i>	Zld west	SS	1.5	11	7.3	<0.093	4.66	<0.284	0.019	69	8.8	11
<i>Styela clava</i>	Zld west	SS	1.38	7.9	6.2	<0.096	4.04	<0.192	0.022	57	7.7	10
<i>Styela clava</i>	Zuidbout	OUD	1.17	8.1	5.8	0.118	2.81	0.236	0.01	68	7.1	8.5
<i>Styela clava</i>	Zuidbout	OUD	0.973	7.9	5.4	<0.096	2.69	<0.191	0.008	56	6.3	10
<i>Styela clava</i>	Zuidbout	OUD	0.896	7	4.25	<0.107	3.19	<0.215	0.006	55	5.2	9.3

Tabel 12: Gehalten aan de zware metalen aluminium (Al), arseen (As), barium (Ba), cadmium (Cd), kobalt (Co), chroom (Cr), koper (Cu), ijzer (Fe), kwik (Hg) en mangaan (Mn) in mg/kg droge stof voor soorten bemonsterd op locaties in de Westerschelde. TDV= type dijkversteving waarbij TO = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.

Soort	Locatie	TDV	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke-haven	BS	88	11	0.509	12	0.364	0.46	348	323	0.135	39
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke-haven	BS	74	11	0.474	12	0.361	0.441	445	319	0.139	53
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke-haven	BS	60	11	0.469	14	0.469	0.411	359	291	0.143	63
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke-haven	SS	55	15	0.359	11	0.392	0.358	351	260	0.133	59
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke-haven	SS	101	11	0.552	11	0.374	0.509	378	314	0.128	47
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke-haven	SS	101	13	0.528	11	0.41	0.509	448	334	0.125	45
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke noord	BS	52	15	0.471	12	0.392	0.351	374	287	0.136	48
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke noord	BS	92	12	0.562	14	0.378	0.482	457	307	0.137	43
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke noord	BS	242	12	0.957	12	0.443	1.02	430	543	0.118	51
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke noord	SS	183	11	0.85	14	0.458	1.46	419	467	0.139	37
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke noord	SS	107	11	0.659	13	0.325	0.528	443	329	0.14	27
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke noord	SS	133	12	0.686	17	0.379	0.602	374	393	0.143	44
<i>Crassostrea gigas</i>	Kapellebank	OUD	45	11	0.273	12	0.259	0.356	321	206	0.114	31
<i>Crassostrea gigas</i>	Kapellebank	OUD	94	12	0.421	14	0.312	0.475	281	252	0.1	32
<i>Crassostrea gigas</i>	Kapellebank	OUD	49	13	0.249	12	0.299	0.318	304	211	0.092	48
<i>Crassostrea gigas</i>	Ritthem midden	BS	8.1	14	0.218	4.01	0.352	0.3	288	263	0.232	31
<i>Crassostrea gigas</i>	Ritthem midden	BS	6	17	0.244	3.64	0.382	0.35	317	234	0.219	21
<i>Crassostrea gigas</i>	Ritthem midden	BS	8.2	17	0.241	3.85	0.411	0.285	368	229	0.199	31
<i>Fucus vesiculosus</i>	Hoedekenskerke-haven	OUD	390	37	43	3.47	1.68	3.1	8.6	615	0.038	188
<i>Fucus vesiculosus</i>	Hoedekenskerke-haven	OUD	322	41	49	4.91	2	1.72	11	530	0.051	231
<i>Fucus vesiculosus</i>	Hoedekenskerke noord	OUD	615	41	52	4.85	2.3	3.48	12	1132	0.055	325
<i>Fucus vesiculosus</i>	Hoedekenskerke noord	OUD	689	41	48	4.42	2.16	3.09	12	1247	0.065	310
<i>Fucus vesiculosus</i>	Ritthem midden	REF	121	44	23	1.36	1.52	0.532	4	242	0.043	171
<i>Fucus vesiculosus</i>	Ritthem midden	REF	104	46	25	1.32	1.76	0.614	4.69	205	0.051	164
<i>Fucus vesiculosus</i>	Ritthem oost	REF	376	46	24	1.73	2	1.33	6	586	0.045	238

Soort	Locatie	TDV	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn
<i>Fucus vesiculosus</i>	Ritthem oost	REF	355	45	24	1.48	1.55	1.34	6.7	561	0.047	203
<i>Fucus vesiculosus</i>	Ritthem west	REF	472	44	19	1.1	1.39	1.84	3.44	820	0.043	181
<i>Fucus vesiculosus</i>	Ritthem west	REF	328	51	21	1.14	1.35	1.18	3.77	542	0.043	178

Tabel 13: Gehalten aan de zware metalen molybdeen (Mo), nikkel (Ni), lood (Pb), antimoon (Sb), seleen (Se), tin (Sn), vanadium (V) en zink (Zn) in mg/kg droge stof, pollution load index (-) en droge stof (%) voor soorten bemonsterd op locaties in de Westerschelde. TDV= type dijkversteving waarbij TO = meting voor bestorting, OUD= oude ondergrond op referentielocatie, BS = breukstenen, SS = staalslakken, SSBS = staan onder invloed van staalslakken en breukstenen.

Soort	Locatie	TDV	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke-haven	BS	0.918	0.642	0.896	0.1	6.9	0.2	0.753	2587	6.1	10
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke-haven	BS	1.02	0.681	0.963	0.111	7	0.223	0.711	3335	6.5	9
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke-haven	BS	0.938	0.607	0.912	0.122	6.7	0.244	0.636	3152	6.2	8.2
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke-haven	SS	0.884	0.517	0.922	<0.098	7.2	0.196	0.63	2604	5.8	10
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke-haven	SS	0.994	0.655	0.889	<0.115	6.7	0.23	0.768	3437	6.5	8.7
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke-haven	SS	0.955	0.713	0.929	<0.106	7.3	<0.211	0.798	3363	6.7	9.5
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke noord	BS	1.05	0.717	0.938	0.113	8.3	<0.227	0.646	3392	6.3	8.8
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke noord	BS	0.919	0.599	0.985	<0.096	7.6	<0.193	0.759	4144	6.7	10
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke noord	BS	0.837	0.721	1.28	<0.079	7.1	<0.157	1.24	3136	8.2	13
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke noord	SS	1.17	1.26	1.27	<0.094	7.6	<0.187	1.14	3769	8.7	11
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke noord	SS	1.08	0.681	1.02	<0.101	7.2	<0.203	0.878	3577	6.7	9.9
<i>Crassostrea gigas</i>	Hoedekenskerke noord	SS	1.17	0.832	1.01	<0.111	8.1	<0.222	1	2898	7.4	9
<i>Crassostrea gigas</i>	Kapellebank	OUD	0.477	0.365	0.722	<0.09	5.3	<0.181	0.421	2457	4.45	11
<i>Crassostrea gigas</i>	Kapellebank	OUD	0.454	0.406	0.909	<0.107	5.8	<0.214	0.594	2527	5.3	9.3
<i>Crassostrea gigas</i>	Kapellebank	OUD	0.477	0.393	0.789	<0.104	6.9	<0.208	0.466	2537	4.72	9.6
<i>Crassostrea gigas</i>	Ritthem midden	BS	1.4	0.342	0.901	<0.092	4.45	<0.185	0.976	3787	4.6	11
<i>Crassostrea gigas</i>	Ritthem midden	BS	1.27	0.411	0.825	<0.096	5	0.191	0.958	3771	4.55	10
<i>Crassostrea gigas</i>	Ritthem midden	BS	1.2	0.374	0.818	<0.095	5.3	<0.19	0.795	4538	4.69	11
<i>Fucus vesiculosus</i>	Hoedekenskerke-haven	OUD	0.358	18	1.16	<0.045	0.21	<0.09	0.003	181	5.2	22

Soort	Locatie	TDV	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	PLI	Droge stof
<i>Fucus vesiculosus</i>	Hoedekenskerke-haven	OUD	0.362	21	1.09	<0.046	0.292	0.091	0.002	237	5.6	22
<i>Fucus vesiculosus</i>	Hoedekenskerke noord	OUD	0.382	20	1.8	<0.044	0.395	<0.129	0.003	234	7.2	23
<i>Fucus vesiculosus</i>	Hoedekenskerke noord	OUD	0.349	19	2.03	<0.044	0.379	<0.089	0.003	219	7.2	23
<i>Fucus vesiculosus</i>	Ritthem midden	REF	0.248	7.9	0.818	<0.048	0.131	<0.095	0.001	81	2.88	21
<i>Fucus vesiculosus</i>	Ritthem midden	REF	0.252	9.8	0.676	<0.048	0.115	0.095	0.002	74	2.93	21
<i>Fucus vesiculosus</i>	Ritthem oost	REF	0.485	13	1.39	<0.028	0.188	0.057	0.002	98	4.49	35
<i>Fucus vesiculosus</i>	Ritthem oost	REF	0.403	10	1.25	<0.031	0.147	0.062	0.002	89	4.08	32
<i>Fucus vesiculosus</i>	Ritthem west	REF	0.346	7.7	1.39	<0.032	0.138	<0.065	0.002	65	3.81	31
<i>Fucus vesiculosus</i>	Ritthem west	REF	0.32	7.8	0.964	<0.035	0.148	<0.069	0.002	68	3.47	29