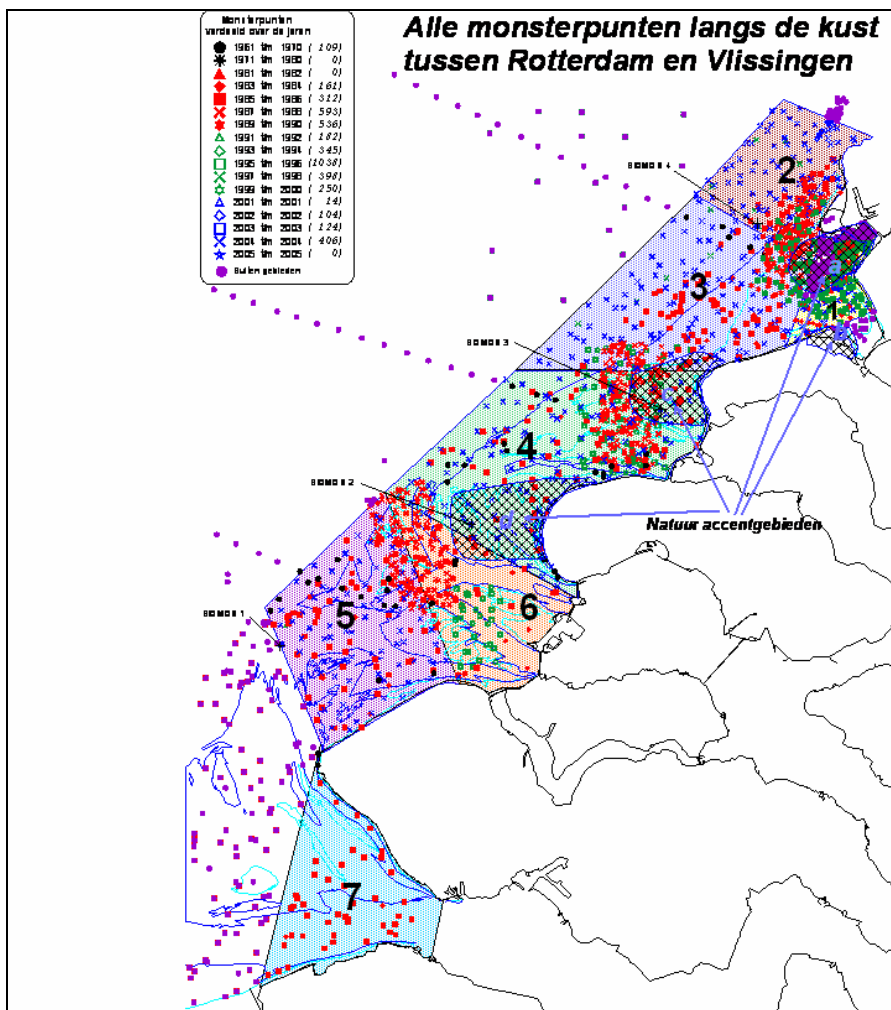


het Voordelta gebied



Sander Wijnhoven, Wil Sistermans
en Vincent Escaravage



Monitoring Taakgroep (KNAW/NIOO-CEME)

16 Juni 2006

Dankwoord

Graag willen wij de volgende mensen bedanken voor hun contributie aan dit project:

Bernard Krebs (NIOO) heeft gezorgd voor het digitaliseren van de historische gegevens.

Dank aan Belinda Kater, Fred Twisk en Marcel van der Tol (RIKZ) voor hun commentaar op de concept versie van dit rapport.

Belinda Kater (RIKZ) was verantwoordelijk voor de begeleiding van dit project.

© Copyright, 2006. Nederlands Instituut voor Ecologie. Yerseke, Nederland.

Alle rechten beschermd. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, geluidsband, elektronisch of op welke andere wijze ook en evenmin in een opslag systeem worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteurs/directeur van het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-CEME).

HISTORISCHE INFAUNA WAARNEMINGEN UIT HET VOORDELTA GEBIED, Sander Wijnhoven, Wil Sistermans en Vincent Escaravage, 72 pp met illustraties in tekst en bijlagen.

NIOO-CEME Rapport 2006-04. KNAW-NIOO, Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie, Yerseke.

ISSN Nummer 1381-6519

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	4
1 INLEIDING.....	5
2 MATERIAAL EN METHODEN	6
2.1 Studie gebieden	6
2.2 Specificatie van de data	8
2.3 Primaire vergelijking groepen	101
2.4 Onderscheid in functionele groepen.....	11
2.5 Relatieve dichtheid en biomassa.....	12
2.6 Methodiek trendbepaling voor univariate descriptors.....	12
2.7 Methodiek voor trendbepaling soortensamenstelling.....	14
2.8 Shannon diversiteit index.....	15
3 RESULTATEN.....	15
3.1 Gebiedsafhankelijke dichtheid en biomassa.....	15
3.2 Seizoensale variatie	16
3.3 Totale macrofauna dichtheid en biomassa in Voordelta en afzonderlijke deelgebieden.....	18
3.3.1 Overzicht jaargegevens in dataset.....	18
3.3.2 Ononderbroken trend vs trendbreuken in totale macrofauna	19
3.3.3 Verschil in trends voor dichtheid en biomassa in totale macrofauna tussen deelgebieden	23
3.4 Functionele groepen dichtheid en biomassa in Voordelta en afzonderlijke deelgebieden.....	24
3.5 Macrofauna diversiteit in Voordelta en afzonderlijke deelgebieden.....	25
3.5.1 Gebiedsgemiddelde H' diversiteit index.....	25
3.5.2 Ononderbroken trend vs trendbreuken in H' diversiteit index.....	25
3.6 Soortensamenstelling in voordelta en afzonderlijke deelgebieden	28

3.7	Gemeenschap soortensamenstelling op de biomon locaties.....	31
3.8	Macrofauna dichtheid en biomassa in de natuuraccentgebieden.....	33
3.8.1	Totale macrofauna in Natuuraccentgebied a.....	33
3.8.2	Functionele groepen in natuuraccentgebied a.....	36
3.8.3	Totale macrofauna in Natuuraccentgebied c.....	37
3.8.4	Functionele groepen in Natuuraccentgebied c.....	37
3.8.5	Totale macrofauna in Natuuraccentgebied d.....	39
3.8.6	Functionele groepen in Natuuraccentgebied d.....	39
3.9	Diversiteit in natuuraccentgebieden.....	41
3.10	Soortensamenstelling in de accentgebieden.....	41
4	CONCLUSIE.....	47
4.1	Ontwikkeling van de macrofauna biomassa en dichtheden.....	47
4.2	Ontwikkeling van de functionele groepen dichtheid en biomassa.....	48
4.3	Ontwikkeling van de infauna diversiteit.....	49
4.4	Natuuraccentgebieden vs omliggende gebieden.....	49
4.5	Tenslotte.....	50
5	LITERATUUR.....	51
	BIJLAGE 1.- OVERZICHT DATASETS.....	1
	BIJLAGE 2 - RESULTATEN VAN DE LOG-LINEAIRE REGRESSIE EN COVARIANTIE ANALYSES PER FUNCTIONELE GROEP EN PER DEELGEBIED.....	3
	BIJLAGE 3 - RESULTATEN VAN DE LOG-LINEAIRE REGRESSIE EN COVARIANTIE ANALYSES PER FUNCTIONELE GROEP.VOOR NATUURACCENTGEBIEDEN EN HUN OMGEVING.....	8
	a) natuuraccentgebied a, de omliggende deelgebieden (deel 1+2+3x) en deelgebied 1 opgesplitst in een gedeelte natuuraccentgebied (deel 1a) en overig gebied (deel 1x).....	8

- b) natuuraccentgebied c, de omliggende deelgebieden (deel 3+4x) en deelgebied 4 opgesplitst in een gedeelte natuuraccentgebied (deel 4c) en overig gebied (deel 4x).13
- c) natuuraccentgebied d, de omliggende deelgebieden (deel 4+6x) en deelgebied 4 opgesplitst in een gedeelte natuuraccentgebied (deel 4d) en overig gebied (deel 4x).18

Samenvatting

Binnen het Project Mainportontwikkeling Rotterdam (PMR) is een uitbreiding van de Rotterdamse haven door middel van een landaanwinning inclusief wettelijk verplichte natuurcompensatie (uitgewerkt als zeereservaat) gepland.

Als voorbereiding op de effectstudies (na aanleg van het zeereservaat) worden momenteel studies uitgevoerd gericht op het bepalen van een zogenaamde t_0 situatie voor de infauna op de toekomstige locaties van de landaanwinning, de zeereservaten en de controle gebieden voor diens effecten.

Bij de monitoring studies voor de t_0 situatie is in het bijzonder de aandacht gevestigd op de ruimtelijke variatie/gradiënten, omdat patronen het onderscheidingsvermogen van de effectstudies negatief kunnen beïnvloeden (Escaravage et al., 2004). Naast de ruimtelijke variatiebronnen kunnen ook temporele tendensen de detectiegrens van de effectstudies omlaag brengen. Om die reden is er voor een evaluatie van de nulmeting geadviseerd de historische bodemdiergegevens uit de voordelta te analyseren.

De huidige studie doelt op de analyse van temporele tendensen in de bodemdieren van verscheidene studiegebieden in de voordelta op basis van monitoring gegevens verzameld tussen 1962 en 2004. Dit rapport gaat op de volgende vragen:

- Hoe hebben de totale biomassa en dichtheden van bodemdieren (infauna > 1mm) zich in de loop van de tijd ontwikkeld? Is er sprake van een trend in één of meerdere deelgebieden?
- Wat is de trend in biomassa en dichtheid van de functionele groepen van organismen op basis van voedingswijze in de verschillende deelgebieden?
- Is er een verschuiving in de tijd van levensgemeenschappen in de verschillende deelgebieden te constateren?
- Is er een verandering in biodiversiteit in de verschillende deelgebieden te constateren.
- Is er een verschil te constateren tussen de ontwikkeling van biomassa's, dichtheden, biodiversiteit en levensgemeenschappen tussen de natuur-accentgebieden uit het integraal beleidsplan Voordelta en de deelgebieden waarin ze liggen?

Significante trends zijn waargenomen zowel in macrofauna dichtheid, biomassa als diversiteit. Bij onderscheid van de deelgebieden blijken veel van deze trends niet constant te zijn (trendbreuk) over de studie periode. De soortensamenstelling laat ook duidelijke ruimtelijke en temporele patronen zien. De waargenomen trends zijn duidelijk verschillend tussen de deelgebieden.

Significant trends zijn ook gedetecteerd in de macrofauna dichtheid en biomassa na onderscheid van de functionele groep. De natuuraccentgebieden laten verschillen zien ten opzicht van de omliggende gebieden maar de arbitraire keuze mbt de locatie voor de referentie gebieden maakt het moeilijk om sluitende conclusies daarover te formuleren.

De algemene conclusie van deze studie is dat er voldoende data aanwezig zijn om dichtheid en biomassa ontwikkelingen en veranderingen in diversiteit en levensgemeenschappen over de periode 1983-2004 te analyseren in de gehele noordelijke en centrale Voordelta. De discontinuïteiten tussen de monitoringsprogramma's ondermijnen echter het onderscheidingsvermogen van de huidige studie.

1 Inleiding

Binnen het Project Mainportontwikkeling Rotterdam (PMR) is een uitbreiding van de Rotterdamse haven door middel van een landaanwinning inclusief wettelijk verplichte natuurcompensatie (uitgewerkt als zeereservaat) gepland.

De Europese regelgeving vereist dat effecten worden onderzocht door middel van volwaardige effectenstudies die het mogelijk zouden moeten maken de causale verbanden te leggen tussen de waargenomen veranderingen en I.-de aanleg van MV2 en II.-de compensatiemaatregelen. Bodemdieren (infauna) zijn vaak gebruikt in effectstudies als indicatoren voor de graad van verstoring door menselijke activiteiten. Als voorbereiding op de effectstudies (na aanleg van het zeereservaat) worden momenteel studies uitgevoerd gericht op het bepalen van een t_0 situatie voor de infauna op de toekomstige locaties van de landaanwinning, de zeereservaten en de controle gebieden voor diens effecten.

Bij de monitoring studies voor de t_0 situatie is in het bijzonder de aandacht gevestigd op de ruimtelijke variatie/gradienten, omdat patronen het onderscheidingsvermogen van de effectstudies negatief kunnen beïnvloeden (Escaravage et al., 2004). Naast de ruimtelijke variatiebronnen kunnen ook temporele tendensen de detectiegrens van de effectstudies omlaag brengen. Om die reden is er voor een evaluatie van de nulmeting geadviseerd de historische bodemdiergegevens uit de voordelta te analyseren. Daarvoor wordt getracht om inzicht te verkrijgen in mogelijke verschillen in trends tussen de referentiegebieden en gebieden in het zeereservaat. Trendanalyse kan aangeven hoe de bodemdieren en de bodemdiergemeenschap zich in de loop van de tijd heeft ontwikkeld. De resultaten kunnen inzicht geven in toekomstige ontwikkelingen. In het meest gunstige geval kan het autonome signaal worden gescheiden van menselijke ingrepen.

De huidige studie doelt op de analyse van temporele tendensen in de bodemdieren van de voordelta op basis van monitoringsgegevens aanwezig op het NIOO dan wel beschikbaar gesteld door de opdrachtgever (Lijst van datasets in Bijlage 1).

Dit rapport zal ingaan op de volgende vragen:

- Hoe hebben de totale biomassa en dichtheden van bodemdieren (infauna > 1mm) zich in de loop van de tijd ontwikkeld? Is er sprake van een trend in één of meerdere deelgebieden?
- Wat is de trend in biomassa en dichtheid van de functionele groepen van organismen op basis van voedingswijze in de verschillende deelgebieden?
- Is er een verschuiving in de tijd van levensgemeenschappen in de verschillende deelgebieden te constateren?
- Is er een verandering in biodiversiteit in de verschillende deelgebieden te constateren.
- Is er een verschil te constateren tussen de ontwikkeling van biomassa's, dichtheden, biodiversiteit en levensgemeenschappen tussen de natuur-accentgebieden uit het integraal beleidsplan Voordelta en de deelgebieden waarin ze liggen?

2 Materiaal en Methoden

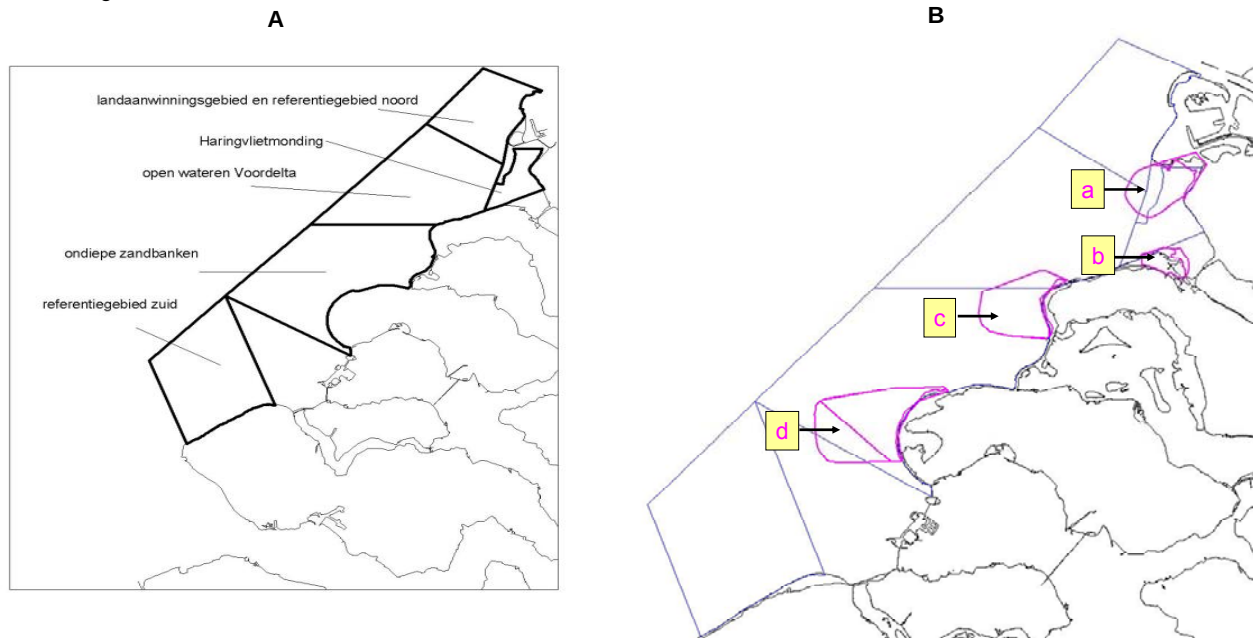
2.1 STUDIE GEBIEDEN

Het onderzoeksgebied beslaat de gehele Voordelta, het overgangsgebied tussen de Noordzee en de getijdewateren in de Delta. Het gebied bestaat voornamelijk uit platen en banken op een diepte van NAP +1.0 m tot NAP -5.0 m. Verder worden de ondiepe delen doorsneden door geulen met een maximale diepte van NAP -10 m tot NAP -12 m. De diepte in de buitendelta's van de Oosterschelde en de Westerschelde kan beduidend dieper zijn (meer dan 15 m). Richting de Noordzee (noord-west) neemt de diepte ook geleidelijk toe.

De Voordelta was voor aanvang van de deltawerken een zeer dynamisch gebied onder invloed van zee- en getijstroom. De dynamiek is duidelijk minder geworden na aanleg van de Brouwersdam, de dam in Haringvliet, de Oosterscheldekering en de Veerse dam in de jaren '60 en begin jaren '70. Door de vermindering van de dynamiek zijn de zandplaten voor de kust toegenomen en later gestabiaseerd. Met name de mondingen van de oude zeearmen, waar voorheen diepe geulen lagen, zijn ondieper geworden. De visserij heeft zich verplaatst vanuit de Delta naar de Voordelta, waardoor het een belangrijk visgebied is geworden (voor Nederlandse begrippen). De verminderde dynamiek heeft gezorgd voor een verhoging van het nutriëntengehalte, waarvan een gedeelte van de bodemdieren en jonge vis heeft geprofiteerd. Uitwatering van de grote rivieren zorgt voor fluctuaties in zoutgehalte in de mondingsgebieden; met name tijdens piekafvoeren van de rivieren (bv. winters van 1993 en 1995) kan dit problematisch zijn voor verschillen schelpdieren. Ook de recreatie in de Voordelta is de afgelopen decennia toegenomen (Withagen, 2000)

Figuur 1

A.-Studiegebied met deelgebieden in de Voordelta zoals gedefinieerd voor de nulmeting van de Maasvlakte II. **B.-** Natuuraccentgebieden



Het studiegebied dat de Voordelta beslaat is verdeeld in zeven deelgebieden zoals gedefinieerd door Escaravage et al (2004) voor de nulmeting van de Maasvlakte II (Figuur 2):

- 'Haringvliet monding' (deelgebied 1)

twee gebieden in het zoekgebied voor het zeereservaat die gedifferentieerd zijn op basis van hun geomorfologische kenmerken,

- 'open wateren voordelta' (deelgebied 3)
- 'ondiepe zandbanken' (deelgebied 4)

twee referentiegebieden,

- 'landaanwinningsgebied en referentiegebied Noord' (deelgebied 2)
- 'referentiegebied Zuid' (deelgebied 5)

twee aanvullende (niet in gebruik voor de nulmeting studie) gebieden,

- 'Oosterschelde monding' (deelgebied 6)
- 'Westerschelde monding' (deelgebied 7).

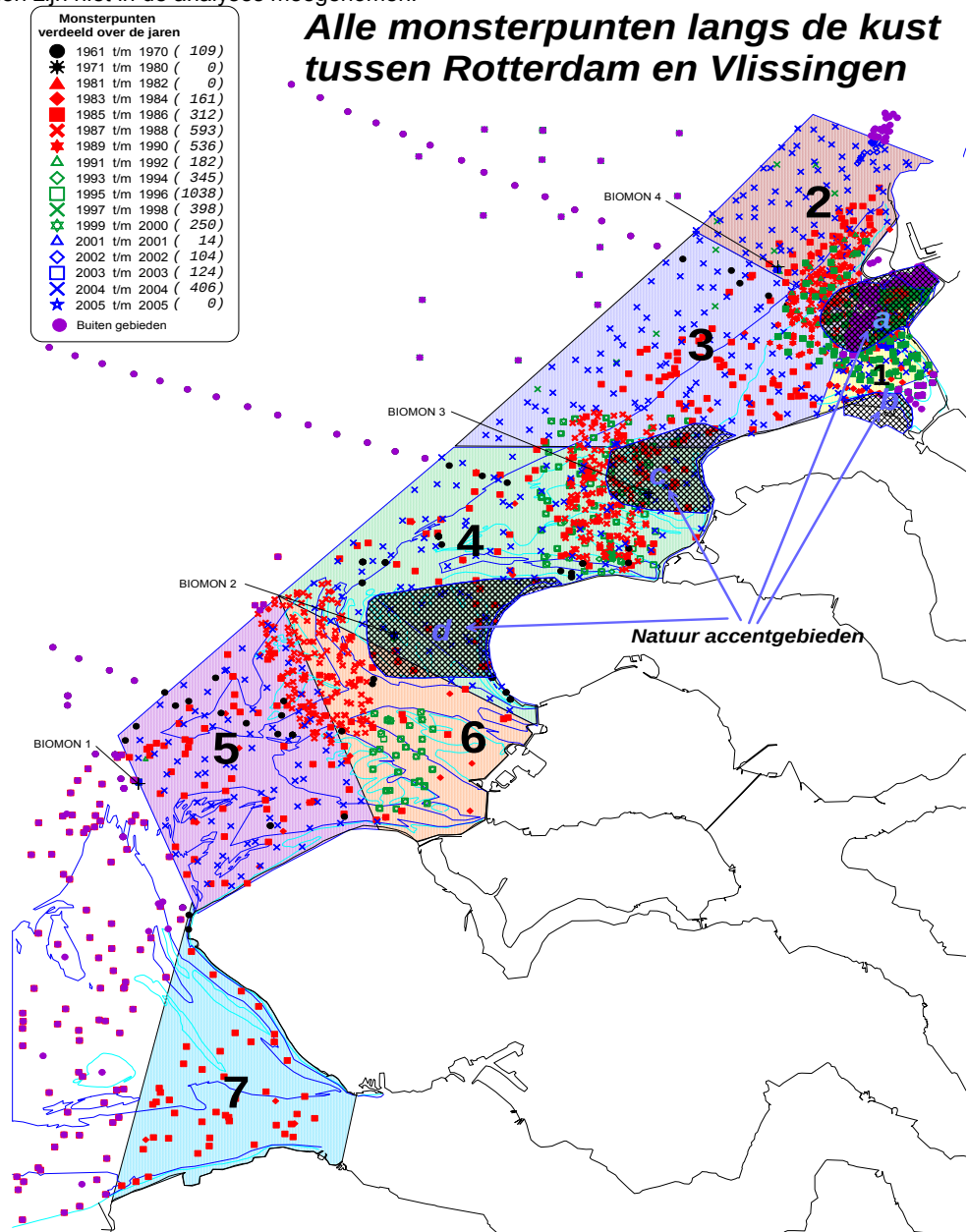
Daarnaast zijn ook vier natuuraccentgebieden (a t/m d) welke in het Integraal Beleidsplan Voordelta (IBV 1993) zijn ingesteld betrokken in de huidige studie (Figuur 1). Uit een aantal van deze gebieden zijn in de afgelopen jaren activiteiten geweest. De ontwikkeling van dichtheid, biomassa, biodiversiteit en levensgemeenschappen in deze gebieden vergeleken met die in de omliggende deelgebieden zou informatie kunnen opleveren over de mogelijke effecten van het beheer.

Figuur 2 geeft een overzicht van de individuele monsterpunten die betrokken zijn in de huidige studie. Op deze kaart is de overlap duidelijk te zien tussen de voor de nulmeting afgebakende deelgebieden en de accentgebieden. Ook kenmerkend voor de huidige dataset is de grote verschillen in monsterdichtheid tussen de deelgebieden en ook tussen geografische zones binnen elk deelgebied. Deze lokale concentraties aan monsterpunten is te wijten aan de samenvoeging van de door de jaren heen uitgevoerde monstercampagnes. Er valt dus een sterk verband (of een interactie) te verwachten tussen de gebieden en de jaren wat storend kan worden voor de vergelijking tussen de temporele trends waargenomen in de verschillende gebieden. Inderdaad is in een covariatie analyse waar gezocht wordt naar de verschillen in het effect van jaar tussen gebieden de onafhankelijkheid tussen de factoren 'jaar' en 'gebied' een eerste vereiste.

Met bondigheid/eenduidigheid als doel zullen in het vervolg de studiegebieden aangeduid worden als de deelgebieden 1 t/m 7 en de natuuraccentgebieden a t/m d, en zal slechts daar waar het extra duidelijkheid kan geven, worden teruggerepen naar de bovengenoemde gebiedsnamen. Verder zal er in de analyses extra aandacht worden besteed aan de 4 BIOMON monsterpunten (zoals aangegeven in Figuur 2) daar op deze locaties bemonsteringen in verschillende opeenvolgende jaren hebben plaats gevonden die trendanalyse zonder ruimtelijke beïnvloeding mogelijk maken.

Figuur 2

Overzicht van de totale Voordelta, met daar in aangegeven de onderscheidde deelgebieden en daarbij behorende codes (1 t/m 7), de onderscheidde natuuraccentgebieden en bijbehorende codes (a t/m d), de monsterlocaties met het jaar van bemonstering, en de ligging van de 4 BIOMON monsterpunten. Monsterpunten die buiten de deelgebieden en natuuraccentgebieden vallen zijn niet in de analyses meegenomen.



2.2 SPECIFICATIE VAN DE DATA

Tabel 1 geeft inzicht in de verspreiding van de monsters over de deelgebieden in de tijd. Trendbepalingen voor perioden waarvan gegevens ontbreken (tussen 1966 en 1983) of waarin deze schaars zijn kunnen problematisch zijn. De schaarste van gegevens in de jaren 1991, 1993, 1999 en 2001 is wellicht minder een probleem voor een aantal van de deelgebieden, daar in de omliggende jaren wel veel monsters genomen zijn.

Met betrekking tot de deelgebieden 5, 6 en met name 7 zullen we ook voorzichtig moeten zijn door de beperkte hoeveelheid gegevens gedurende opeenvolgende jaren.

Tabel 1

Aantal monsters per deelgebied en voor de totale Voordelta, verdeeld over de jaren.

jaar	Deelgebied 1	Deelgebied 2	Deelgebied 3	Deelgebied 4	Deelgebied 5	Deelgebied 6	Deelgebied 7	Buiten deelgebieden (0)	Totale Voordelta
1962	0	0	0	29	13	3	2	14	61
1966	0	0	5	3	5	0	0	32	45
1983	48	6	6	0	0	0	0	48	108
1984	3	2	7	13	12	9	3	10	59
1985	4	22	46	52	39	17	32	53	265
1986	2	13	24	21	17	2	12	29	120
1987	0	0	19	98	39	41	0	2	199
1988	80	54	47	63	24	31	0	95	394
1989	91	39	45	0	0	0	0	93	268
1990	89	38	45	0	0	0	0	96	268
1991	0	1	0	2	1	0	0	0	4
1992	75	11	6	1	1	0	0	84	178
1993	0	1	0	2	1	0	0	0	4
1994	104	13	38	45	1	28	0	107	336
1995	120	11	29	58	1	28	0	107	354
1996	152	16	35	177	1	28	0	269	678
1997	1	6	5	62	1	0	0	73	148
1998	102	16	22	2	1	0	0	105	248
1999	0	1	0	2	1	0	0	0	4
2000	98	16	22	2	1	0	0	105	244
2001	8	1	0	2	1	0	0	2	14
2002	60	15	0	2	1	0	0	26	104
2003	115	1	0	2	1	0	0	5	124
2004	50	82	94	100	78	0	0	0	404
Totaal	1202	365	495	738	240	187	49	1355	4631

De verspreiding van de monsters over de verscheidene jaren in de natuuraccentgebieden en hun omgeving is weergegeven in Tabel 2. Voor vergelijkingen en trends met betrekking tot natuuraccentgebieden moet dezelfde voorzichtigheid worden betracht als voor de deelgebieden. Aangezien we van natuuraccentgebied b slechts over

4 monsters beschikken (3 uit 1983 en 1 uit 2004) laten we dit gebied in de analyses al direkt buiten beschouwing.

Tabel 2

Aantal monsters per natuuraccentgebied en het omliggende gebied (som van het restant van de monsters in deelgebieden met overlap waarbij monsters in overige natuuraccentgebieden zijn uitgesloten).

jaar	Natuuraccent gebied a	omgeving a	Natuuraccent gebied c	omgeving c	Natuuraccent gebied d	omgeving d	Natuuraccent gebied b
1962	0	0	0	29	0	32	0
1966	0	5	0	8	0	3	0
1983	73	28	0	5	0	0	3
1984	3	10	0	18	3	19	0
1985	1	67	10	86	3	60	0
1986	0	37	8	31	8	9	0
1987	0	19	16	83	18	105	0
1988	191	83	11	80	6	78	0
1989	176	90	0	34	0	0	0
1990	175	90	0	34	0	0	0
1991	0	1	1	0	1	0	0
1992	157	19	1	4	0	0	0
1993	0	1	1	0	1	0	0
1994	178	72	4	69	1	70	0
1995	213	47	13	69	1	74	0
1996	384	74	14	191	1	193	0
1997	60	11	1	65	1	60	0
1998	177	58	1	13	1	0	0
1999	0	1	1	0	1	0	0
2000	171	60	1	13	1	0	0
2001	3	6	1	0	1	0	0
2002	46	29	1	0	1	0	0
2003	101	20	1	0	1	0	0
2004	22	202	12	162	20	70	1
Totaal	2131	1030	98	994	70	773	4

Wanneer we gaan spreken over dichtheden, biomassa en soortensamenstelling, moeten we in het achterhoofd houden dat de monstermethode niet overal hetzelfde is geweest door de jaren heen, en in de diverse projecten en monstercampagnes. Door om te rekenen naar vierkante meters zijn de methoden reeds beter te vergelijken, maar er blijven bijvoorbeeld verschillen met betrekking tot de diepte van de monsternamen in het substraat waar

moeilijk voor te compenseren valt. Zoals weergegeven in Bijlage 1 is er voornamelijk bemonsterd met de 'van Veen happer' en de 'Reineck boxcorer', waarbij de laatste dieper in het substraat zal reiken. In ondiepe delen (met name in het 'Slufter' project) is er ook bemonsterd vanuit een rubberbootje waarbij buizen zijn gestoken. Dit heeft met name consequenties voor het bemonsterde oppervlak (wat kleiner is bij deze methode). Hierdoor kan de soortendiversiteit in afzonderlijke monsters lager uitpakken. Wanneer er meerdere monsters beschikbaar zijn voor gebieden, zal de diversiteit van het gebied weer vergelijkbaar zijn volgens deze methode met de andere methodes, maar de variatie in diversiteit tussen de monsters kan groter zijn. Door de kleinere monsterdiepte bij de 'van Veen happer' worden ook hier wellicht een aantal soorten vaker gemist of aangetroffen in andere verhoudingen dan met de 'Reineck boxcorer'. Aangezien de methodes door elkaar zijn gebruikt, zowel in ruimte als in tijd, wordt er niet verwacht dat de resultaten systematisch beïnvloed zullen worden door de gebruikte monstermethodes.

2.3 PRIMAIRE VERGELIJKING GROEPEN

Data selecties, zoals de verdeling in deelgebieden, natuuraccentgebieden en hun omgeving, jaarklasses, maanden en functionele groepen kunnen worden vergeleken op gemiddelden en spreiding van de data. Dit is uitgevoerd met behulp van t-testen of anova's (Excel en Systat). De waarschijnlijkheid van $p < 0.05$ (*) is gehanteerd als drempel waarde voor het toekennen van significantie aan de getoetste verschillen, onderscheid is ook gemaakt tussen de hogere niveaus van waarschijnlijkheid $p < 0.01$ (**) en $p < 0.001$ (***).

2.4 ONDERSCHIED IN FUNCTIONELE GROEPEN

De respons op veranderingen van fysische, chemische of biologische aard met antropogene en/of klimatologische oorsprong zal mogelijk afhankelijk zijn van de soorten. Om te voorkomen dat ontwikkelingen op soortenniveau niet zichtbaar worden in de analyse van de totale macrofauna dichtheden en biomassa's, zijn er afzonderlijke analyses uitgevoerd voor de verschillende functionele groepen (op basis van voedingspatroon) (Tabel 3). Aangezien maar 1 soort met zekerheid als 'filterfeeder' kan worden geklassificeerd, is deze groep buiten beschouwing gelaten, en ook de herbivoren zijn vaak in te weinig monsters aanwezig. Een groot aantal soorten is vooralsnog niet in een groep ingedeeld, en voor veel soorten is dit ook niet beschreven in de literatuur.

Er dient rekening mee te worden gehouden dat afhankelijk van voor welk project de monsters zijn genomen, niet alle groepen tot soortniveau zijn gedetermineerd (sommige groepen zijn niet verder uitgewerkt dan klasse of orde niveau). Verder komen er geregeld dieren in de dataset voor die wel tot genus zijn gedetermineerd, maar waarvan het onduidelijk was tot welke soort deze behoorde. Dit zal geen of nauwelijks effect hebben op de dichtheid en biomassa analyses, maar kan wel enigszins de diversiteit van monsters beïnvloeden.

.....

Tabel 3

Onderscheidde functionele groepen met het aantal soorten per groep

Functionele groep	Aantal soorten
‘Depositfeeders’	25
Omnivoren	34
Herbivoren	6
Predatoren	58
‘Surface depositfeeders’	65
‘Suspensionfeeders’	32
‘Filterfeeders’	1
Onbekend	174

2.5 RELATIEVE DICHTHEID EN BIOMASSA

Alvorens te kijken naar de trends over de jaren heen is het aan te raden om de verschillende componenten van de temporele variatie goed in kaart te brengen. Binnen de huidige dataset zijn alle monstercampagnes voorzien van een seizoen aanduiding (voorjaar/najaar). Dit zou het mogelijk maken om het effect van het seizoen op de infauna dichtheid en biomassa te bestuderen. Echter is er geen consistente regel in de dataset met betrekking tot het onderverdelen van de bemonsteringsdata in voorjaar en najaar. Als voorjaarmonsters zijn monsters over de periode van begin Februari tot eind Juni aangeduid, en een soortgelijke spreiding is ook te bekennen in de punten uit het najaar (Tabel 4). Er is daarom gekozen om geen gebruik te maken van de seizoen aanduiding maar gebruik te maken van de maand waarin de bemonstering uitgevoerd werd.

Voor de trendanalyses in de afzonderlijke deelgebieden zijn de data gecorrigeerd voor de maand waarin is bemonsterd. De gemeten dichtheid/biomassa gedeeld door de gemiddelde dichtheid/biomassa van die monsteringsmaand levert de relatieve dichtheid/biomassa op. De relatieve dichtheid/biomassa reeksen kunnen beschouwd worden als seizoen gecorrigeerde variabelen. De relatieve waarden maken het mogelijk de jaartrend onafhankelijk van het seizoen waarin de bemonstering is uitgevoerd te bestuderen.

Wanneer een monster de relatieve dichtheid waarde ‘1’ krijgt betekent dit dat de daar gemeten dichtheid gelijk is aan de gemiddelde maand dichtheid voor de gehele voordelta. De relatieve dichtheden en biomassa zijn berekend voor de gehele geanalyseerde dataset, dus ook voor monsterpunten die buiten de deelgebieden vallen, maar die binnen natuuraccentgebieden vallen (Figuur 2).

.....

Tabel 4

Aantal monsters per maand over de verschillende jaren.

jaar	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
1962	-	-	-	-	-	-	-	-	8	21	32	-
1966	-	-	-	-	-	36	9	-	-	-	-	-
1983	-	-	-	-	35	24	33	16	-	-	-	-
1984	-	-	-	-	-	-	-	-	6	31	22	-
1985	-	-	-	114	18	-	-	-	133	-	-	-
1986	-	-	-	2	-	-	-	-	43	65	-	10
1987	-	-	-	3	-	3	21	43	5	29	40	55
1988	-	-	-	3	-	-	14	131	236	-	10	-
1989	-	-	-	-	-	-	-	117	151	-	-	-
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	267	1	-	-
1991	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-
1992	-	-	2	-	-	1	-	-	-	55	62	58
1993	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	4	-	-	194	92	46	-	-
1995	-	98	-	-	4	1	-	151	-	100	-	-
1996	-	-	100	2	3	-	-	217	234	122	-	-
1997	-	-	120	4	24	-	-	-	-	-	-	-
1998	-	-	-	1	-	3	-	-	244	-	-	-
1999	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	4	-	-	-	-	-	203	37	-	-
2001	-	-	4	-	-	-	-	-	-	10	-	-
2002	-	-	2	2	-	-	-	-	25	15	60	-
2003	-	-	2	-	-	60	60	-	2	-	-	-
2004	-	-	4	-	-	-	-	-	-	400	-	-
Totaal	0	98	242	133	92	128	139	869	1649	932	226	123

2.6 METHODIEK TRENDBEPALING VOOR UNIVARIATE DESCRIPTORS

Voor de trendbepaling in dichtheid en biomassa zijn slechts de data van de periode 1983-2004 gebruikt, daar voor 1983 slechts gegevens van de jaren 1962 en 1966 beschikbaar zijn. Hierdoor is het niet mogelijk een betrouwbare trend over de periode 1962-1983 te verkrijgen. De jaren 60 gegevens zijn wel meegenomen in de studie naar gemeenschapsamenstelling (Multi Dimensional Scaling).

De trends (tegen de tijd in jaar) in dichtheid en biomassa en de bijbehorende betrouwbaarheid zijn bepaald door middel van 'lineaire kleinste kwadraten regressie's' over de log-getransformeerde relatieve dichtheden en biomassa's (software Systat 11). De data zijn log-getransformeerd om de invloed van uitschieters te reduceren zoals gebruikelijk is voor ecologische data. Lineaire trends hebben het voordeel dat ze eenvoudig interpreteerbaar zijn (in tegenstelling tot polynomen die ook nog eens gevoeliger zijn voor outliers en een gebrekkige hoeveelheid monsters in bepaalde perioden), en te vergelijken in een covariantie-analyse.

Wel zijn we op zoek gegaan naar duidelijk aanwijsbare trendbreuken. In het geval van een mogelijke trendbreuk gedurende de studieperiode, worden de trends tevens over afzonderlijke periodes bepaald. Hierbij nemen we enige overlap in de perioden die we analyseren, daar een trendbreuk veelal niet in 1 jaar optreedt, maar zich binnen enkele jaren voordoet. Voor de deelgebieden waarop dit van toepassing is, zijn de periodes afzonderlijk geanalyseerd, en vervolgens tussen de deelgebieden onderling getest.

Mogelijke verschillen in trends tussen deelgebieden zijn getest door middel van een covariantie analyse (software Systat 11) waarbij significantie niveau $p < 0.05$ is gehandteerd. Hierbij kunnen dichtheden en biomassa's significant verschillen doordat de de gemiddelde waarden over de gehele periode hoger dan wel lager liggen, of er kan spraken zijn van een significant grotere/kleinere toename of afname (de richtingscoëfficiënten verschillen).

2.7 METHODIEK VOOR TREND-BEPALING SOORTENSAMENSTELLING

Voor het bepalen van de temporele tendens met betrekking tot de soortensamenstelling zijn voor elk afzonderlijk deelgebied de soorten die in minder dan 10% van de monsters voorkomen buiten beschouwing gelaten. Dit is gedaan om een overdreven effect van zeldzame soorten te voorkomen.

Vanwege de omvang van de dataset (4631 monsters) moeten de gegevens geaggregeerd worden om de softwarematige verwerking van de dataset mogelijk te maken. De aggregatie is ten eerste uitgevoerd over de ruimtelijke schaal door monsters binnen geografische roostervakken binnen elk deelgebied (4-16 vakken per gebied afhankelijk van de deelgebied grootte en het aantal monsters) samen te voegen.

Na de ruimtelijke aggregatie zijn de gegevens onderworpen aan een temporele aggregatie waar monsters binnen een reeks jaarklassen (<1980, 1980-1984, 1985-1989, 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004) zijn samengevoegd. De uitgevoerde integratie stappen hebben naast het kleiner/werkbaar maken van de dataset een positief effect op de kracht ('robustness') van de analyse door de kleinschalige variaties (in tijd en ruimte) te integreren op een schaal die overeenkomt met de huidige problematiek (meerjarige trends in deelgebieden).

Na een 4^{de} wortel transformatie, uitgevoerd om het effect van dominante soorten te verminderen, zijn de monsters onderworpen aan een 'similarity' analyse gebaseerd op de Bray Curtis formule (Bray & Curtis, 1957). De verkregen 'similarity' matrix is vervolgens geanalyseerd met behulp van een 'similarity' analyse (ANOSIM in Primer 5 software).

De uitvoer van de ANOSIM analyse vertoont een paarsgewijze vergelijking van (door de analist bepaalde) groepen waarbij het significantie niveau van de verschillen in levensgemeenschappen wordt weergegeven door overschrijdingsrisico's van de nulhypothese gelijk aan $p \leq 0.05$ (*), $p \leq 0.01$ (**), $p \leq 0.001$ (***) en geen significante verschillen (ns). De grootte van de verschillen tussen de levensgemeenschappen wordt weergegeven met een R-waarde, waarbij grofweg onderscheid kan worden gemaakt in de mate van scheiding tussen de groepen als: grote verschillen ($R > 0.75$), overlappende groepen met duidelijke verschillen ($R > 0.5$), overlappende groepen met verschillen ($R > 0.25$), en nauwelijks te onderscheiden groepen ($R \leq 0.25$) (Clarke & Gorley, 2001). De R zegt dus iets over de scheiding van de groepen, terwijl significantie ook rekening houdt met het aantal punten en de variatie tussen de punten binnen een groep. Tevens geeft de ANOSIM analyse een 'global R' en significantie niveau voor de totale dataset. Zo kan direct worden vergeleken welke parameters (bv spatiele of temporele) de beste scheiding van groepen in de dataset geeft.

Ter visualisatie van de spreiding binnen deelgebieden en/of jaarklassen en het bepalen van gekoppelde trends in levensgemeenschappen, is gebruik gemaakt van 'Non-metric Multi-dimensional scaling' (MDS) plots gebaseerd op de Bray-Curtis Matrices (Primer v5). Hierbij geeft de stress-factor de kwaliteit van de projectie van de punten in de multi dimensionele ruimte naar een twee-dimensionale MDS plot weer. Een stressfactor kleiner dan 0.25 is hierbij acceptabel.

2.8 SHANNON DIVERSITEIT INDEX

Voor het vergelijken van de verschillen in biodiversiteit, en trends in biodiversiteit ontwikkeling is de Shannon diversiteits index bepaald. De Shannon diversiteits index is een maat voor de biodiversiteit waar rekening gehouden wordt met beide het aantal soorten en de numerieke evenwicht tussen die soorten.

Deze is berekend in Primer v5 volgens:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Waarin; s = aantal soorten; p_i = aandeel van soort i in totaal aantal.

Ook de ontwikkeling in diversiteit kan een bepaalde trend laten zien. Aangezien de Shannon index al een log-term in zich heeft, wordt de lineaire regressie over de diversiteitsdata bepaald. Verschillen in trends kunnen weer worden getoetst met behulp van een covariantie analyse.

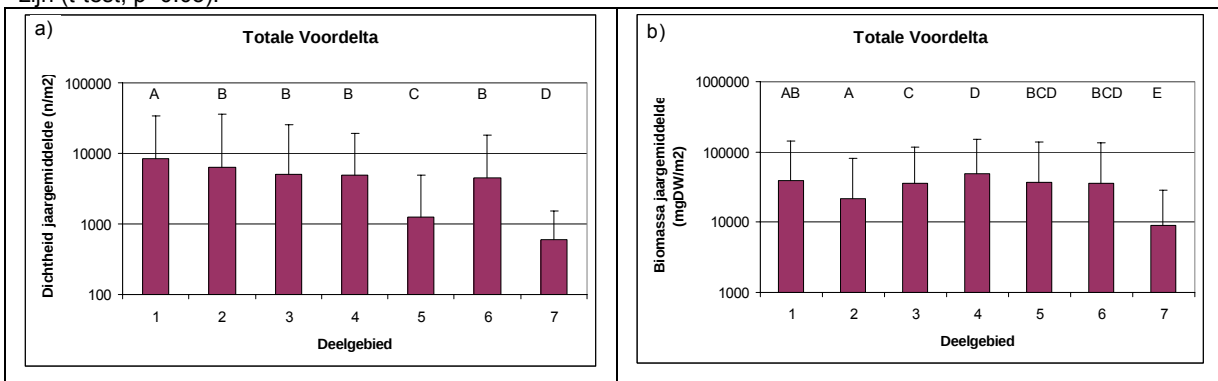
3 Resultaten

3.1 GEBIEDSAFHANKELIJKE DICHTHEID EN BIOMASSA

Alvorens de temporele tendens in dichtheid en biomassa te vergelijken tussen de deelgebieden kan het ook leerzaam zijn om de gemiddelde (over de studie periode) niveaus van dichtheid en biomassa tussen de deelgebieden te vergelijken.

Figuur 3

Totale macrofauna dichtheden en biomassa in de 7 deelgebieden, weergegeven als jaargemiddelden + standaard deviatie over de totale onderzoeksperiode (1962-2004). Significante verschillen zijn aangegeven met letters, waarbij overeenkomstige letters voor deelgebieden aanduiden dat er geen significante verschillen tussen die deelgebieden aanwezig zijn (t-test, $p < 0.05$).



De gemiddelde infauna dichtheid en biomassa over de onderzoeksperiode voor de totale Voordelta zijn 9196 indiv m^{-2} en 32211 mg m^{-2} respectievelijk. De gemiddelde dichtheid berekend voor de hele Voordelta is hoger dan in de afzonderlijke deelgebieden, en de biomassa juist lager, wat er op wijst dat er veel monsterpunten gekenmerkt door hoge dichtheden en lagere biomassa buiten de deelgebieden vallen (wel aanwezig in de natuuraccentgebieden). Er zijn significante verschillen (t-test, $p < 0.05$) waar te nemen in de gemiddelde dichtheid tussen de deelgebieden (Figuur 3). De dichtheden zijn hoger in deelgebied 1 dan in alle overige deelgebieden. De dichtheden in de deelgebieden 5 en 7 zijn lager dan in alle ander deelgebieden en in 7 weer lager dan in 5.

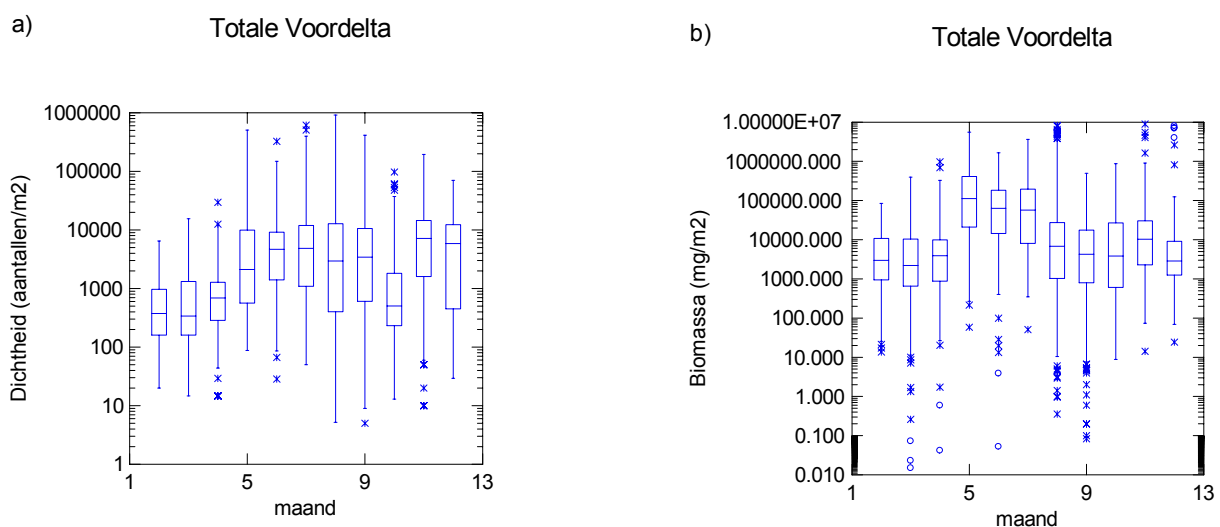
De biomassa is significant hoger in deelgebied 4 dan in de deelgebieden 1, 2, 3 en 7. De biomassa in deelgebied 2 is significant lager dan in 3, 4, 5 en 6, en de biomassa in deelgebied 7 is significant lager dan in alle overige deelgebieden.

3.2 SEIZOENALE VARIATIE

Figuur 4 laat zien dat er grote verschillen zijn in de dichtheden en biomassa tussen de maanden waarin bemonsterd werd, en deze zijn veelal significant (t-test; $p < 0.05$) (ook tussen de maanden binnen het voor- dan wel najaar).

Figuur 4

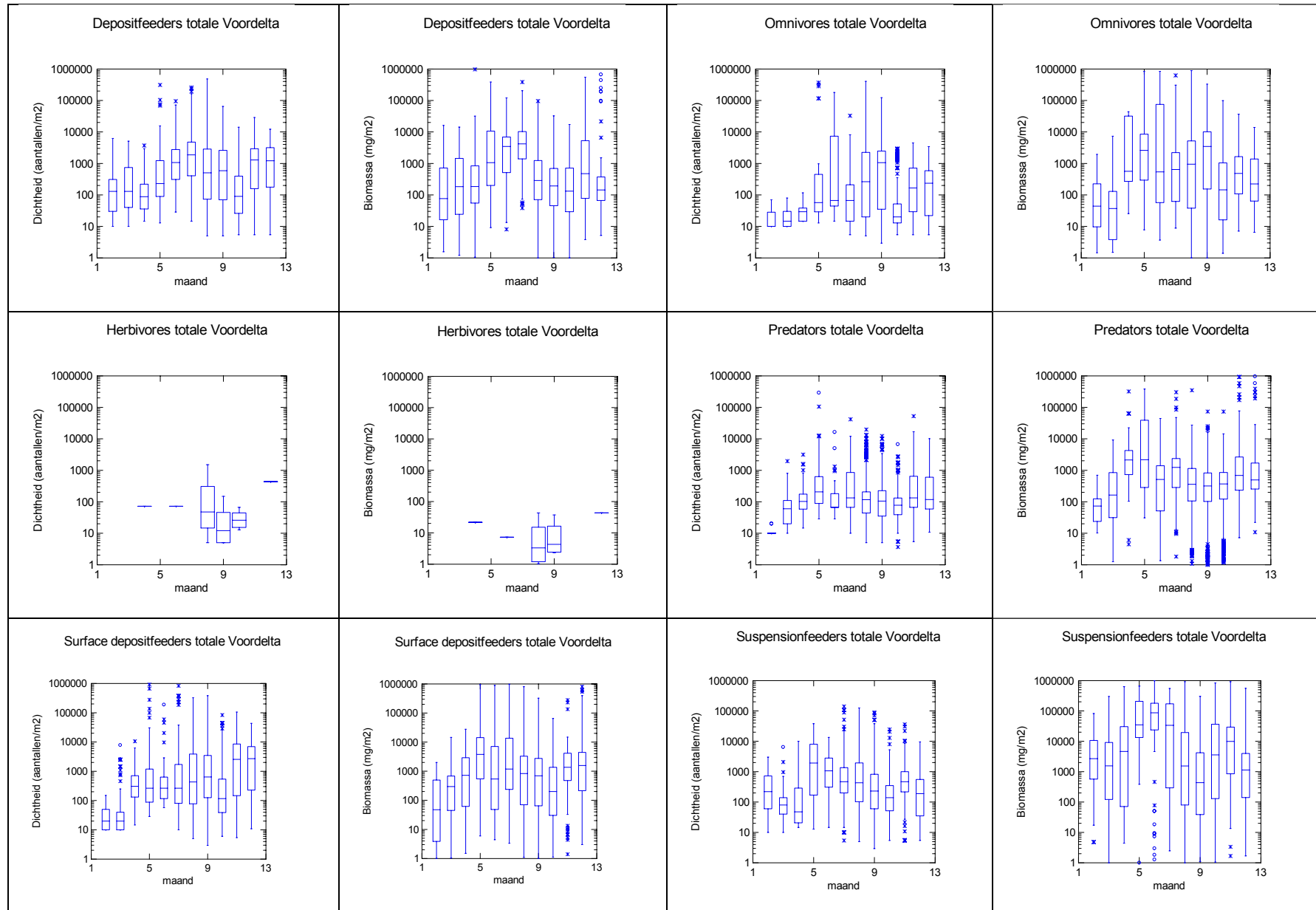
Seizoen verloop in de totale macrofauna dichtheden (a) en biomassa (b) in de 'Totale Voordelta'. De box en horizontale streep daarin geven de 25^{ste} percentielen aan beide kanten van de mediaan weer, de verticale lijnen de 45^{ste} percentielen.



Er is een grote toename in de dichtheden te zien tussen April en Juni. De dichtheden blijken pas weer na December af te nemen naar het niveau van April. De toename in biomassa is scherper begrensd van April naar Mei, waarna de biomassa weer geleidelijk afneemt tot en met Juli. Vanaf Augustus is de biomassa in de totale Voordelta weer een stuk lager. Wel kan worden gezegd dat de dichtheden en biomassa's gedurende de bemonsteringen van 1963 en 1966 over het algemeen aanzienlijk lager lagen. De seizoen trends in totale infauna dichtheid en biomassa (Figuur 4) zijn ook waargenomen in het verloop van de dichtheid en biomassa van de functionele groepen. Daarom is er voor het analyseren van de trends in de functionele groepen gebruik gemaakt van de voor het seizoeneffect gecompenseerde (of relatieve) dichtheid en biomassa.

Figuur 5

Seizoenale verschillen in de macrofauna dichtheden (a) en biomassa (b) per functionele groep in de 'Totale Voordelta' zoals aanwezig in de dataset. Weergegeven zijn de mediaan $\pm$ de 25 percentielen (als box) $\pm$ de 45 percentielen (als bar), en extreme waarden weergegeven als x-en (<0.05) en o-en (<0.01).



3.3 TOTALE MACROFAUNA DICHTHEID EN BIOMASSA IN VOORDELTA EN AFZONDERLIJKE DEELGEBIEDEN

3.3.1 Overzicht jaargegevens in dataset

Wanneer de gemiddelde dichtheid en biomassa per jaar in de Voordelta wordt berekend (Tabel 4), blijkt dat er grote verschillen bestaan tussen de jaren, en is er niet direct een trend zichtbaar.

Tabel 5
Gemiddelde dichtheid en biomassa in de monsters van de totale Voordelta per jaar

Jaar	Dichtheid (n/m ²)		Biomassa (mg/m ²)	
	gemiddelde	stdev	gemiddelde	stdev
1962	907.4	2393.2		
1966	2003.6	2245.3		
1983	3092.9	5847.7	25465.0	43446.3
1984	11472.3	29789.3		
1985	3309.9	8381.4	51380.4	316446.1
1986	2674.9	4877.9	23568.7	44628.2
1987	10703.9	26679.7	23771.5	55042.9
1988	12682.8	35442.3	20628.1	43042.9
1989	18061.4	26616.0	8817.2	11439.1
1990	10326.0	13612.8	6351.6	10209.5
1991	10776.0	10955.1	187597.4	201541.9
1992	13477.0	15087.8	17290.9	76048.1
1993	5874.1	3807.8	532775.6	874280.6
1994	9517.1	14912.4	23594.5	58133.1
1995	2251.0	7883.6	31727.0	99596.1
1996	6202.0	14603.6	31069.4	221770.1
1997	1520.8	2700.5	18102.2	23397.5
1998	15138.8	32438.7	12181.8	22104.3
1999	713.8	724.8	18.4	28.8
2000	8673.5	10335.7	10767.0	18624.0
2001	1634.4	1935.9	92423.0	199199.3
2002	5936.8	5803.3	56260.2	111181.8
2003	6054.1	4789.2	152989.3	184798.3
2004	1095.6	1657.4	69334.8	120629.2

Dit wordt grotendeels veroorzaakt doordat het zwaartepunt van de bemonsteringen in verschillende jaren in verschillende jaargetijden ligt, wat grote invloed heeft op de aantallen en gewichten. Verder kan het zwaartepunt van de bemonsteringen in verschillende gebieden liggen, en is er een flinke variatie in het aantal genomen monsters per jaar wat implicaties heeft voor de betrouwbaarheid van het berekende gemiddelde. Deze resultaten maken duidelijk dat seizoenale correctie van de data voor het bepalen van algemene trends essentieel is.

3.3.2 Ononderbroken trend vs trendbreuken in totale macrofauna

Figuur 6 (a en b) laat het verloop van de totale macrofauna dichtheid en biomassa zien over de periode 1983-2004 in de totale Voordelta en in de afzonderlijke deelgebieden.

Voor de totale Voordelta neemt zowel de totale macrofauna dichtheid als biomassa significant toe gedurende de periode 1983-2004. Wanneer de afzonderlijke deelgebieden worden beschouwd (Figuur 6) blijkt dat deze trend in toename van zowel dichtheid als biomassa aan totale macrofauna enkel in deelgebied 5 terug te vinden is.

Een significante toename in biomassa wordt wel in een aantal deelgebieden, namelijk in 1, 3 en 4 waargenomen.

In deelgebied 6 is er sprake van een significante afname in de dichtheid over de onderzoeksperiode. Echter gegevens uit de periode na 1996 ontbreken, waardoor we niet kunnen onderzoeken of in dit gebied de totale macrofauna na deze afname weer toe neemt.

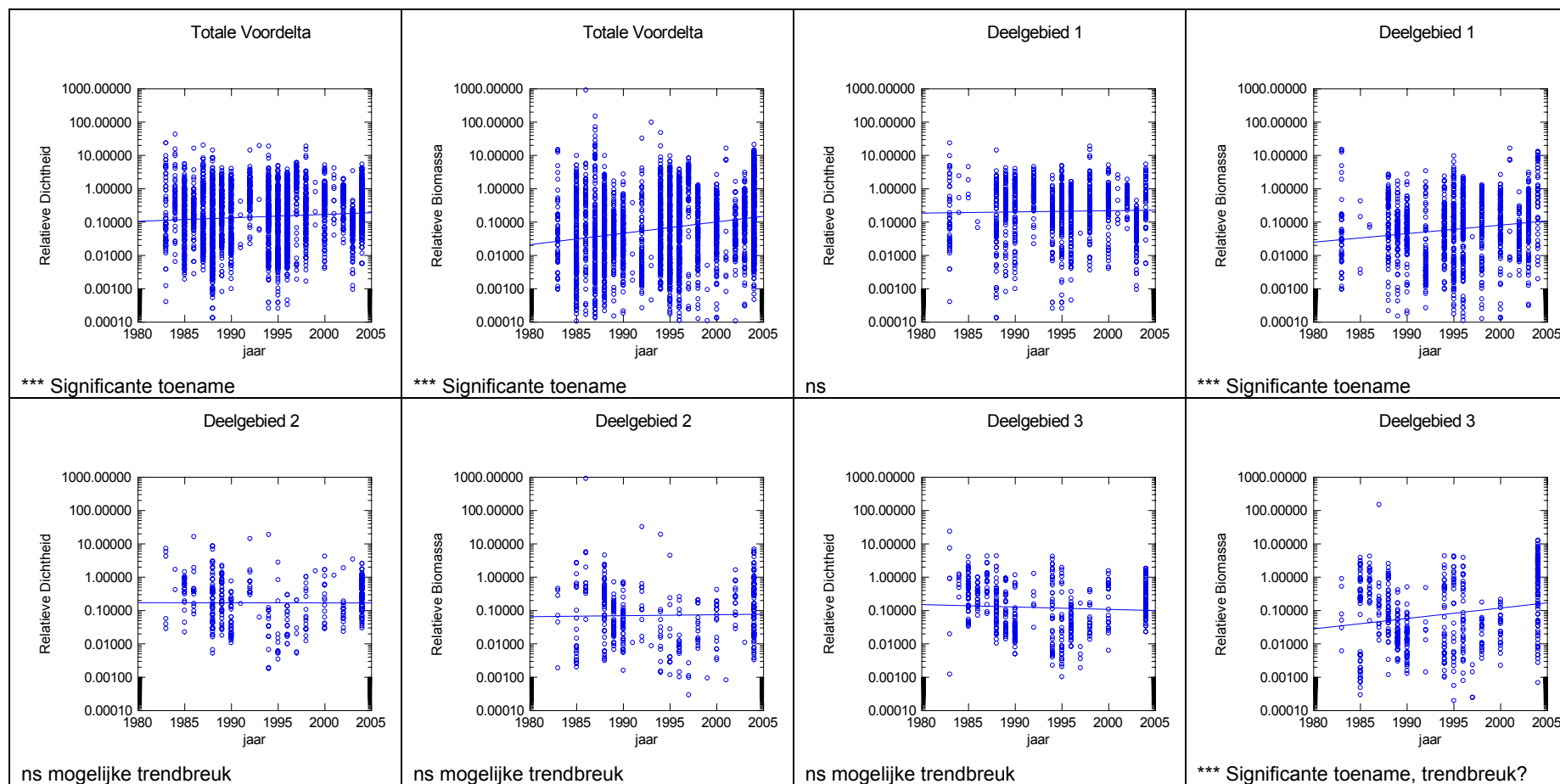
In deelgebied 2 is geen significante trend zichtbaar over de periode 1983-2003, maar de grafiek suggereert de aanwezigheid van een trendbreuk met een afname gevolgd door een toename of herstel van de dichtheid en biomassa. Een soortgelijke trend is mogelijk aanwezig in deelgebied 3, maar hier is de toename in biomassa na de afname groter waardoor er ook een significante trend zichtbaar is over de gehele periode van 1983 tot en met 2004. In deelgebied 5 is het aantal genomen monsters tussen 1989 en 2003 beperkt waardoor niet kan worden nagegaan of in dit gedeelte er spraken is van een afname gevolgd door een toename die groter is, of dat het hier om een geleidelijke toename in dichtheid en biomassa gaat over de hele periode 1983-2004.

In alle gevallen waar sprake is van een mogelijke trendbreuk (deelgebieden 2 en 3) ligt het knikpunt tussen de jaren 1995 en 1997. Op grond daarvan zijn de trendbepalingen ad hoc afzonderlijk uitgevoerd op de deelperioden waar de trends mogelijk aanwezig zijn (1983-1997 en 1995-2004).

Figuur 7 laat zien dat een initiële afname in dichtheid en biomassa gedurende de jaren 1983 tot en met 1997, gevolgd door een toename van 1995 tot en met 2004, significant is voor de deelgebieden 2 en 3. In beide deelgebieden ligt het omslagpunt ergens tussen 1995 en 1997.

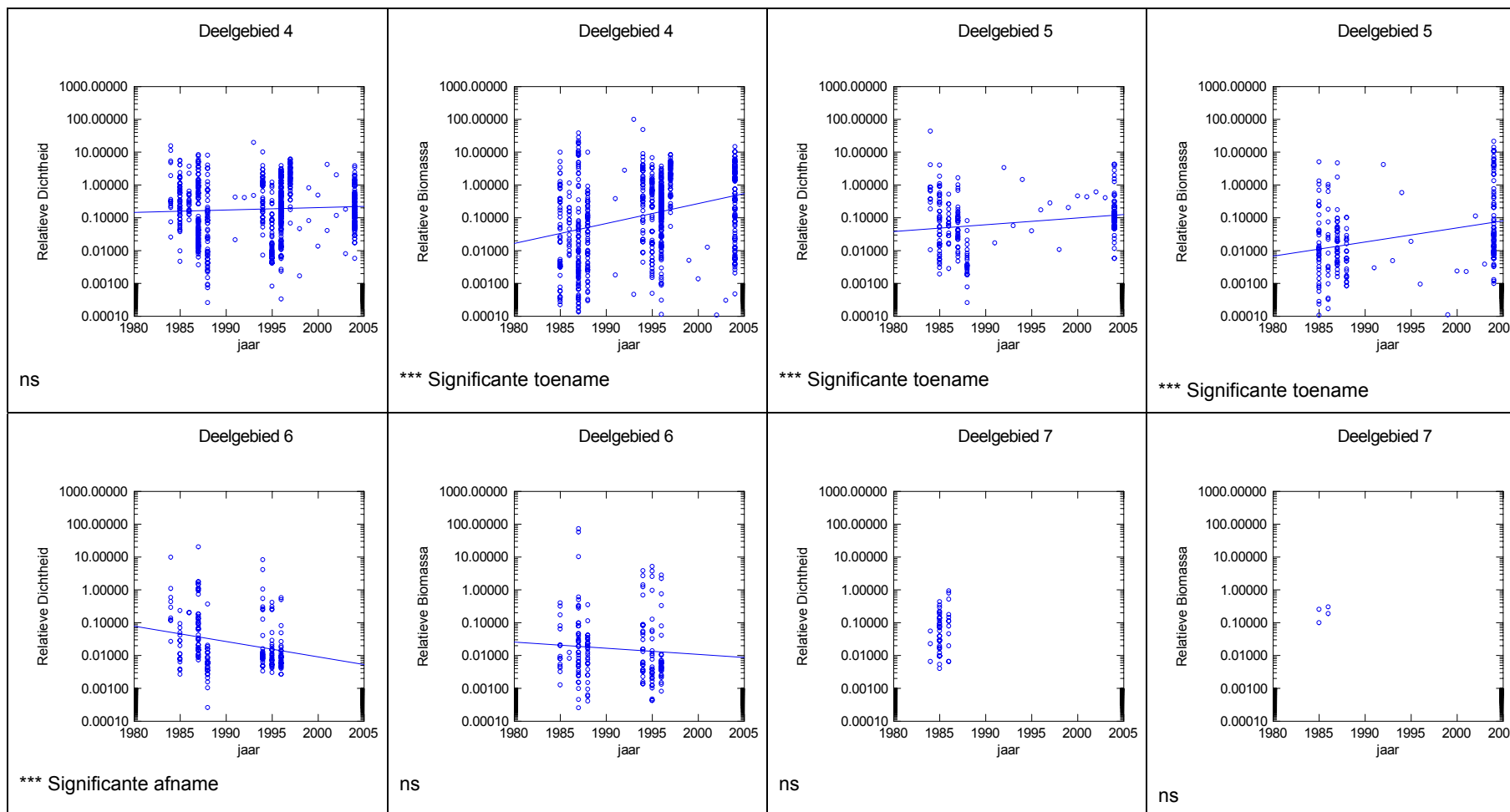
Figuur 6

a.-Resultaten van de log-lineaire trendanalyses over de totale macrofauna dichtheden en biomassa's in de totale Voordelta en deelgebieden 1 tm 3 gedurende de periode 1983-2004.



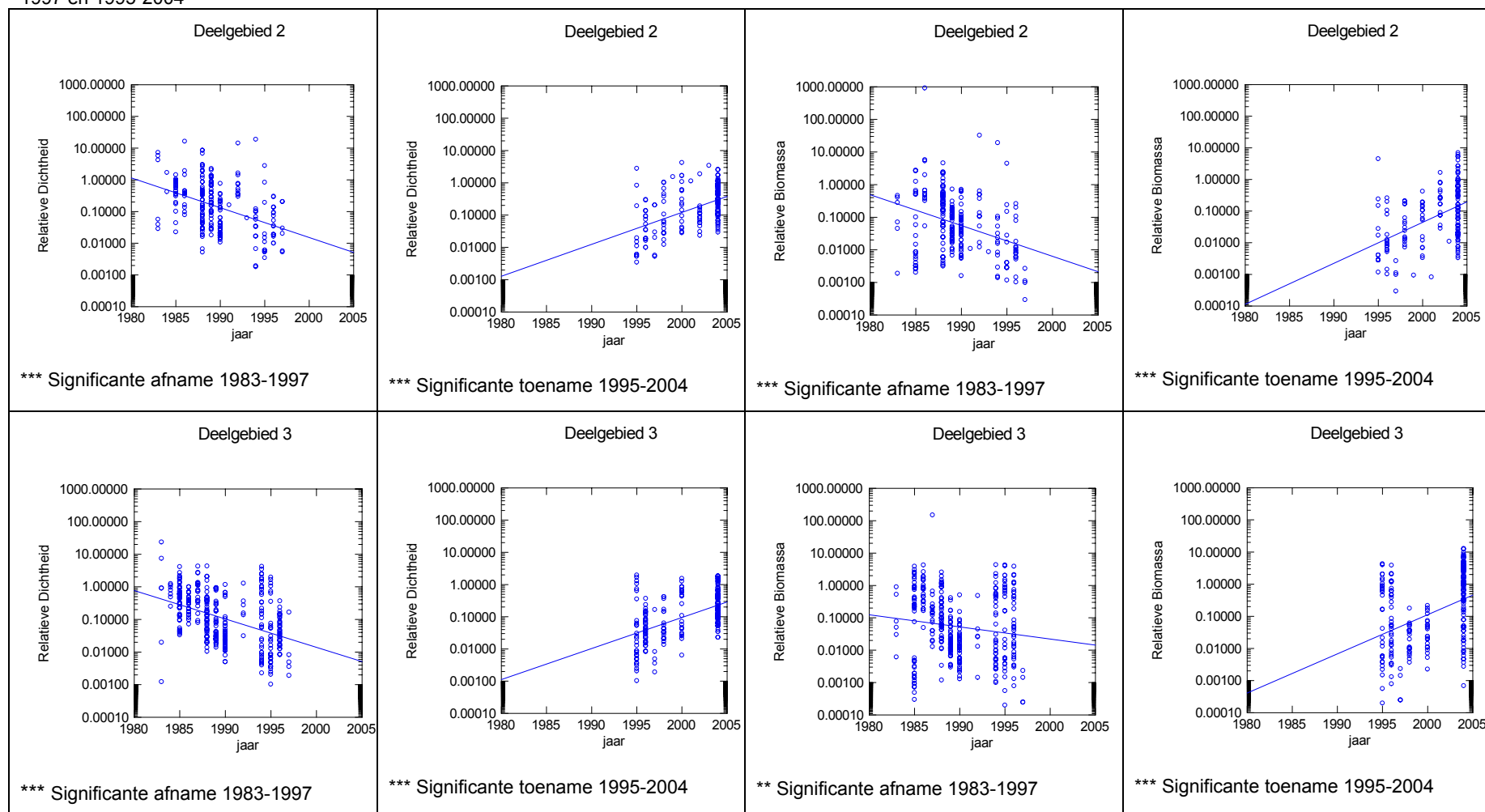
Figuur 6

b.-Resultaten van de log-lineaire trendanalyses over de totale macrofauna dichtheden en biomassa's in deelgebieden 4 tm 7 gedurende de periode 1983-2004.



Figuur 7

Resultaten van de log-lineaire trendanalyses over de totale macrofauna dichtheden en biomassa's in de deelgebieden 2 en 3 gedurende de afzonderlijke perioden 1983-1997 en 1995-2004



3.3.3 *Verskil in trends voor dichtheid en biomassa in totale macrofauna tussen deelgebieden*

Significante trends in de afzonderlijke deelgebieden, kunnen ook nog onderling van elkaar verschillen, doordat het dichtheids- of biomassa-niveau over de hele linie lager/hoger ligt in één van de deelgebieden, of dat de toename/afname sterker is in één van de deelgebieden. Dit is getest met behulp van covariantie-analyses, waarvan de resultaten in Tabel 1 worden getoond. Zo blijkt de afname in dichtheid in deelgebied 2 over de periode 1983-1997, sterker te zijn dan in deelgebied 3, en dat geldt ook voor de biomassa. De biomassa neemt echter in deelgebied 2 na het dal ook weer sterker toe dan in deelgebied 3.

De toename in biomassa over de gehele periode 1983-2004 blijkt het sterkste te zijn in deelgebied 4, gevolgd door deelgebied 5, dan 3, en de zwakste toename in deelgebied 1. Een uitspraak aangaande de macrofauna ontwikkelingen in deelgebied 7 is niet mogelijk door het geringe aantal bemonsteringen in dit deelgebied, en het beperkte aantal monsterjaren in de dataset.

Tabel 6

Resultaten van de covariantie analyses van de significante trends aangaande de totale macrofauna ontwikkeling in dichtheid en biomassa binnen de verschillende deelgebieden gedurende de periode 1983-2004.

Covariantie	Significantie	Karakteristieken
Dichtheid		
Deel 2 – Deel 3 (1983-1997)	***	Sterkere afname in deel 2
Deel 2 – Deel 3 (1995-2004)	ns	
Biomassa		
Deel 1 – Deel 3 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 3
Deel 1 – Deel 4 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 4
Deel 1 – Deel 5 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 5
Deel 3 – Deel 4 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 4
Deel 3 – Deel 5 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 5
Deel 4 – Deel 5 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 4
Deel 2 – Deel 3 (1983-1997)	***	Sterkere afname in deel 2
Deel 2 – Deel 3 (1995-2004)	**	Sterkere toename in deel 3

3.4 FUNCTIONELE GROEPEN DICHTHEID EN BIOMASSA IN VOORDELTA EN AFZONDERLIJKE DEELGEBIEDEN

Met betrekking tot de functionele groepen ('depositfeeders', omnivoren, herbivoren, predatoren, 'surface depositfeeders' en 'suspensionfeeders'), zijn dezelfde procedures en analyses uitgevoerd als beschreven voor de totale macrofauna. Voor behoud van het overzicht in deze rapportage zijn voor deze analyses enkel de significante resultaten in tabelvorm gepresenteerd in Bijlage 2; alle gegevens en bijbehorende grafieken zijn opgeslagen op de bijgesloten CD.

De eerder vertoonde toename in dichtheid en biomassa van de totale macrofauna in de Voordelta over de periode 1983-2004 is terug te vinden voor vrijwel alle functionele groepen (Bijlage 2). Enkel de omnivoren en de 'surface deposit feeders' laten respectievelijk een afname in hun biomassa en dichtheid zien.

Wanneer rekening gehouden wordt met de afzonderlijke deelgebieden wordt de situatie enigszins meer genuanceerd.

De omnivoren vertonen een toename in dichtheden in de gebieden 2, 3, 4 en 5 daar waar deelgebied 1 juist een afname in dichtheden laat zien. Waar de totale macrofauna in deelgebied 6 in dichtheid af neemt, geldt dit voor de omnivoren juist in biomassa. Voor die groep is enkel nog in deelgebied 2 een toename in biomassa zichtbaar.

De 'surface depositfeeders' wijken wel weer sterk af van de algemene trends voor de totale macrofauna met een significant afname in gedurende de onderzoeksperiode in de deelgebieden 1, 3, 4 en 6. Terwijl de biomassa in deelgebied 1 tussen 1983 en 1994 significant afneemt neemt die juist toe in deelgebied 2 tussen 1995 en 2004. De predatoren vertonen weer grotendeels het zelfde beeld als de totale macrofauna met uitzondering van een afname in dichtheid over de periode 1983-2004 in deelgebied 3, en een toename in deze periode van de biomassa in deelgebied 2.

De 'suspensionfeeders' zien hun dichtheid toenemen in deelgebieden 1, 3, 4 en 5 terwijl een vergelijkbare trend voor de totale macrofauna dichtheid tot deelgebied 5 beperkt bleef (met kanttekeningen als gevolg van laag aantal waarnemingen).

Alle functionele groepen laten een trendbreuk zien tussen 1995 en 1997 in deelgebieden 2 en 3 met een afname gevolgd (na het knikpunt) door een toename van de dichtheden en de biomassa's. De helling van deze trend varieert enigszins tussen de functionele groepen en de deelgebieden zoals weergegeven in de overzichtstabel in Bijlage 2.

Met betrekking tot de trendanalyses van de functionele groepen moet wel worden toegevoegd dat voor ongeveer de helft van het totale aantal organismen in de database nog niet is aangegeven tot welke functionele groep dezen behoren. Met uitzondering van de herbivoren zijn de functionele groepen echter vertegenwoordigd

door een groot aantal verschillende organismen, waardoor grote verschuivingen in de trends niet direct te verwachten zijn wanneer meerdere soorten in de bijbehorende functionele groep worden geplaatst.

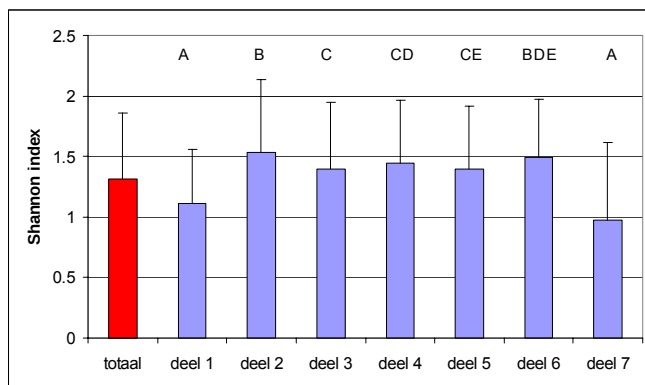
3.5 MACROFAUNA DIVERSITEIT IN VOORDELTA EN AFZONDERLIJKE DEELGEBIEDEN

3.5.1 Gebiedsgemiddelde H' diversiteit index

De gemiddelde Shannon Index is niet significant verschillend over de periode 1983-2004 in de deelgebieden 3, 4, 5 (ANOVA, pairwise comparison, $p < 0.05$; Figuur 8). De deelgebieden 2 en 6 kennen een iets hogere diversiteit, maar dit is slechts significant voor deelgebied 2, en deelgebied 6 en vergelijking met 3. De deelgebieden 1 en 7 hebben een significant lagere diversiteit dan de overige deelgebieden (ANOVA, pairwise comparison, $p < 0.05$).

Figuur 8

Shannon diversiteits index voor de totale Voordelta en de 7 afzonderlijke deelgebieden, weergegeven als jaargemiddelden + standaard deviatie over de periode (1983-2004). Significante verschillen zijn aangegeven met letters, waarbij overeenkomstige letters voor deelgebieden aanduiden dat er geen significante verschillen tussen die deelgebieden aanwezig zijn (ANOVA, pairwise comparison, $p < 0.05$).

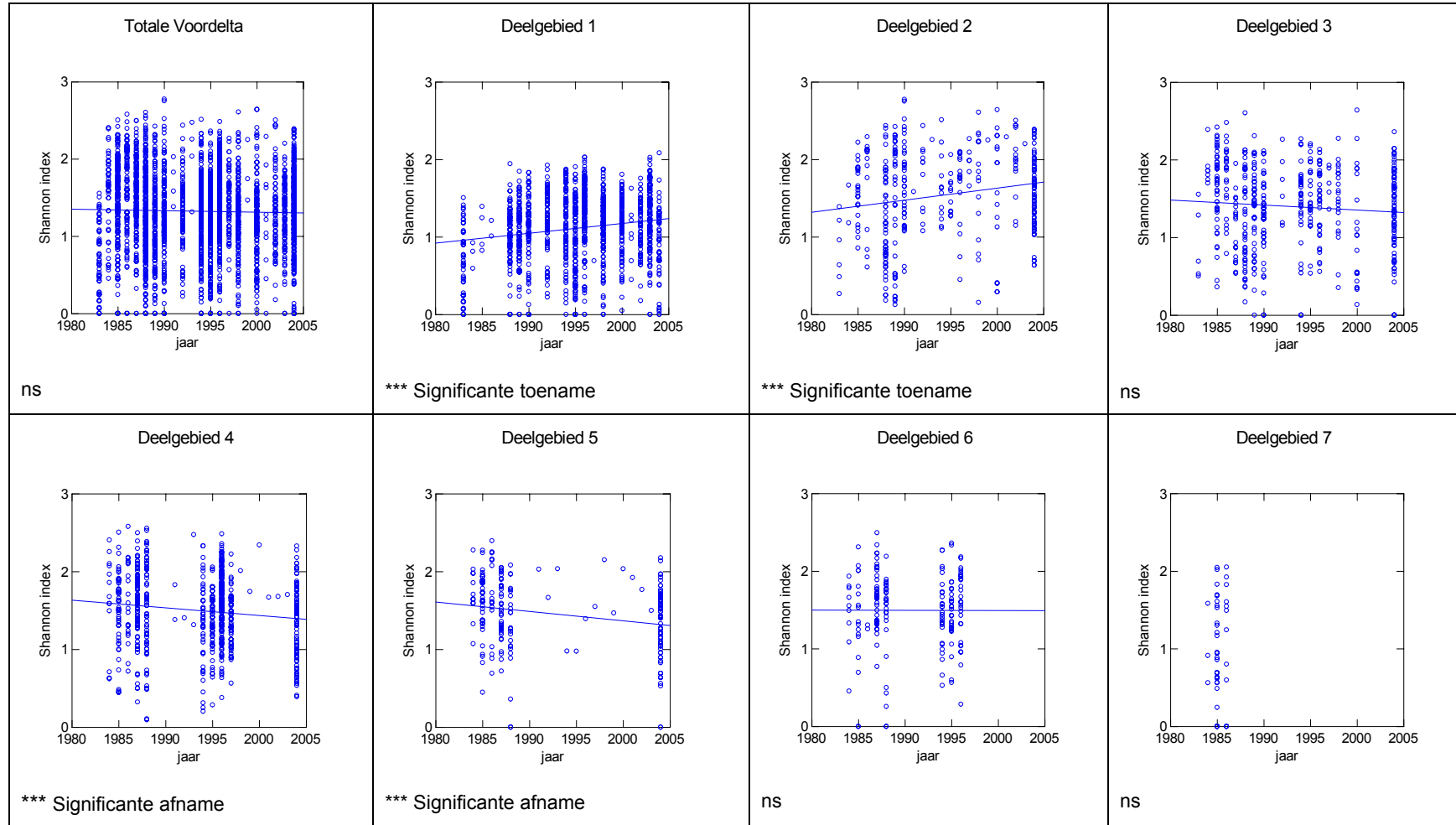


3.5.2 Ononderbroken trend vs trendbreuken in H' diversiteit index

De diversiteit is in de gehele Voordelta over de periode 1983-2004 stabiel gebleven, maar wanneer de deelgebieden afzonderlijk beschouwd worden zijn er wel significante trends in diversiteit te bekennen (Figuur 9). Terwijl de diversiteit toeneemt in de deelgebieden 1 en 2 gedurende de studieperiode neemt deze in de deelgebieden 4 en 5 juist af. De toename in de deelgebieden 1 en 2 heeft echter plaats gevonden in de periode 1983-1997, waarna er geen significante veranderingen meer waarneembaar zijn (Figuur 10). Gelijkerwijze, wordt de afname in deelgebied 5, deels veroorzaakt door de schaarste aan gegevens tussen 1989-2003 waardoor het jaar 2004 zwaar weegt in de trendanalyse. In deelgebied 4 vind de afname juist plaats in de periode 1995-2004. Covariantie analyses laten zien dat de trends in de deelgebieden 1 en 2 vergelijkbaar zijn, en ook de trends in de deelgebieden 4 en 5 verschillen niet significant.

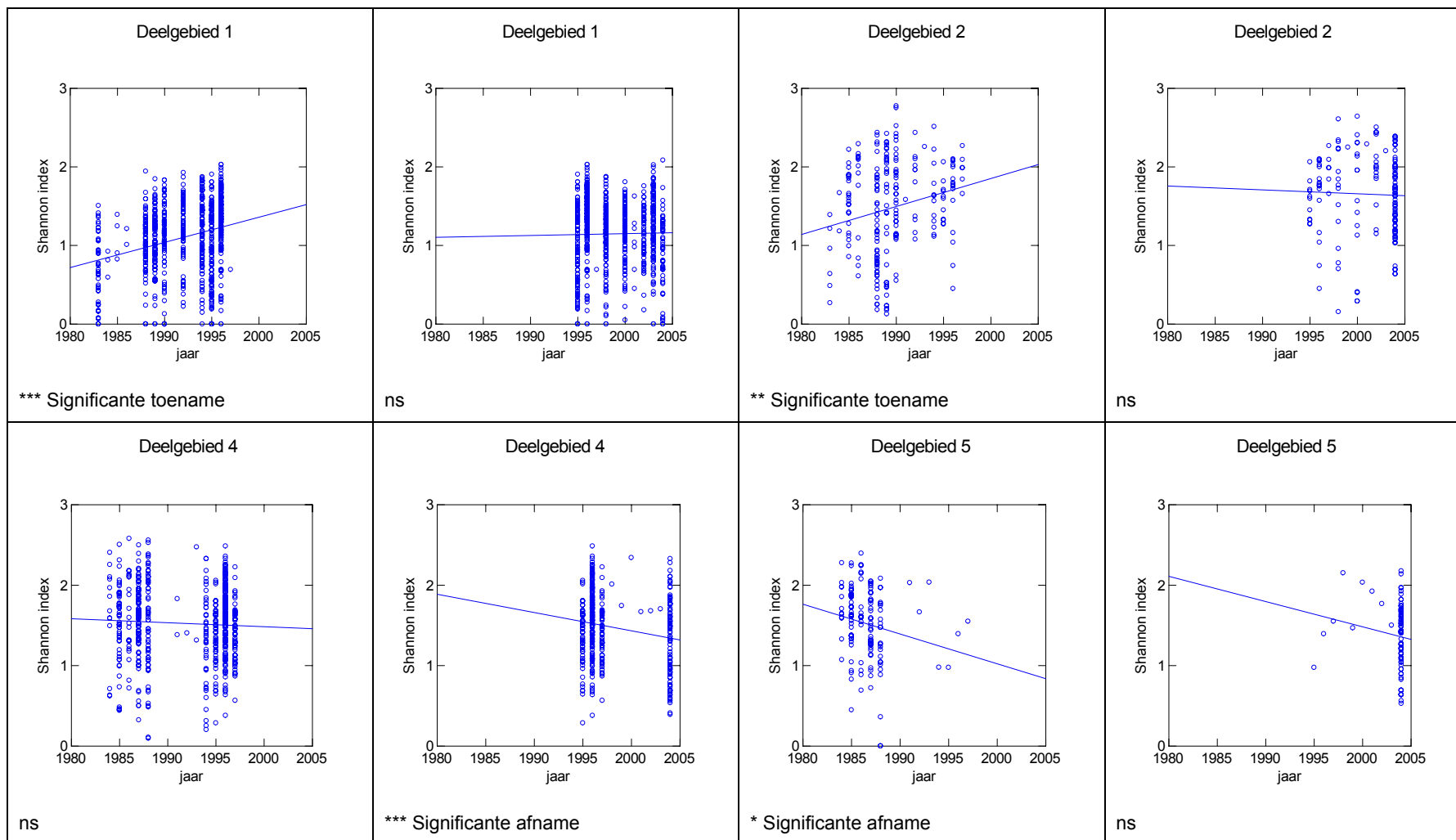
Figuur 9

Trendbepaling voor de diversiteit volgens de Shannon index in de totale Voordelta en de afzonderlijke deelgebieden.



Figuur 10

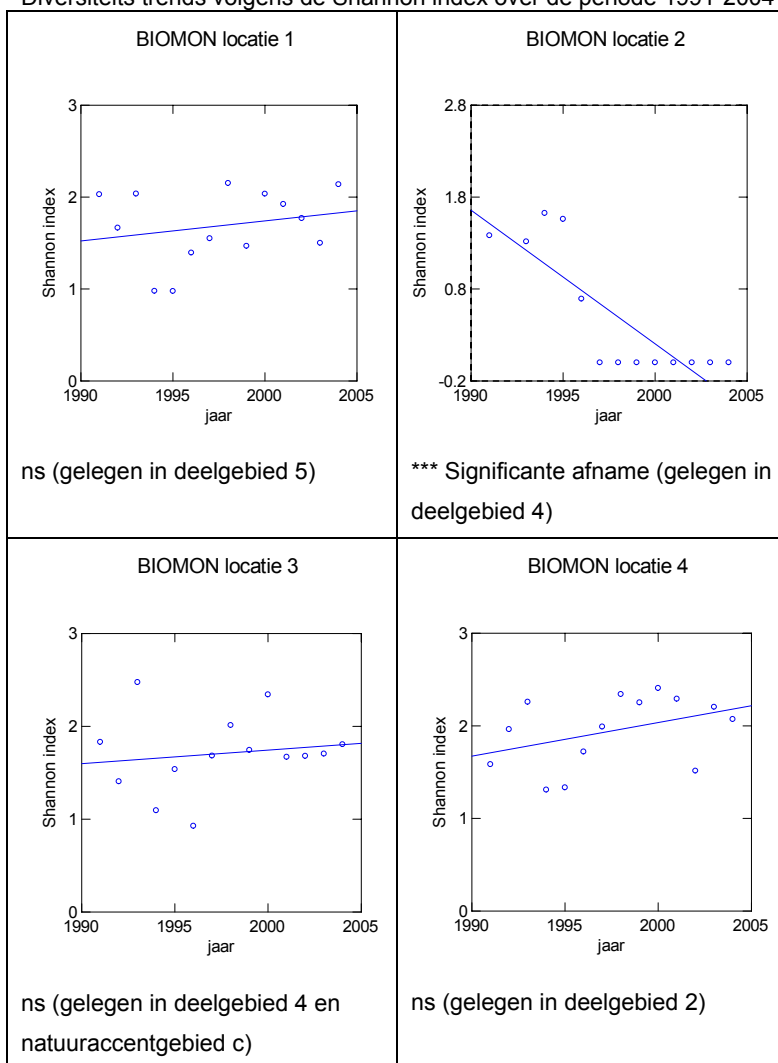
Trendbepaling voor de diversiteit volgens de Shannon index in de deelgebieden met trendbreuk voor respectievelijk de perioden 1983-1997 en 1995-2004.



Tevens is het verloop van de infauna soortendiversiteit bestudeerd op de vier BIOMON locaties (Figuur 2) waarvoor een complete reeks jaarlijkse bemonsteringen over de periode 1991-2004 beschikbaar is. Er is een zwakke toename in de macrofauna diversiteit over de periode zichtbaar voor drie van de vier locaties, echter deze bleek niet significant te zijn (Figuur 11).

De afwezigheid van een trend in diversiteit zoals eerder beschreven in de deelgebieden 2 en 5 gedurende de periode 1995-2004 is bevestigd bij de waarnemingen uit de BIOMON locaties 1 en 4. Gelijkerwijze wordt de afnemende trend in diversiteit beschreven in deelgebied 4 tussen 1995 en 2004 ook gevonden op BIOMON locatie 2 (zuidelijke kant van deelgebied 4) maar niet op BIOMON locatie 3 (noordelijke kant van deelgebied 4).

Figuur 11
Diversiteits trends volgens de Shannon index over de periode 1991-2004 op de 4 BIOMON locaties



3.6 SOORTENSAMENSTELLING IN VOORDELTA EN AFZONDERLIJKE DEELGEBIEDEN

De MDS plot verkregen op basis van de soortensamenstelling met onderscheid van de deelgebieden laat een duidelijk scheiding van deelgebied 1 ten opzicht van de andere deelgebieden zien (Figuur 12a). De andere zes

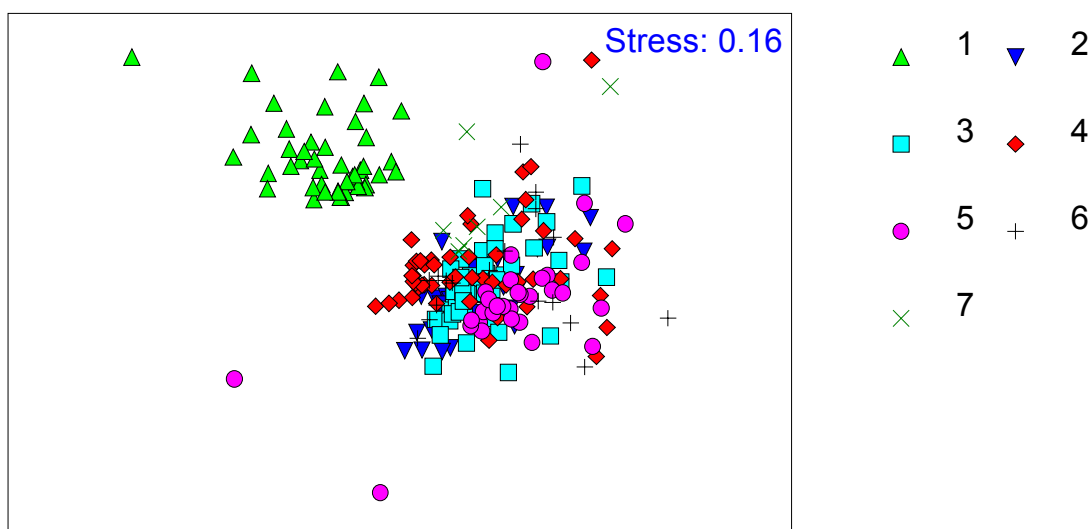
deelgebieden vallen samen in hetzelfde gebied van de plot met uitzondering van een vijftal punten van de deelgebieden 4,5,6 en 7 die enigszins afgezonderd liggen van de rest.

Wanneer voor hetzelfde plot onderscheid wordt gemaakt in de monsterjaren blijken al die afgezonderde punten uit de periode voor 1985 te stammen (Figuur 12b). Verder onderscheid tussen de monsterjaren binnen de twee wolken in de MDS plot (deelgebied 1 versus de rest) is niet mogelijk.

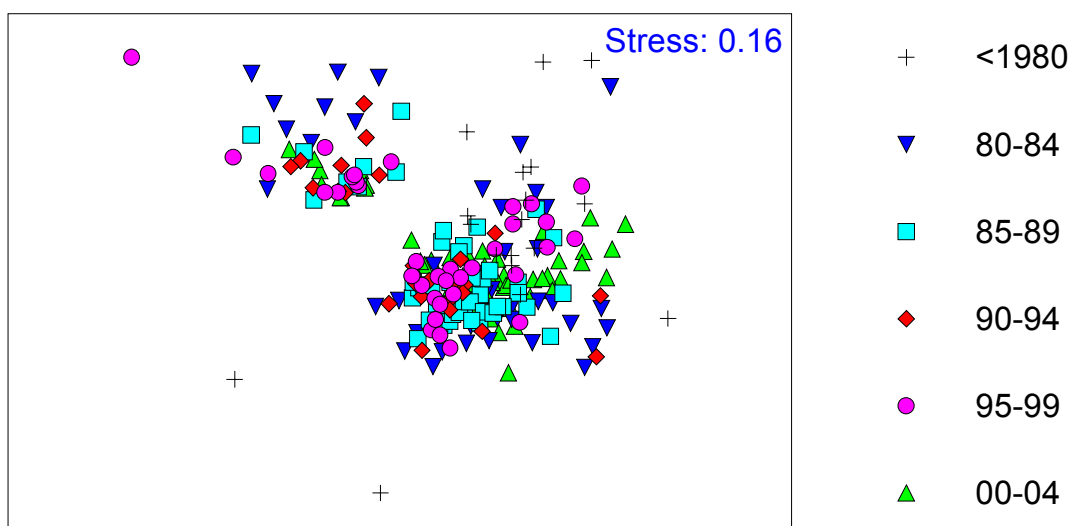
Figuur 12

Twee-dimensionale MDS plots die de verschillen en variatie in levensgemeenschappen weergeven tussen a) de deelgebieden; b) jaarklasses; c) gemiddelde deelgebied x jaarklasse combinaties, waarin A is periode <1980; B is periode 1980-1984; C is periode 1985-1989; D is periode 1990-1994; E is periode 1995-1999; F is periode 2000-2004.

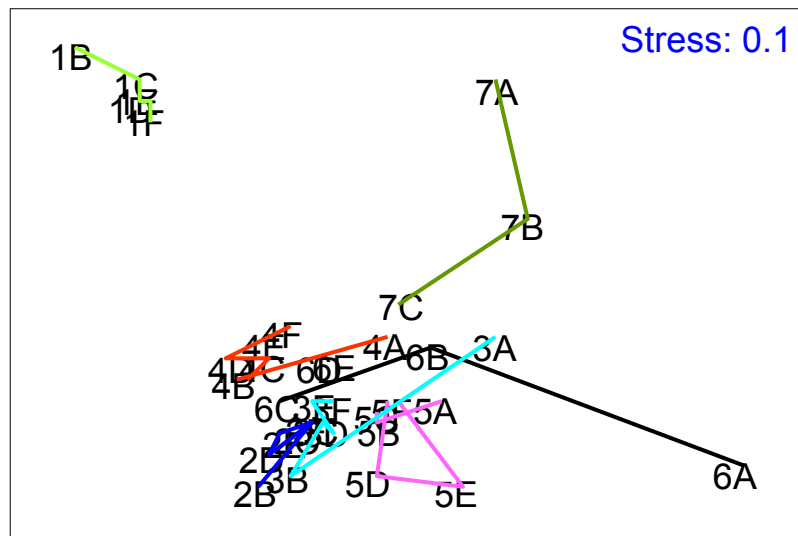
a) MDS van Levensgemeenschappen in deelgebieden



b) MDS van Levensgemeenschappen in jaarklasses



c) Trendanalyse Levensgemeenschappen



Na samenvoeging van de monsters per deelgebied (1-7) en jaarklasse (A-F) blijken enige temporele trends aanwezig te zijn binnen elk deelgebied (Figuur 12c). De verschillen tussen de deelgebieden zijn het grootste in de jaren 60 (<1980) en nemen af door de tijd heen. Deelgebieden 3 en 4 laten de zelfde trend zien met, na een grote verschuiving tussen de zestiger en de tachtiger jaren een omkeer van de trend na 1985. Vermoedelijk bestaat een vergelijkbare trend in deelgebied 2 maar de afwezigheid van observaties voor de jaren 80 laat het niet toe om daarover ontsluitel te geven. Deelgebieden 6, 7 en in minder mate 1 zijn door de tijd heen meer op deelgebied 2, 3 en 4 gaan lijken. Echter de trajecten gevolgd door de deelgebieden 6, 7 en 1 zijn duidelijk verschillend van de deelgebieden 2-4.

De op de MDS plots aangeduide trends en clustering zijn getest met ANOSIM (Primer 5). Daaruit blijkt een groter verschil te bestaan tussen de levensgemeenschappen van de afzonderlijke deelgebieden (overlappende groepen met duidelijke verschillen), dan tussen de levensgemeenschappen van de afzonderlijke jaarklassen (overlappende groepen met verschillen) (Tabel 7).

Vergelijking van deelgebied 1 met de overige deelgebieden geeft hoge R-waarden, en dit geldt veelal ook voor de vergelijking van de levensgemeenschappen van deelgebied 7 met de overige deelgebieden. De 'overall' verschillen tussen de jaren zijn het grootst tussen de jaren <1980 en 1985-1989, en tussen de jaren 1980-1984 en 2000-2004. De levensgemeenschappen van de jaarklassen 1990-1994, 1995-1999 en 2000-2004 verschillen niet significant, en dat geldt ook voor de jaarklassen <1980 en 1995-1999.

.....

Tabel 7

Resultaten ANOSIM, 2-way crossed design over de deelgebieden en de jaarklasses. De jaarklasses zijn weergegeven met een cijfer waarbij A is periode <1980; B is periode 1980-1984; C is periode 1985-1989; D is periode 1990-1994; E is periode 1995-1999; F is periode 2000-2004.

Totale Voordelta					
Verschillen in levensgemeenschappen					
Deelge- bieden	Global R = 0.556	Sign. p < 0,001	Jaarklas- ses	Global R = 0.304	Sign. p < 0,001
1-2	0.948	***	A-B	0.483	***
1-3	0.945	***	A-C	0.664	***
1-4	0.853	***	A-D	0.440	***
1-5	0.994	***	A-E	0.173	ns
1-6	0.879	***	A-F	0.437	***
1-7	0.903	***	B-C	0.339	***
2-3	0.145	**	B-D	0.453	***
2-4	0.385	***	B-E	0.406	***
2-5	0.552	***	B-F	0.535	***
2-6	0.370	***	C-D	0.320	***
2-7	0.804	***	C-E	0.245	***
3-4	0.268	***	C-F	0.348	***
3-5	0.337	***	D-E	-0.044	ns
3-6	0.351	***	D-F	0.107	ns
3-7	0.704	***	E-F	0.109	*
4-5	0.375	***			
4-6	0.362	***			
4-7	0.528	***			
5-6	0.259	***			
5-7	0.579	***			
6-7	0.405	*			

3.7 GEMEENSCHAP SOORTENSAMENSTELLING OP DE BIOMON LOCATIES

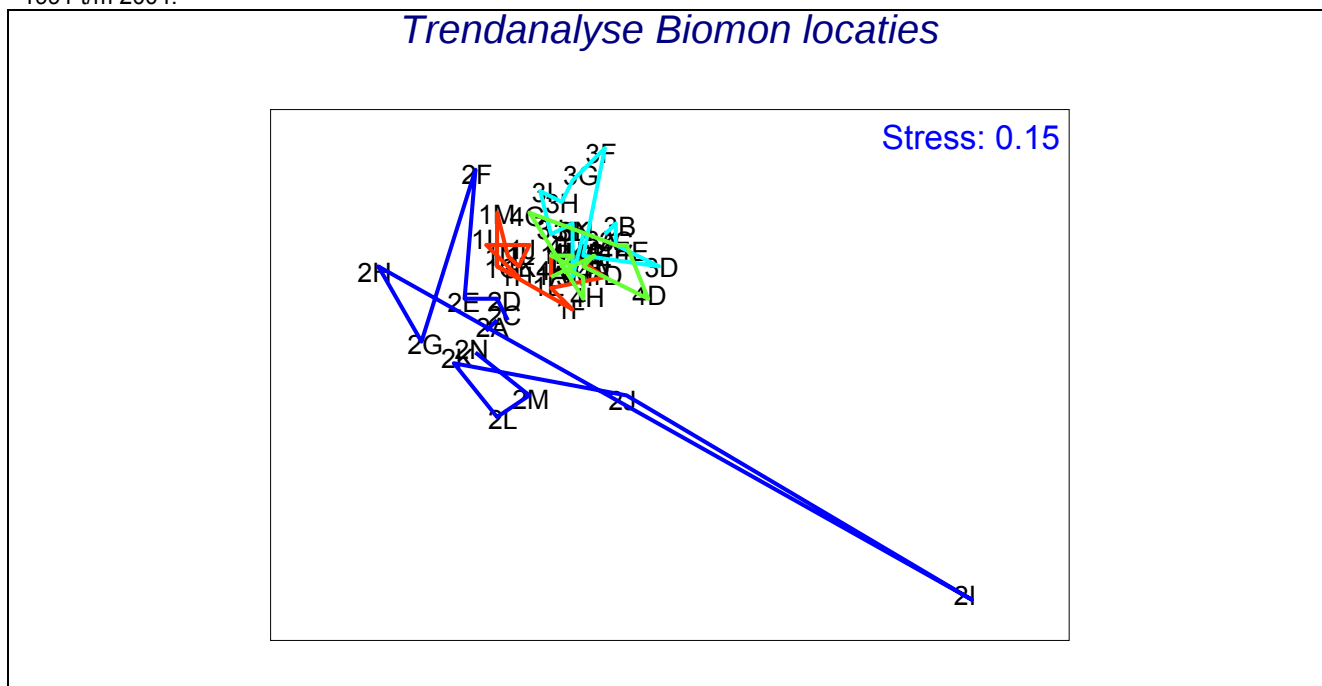
De bemonsteringsintensiteit op de vier BIOMON locaties laat toe om de veranderingen in de soortensamenstelling per jaar te volgen tussen 1991 en 2004.

De locaties 1, 3 en 4 blijven dicht bij elkaar over het hele studie periode terwijl locatie 2 een grootte variatie laat zien en een duidelijke scheiding ten opzichte van de andere drie punten (Figuur 13). Kenmerkend bij de plot voor locatie 2 is de omvangrijke verschuiving in soortensamenstelling in het jaar 1998 (punt '2I') In 1998 zijn slechts 3 soorten waargenomen waarvan er 2 niet op de andere locaties of in andere jaren zijn aangetroffen. Deze ware 'uitschieter' is opgevolgd door twee jaren (1999: '2J', 2000: '2K') die voor de terugkeer naar een

soortensamenstelling vergelijkbaar met die van 1991 ('2A') zorgen. Binnen de groep van de locaties 1, 3 en 4, zijn de locaties 1 en 3 vrij goed gescheiden terwijl locatie 4 tussen de twee puntenwolken in verkeert.

Figuur 13

Gekoppelde trendanalyse van levensgemeenschappen BIOMON locaties over de tijd in een MDS plot. De cijfers 1 t/m 4 refereren aan de locaties zoals eerder beschreven. De letters A t/m N refereren respectievelijk naar de opéénvolgende jaren 1991 t/m 2004.



Tabel 8

Resultaten ANOSIM 2-way crossed design over de BIOMON locaties en de jaren.

Biomon locaties

Verschillen in levensgemeenschappen

Locaties	Global R =	Sign. p <	Jaren	Global R =	Sign. ns
	0.415	0.001		0.028	
1-2	0.400	***	'91-'96	0.323	ns
1-3	0.500	***	'91-'97	0.271	ns
1-4	0.396	***			
2-3	0.546	***			
2-4	0.519	***			
3-4	0.175	**			

Alleen de jaarcombinaties met $R \geq 0.25$ zijn getoond.

Dit wordt bevestigd door de ANOSIM analyse die laat zien dat de BIOMON locatie combinaties 2-3, 2-4 en 1-3 overlappen, maar duidelijke verschillen vertonen ($R \geq 0.5$), maar dat met uitzondering van de locaties 3 en 4 ook de overige combinaties verschillen vertonen (Tabel 8). De ligging (en daaraan gekoppelde omstandigheden) zijn duidelijk belangrijker dan trends in de tijd, die geen overeenkomsten blijken te vertonen op de locaties. Alleen 1991 is nog enigzins te onderscheiden van 1996 en 1997, wanneer de BIOMON locaties samen worden

geanalyseerd. Er zijn geen significante verschillen tussen levensgemeenschappen uit verschillende jaren aangetroffen door de grote verschillen tussen de locaties onderling.

3.8 MACROFAUNA DICHTHEID EN BIOMASSA IN DE NATUURACCENTGEBIEDEN

3.8.1 Totale macrofauna in Natuuraccentgebied a

Tabel 9 toont de gemiddelde dichtheid en biomassa in natuuraccentgebied a en de omliggende deelgebieden (geanalyseerd zonder natuuraccentgebieden). Er is een grote variatie zichtbaar over de jaren waarbij niet direct een trend zichtbaar wordt, en de grote standaard deviaties laten zien dat er grote variatie is binnen de geanalyseerde gebieden. Wederom speelt hier het bemonsteringstijdstip weer een belangrijke rol, en zoals zichtbaar is in Tabel 2, is er een grote variatie in het aantal monsters per gebied per jaar, wat de betrouwbaarheid van de waarden sterk beïnvloed.

Tabel 9

Gemiddelde dichtheid en biomassa in de monsters van natuuraccentgebied a en de omgeving (deelgebieden met overlap met a) over de onderzoeksjaren.

jaar	Natuuraccentgebied a				Omgeving a			
	Dichtheid (n/m ²)		Biomassa (mg/m ²)		Dichtheid (n/m ²)		Biomassa (mg/m ²)	
	gemiddelde	stdev	gemiddelde	stdev	gemiddelde	stdev	gemiddelde	stdev
1966					728.0	431.5		
1983	4040.2	6676.8	35742.2	49093.8	1369.5	2969.2	4939.3	12948.7
1984	15680.6	10193.9			4383.3	6129.0		
1985	805.3		8579.2		4427.9	8001.7	44108.3	125357.8
1986					4712.8	4492.8	39608.9	48710.2
1987					25420.3	25176.3	25681.6	21627.4
1988	19865.4	47400.4	24376.4	51382.1	9029.4	17835.2	20631.1	26517.0
1989	25783.2	29910.0	11776.9	12699.8	3360.3	4739.5	2923.9	4298.4
1990	15164.1	14658.5	8367.2	11567.4	1222.2	1766.4	2555.3	5164.3
1991					17364.5		232811.1	
1992	14837.3	15389.5	9996.7	24252.0	1961.3	3436.2	29471.0	89453.3
1993					6764.2		186369.1	
1994	13631.4	15008.1	15514.4	19011.7	4312.7	16315.4	15905.6	42266.9
1995	631.7	870.1	5468.4	11144.2	8084.3	17581.8	60491.1	129419.5
1996	7891.4	18669.9	9368.7	16432.7	2011.4	4328.7	101059.4	648708.1
1997	158.3	92.7	3357.4	3598.6	4444.5	7802.6	18407.4	20277.7
1998	19749.2	37252.1	16133.8	25007.8	2979.4	5869.1	2468.4	3892.0
1999					1669.1		11.4	
2000	10630.2	11434.4	12205.5	13464.9	3909.7	4456.5	2788.6	4646.9
2001	4244.5	1826.2	201243.9	174237.8	560.5	440.4	112666.3	274543.4
2002	9000.0	4502.3	84544.5	150495.2	3092.2	3548.2	44906.3	72353.9
2003	6468.0	5007.8	158643.3	194920.2	4746.7	3062.6	147381.7	131199.8
2004	4197.3	3159.7	98806.3	154689.0	946.2	983.1	66326.4	108750.6

In figuur 14 wordt de ontwikkeling van de totale macrofauna in dichtheid en biomassa in natuuraccentgebied a vergeleken met de deelgebieden (zonder de natuuraccentgebieden) waarvan het deels onderdeel is.

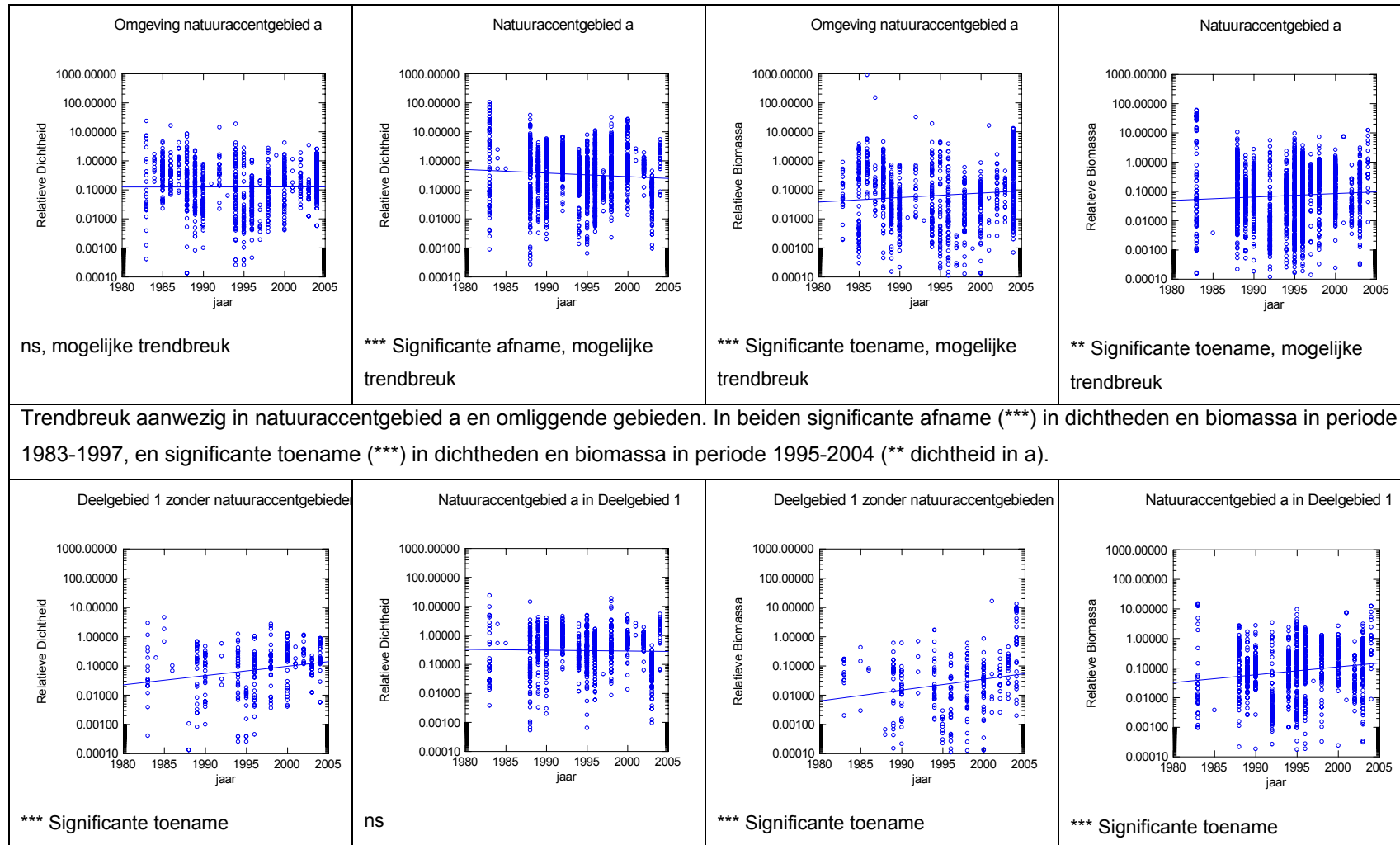
Waar de dichtheden in de omliggende deelgebieden (1, 2 en 3) over de periode 1983-2004 niet significant af- of toenemen, is er wel een significante afname in natuuraccentgebied a waarneembaar. De biomassa neemt

echter in beiden delen toe. Zoals uit het vergelijken van de deelgebieden is gebleken, is er sprake van een trendbreuk in de deelgebieden 2 en 3, die ook zichtbaar wordt in de gecombineerde deelgebieden 1, 2 en 3. In natuuraccentgebied a is er ook een significante afname in de dichtheid en biomassa aanwezig tussen 1982 en 1998, en een significante toename in de periode 1995-2004.

De covariantie analyses laten zien (Tabel 10) dat beide de afname en de toename sterker zijn in de omliggende gebieden dan in de natuuraccentgebieden zelf. De totale dichtheid en biomassa is overigens ook groter in het natuuraccentgebied dan in de omliggende gebieden. Daar het grootste gedeelte van natuuraccentgebied a in deelgebied 1 ligt, hebben we dezen nog eens specifiek vergeleken. Het overall beeld in biomassa over de periode 1983-2004 is vergelijkbaar met het hele natuuraccentgebied en zijn omgeving, maar de dichtheid in het natuuraccent gedeelte van deelgebied 1 blijkt niet significant af te nemen. In het overige deel van deelgebied 1 neemt de dichtheid ook significant toe in tegenstelling tot de gecombineerde deelgebieden 1, 2 en 3. In deelgebied 1, en ook in het gedeelte natuuraccentgebied daarin, is geen sprake meer van een trendbreuk gedurende de periode 1983-2004.

Figuur 14

Vergelijking van trends in totale macrofauna dichtheid en biomassa over de periode 1983-2004 in natuuraccentgebied a en de omliggende deelgebieden (1, 2 en 3), en vergelijking van de trends in dichtheid en biomassa van deelgebied 1 zonder de natuuraccentgebieden en het gedeelte van natuuraccentgebied a binnen deelgebied 1.



.....

Tabel 10

Resultaten van de covariantie analyses van de significante trends aangaande de totale macrofauna ontwikkeling in dichtheid en biomassa binnen natuuraccentgebied a en de omliggende gebieden (deel 1+2+3x), en deelgebied 1 zonder de natuuraccentgebieden (deel 1x) en het gedeelte van natuuraccentgebied a binnen deelgebied 1 (deel 1a).

Covariantie	Significantie	Karakteristieken
Dichtheid		
Deel 1+2+3x – natuuraccent a (1983-1997)	***	Sterkere afname in deel 1+2+3x
Deel 1+2+3x – natuuraccent a (1995-2004)	***	Sterkere toename in deel 1+2+3x
Biomassa		
Deel 1+2+3x – natuuraccent a (1983-2004)	ns	
Deel 1x – deel 1a (1983-2004)	*	Sterkere toename in deel 1x
Deel 1+2+3x – natuuraccent a (1983-1997)	***	Sterkere afname in deel 1+2+3x
Deel 1+2+3x – natuuraccent a (1995-2004)	***	Sterkere toename in deel 1+2+3x

3.8.2 Functionele groepen in natuuraccentgebied a

De dichtheid en biomassa van de 'depositfeeders' nemen eerst af gedurende de periode 1983-1997 en vervolgens toe tussen 1995 en 2004 (Bijlage 3a). Zoals voor de totale macrofauna zijn deze trends minder geaccentueerd binnen het natuuraccentgebied dan in de omliggende gebieden.

De toename in biomassa in het natuuraccentgebied is groter dan de eerdere afname waardoor de biomassa in natuuraccentgebied a (en ook in het gedeelte van a dat binnen deelgebied 1 ligt) significant toe neemt over de totale onderzoeksperiode.

De omnivoren nemen af in natuuraccentgebied a over de periode 1983-2004, door een afname tot 1997 die niet wordt gevolgd door een significante toename, terwijl in het omliggende gebied er sprake is van een netto toename van de omnivoren omdat de omnivoren hier wel toenemen over de periode 1995-2004. De biomassa van de omnivoren laat een vergelijkbare ontwikkeling zien, maar in het natuuraccentgedeelte wat binnen deelgebied 1 valt is er wel een toename in biomassa te zien.

De predatoren nemen in dichtheid en biomassa af in de gecombineerde gebieden 1, 2 en 3, en nemen daarna weer toe zonder dat dit tot een volledig herstel leidt. In het natuuraccentgebied is de enige waarneembare significante trend een afname in de dichtheid over de periode 1983-1997.

De 'surface depositfeeders' dichtheid en biomassa nemen tot 1997 af in alle gebieden en vervolgens toe in de omliggende gebieden terwijl de daling in het natuuraccentgebied zich voortzet tot 2004.

De 'Suspensionfeeders' nemen in dichtheid en biomassa over de hele onderzoeksperiode toe in de omliggende gebieden. In natuuraccentgebied a is deze toename alleen zichtbaar in biomassa, met name door een significante toename gedurende de periode 1995-2004.

3.8.3 Totale macrofauna in Natuuraccentgebied c

Natuuraccentgebied c, welke moet worden vergeleken met de deelgebieden 3 en 4, laat geen netto toename of afname in dichtheden en biomassa zien over de gehele onderzoeksperiode (Figuur 15). Dit terwijl de biomassa in de gecombineerde deelgebieden 3 en 4, wel toe neemt. Echter ook hier kan een trendbreuk worden onderscheiden, maar ligt het knippunt eerder dan bij natuuraccentgebied a; namelijk al in de periode 1990-1991. Een significante afname in biomassa vindt plaats in natuuraccentgebied c gedurende de periode 1983-1991 waarna de waarden aan biomassa zich stabiliseren terwijl het omgekeerde wordt waargenomen in het omliggende gebied met stabiele biomassa in de periode 1983-1991 en een toename daarna.

De dichtheden nemen in beiden, het accentgebied en de omliggende gebieden (maar sterker in het natuuraccentgebied; Tabel 11), tot 1991 af en vervolgens weer toe.

Wanneer specifiek gekeken wordt naar accentgebied c en deelgebied 4 waar natuuraccentgebied c grotendeels in ligt, neemt de dichtheid over de gehele onderzoeksperiode in beide gebieden toe. Wat de biomassa betreft is de toename alleen in het omliggende gebied waarneembaar.

Voor de gemiddelde dichtheden en biomassa's per jaar in de monsters, wordt verwezen naar de bijlagen in Excel-files.

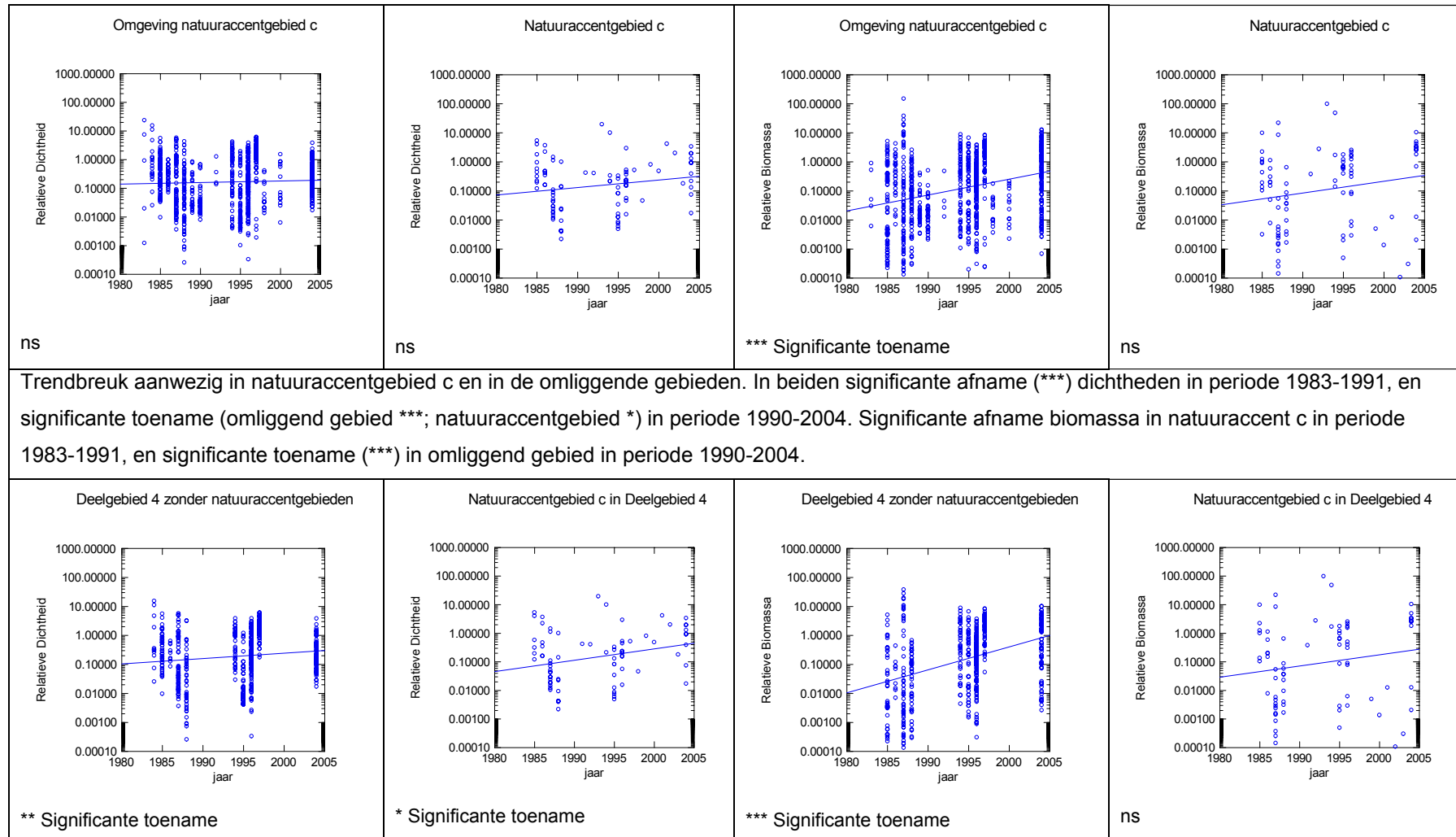
3.8.4 Functionele groepen in Natuuraccentgebied c

Na een initiële afname in beiden, het natuuraccentgebied c en de omliggende gebieden, nemen de 'depositfeeders' dichtheden toe (Bijlage 3b). De 'depositfeeders' biomassa neemt toe over de gehele onderzoeksperiode in de omliggende gebieden, terwijl in zowel het natuuraccentgebied c en de omgeving de biomassa tussen 1982 en 1992 af neemt.

Het verloop van de omnivoren dichtheden is vergelijkbaar met die van de 'depositfeeders', met als uitzondering dat de aantallen niet afnemen in het natuuraccentgebied tijdens de periode 1983-1991. De omnivorenbiomassa vertoont wederom een trendbreuk in het omliggende gebied maar blijft stabiel binnen het accentgebied c. Na een initiële afname in zowel dichtheid als biomassa, nemen de predatoren in de omgeving van natuuraccentgebied c toe. Binnen het accentgebied c is slechts een afname in predatoren dichtheid en biomassa waarneembaar gedurende de periode 1983-1991.

Figuur 15

Vergelijking van trends in dichtheid en biomassa over de periode 1983-2004 in natuuraccentgebied c en de omliggende deelgebieden (3 en 4), en vergelijking van de trends in dichtheid en biomassa van deelgebied 4 zonder de natuuraccentgebieden en het gedeelte van natuuraccentgebied c binnen deelgebied 4.



.....

Tabel 31

Resultaten van de covariantie analyses van de significante trends aangaande de totale macrofauna ontwikkeling in dichtheid en biomassa binnen natuuraccentgebied c en de omliggende gebieden (deel 3+4x), en deelgebied 4 zonder de natuuraccentgebieden (deel 4x) en het gedeelte van natuuraccentgebied c binnen deelgebied 4 (deel 4c).

Covariantie	Significantie	Karakteristieken
Dichtheid		
Deel 4x – Deel 4c (1983-2004)	ns	
Deel 3+4x – natuuraccent c (1983-1991)	*	Sterkere afname in natuuraccent c
Deel 3+4x – natuuraccent c (1990-2004)	ns	

De dichtheden en biomassa van de 'surface depositfeeders' laten een trendbreuk zien die als gevolg van onevenwichtige afname en toename tot een netto afname en toename leidt voor de dichtheid en biomassa respectievelijk in het omliggende gebied van natuuraccentgebied c. Binnen het natuuraccentgebied c is wederom enkel een afname in dichtheid en biomassa waarneembaar in de periode 1983-1991.

De dichtheid van de 'suspensionfeeders' neemt toe in zowel het natuuraccentgebied als in de omliggende gebieden terwijl de toename in biomassa enkel in de omliggende gebieden significant is.

3.8.5 Totale macrofauna in Natuuraccentgebied d

Het aantal genomen monsters in natuuraccentgebied d is gedurende de periode 1989-2003 vrij beperkt. Echter wordt een trendbreuk tijdens de periode 1983-2004 in deze regio niet verwacht, gezien het feit dat deze ook niet is waargenomen in de omliggende deelgebieden 4 en 6.

Waar de totale macrofauna dichtheid en biomassa in de omgeving van natuuraccentgebied d toe neemt tijdens de onderzoeksperiode, neemt deze af in het natuuraccentgebied (Figuur 16).

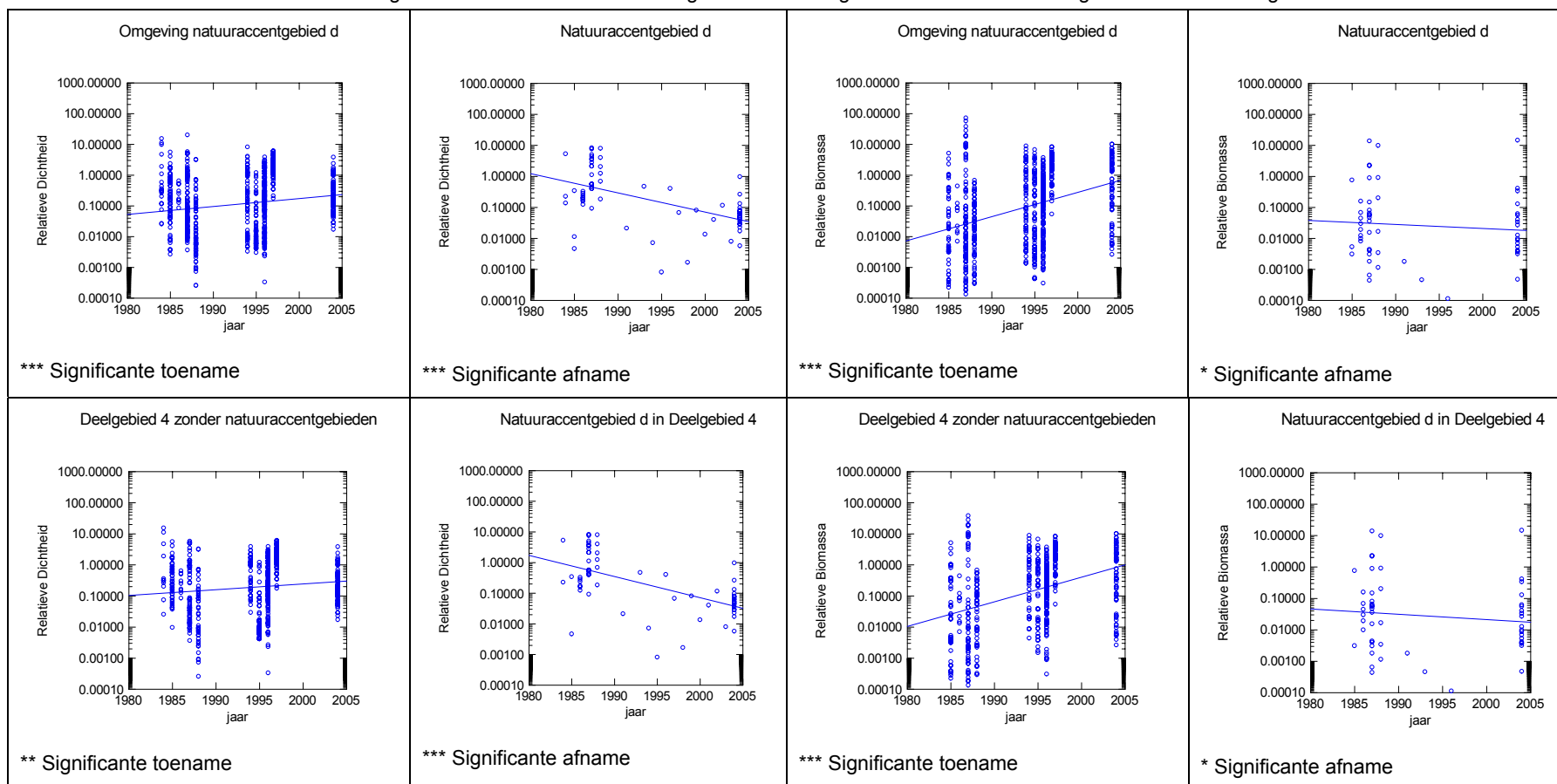
Voor gemiddelden en biomassa's per jaar in de genomen monsters per gebied, wordt verwezen naar de digitale bijlagen.

3.8.6 Functionele groepen in Natuuraccentgebied d

Voor alle functionele groepen laten de omliggende gebieden een toename in dichtheid en biomassa zien terwijl die niet significant is in het natuuraccentgebied (Bijlage 3c). Enkel de dichtheid in 'Surface depositfeeders' neemt zowel in het omliggende gebied als in het natuuraccentgebied significant af. De dichtheid van de predatoren in natuuraccentgebied d is ook afgenomen.

Figuur 16

Vergelijking van trends in dichtheid en biomassa over de periode 1983-2004 in natuuraccentgebied d en de omliggende deelgebieden (4 en 6), en vergelijking van de trends in dichtheid en biomassa van deelgebied 4 zonder de natuuraccentgebieden en het gedeelte van natuuraccentgebied d binnen deelgebied 4.



3.9 DIVERSITEIT IN NATUURACCENTGEBIEDEN

De diversiteit neemt in de periode 1983-2004 significant toe in natuuraccentgebied a, in tegenstelling tot de omliggende deelgebieden, en de diversiteit is groter in het natuuraccentgedeelte van deelgebied 1 dan in het overige deel van deelgebied 1 (Figuur 17, Tabel 12). Echter de toename in diversiteit is reeds waarneembaar voordat het natuuraccentgebied is ingesteld (dus voor 1993). Daar de diversiteit hoger is in het natuuraccentgebied, kan men stellen dat men aangaande diversiteit een goede keuze heeft gemaakt voor de locatie van het beschermde gebied, maar effecten van de beheersmaatregelen behorende bij de bijzondere status zijn niet zichtbaar.

Tabel 42

Resultaten van de covariantie analyses van de significante trends aangaande de diversiteit ontwikkeling binnen de natuuraccentgebieden en de omliggende gebieden.

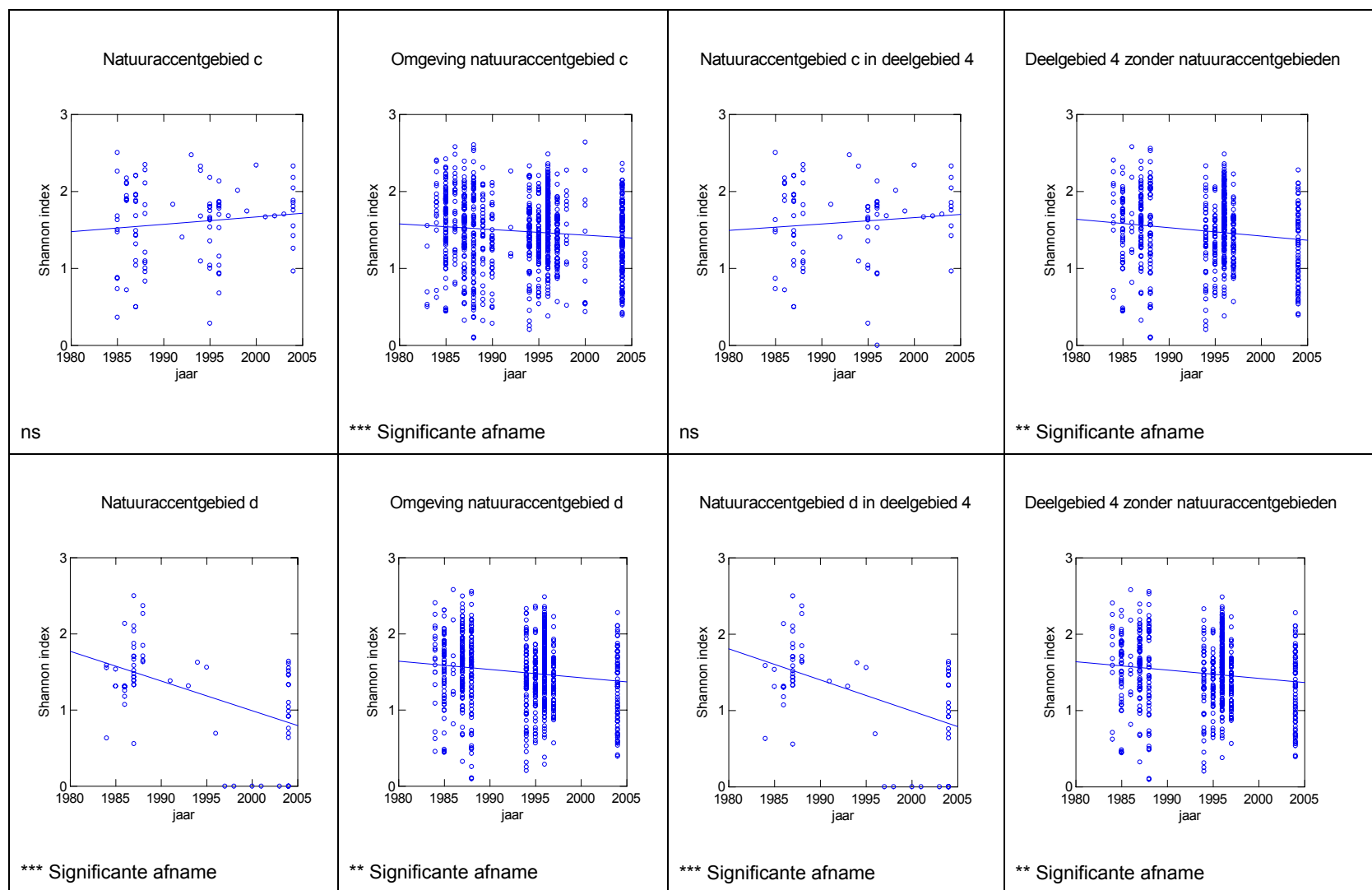
Covariantie	Significantie	Karakteristieken
H'		
Deel 1x – Deel 1a (1983-2004)	***	Grotere diversiteit in 1a
Deel 4+6x – natuuraccent d (1983-2004)	***	Sterkere afname in natuuraccent d
Deel 4x – Deel 4d (1983-2004)	***	Sterkere afname in deel 4d

In natuuraccentgebied c is de diversiteit gedurende de onderzoeksperiode stabiel, in tegenstelling tot de omliggende gebieden waar sprake is van een afname. Hier kunnen we op basis van onze gegevens niet aangeven of dit een gevolg is van de instelling van het natuuraccentgebied.

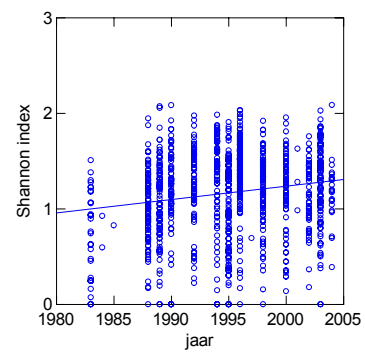
In natuuraccentgebied d is een afname in diversiteit zichtbaar, die significant groter is dan in de omliggende gebieden. Evenals voor de dichtheid en biomassa moeten we hier wel aantekenen dat van gedurende de periode 1989-2003 ieder jaar slechts 1 monster beschikbaar is.

Figuur 17

Trendbepaling voor de diversiteit volgens de Shannon index in de natuuraccentgebieden en omgeving.

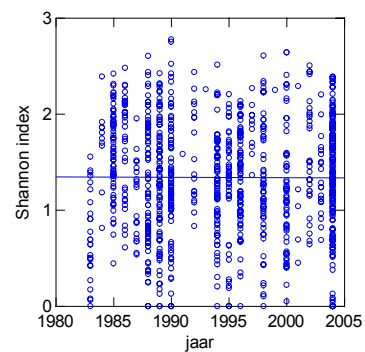


Natuuraccentgebied a



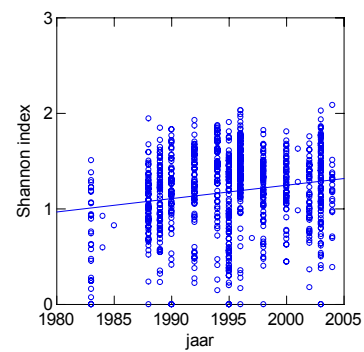
*** Significante toename

Omgeving Natuuraccentgebied a



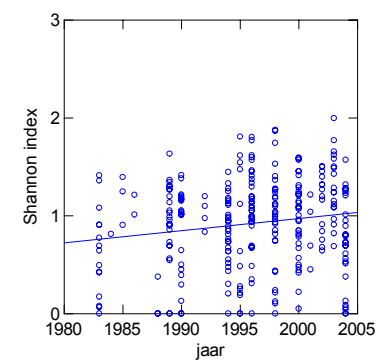
ns

Natuuraccent a in deelgebied 1



*** Significante toename

Deelgebied 1 zonder natuuraccentgebieden



** Significante toename

3.10 SOORTENSAMENSTELLING IN DE ACCENTGEBIEDEN

De soortensamenstelling in natuuraccentgebied a wijkt gedurende de periode 1962-2004 sterk af van die in de omliggende deelgebieden (figuur 18). Ondanks de grote variatie van de soortensamenstelling door de tijd binnen elk gebied, blijven de puntenwolken van de twee gebieden duidelijk gescheiden. Bepaalde jaren zijn gekenmerkt door een afwijkende soortensamenstelling die synchroon voorkomen in beide gebieden. Dit geldt bijvoorbeeld voor de sterk afwijkende jaren 1983 en 1999, die qua soortensamenstelling het meeste van elkaar verschillen, maar ook voor de jaren 1962 en 1966.

De jaren 1983 en 1999 springen er ook uit in de plots van de natuuraccentgebieden c en d vergeleken met respectievelijk de deelgebieden 3, 4 en 4, 6. Ook het natuuraccentgebied d verschilt duidelijk van de omliggende deelgebieden hoewel ook hier de ontwikkelingen door de jaren behoorlijk parallel lopen (Figuur 18e).

De ontwikkelingen binnen natuuraccentgebied c en de omliggende deelgebieden lopen dusdanig parallel dat de levensgemeenschappen van de twee delen in dezelfde jaren vaak sterk op elkaar lijken (overlap) terwijl de variatie binnen elk deel door de tijd groot is.

Bovenstaande wordt bevestigd door ANOSIM resultaten waaruit blijkt dat de natuuraccentgebieden duidelijk te onderscheiden zijn van de omliggende deelgebieden, maar dat er enige overlap in gemeenschappen aanwezig is (Tabel 13).

Tabel 53

Resultaten ANOSIM analyse (1-way design) tussen de natuuraccentgebieden en de omliggende deelgebieden, en tussen het natuuraccentgedeelte en het overige deel binnen een deelgebied.

Verschillen in levensgemeenschappen		
Gebieden	R	Significantie
Natuuraccent a - Deel 1+2+3x	0.74	***
Deel 1a - Deel 1x	0.092	**
Natuuraccent c - Deel 3+4x	0.431	***
Deel 4c - Deel 4x	0.111	ns
Natuuraccent d - Deel 4+6x	0.602	***
Deel 4d - Deel 4x	0.131	*

De verschillen zijn minder duidelijk wanneer het natuuraccentgedeelte en het overige deel binnen een deelgebied wordt vergeleken (Figuur 18 b, d en f) dan wanneer de vergelijking gemaakt wordt tussen het accentgebied en de (breede) omliggende deelgebieden. Opvallend is dat met name voor natuuraccentgebieden c en d, de variatie binnen de natuuraccentgebieden door de jaren heen veel groter is dan in het aangrenzende gedeelte in het zelfde deelgebied. Voor natuuraccentgebied c zorgt deze variatie en overlap er voor dat het natuuraccentgedeelte niet significant verschilt van de rest van deelgebied 4. Alle drie de natuuraccentgebieden blijken nu nauwelijks te onderscheiden van de rest van het deelgebied (Tabel 13).

Natuuraccentgebied a ontwikkelt zich begin jaren '80 in dezelfde richting als de rest van deelgebied 1, waarna (met uitzondering van het jaar) de soortensamenstelling redelijk stabiel blijft. In het overige deel van deelgebied 1 blijft de soortensamenstelling sterk variëren na de jaren '80.

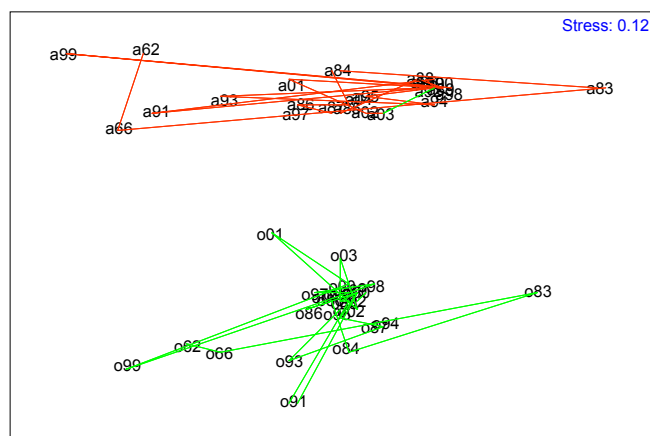
De soortensamenstellingen in monsters van het natuuraccentgebied c binnen deelgebied 4 en de overige punten in deelgebied c komen goed overeen eind jaren tachtig. Echter voor en na die periode nemen de

verschillen tussen die gebieden sterk toe. Dit geldt ook voor natuuraccentgebied d, waar overigens ook in 2004 de levengemeenschappen in de twee delen weer nauwelijks verschillen.

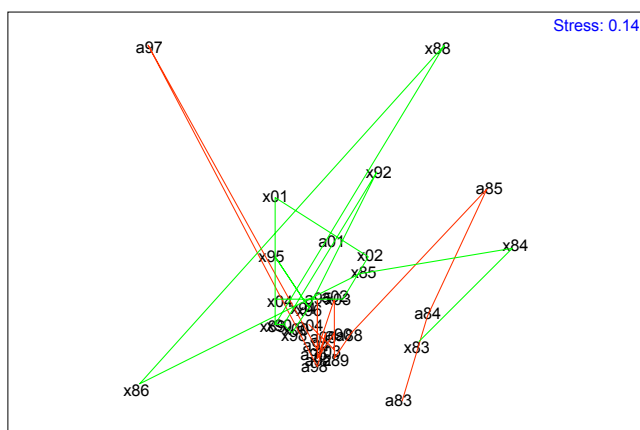
Figuur 18

Trendanalyse in MDS-plots van de natuuraccentgebieden in vergelijking tot de omliggende gebieden gedurende de periode 1962-2004. Van linksboven naar rechtsonder zijn weergegeven: a) MDS plot van natuuraccentgebied a en de gecombineerde deelgebieden 1, 2 en 3; b) MDS plot van gedeelte van natuuraccentgebied a in deelgebied 1 en deelgebied 1 buiten de natuuraccentgebieden; c) MDS plot van natuuraccentgebied c en de gecombineerde deelgebieden 3 en 4; d) MDS plot van gedeelte van natuuraccentgebied c in deelgebied 4 en deelgebied 4 buiten de natuuraccentgebieden; e) MDS plot van natuuraccentgebied d en de gecombineerde deelgebieden 4 en 6; f) plot van gedeelte van natuuraccentgebied d in deelgebied 4 en deelgebied 4 buiten de natuuraccentgebieden

a) *Trendanalyse levengemeenschappen*

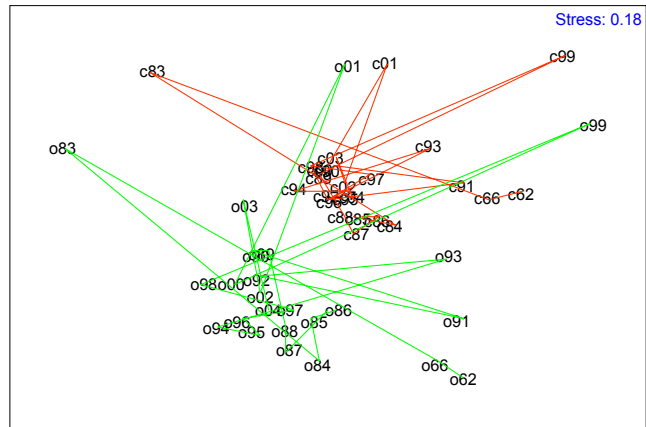


b) *Trendanalyse levengemeenschappen*



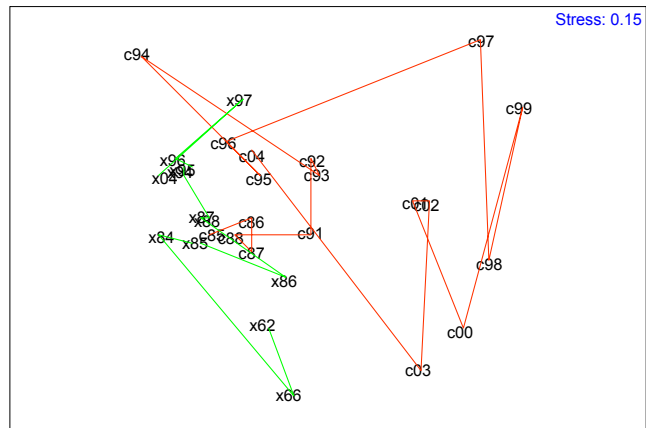
c)

Trendanalyse levensgemeenschappen



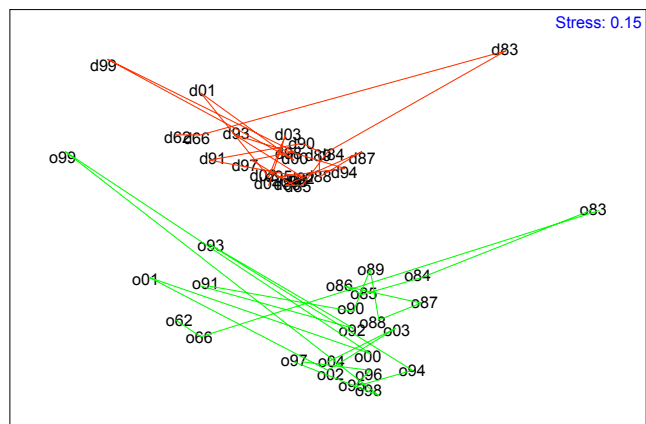
d)

Trendanalyse levensgemeenschappen



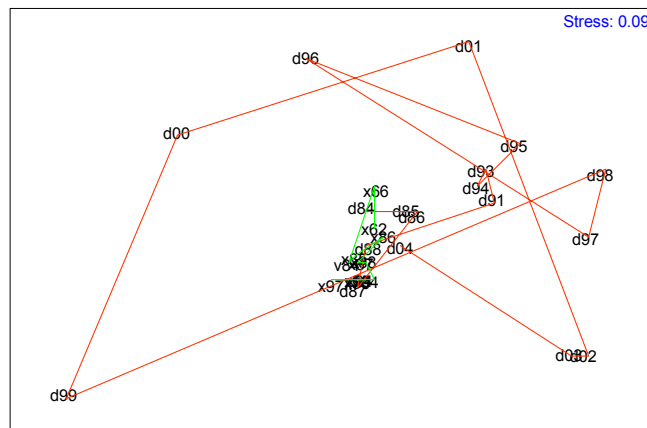
e)

Trendanalyse levensgemeenschappen



f)

Trendanalyse levensgemeenschappen



4 Conclusie

De huidige studie gaat in op de volgende vragen:

- Hoe hebben de totale biomassa en dichtheden van bodemdieren (infauna > 1mm) zich in de loop van de tijd ontwikkeld? Is er sprake van een trend in één of meerdere deelgebieden?
- Wat is de trend in biomassa en dichtheid van de functionele groepen van organismen op basis van voedingswijze in de verschillende deelgebieden?
- Is er een verschuiving in de tijd van levensgemeenschappen in de verschillende deelgebieden te constateren?
- Is er een verandering in biodiversiteit in de verschillende deelgebieden te constateren.
- Is er een verschil te constateren tussen de ontwikkeling van biomassa's, dichtheden, biodiversiteit en levensgemeenschappen tussen de natuur-accidentgebieden uit het integraal beleidsplan Voordelta en de deelgebieden waarin ze liggen?

In het vervolg wordt getracht om, op basis van de huidige resultaten antwoorden te geven op die vragen:

4.1 ONTWIKKELING VAN DE MACROFAUNA BIOMASSA EN DICHTHEDEN

Ondanks de variatie over de jaren waarbij jaren met hogere en lagere dichtheden en biomassa elkaar opvolgen, is er een significante toename in totale macrofauna dichtheden zichtbaar voor de totale Voordelta gedurende de onderzoeksperiode. Wat betreft de biomassa is er zelfs sprake van een behoorlijke toename.

Wanneer de deelgebieden afzonderlijk worden beschouwd vervaagt deze eenduidige trend en in een aantal gebieden is er zelfs sprake van een trendbreuk in de ontwikkelingen van de dichtheden en de biomassa. De 'Haringvlietmonding' en de 'Ondiepe zandbanken' laten min of meer het zelfde beeld zien als de gehele Voordelta, hoewel de dichtheden daar niet significant toenemen.

In de 'Open wateren voordelta' is er ook een significante toename in biomassa aanwezig, maar die is het resultaat van een initiële afname gedurende de periode van 1983 tot halfweg de jaren '90 gevolgd door een grotere toename in de latere jaren.

In het 'Landaanwinningsgebied en referentiegebied Noord' resulteert de trendbreuk in de afwezigheid van een trend in biomassa over de periode 1983-2004.

In het gebied van de 'Ondiepe zandbanken' vindt ook een trendbreuk plaats in de macrofauna dichtheid en biomassa met een knippunt rond 1990 (zoals wel is aangetoond in natuuraccentgebied c wat grotendeels in dit deelgebied ligt). Echter de beperkte hoeveelheid monsters genomen in de periode 1989-1993 en de periode 1998-2003, maakt het moeilijk om een betrouwbare tijdstip voor die trendbreuk vast te stellen.

In het 'Referentiegebied Zuid' is er een groot aantal jaren met een beperkt aantal monsters wat het bepalen van een mogelijke trendbreuk bemoeilijkt. Er kan enkel geconcludeerd worden dat de dichtheid en biomassa in 2004 significant hoger liggen dan in de tweede helft van de tachtiger jaren.

In het deelgebied 'Monding Oosterschelde' zijn helemaal geen data voor de periode na 1996 beschikbaar, zodat geen uitspraak gedaan kan worden over een mogelijk herstel of het doorzetten van de afnemende trend na 1996.

Uit de gegevens van 1962 en 1966 is wel bekend dat op de locaties waar destijds gemonsterd is, de dichtheden en biomassa's beduidend lager lagen dan in de periode 1983-2004. Over wanneer de dichtheden en biomassa's op die locaties zijn gaan toenemen is uiteraard onduidelijk.

Gelijkerwijze blijft het onduidelijk wanneer het exacte begin van de daling in dichtheden en biomassa's in verschillende deelgebieden waargenomen vanaf 1983 plaats vond. Zonder referentie punt is het niet mogelijk om een ontsluitende uitspraak te maken over de omvang van het herstel bereikt anno 2004.

Ten slotte kan hier worden samengevat dat er sprake is van een trendbreuk in de deelgebieden 'Landaanwinningsgebied en referentiegebied Noord', de 'Open wateren voordelta', en wellicht de 'Ondiepe zandbanken' of zelfs 'Referentiegebied Zuid' die wordt gekenmerkt door een afname in dichtheden en biomassa's, gevolgd door een toename. Het dal (of de trendbreuk) is significant groter in het Noorden van de Voordelta, en het lijkt er op dat het herstel (de toename na een eerdere afname) vroeger in de tijd wordt ingezet in het Zuidelijke deel van de Voordelta.

4.2 ONTWIKKELING VAN DE FUNCTIONELE GROEPEN DICHTHEID EN BIOMASSA

Alle groepen nemen in dichtheid en biomassa toe in de totale voordelta met uitzondering van de 'surface depositfeeders' die juist in dichtheid zijn achteruit gegaan over de periode 1983-2004.

Wanneer de deelgebieden afzonderlijk worden beschouwd laten de 'depositfeeders' en in mindere mate de predatoren hetzelfde patroon zien als de totale macrofauna..

De toename in dichtheden van 'suspensionfeeders' valt overal waar te nemen, ook in gebieden waar de totale macrofauna dichtheid niet significant toe neemt.

De omnivoren nemen minder sterk toe dan de totale macrofauna wat vooral zichtbaar is in de biomassa. In de 'Haringvliet monding' nemen de omnivoren juist in dichtheden af.

De 'surface depositfeeders' laten in tegenstelling tot de andere functionele groepen een afname van de populaties zien in het centrale gebied van de Voordelta tussen de Referentiegebieden Noord en Zuid, maar in 'Referentiegebied Noord' neemt de biomassa juist wel toe.

4.3 ONTWIKKELING VAN DE INFAUNA DIVERSITEIT

De diversiteit, uitgedrukt als de Shannon index neemt gedurende de periode 1983-1997 toe in de 'Haringvliet monding' en het 'Landaanwinningsgebied en referentiegebied Noord', waarna de diversiteit zich stabiliseert. In het gebied van de 'Ondiepe zandbanken neemt de biodiversiteit juist af, met name in de periode 1995-2004. In Referentiegebied Zuid is ook een afname zichtbaar over de gehele onderzoeks periode, maar het is niet duidelijk of die afname nog voort duurt, of alleen in de periode 1983-1997 heeft plaatsgevonden. Het tussenliggende gebied van de 'Open wateren voordelta' ligt wat betreft de trend in biodiversiteit (die niet significant af neemt) ook tussen de bovengenoemde gebieden in.

De analyse van de soortensamenstelling (MDS) laat zien dat met name de gemeenschap van de 'Haringvliet monding', waar overigens ook de dichtheden het hoogst zijn, sterk afwijkt van de gemeenschappen in de overige deelgebieden. Verder kan wel geconcludeerd worden dat de indeling in de 7 deelgebieden gerechtvaardigd is gezien de duidelijk te onderscheiden levensgemeenschappen zoals blijkt uit de ANOSIM resultaten.

Waar in verscheidene deelgebieden de dichtheden en biomassa's in de tweede helft van de jaren '90 en de jaren '60 lage waarden toonden bleken de variatie in soortensamenstelling tussen deelgebieden en binnen deelgebieden in de jaren zestig veel groter te zijn dan in de meer recente jaren. Echter vanaf de negentigere jaren worden de verschillen in soortensamenstelling tussen de deelgebieden minder groot

4.4 NATUURACCENTGEBIEDEN VS OMLIGGENDE GEBIEDEN

De analyses laten zien dat de niveaus en trends in dichtheid en biomassa niet verschillend zijn tussen het natuuraccentgebied a en zijn omgeving. Zo is er een zwakke trendbreuk zichtbaar wat het midden houdt tussen de trendwisselingen in het 'Landaanwinningsgebied en referentiegebied Noord' en de 'Open wateren voordelta', en de lichte toename in de 'Haringvliet monding'.

De soortensamenstelling is goed te onderscheiden wanneer het natuuraccentgebied a vergeleken wordt met de gehele noordelijke voordelta. Alleen de grote veranderingen in soortensamenstelling zijn vrij eenduidig in de twee delen. De verschillen tussen het natuuraccentgebied a en de overige monsterpunten binnen de 'Haringvliet monding' zijn echter niet groot en blijven beperkt tot slechts enkele jaren.

In natuuraccentgebied c is er over de periode 1983-2004 geen verandering in dichtheid en biomassa te vinden, terwijl dit in de omliggende deelgebieden wel het geval is. In beide delen is er sprake van een trendbreuk die begin jaren '90 optreedt. In het natuuraccentgebied is er een afname in biomassa te zien tussen 1983 en 1991 gevolgd door een stabilisatie terwijl in de omgeving is er geen initiële significante afname zichtbaar is, maar wel een toename tussen 1990 en 2004. De dichtheid neemt in het natuuraccentgebied c sterker af alvorens weer toe te nemen, dan in de omgeving. Deze verschillen worden vooral bepaald door de predatoren en 'surface depositfeeders'.

In natuuraccentgebied d blijkt de dichtheid en biomassa af te nemen terwijl deze in de omliggende gebieden toenemen. Terwijl in de omgeving alle functionele groepen met uitzondering van de 'surface depositfeeders' toenemen, blijft dit achterwege in het natuuraccentgebied. Waar de levensgemeenschappen in het gebied van de 'Ondiepe zandbanken' en 'Referentiegebied Zuid' vrij stabiel zijn door de jaren heen, treden er grote variaties op binnen natuuraccentgebied d. Deels is dit het resultaat van minder monsternames, maar dit heeft ook te maken met de lagere dichtheden en lagere soortendiversiteit.

In ogenschouw nemend dat de natuuraccentgebieden in 1993 zijn ingesteld, moeten we concluderen dat dit geen zichtbaar effect heeft gehad op de ontwikkeling van macrobenthos. Wanneer dat wel het geval zou zijn geweest zouden we een verandering van trend verwachten in de natuuraccentgebieden in de jaren na 1993. Verder zouden we die verandering dan niet, of ten minste minder sterk, verwachten in de omliggende gebieden. Een trendbreuk is over het algemeen zichtbaar in de dichtheden en biomassa's voor de natuuraccentgebieden, echter deze lijkt al eerder te zijn ingezet, en sterker te zijn in gebieden buiten de natuuraccentgebieden. Ook de diversiteit en levensgemeenschappen van na 1993 onderscheiden zich niet specifiek van de eerdere jaren en vertonen een voortzetting van een eerder ingezette trend.

4.5 TENSLOTTE

Een algemene conclusie op deze studie is dat er voldoende data aanwezig zijn om dichtheid en biomassa ontwikkelingen en veranderingen in diversiteit en levensgemeenschappen over de periode 1983-2004 te analyseren in de gehele noordelijke en centrale Voordelta.

Echter met betrekking tot de twee aanvullende gebieden (de mondingen van Oosterschelde en Westerschelde) moeten we voorzichtig zijn met de conclusies, vanwege de beperkte hoeveelheid data beschikbaar en het ontbreken van gegevens voor de periode na 1996.

Wat betreft de Referentiegebied Zuid is er weinig bekend over de jaren 1989 tot en met 2003, waardoor het afzonderlijke jaar 2004, grote invloed heeft op de trends, dus ook hier moeten we voorzichtigheid betrachten. De gegevens van voor 1980 geven alleen een indicatie van de situatie in de 60-er jaren qua dichtheden en biomassa's. Dit kan een aardig beeld van de soortensamenstelling opleveren, maar het bepalen van trends voor de periode voor 1983 is niet mogelijk.

5 Literatuur

Bray J.R. & J.T. Curtis (1957), An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27: 325-349.

Clarke K.R. & R.N. Gorley (2001), PRIMER v5: User Manual/Tutorial, PRIMER-E: Plymouth, UK, 91 pp.

Escaravage V., T. Bult & J. Craeymmersch (2004), STRATEGY OF APPROACH FOR THE BASELINE STUDY MAASVLAKTE 2, LOT2: BENTHIC FAUNA, NIOO-CEME Rapport 2004-05, ISSN Nummer 1381-6519, 30 pp.

Withagen, L. (2000), DELTA 2000, INVENTARISATIE HUIDIGE SITUATIE DELTAWATEREN, Project Blauwe Delta, RIKZ Rapport 2000.047, 144 pp.

Bijlage 1.- Overzicht datasets

Code	naam	tijdstip	Gebied	Wat/parameters	Wie/opdrachtgever	Data bij	Overig	Methode
A	Inventarisatie Wolff (DIHO)	November 1962 Juni/juli 1966	Voordelta 106 monsters	Alle soorten infauna (> 1mm) Dichtheid	NIOO-CEME	Herman Hummel	?	Van Veen happer 0.1 m ²
B	Bodemdieren Voordelta (BoVo)	1984 1985 1985 1986 1987 1988	Voordelta 772 monsters	Alle soorten infauna (> 1mm) Dichtheid Biomassa in AFDW	NIOZ NIOO-CEME In opdracht van Dienst Getijdewateren	Herman Hummel Johan Craeymeersch DONAR	Korrelgrootte Diepte Meiobenthos	Meerdere boten met eigen monstertoestellen (Van Veen happers en Reineck boxcorers), in 1987 en 1988; 30 steekbuizen (7 cm) door duiker
C	Kokkelvisserij Voordelta	2002 2003	Buitendelta Grevelingen Buitendelta Oosterschelde 180 monsters	Alle soorten infauna (> 1mm) Dichtheid Biomassa in AFDW	NIOO-CEME In opdracht van RIKZ?	Herman Hummel DONAR	Korrelgrootte Diepte Chlorofyl-a	
D	Slufter	Mei/juni 1983 Juli/aug 1983 Najaar 1988 najaar 1989 najaar 1990 najaar 1992 najaar 1994 najaar 1996 najaar 1998 najaar 2000	Buitendelta Haringvliet 2006 monsters	Alle soorten infauna (> 1mm) Dichtheid Biomassa in AFDW	NIOO-CEME In opdracht van Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam	Herman Hummel DONAR	Korrelgrootte (niet alle jaren)	Voor 1990 onbekend! Daarna Van Veen happer (0.1 m ² in 1992; rest 0.2 m ²) en ondiepe monsters vanaf strand of rubberboot met steekbuizen (3x6 cm)
F	BIOMON	Voorjaar 1991 Voorjaar 1992 Voorjaar 1993 Voorjaar 1994 Voorjaar 1995 Voorjaar 1996 Voorjaar 1997 Voorjaar 1998 Voorjaar 1999 Voorjaar 2000 Voorjaar 2001 Voorjaar 2002 Voorjaar 2003 Voorjaar 2004	Voordelta 4 punten 57 monsters	Alle soorten infauna (> 1mm): Dichtheid Biomassa (AFDW)	NIOZ In opdracht van RIKZ	NIOZ DONAR	Korrelgrootte Diepte	Reineck Boxcorer

G	BELVOOR	1994 1995 1996 1997	Buitendelta Grevelingen Buitendelta Oosterschelde Buitendelta Haringvliet 1033 monsters	Alle soorten infauna (> 1mm) Dichtheid Biomassa (AFDW)	NIOO-CEME RIVO Ism RIKZ	Herman Hummel	Sediment Diepte	Effect metingen met Van Veen happer (0.1 m ²), Natuurontwikkeling metingen met Van Veen happer (0.2 m ²) of Reineck boxcorer, afhankelijk van de diepte
H	Maasvlakte 2 (PMR)	1997 2002 Najaar 2004	464 monsters (400 in 2004)	Alle soorten infauna (> 1mm) Dichtheid Biomassa	NIOO-CEME RIVO RIKZ		Sediment Diepte	Reineck boxcorer
I	Haringvliet monitoring	2001	Haringvliet richting dam 10 monsters					
J	Ices	1986	Gehele Noordzee 2 monsters in dataset					
K	NMP	1990	Nederlandse Continentale Plaat 1 monster in dataset					

Bijlage 2 - Resultaten van de log-lineaire regressie en covariantie analyses per functionele groep en per deelgebied

Depositfeeders					
Dichtheid					
Voordelta	+	***			
Sign. trends	Pos./Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 3 (1983-2004)	-	*	Deel 3 – Deel 6 (1983-2004)	***	Sterkere afname in deel 6
Deel 4 (1983-2004)	+	***	Deel 4 – Deel 5 (1983-2004)	**	Sterkere toename in deel 4
Deel 5 (1983-2004)	+	**	Deel 2 – Deel 3 (1983-1997)	***	Sterkere afname in deel 2
Deel 6 (1983-2004)	-	***	Deel 2 – Deel 3 (1995-2004)	*	Sterkere toename in deel 2
Deel 2 (1983-1997)	-	***			
Deel 2 (1995-2004)	+	***			
Deel 3 (1983-1997)	-	***			
Deel 3 (1995-2004)	+	***			
Biomassa					
Voordelta	+	***			
Sign. trends	Pos./Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 1 (1983-2004)	+	***	Deel 1 – Deel 4 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 4
Deel 4 (1983-2004)	+	***	Deel 1 – Deel 5 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 5
Deel 5 (1983-2004)	+	**	Deel 4 – Deel 5 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 4
Deel 2 (1983-1997)	-	***	Deel 2 – Deel 3 (1983-1997)	ns	
Deel 2 (1995-2004)	+	***	Deel 2 – Deel 3 (1995-2004)	**	Sterkere toename in deel 2
Deel 3 (1983-1997)	-	***			
Deel 3 (1995-2004)	+	***			

Omnivoren					
Dichtheid					
Voordelta	+	***			
Sign. trends	Pos./Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 1 (1983-2004)	-	**	Deel 2 – Deel 3 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 2
Deel 2 (1983-2004)	+	***	Deel 2 – Deel 4 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 4
Deel 3 (1983-2004)	+	***	Deel 2 – Deel 5 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 2
Deel 4 (1983-2004)	+	***	Deel 3 – Deel 4 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 3
Deel 5 (1983-2004)	+	***	Deel 3 – Deel 5 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 3
Deel 2 (1995-2004)	+	***	Deel 4 – Deel 5 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 5
Deel 3 (1983-1997)	-	**	Deel 2 – Deel 3 (1995-2004)	***	Sterkere toename in deel 2
Deel 3 (1995-2004)	+	***			
Biomassa					
Voordelta	-	***			
Sign. trends	Pos./Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 2 (1983-2004)	+	*	Deel 2 – Deel 3 (1983-1997)	***	Sterkere afname in deel 3
Deel 6 (1983-2004)	-	***	Deel 2 – Deel 3 (1995-2004)	***	Sterkere toename in deel 2
Deel 2 (1983-1997)	-	**			
Deel 2 (1995-2004)	+	***			
Deel 3 (1983-1997)	-	***			
Deel 3 (1995-2004)	+	***			

Herbivoren					
Dichtheid					
Voordelta		ns			
Biomassa					
Voordelta		- *			
Predatoren					
Dichtheid					
Voordelta		ns			
Sign. trends	Pos./Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 3 (1983-2004)	-	**	Deel 2 – Deel 3 (1983-1997)	***	Sterkere afname in deel 2
Deel 5 (1983-2004)	+	***	Deel 2 – Deel 3 (1995-2004)	ns	
Deel 2 (1983-1997)	-	***			
Deel 2 (1995-2004)	+	***			
Deel 3 (1983-1997)	-	***			
Deel 3 (1995-2004)	+	***			
Biomassa					
Voordelta		+ ***			
Sign. trends	Pos./Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 2 (1983-2004)	+	**	Deel 2 – Deel 3 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 3
Deel 3 (1983-2004)	+	***	Deel 2 – Deel 4 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 4
Deel 4 (1983-2004)	+	**	Deel 2 – Deel 5 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 5
Deel 5 (1983-2004)	+	***	Deel 3 – Deel 4 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 3
Deel 2 (1983-1997)	-	***	Deel 3 – Deel 5 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 5
Deel 2 (1995-2004)	+	***	Deel 4 – Deel 5 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 5
Deel 3 (1983-1997)	-	***	Deel 2 – Deel 3 (1983-1997)	***	Sterkere afname in deel 2
Deel 3 (1995-2004)	+	***	Deel 2 – Deel 3 (1995-2004)	**	Sterkere toename in deel 2

Surface depositfeeders					
Dichtheid					
Voordelta	-	***			
Sign. trends	Pos./Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 1 (1983-2004)	-	***	Deel 1 – Deel 3 (1983-2004)	***	Sterkere afname in deel 1
Deel 3 (1983-2004)	-	***	Deel 1 – Deel 4 (1983-2004)	***	Sterkere afname in deel 1
Deel 4 (1983-2004)	-	***	Deel 3 – Deel 4 (1983-2004)	***	Sterkere afname in deel 4
Deel 6 (1983-1997)	-	***	Deel 2 – Deel 3 (1983-1997)	ns	
Deel 2 (1983-1997)	-	***	Deel 2 – Deel 6 (1983-1997)	ns	
Deel 2 (1995-2004)	+	***	Deel 3 – Deel 6 (1983-1997)	ns	
Deel 3 (1983-1997)	-	***	Deel 2 – Deel 3 (1995-2004)	***	Sterkere toename in deel 2
Deel 3 (1995-2004)	+	***			
Biomassa					
Voordelta	+	*			
Sign. trends	Pos./Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 1 (1983-2004)	-	**	Deel 2 – Deel 5 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 5
Deel 2 (1983-2004)	+	**	Deel 2 – Deel 3 (1983-1997)	***	Sterkere afname in deel 2
Deel 5 (1983-2004)	+	***	Deel 2 – Deel 3 (1995-2004)	***	Sterkere toename in deel 2
Deel 2 (1983-1997)	-	***			
Deel 2 (1995-2004)	+	***			
Deel 3 (1983-1997)	-	***			
Deel 3 (1995-2004)	+	***			

Suspensionfeeders					
Dichtheid					
Voordelta	+	***			
Sign. trends	Pos./Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 1 (1983-2004)	+	**	Deel 1 – Deel 3 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 3
Deel 3 (1983-2004)	+	***	Deel 1 – Deel 4 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 4
Deel 4 (1983-2004)	+	***	Deel 1 – Deel 5 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 5
Deel 5 (1983-2004)	+	**	Deel 3 – Deel 4 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 3
Deel 3 (1995-2004)	+	***	Deel 3 – Deel 5 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 3
			Deel 4 – Deel 5 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 5
Biomassa					
Voordelta	+	***			
Sign. trends	Pos./Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 1 (1983-2004)	+	***	Deel 1 – Deel 3 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 1
Deel 2 (1983-2004)	-	***	Deel 1 – Deel 4 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 4
Deel 3 (1983-2004)	+	*	Deel 3 – Deel 4 (1983-2004)	***	Sterkere toename in deel 4
Deel 4 (1983-2004)	+	***	Deel 2 – Deel 3 (1983-1997)	***	Sterkere afname in deel 2
Deel 2 (1983-1997)	-	**	Deel 2 – Deel 3 (1995-2004)	ns	
Deel 2 (1995-2004)	+	***			
Deel 3 (1983-1997)	-	***			
Deel 3 (1995-2004)	+	***			

Bijlage 3 - Resultaten van de log-lineaire regressie en covariantie analyses per functionele groep.voor natuuraccentgebieden en hun omgeving.

A) NATUURACCENTGEBIED A, DE OMLIGGENDE DEELGEBIEDEN (DEEL 1+2+3x) EN DEELGEBIED 1 OPGESPLITST IN EEN GEDEELTE NATUURACCENTGEBIED (DEEL 1A) EN OVERIG GEBIED (DEEL 1x).

Depositfeeders					
Dichtheid					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 1+2+3x (1983-1997)	-	***	Deel 1+2+3x – natuuraccent a (1983-1997)	***	Sterkere afname in deel 1+2+3x
Deel 1+2+3x (1995-2004)	+	***	Deel 1+2+3x – natuuraccent a (1995-2004)	**	Sterkere toename in deel 1+2+3x
Natuuraccent a (1983-1997)	-	***			
Natuuraccent a (1995-2004)	+	***			
Biomassa					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Natuuraccent a (1983-2004)	+	*	Deel 1+2+3x – natuuraccent a (1983-1997)	***	Sterkere afname in deel 1+2+3x
Deel 1a (1983- 2004)	+	***	Deel 1+2+3x – natuuraccent a (1995-2004)	***	Sterkere toename in deel 1+2+3x
Deel 1+2+3x (1983-1997)	-	***			
Deel 1+2+3x (1995-2004)	+	***			
Natuuraccent a (1983-1997)	-	***			
Natuuraccent a (1995-2004)	+	***			

Omnivoren					
Dichtheid					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 1+2+3x (1983-2004)	+	*	Deel 1+2+3x – natuuraccent a (1983-1997)	ns	
Natuuraccent a (1983-2004)	-	*			
Deel 1x (1983- 2004)	+	***			
Deel 1+2+3x (1983-1997)	-	***			
Deel 1+2+3x (1995-2004)	+	***			
Natuuraccent a (1983-1997)	-	***			
Biomassa					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 1a (1983- 2004)	+	*	Deel 1+2+3x – natuuraccent a (1983-1997)	***	Sterkere afname in deel 1+2+3x
Deel 1+2+3x (1983-1997)	-	***			
Deel 1+2+3x (1995-2004)	+	***			
Natuuraccent a (1983-1997)	-	***			

Herbivoren					
Te weinig data aanwezig voor trendbepaling					
Predatoren					
Dichtheid					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 1+2+3x (1983-2004)	-	***	Deel 1+2+3x – natuuraccent a (1983-1997)	***	Sterkere afname in deel 1+2+3x
Deel 1+2+3x (1983-1997)	-	***			
Deel 1+2+3x (1995-2004)	+	***			
Natuuraccent a (1983-1997)	-	***			
Biomassa					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 1+2+3x (1983-2004)	-	**			
Deel 1+2+3x (1983-1997)	-	***			
Deel 1+2+3x (1995-2004)	+	***			

Surface depositfeeders					
Dichtheid					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 1+2+3x (1983-2004)	-	***	Deel 1+2+3x – natuuraccent a (1983-2004)	***	Sterkere afname in natuuraccent a
Natuuraccent a (1983-2004)	-	***	Deel 1+2+3x – natuuraccent a (1983-1997)	***	Sterkere afname in deel 1+2+3x
Deel 1a (1983- 2004)	-	***			
Deel 1+2+3x (1983-1997)	-	***			
Deel 1+2+3x (1995-2004)	+	***			
Natuuraccent a (1983-1997)	-	***			
Natuuraccent a (1995-2004)	-	***			
Biomassa					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Natuuraccent a (1983-2004)	-	**	Deel 1+2+3x – natuuraccent a (1983-1997)	***	Sterkere afname in deel 1+2+3x
Deel 1+2+3x (1983-1997)	-	***			
Deel 1+2+3x (1995-2004)	+	***			
Natuuraccent a (1983-1997)	-	**			
Natuuraccent a (1995-2004)	-	***			

Suspensionfeeders					
Dichtheid					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 1+2+3x (1983-2004)	+	***			
Deel 1x (1983- 2004)	+	***			
Deel 1+2+3x (1995-2004)	+	***			
Biomassa					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Natuuraccent a (1983-2004)	+	***	Deel 1+2+3x – natuuraccent a (1995-2004)	**	Sterkere toename in deel 1+2+3x
Deel 1x (1983- 2004)	+	***			
Deel 1a (1983- 2004)	+	**			
Deel 1+2+3x (1983-1997)	-	***			
Deel 1+2+3x (1995-2004)	+	***			
Natuuraccent a (1995-2004)	+	***			

B) NATUURACCENTGEBIED C, DE OMLIGGENDE DEELGEBIEDEN (DEEL 3+4x) EN DEELGEBIED 4 OPGESPLITST IN EEN GEDEELTE NATUURACCENTGEBIED (DEEL 4c) EN OVERIG GEBIED (DEEL 4x).

Depositfeeders					
Dichtheid					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 3+4x (1983-2004)	+	***	Deel 3+4x – natuuraccent c (1983-2004)	ns	
Natuuraccent c (1983-2004)	+	**	Deel 4x – deel 4c (1983-2004)	ns	
Deel 4x (1983-2004)	+	***	Deel 3+4x – natuuraccent c (1983-1991)	ns	
Deel 4c (1983-2004)	+	***			
Deel 3+4x (1983-1991)	-	***			
Natuuraccent c (1983-1991)	-	***			
Natuuraccent c (1990-2004)	+	*			
Biomassa					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 3+4x (1983-2004)	+	***	Deel 3+4x – natuuraccent c (1983-1991)	ns	
Deel 4x (1983-2004)	+	***			
Deel 3+4x (1983-1991)	-	*			
Natuuraccent c (1983-1991)	-	*			

Omnivoren					
Dichtheid					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 3+4x (1983-2004)	+	***	Deel 3+4x – natuuraccent c (1983-2004)	ns	
Natuuraccent c (1983-2004)	+	*	Deel 4x – deel 4c (1983-2004)	ns	
Deel 4x (1983-2004)	+	***	Deel 3+4x – natuuraccent c (1990-2004)	ns	
Deel 4c (1983-2004)	+	*			
Deel 3+4x (1983-1991)	-	***			
Deel 3+4x (1990-2004)	+	***			
Natuuraccent c (1990-2004)	+	*			
Biomassa					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 3+4x (1983-1991)	-	***			
Deel 3+4x (1990-2004)	+	***			
Herbivoren					
Te weinig data aanwezig voor trendbepaling					

Predatoren					
Dichtheid					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 4x (1983-2004)	+	*	Deel 3+4x – natuuraccent c (1983-1991)	*	Sterkere afname in natuuraccent c
Deel 3+4x (1983-1991)	-	***			
Deel 3+4x (1990-2004)	+	***			
Natuuraccent c (1983-1991)	-	**			
Biomassa					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 3+4x (1983-2004)	+	***	Deel 3+4x – natuuraccent c (1983-1991)	ns	
Deel 4x (1983-2004)	+	***			
Deel 3+4x (1983-1991)	-	***			
Deel 3+4x (1990-2004)	+	***			
Natuuraccent c (1983-1991)	-	*			

Surface depositfeeders					
Dichtheid					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 3+4x (1983-2004)	-	***	Deel 3+4x – natuuraccent c (1983-1991)	ns	
Deel 4x	-	***			
Deel 3+4x (1983-1991)	-	***			
Deel 3+4x (1990-2004)	+	***			
Natuuraccent c (1983-1991)	-	***			
Biomassa					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 3+4x (1983-2004)	+	**	Deel 3+4x – natuuraccent c (1983-1991)	ns	
Deel 4x	+	*			
Deel 3+4x (1983-1991)	-	***			
Deel 3+4x (1990-2004)	+	***			
Natuuraccent c (1983-1991)	-	*			

Suspensionfeeders					
Dichtheid					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 3+4x (1983-2004)	+	***	Deel 3+4x – natuuraccent c (1983-2004)	ns	
Natuuraccent c (1983-2004)	+	***			
Deel 4x (1983-2004)	+	***			
Deel 4c (1983-2004)	+	**			
Deel 3+4x (1990-2004)	+	*			
Biomassa					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 3+4x (1983-2004)	+	***			
Deel 4x (1983-2004)	+	***			
Deel 3+4x (1983-1991)	-	***			
Deel 3+4x (1990-2004)	+	***			

C) NATUURACCENTGEBIED D, DE OMLIGGENDE DEELGEBIEDEN (DEEL 4+6X) EN DEELGEBIED 4 OPGESPLITST IN EEN GEDEELTE NATUURACCENTGEBIED (DEEL 4D) EN OVERIG GEBIED (DEEL 4X).

Depositfeeders					
Nauwelijks data beschikbaar van periode 1989-2003					
Dichtheid					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 4+6x (1983-2004)	+	***			
Deel 4x (1983-2004)	+	***			
Biomassa					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 4+6x (1983-2004)	+	***			
Deel 4x (1983-2004)	+	***			
Omnivoren					
Geen data beschikbaar van periode 1989-2003					
Dichtheid					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 4+6x (1983-2004)	+	***			
Deel 4x (1983-2004)	+	***			
Biomassa					
Geen significante trends					
Herbivoren					
Te weinig data aanwezig voor trendbepaling					

Predatoren					
Nauwelijks data beschikbaar van periode 1989-2003					
Dichtheid					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 4+6x (1983-2004)	+	***			
Natuuraccent d (1983-2004)	-	**			
Deel 4x (1983-2004)	+	*			
Deel 4d (1983-2004)	-	***			
Biomassa					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 4+6x (1983-2004)	+	***			
Deel 4x (1983-2004)	+	***			
Surface depositfeeders					
Nauwelijks data beschikbaar van periode 1989-2003					
Dichtheid					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 4+6x (1983-2004)	-	**	Deel 4+6x – natuuraccent d (1983-2004)	ns	
Natuuraccent d (1983-2004)	-	***	Deel 4x – deel 4d (1983-2004)	ns	
Deel 4x (1983-2004)	-	***			
Deel 4d (1983-2004)	-	***			

Biomassa					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 4+6x (1983-2004)	+	***			
Deel 4x (1983-2004)	+	*			
Suspensionfeeders					
Nauwelijks data beschikbaar van periode 1989-2003					
Dichtheid					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 4+6x (1983-2004)	+	***			
Deel 4x (1983-2004)	+	***			
Biomassa					
Sign. trends	Pos./ Neg.	Sign.	Covariantie	Sign.	Karakteristieken
Deel 4+6x (1983-2004)	+	***			
Deel 4x (1983-2004)	+	***			