

Statistische validatie ecotopen- kaarten Westerschelde

AMO - Icastat



september 2006

Statistische validatie ecotopen- kaarten Westerschelde

Opdrachtgever:

RWS-RIKZ, Middelburg

Auteurs:

drs. Paul K. Baggelaar (Icastat)

ir. Eit C.J. van der Meulen (AMO, Adviesbureau Modelling en Optimalisatie)

dr. G.T.M. (Bert) van Eck (RWS-RIKZ)

Fred Twisk (RWS-RIKZ)

september 2006



Statistisch Adviesbureau



Niagara 18
1186 JP AMSTELVEEN
Tel.: 020 641 52 11
paul.baggelaar@planet.nl

Deldenerstraat 81
7551 AC Hengelo
Tel.: 074 250 33 01
amo@amo-nl.com
www.amo-nl.com

INHOUD

SAMENVATTING EN CONCLUSIES	3
1 INLEIDING	8
1.1 ACHTERGRONDEN	8
1.2 DOELSTELLING VAN DIT ONDERZOEK	8
1.3 OVER DIT RAPPORT	8
2 UITGANGSGEGEVENS	10
2.1 ECOTOPENKAARTEN.....	10
2.2 BODEMDIERGEGEVENS	10
2.2.1 <i>Dimensies van de bodemdiergegevens</i>	10
2.2.2 <i>Berekening bodemdierkenmerken per monsterpunt per jaar</i>	12
2.2.3 <i>Behandeling van uitschieters</i>	13
3 TOETSEN OP VERSCHIL PER JAAR	14
3.1 ALGEMENE TOETS OP VERSCHILLEN TUSSEN ECOTOPEN	14
3.1.1 <i>Keuze voor verdelingsvrij toetsen</i>	14
3.1.2 <i>Resultaten</i>	15
3.2 PAARSGEWIJZE TOETSEN OP VERSCHILLEN TUSSEN ECOTOPEN	17
3.2.1 <i>Bevindingen brakke gebied per jaar</i>	20
3.2.2 <i>Bevindingen zoute gebied per jaar</i>	20
3.3 OVER DE GELDIGHEIDSDUUR VAN DE KAARTEN.....	20
4 TOETSEN OP VERSCHIL PER 3-JAARSBLOK	22
4.1 BEHANDELING VASTE EN ASELECTE MONSTERPUNTEN	22
4.2 ALGEMENE TOETS OP VERSCHILLEN TUSSEN ECOTOPEN	23
4.2.1 <i>Resultaten</i>	23
4.3 PAARSGEWIJZE TOETSEN OP VERSCHILLEN TUSSEN ECOTOPEN	24
4.3.1 <i>Bevindingen brakke gebied per 3-jaarsblok</i>	25
4.3.2 <i>Bevindingen zoute gebied per 3-jaarsblok</i>	26
5 TOETSEN OP VERSCHIL BRAK-ZOUT	27
5.1 ALGEMENE TOETS OP VERSCHILLEN TUSSEN BRAKKE EN ZOUTE ECOTOPEN	27
5.1.1 <i>Resultaten van toetsen met gegevens afzonderlijke 3-jaarsblokken</i>	27
5.1.2 <i>Resultaten van toetsen met gegevens gecombineerde 3-jaarsblokken</i>	29
5.2 AFZONDERLIJKE TOETSEN OP VERSCHILLEN TUSSEN BRAKKE EN ZOUTE ECOTOPEN	30
5.2.1 <i>Resultaten van toetsen met gegevens afzonderlijke 3-jaarsblokken</i>	30
5.2.2 <i>Resultaten van toetsen met gegevens gecombineerde 3-jaarsblokken</i>	32
6 ECOLOGISCHE INTERPRETATIE STATISTISCHE RESULTATEN	34
6.1 ENKELE THEORETISCHE OVERWEGINGEN VOORAF.....	34
6.2 ECOLOGISCHE INTERPRETATIE PER ECOTOOP	35
6.2.1 <i>Het hoogdynamisch sublitoraal (Z1 en B1)</i>	35
6.2.2 <i>Het hoogdynamisch litoraal (Z2 en B2)</i>	36
6.2.3 <i>Het zandig, resp. slibrijk, laagdynamisch middenlitoraal (Z5 en B5, resp. Z6 en B6)</i>	38
6.3 DISCUSSIE.....	38
GERAADPLEEGDE LITERATUUR	40
BIJLAGE 1: BOX-WHISKER-TIJDREEKSLOTS PER ECOTOOP	41
BIJLAGE 2: BOX-WHISKER-PLOTS PER JAAR EN KRUSKAL-WALLIS-P	70
BIJLAGE 3: TOETSRESULTATEN MET JAARGEGEVENS	106
BIJLAGE 4: BOX-WHISKER-PLOTS PER 3-JAARSBLOK EN KRUSKAL-WALLIS-P	112

BIJLAGE 5: TOETSRESULTATEN MET GEGEVENS 3-JAARSBLOKKEN	124
BIJLAGE 6: KENGETALLEN BODEMDIERKENMERKEN PER 3-JAARSBLOK	126
BIJLAGE 7: BOX-WHISKER-PLOTS BRAK-ZOUT PER 3-JAARSBLOK.....	132
BIJLAGE 8: BOX-WHISKER-PLOTS BRAK-ZOUT GECOMBINEERDE 3-JAARSBLOKKEN.	138
BIJLAGE 9: BOX-WHISKER-PLOTS BIOMASSA MÉT EN ZONDER KOKKEL.....	140

Samenvatting en conclusies

Door Rijkswaterstaat zijn voor de situatie in 1996, 2001 en 2004 ecotopenkaarten vervaardigd van afzonderlijk het zoute (mariene) en het brakke deel van de Westerschelde. De gebieden zijn daarbij op basis van fysische kenmerken opgesplitst in acht ecotopen, namelijk:

1. hoogdynamisch sublitoraal
2. hoogdynamisch litoraal
3. zandig laagdynamisch laaglitoraal
4. slibrijk laagdynamisch laaglitoraal
5. zandig laagdynamisch middenlitoraal
6. slibrijk laagdynamisch middenlitoraal
7. zandig laagdynamisch hooglitoraal
8. slibrijk laagdynamisch hooglitoraal.

Op verzoek van RIKZ is voor elk van deze ecotopenkaarten afzonderlijk nagegaan of de op de kaart aangegeven ecotopen onderling verschillen voor wat betreft de bodemdierkenmerken totale biomassa, dichtheid, aantal soorten en diversiteits-index. De statistische toetsing is uitgevoerd met de bodemdiergegevens van elk jaar waarvan er een ecotopenkaart is vervaardigd en van de twee aangrenzende jaren, totaal dus gegevens over negen jaar. De monsterpunten zijn voor elk blok van drie jaar ingedeeld bij de ecotopen volgens de kaart van het middelste jaar.

Eerst zijn de ecotopen voor elk jaar afzonderlijk vergeleken. Alleen een ecotoop waarvan in dat jaar minstens drie monsterpunten beschikbaar waren, deed mee bij deze statistische analyse. De drie omliggende jaren van een kartering (het karteringsjaar, het jaar daarvoor en het jaar daarna) bleken veel overeenkomsten te vertonen in zowel het aantal als de richting van de verschillen tussen bepaalde ecotopen. Daarom zijn vervolgens per kaart (1996, 2001 en 2004) de bodemdiergegevens uit drie aaneengesloten jaren (respectievelijk 1995-1997, 2000-2002 en 2003-2005) samengevoegd en zijn de toetsen opnieuw uitgevoerd. Op die manier werd een krachtiger toetsing mogelijk: door het grotere aantal monsterpunten per ecotoop konden eventuele verschillen beter aangetoond worden (meer onderscheidend vermogen) en voldeden meer ecotopen aan het vereiste van minimaal drie monsterpunten.

Verschillen in meetdichtheid geven verschillen in onderscheidend vermogen

Aangezien bij het opzetten van de meetinspanningen naar de bodemdierkenmerken geen rekening is gehouden met de in dit onderzoek te beantwoorden vragen, moeten we er rekening mee houden dat ze slechts gedeeltelijk beantwoord kunnen worden. Zo zijn er van de ecotopen 3, 4, 7 en 8, die slechts kleine oppervlakten beslaan, niet of nauwelijks voldoende gegevens voorhanden voor de statistische analyses. Van de overige ecotopen - 1, 2, 5 en 6 - zijn er doorgaans wel voldoende gegevens voorhanden voor de statistische analyses. Maar deze laatste ecotopen vertonen dermate grote verschillen in meetdichtheid, dat er ook zeer grote verschillen zullen zijn in onderscheidend vermogen bij het statistisch toetsen. Afgaand op de meetdichtheid zal het onderscheidend vermogen van de voldoende bemeten ecotopen bij het statistisch toetsen afnemen in de volgorde Z1, Z2, Z6, Z5, B1, B2, B6, B5.

Aanpak toetsen op verschillen tussen ecotopen per deelgebied (zout en brak)

Per deelgebied (zout en brak) is zowel per jaar als per 3-jaarsblok getoetst op verschillen tussen ecotopen, voor elk van de vier genoemde bodemdierkenmerken. Het statistisch toetsen is uitgevoerd in maximaal twee stappen:

1. algemene toets op verschillen tussen de ecotopen. Aangezien de bodemdiergegevens in veel gevallen afkomstig bleken uit scheve kansverdelingen, is het toetsen uitgevoerd met de Kruskal-Wallis-toets, die is op te vatten als de verdelingsvrije vorm van variantie-analyse met één factor;
2. toets op verschil tussen twee ecotopen, voor alle mogelijke paren ecotopen. Deze tweede stap is echter alleen uitgevoerd als de eerste stap, de algemene toets op verschillen, resulteerde in een statistisch significant resultaat. Per paar ecotopen is getoetst met de Wilcoxon-rangsom-toets, de verdelingsvrije vorm van de t-toets.

Per logisch afgebakende deelverzameling toetsen is een Bonferroni-correctie voor het meervoudig toetsen toegepast, zodanig dat het totale risico op een onterecht gedetecteerd verschil voor die deelverzameling beperkt bleef tot 5%.

Resultaten brakke gebied per jaar

De brakke ecotopen hebben het voorvoegsel 'B' en zijn genummerd als boven aangegeven. *Ecotopenkaart 1996* - Als de monsterpunten van 1995, 1996 en 1997 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 1996, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen B1, B2, B5 (alleen in 1996) en B6. B1 verschilt in alledrie de jaren van B2 en B6. De overige combinaties gaven geen verschillen, waarbij aangetekend moet worden dat B5 maar 3 monsterpunten had.

Ecotopenkaart 2001 - Als de monsterpunten van 2000, 2001 en 2002 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 2001, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen B1, B2 en B6. B1 verschilt in 2000 en 2002 van B2, maar in 2001 niet. Verder verschilt B1 in alledrie de jaren van B6. B2 verschilt in geen van de jaren van B6.

Ecotopenkaart 2004 - Als de monsterpunten van 2003, 2004 en 2005 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 2004, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen B1, B2, B5 en B6 (alleen in 2004 en 2005). B1 verschilt in alledrie de jaren van B2, B5 en B6. De overige combinaties gaven geen verschillen.

Resultaten zoute gebied per jaar

De zoute ecotopen hebben het voorvoegsel 'Z' en zijn genummerd als boven aangegeven. *Ecotopenkaart 1996* - Als de monsterpunten van 1995, 1996 en 1997 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 1996, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen Z1, Z2, Z5 en Z6. Z1 verschilt in alledrie de jaren van Z5 en Z6, maar alleen in 1995 en 1997 van Z2. Verder verschilt Z2 in alledrie de jaren van Z6 en in 1995 van Z5. De overige combinaties gaven geen verschillen.

Ecotopenkaart 2001 - Als de monsterpunten van 2000, 2001 en 2002 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 2001, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen Z1, Z2, Z3 (alleen in 2002), Z4 (alleen in 2000), Z5 en Z6. Z1 verschilt in alledrie de jaren van Z2, Z5 en Z6. Z1 verschilt daarentegen niet van Z3 en Z4, maar deze laatste hadden slechts 4, respectievelijk 3 monsterpunten. Verder verschilt Z2 in alledrie de jaren van Z5 en in 2001 en 2002 van Z6. Tenslotte verschilt Z3 in 2002 van Z5. De overige combinaties gaven geen verschillen.

Ecotopenkaart 2004 - Als de monsterpunten van 2003, 2004 en 2005 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 2004, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen Z1, Z2, Z3 (alleen in 2005), Z5 en Z6. Z1 verschilt in alledrie de jaren van Z2, Z5 en Z6 en in 2005 met Z3. Verder verschilt Z2 in alledrie de jaren van Z5 en in 2003 en 2004 van Z6. De overige combinaties gaven geen verschillen.

Resultaten brakke gebied per 3-jaarsblok

Elk van de ecotopenkaarten van 1996, 2001 en 2004 is ook statistisch gevalideerd met de **samen gevoegde** bodemdiergegevens van de omliggende drie jaren. Het samenvoegen le-

vert meer onderscheidend vermogen bij het toetsen op verschillen tussen ecotopen, door het grotere aantal monsterpunten per ecotoop.

Ecotopenkaart 1996 - Als de monsterpunten van het 3-jaarsblok 1995 t/m 1997 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 1996, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen B1, B2, B5 en B6. B1 verschilt van B2 en B6 en niet van B5, maar deze laatste had slechts 5 monsterpunten. Verder verschillen B2 en B5 van B6. De overige combinaties gaven geen verschillen.

Ecotopenkaart 2001 - Als de monsterpunten van het 3-jaarsblok 2000 t/m 2002 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 2001, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen B1, B2, B3 en B6. B1 verschilt van B2 en B6 en niet van B3, maar deze laatste had slechts 3 monsterpunten. De overige combinaties gaven geen verschillen.

Ecotopenkaart 2004 - Als de monsterpunten van het 3-jaarsblok 2003 t/m 2005 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 2004, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen B1, B2, B5 en B6. B1 verschilt van B2, B5 en B6. De overige combinaties gaven geen verschillen.

Resultaten zoute gebied per 3-jaarsblok

Ecotopenkaart 1996 - Als de monsterpunten van het 3-jaarsblok 1995 t/m 1997 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 1996, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen Z1, Z2, Z3, Z4, Z5 en Z6. Z1 verschilt van Z2, Z5 en Z6 en niet van Z3 en Z4, maar deze laatste hadden slechts 4, respectievelijk 3 monsterpunten. Verder verschilt Z2 van Z5 en Z6 en verschilt Z3 van Z6. De overige combinaties gaven geen verschillen.

Ecotopenkaart 2001 - Als de monsterpunten van het 3-jaarsblok 2000 t/m 2002 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 2001, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen Z1, Z2, Z3, Z4, Z5 en Z6. Z1 verschilt van Z2, Z4, Z5 en Z6 en niet van Z3. Verder verschillen Z2 en Z3 van Z5 en Z6. De overige combinaties gaven geen verschillen.

Ecotopenkaart 2004 - Als de monsterpunten van het 3-jaarsblok 2003 t/m 2005 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 2004, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen Z1, Z2, Z3, Z5 en Z6. Z1 verschilt van Z2, Z5 en Z6 en niet van Z3, maar deze laatste had slechts 3 monsterpunten. Verder verschilt Z2 van Z5 en Z6. De overige combinaties gaven geen verschillen.

Aanpak toetsen op verschillen tussen brakke en zoute ecotopen

Voor elk bodemdierkenmerk is tenslotte ook statistisch getoetst op verschillen tussen het brakke en het zoute gebied. Dit is zowel gedaan met de gegevens van elk afzonderlijk 3-jaarsblok als met de gegevens van de gecombineerde 3-jaarsblokken. De toetsen zijn alleen uitgevoerd voor de vier ecotopen 1, 2, 5 en 6, aangezien daarvan de meeste gegevens beschikbaar zijn. De volgende toetsen zijn uitgevoerd:

1. algemene toets op verschillen tussen de brakke en de zoute ecotopen. Hiertoe is variatie-analyse toegepast op de rangnummers van de meetwaarden;
2. toets op verschil tussen de brakke en de zoute ecotoop, voor elk van de vier bovengenoemde ecotopen afzonderlijk. Hiervoor is de Wilcoxon-rangsom-toets gebruikt.

Per logisch afgebakende deelverzameling toetsen is een Bonferroni-correctie voor het meervoudig toetsen toegepast, zodanig dat het totale risico op een onterecht gedetecteerd verschil voor die deelverzameling beperkt bleef tot 5%.

In tegenstelling tot bij het valideren van de kaarten, is de tweede toets altijd uitgevoerd, dus ook als de eerste toets, de algemene toets op verschillen, niet resulteerde in een statistisch significant resultaat. De twee toetsen zullen in deze situatie namelijk twee verschillende vragen beantwoorden. Met de eerste toets wordt immers per bodemdierkenmerk nagegaan of het *algemene* gemiddelde van de brakke ecotopen verschilt van dat van de zoute ecotopen, terwijl dit met de tweede toets wordt nagegaan per *afzonderlijke* ecotoop.

Resultaten toetsen op verschillen tussen brakke en zoute ecotopen

Met de gegevens van de 3-jaarsblokken zijn slechts in twee gevallen statistisch significante verschillen tussen de algemene gemiddelden van de rangnummers van de brakke en de zoute ecotopen gedetecteerd. Dit betreft de diversiteit in 1996 en de dichtheid in 2004. Verder zijn er met deze gegevens alleen statistisch significante verschillen gedetecteerd tussen de mediane bodemdierkenmerken van de brakke en zoute uitvoering van ecotoop 1 (hoogdynamisch sublitoraal). Het betreft biomassa in 2001, dichtheid in 2004 en aantal soorten in 2004. Hierbij zal echter meespelen dat van ecotoop 1 de meeste meetwaarden beschikbaar zijn en er dus veel onderscheidend vermogen is bij het toetsen op verschillen. Met de gegevens van de gecombineerde 3-jaarsblokken is er alleen voor biomassa een statistisch significant verschil tussen de algemene gemiddelden van de rangnummers van de brakke en de zoute ecotopen gedetecteerd. Verder zijn er met deze gegevens statistisch significante verschillen tussen de medianen van de brakke en zoute uitvoering gedetecteerd voor de dichtheid van ecotoop 2 (hoogdynamisch litoraal) en de biomassa van ecotoop 5 (zandig laagdynamisch middenlitoraal).

Ecologische interpretatie van de statistische resultaten

De verkregen toetsresultaten zijn vergeleken met de beschrijvingen die door [Bouma *et al.*, 2005] zijn opgesteld voor de verschillende ecotopen. Die beschrijvingen hebben betrekking op biomassa's, dichtheden, de diversiteit en soms op het aantal soorten. De betekenis van diversiteit is in dat rapport niet nader omschreven, maar aangenomen wordt dat daaronder hetzelfde wordt verstaan als 'aantal soorten'. De verschillen tussen ecotopen zijn in dat rapport steeds in kwalitatieve termen weergegeven.

Onderhavige studie bevestigt voor de zoute ecotopen het beeld uit [Bouma *et al.*, 2005], dat de biomassa, dichtheid en 'diversiteit' (= aantal soorten) van de bodemfauna in het hoogdynamisch sublitoraal en het hoogdynamisch litoraal veel lager zijn dan die van de bodemfauna in de beide laagdynamische ecotopen in het middelhoog gelegen litoraal. Van beide hoogdynamische ecotopen in de zoute zone blijkt de sublitorale versie het armst aan bodemdieren, zowel qua biomassa, dichtheid als 'diversiteit' (= aantal soorten). Dat de bodemfauna's van fijnzandige en slibrijke situaties in het laagdynamisch middelhoge litoraal onderling zouden verschillen, volgt impliciet uit het gegeven dat [Bouma *et al.*, 2005] onderscheid maken tussen een fijnzandig en een slibrijk laagdynamisch middelhoog gelegen ecotoop in de zoute zone. Wat betreft de verschillen wordt echter, naast de soortenlijsten die veel op elkaar lijken, alleen aangegeven dat binnen het slibrijke ecotoop de bodemfauna lokaal verarmd wordt wanneer zich zeer hoge slibgehalten in de bodem voordoen. Onderhavige studie laat geen verschillen zien tussen beide ecotopen.

Voor de ecotopen in de brakke zone zijn veel minder waarnemingen beschikbaar dan voor die in de zoute zone. In elk geval worden de door [Bouma *et al.*, 2005] genoemde lage biomassa, dichtheid en 'diversiteit' (= aantal soorten) in het hoogdynamisch sublitoraal van de brakke zone bevestigd door de uitgevoerde toetsen. Dat ook het hoogdynamisch litoraal in die zone verarmd is ten opzichte van de laagdynamische ecotopen kon echter slechts in een enkel geval worden aangetoond. Ook de toetsing van verschillen tussen de zoute en brakke versies van ecotopen leverde relatief weinig significante uitslagen op.

In deze studie zijn voor het begrip 'diversiteit' twee verschillende maten gehanteerd: het aantal soorten en een index die aangeeft in welke mate de aangetroffen individuen gelijk over de verschillende soorten zijn verdeeld. Die index heeft weinig verschillen tussen ecotopen aan het licht gebracht.

In de beschrijvingen door [Bouma *et al.*, 2005] worden 'diversiteit' en 'aantal soorten' door elkaar heen gebruikt, zonder dat duidelijk is aangegeven wat onder 'diversiteit' wordt

verstaan. Hier is daarom aangenomen dat daar het aantal soorten mee wordt bedoeld. De uitgevoerde toetsen hebben betrekking op het aantal soorten dat in een individueel monster is aangetroffen. Benadrukt moet worden, dat daarmee voorbij gegaan wordt aan de vraag hoeveel verschillende soorten in alle monsters, genomen in een bepaald ecotoop, zijn aangetroffen. Ook dat kan als maat voor de 'diversiteit' worden gebruikt, maar vraagt een andere wijze van toetsen, dan hier is toegepast.

1 Inleiding

Dit rapport beschrijft aanpak en bevindingen van een statistische validatie van ecotopenkaarten van de Westerschelde.

1.1 Achtergronden

Een ecotoop is een ruimtelijke ecologische eenheid, waarvan de aard wordt bepaald door de lokale abiotische, biotische en antropogene condities. Door RIKZ zijn in 1996, 2001 en 2004 ecotopenkaarten vervaardigd van afzonderlijk het zoute (mariene) en het brakke deel van de Westerschelde. De gebieden zijn daarbij op basis van fysische kenmerken opgesplitst in ecotopen. Daarnaast zijn er vanaf 1992 jaarlijks op een groot aantal locaties in de Westerschelde gegevens verzameld over bodemdieren. Op verzoek van RIKZ is met deze biologische gegevens toetsenderwijs nagegaan of de op een ecotopenkaart aangegeven ecotopen onderling verschillen voor wat betreft de bodemdierkenmerken. Dit is één van de statistische mogelijkheden om een kaart te valideren met veldgegevens.

1.2 Doelstelling van dit onderzoek

De doelstelling van dit onderzoek is om met statistische toetsing na te gaan of de op een ecotopenkaart aangegeven ecotopen onderling verschillen voor wat betreft de bodemdierkenmerken.

Afbakening

De toetsing is uitgevoerd voor elk van de ecotopenkaarten van 1996, 2001 en 2004 van afzonderlijk het zoute en het brakke deel van de Westerschelde, voor elk van de volgende vier bodemdierkenmerken:

1. totale biomassa [mg asvrij-drooggewicht/m²];
2. dichtheid [aantal/m²];
3. aantal soorten [-]
4. diversiteits-index volgens Simpson [-].

Van deze kenmerken zijn vanaf 1992 jaarlijks zowel in het voorjaar, als in het najaar gegevens verzameld. Op verzoek van RIKZ zijn echter alleen de najaarsgegevens gehanteerd voor de statistische toetsing. Het gebruik van 'jaargemiddelden' (het gemiddelde van de voorjaars- en najaarsmeting) is niet mogelijk, omdat voor vrijwel alle metingen geldt dat die in het voor- en najaar op andere locaties zijn gedaan (*aselecte* bemonstering). De najaarsgegevens zijn geschikter om eventuele verschillen tussen ecotopen te traceren, doordat er in dat jaargetijde doorgaans hogere biomassa's en dichtheden optreden.

1.3 Over dit rapport

Na deze inleiding beschrijft hoofdstuk 2 de uitgangsggegevens. Hoofdstuk 3 bevat de aanpak en de bevindingen van het toetsen op verschillen met de jaargegevens en hoofdstuk 4 van het toetsen op verschillen met de gegevens van 3-jaarsblokken. Hoofdstuk 5 beschrijft aanpak en bevindingen van het toetsen op verschillen tussen de brakke en de zoute ecotopen. Hoofdstuk 6 geeft een ecologische interpretatie van de statistische resultaten. Het hoofddeel van dit rapport sluit af met een alfabetisch gerangschikte lijst van de geraadpleegde literatuur.

Dit rapport bevat 9 bijlagen. Bijlage 1 geeft – na een toelichting op de box-whisker-plot – per ecotoop voor elk van de vier bodemdierkenmerken de tijdreeksplot van de jaarlijkse

box-whiskers van 1995 t/m 2005. Bijlage 2 geeft per bodemdierkenmerk per jaar de box-whisker-plots van de ecotopen. Bijlage 3 bevat een tabel met de resultaten van het toetsen op verschillen tussen ecotopen met de jaargegevens. Bijlage 4 geeft per bodemdierkenmerk per 3-jaarsblok de box-whisker-plots van de ecotopen. Bijlage 5 bevat een tabel met de resultaten van het toetsen op verschillen met de gegevens van 3-jaarsblokken. De relevante statistische kengetallen - minimum, percentielen (waaronder de mediaan, het 50-percentiel), maximum, gemiddelde en standaardafwijking - per combinatie van deelgebied, bodemdierkenmerk, ecotoop en 3-jaarsblok zijn vermeld in bijlage 6. De bijlagen 7 en 8 geven per bodemdierkenmerk de box-whisker-plots van de brakke en zoute ecotopen naast elkaar, bijlage 7 per 3-jaarsblok en bijlage 8 per combinatie van 3-jaarsblokken. Tenslotte geeft bijlage 9 per 3-jaarsblok de box-whisker-plots van de biomassa van de zoute ecotopen mét en zónder de bijdrage van *Cerastoderma edule* (de kokkel).

2 Uitgangsgegevens

2.1 Ecotopenkaarten

Door Rijkswaterstaat zijn voor de situatie in 1996, 2001 en 2004 ecotopenkaarten vervaardigd van afzonderlijk het zoute en het brakke deel van de Westerschelde. De gebieden zijn daarbij op basis van fysische kenmerken opgesplitst in de volgende acht ecotopen¹:

1. hoogdynamisch sublitoraal
2. hoogdynamisch litoraal
3. zandig laagdynamisch laaglitoraal
4. slibrijk laagdynamisch laaglitoraal
5. zandig laagdynamisch middenlitoraal
6. slibrijk laagdynamisch middenlitoraal
7. zandig laagdynamisch hooglitoraal
8. slibrijk laagdynamisch hooglitoraal.

De voor de indeling naar ecotopen benodigde fysische kenmerken zijn afgeleid van kaarten van de zoutverdeling, de diepte, de droogvalduur, de stroomsnelheid en de geomorfologie.

2.2 Bodemdiergegevens

Vanaf 1992 zijn er tweemaal per jaar – in het voorjaar en in het najaar – op een groot aantal monsterpunten in de Westerschelde gegevens verzameld over bodemdieren. De metingen zijn zowel verricht op vaste als op aselekt gekozen monsterpunten.

2.2.1 *Dimensies van de bodemdiergegevens*

RIKZ heeft ons alle najaarsmetingen beschikbaar gesteld van de jaren 1995, 1996, 1997 en 2000 t/m 2005. Van elk jaar waarin er een ecotopenkaart is vervaardigd zijn dus bodemdiergegevens verstrekt van het betreffende jaar en de twee aangrenzende jaren. Elke rij in het bestand had betrekking op een bepaald taxon², aangetroffen op een bepaald monsterpunt tijdens een bepaalde najaarsbemonstering en bevatte de volgende gegevens:

- o **jaar:** jaar van bemonstering;
- o **stationsnaam:** monsterpuntnummer;
- o **X-coördinaat** [m t.o.v. Parijs];
- o **Y-coördinaat** [m t.o.v. Parijs];
- o **ecotoop:** ecotoopcode, volgens de in § 2.1 vermelde nummering, voorafgegaan door een 'B' (brak gebied), of een 'Z' (zout gebied);
- o **Latijnse soortnaam:** 8-lettercode voor het taxon;
- o **selectiecode:** 1-lettercode die aangeeft op welke taxonomische categorie de waarneming betrekking heeft. Onderscheiden zijn: soorten behorend tot de infauna of epifauna (code A; determinatie tot speciesniveau; levend in of op de bodem); taxonomische eenheden die geen overlap vertonen met categorie A, maar eveneens behorend tot de infauna of epifauna (code B; bijvoorbeeld *Oligochaeta*); taxonomische eenheden op het genusniveau, eveneens behorend tot de infauna of epifauna (code G; bijvoorbeeld *Corophium*; waarnemingen van individuën van nauw verwante soorten, waarbij echter niet bepaald kon worden welke soort het precies betrof). Daarnaast is een restgroep onderscheiden (code X), voornamelijk bestaande uit waarnemingen waarbij alleen kon worden vastgesteld dat de individuën behoor-

¹ De ecotopen zijn ingedeeld volgens het Zoute Wateren Ecotopen-Stelsel, of ook wel ZES [Bouma et al. 2005].

² Een taxon is een taxonomische eenheid, meestal een soort.

den tot bijvoorbeeld de schelpdieren of wormen. De code geeft aan of het betreffende taxon moet worden meegenomen bij de berekening van totale biomassa, totale dichtheid, aantal soorten en/of diversiteit per monsterpunt. Voor de totale dichtheid en totale biomassa per monsterpunt zijn de waarden van alle taxa bij elkaar opgeteld (de kolom 'select' is hiervoor dus genegeerd). Voor het aantal soorten per monsterpunt is alleen gewerkt met de taxa die in kolom 'select' de code A of B hebben. En voor de diversiteit per monsterpunt is alleen gewerkt met de taxa die in kolom 'select' de code A, B of G hebben;

- **dichtheid:** aantal individuën van het betreffende taxon [aantal/m²];
- **biomassa:** biomassa van het betreffende taxon [mg asvrij-drooggewicht/m²].

Voor de verdere statistische verwerking zijn de verstrekte gegevens door ons ingelezen met Matlab, een wiskundige programmeeromgeving, met ook statistische modules. Vervolgens is het aantal monsterpunten per deelgebied (brak en zout) per ecotoop per jaar vastgesteld (zie tabel 2.1). De cellen die minder dan 3 monsterpunten bevatten zijn in deze tabel geel gekleurd.

Tabel 2.1: Aantal monsterpunten per deelgebied (brak en zout) per ecotoop per jaar, evenals de randtotalen. De cellen die minder dan 3 monsterpunten bevatten zijn geel gekleurd.

Ecotoop	1995	1996	1997	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Totaal
B1	14	13	10	10	9	13	10	20	14	113
B2	6	5	7	5	5	4	4	5	5	46
B3	0	0	0	2	2	1	1	0	0	6
B4	0	0	1	0	1	0	1	1	1	5
B5	1	3	1	2	0	1	3	6	7	24
B6	6	4	5	8	6	8	2	4	3	46
B7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Totaal	28	25	24	27	23	27	21	36	30	241
Z1	72	67	80	66	68	70	72	64	73	632
Z2	19	20	14	22	25	22	26	25	25	198
Z3	0	2	2	2	2	4	1	1	3	17
Z4	2	0	1	3	1	1	1	1	0	10
Z5	5	7	6	10	12	12	21	17	27	117
Z6	17	16	21	12	13	12	11	11	7	120
Z7	0	1	0	0	0	1	2	1	1	6
Z8	1	2	1	2	0	0	1	2	1	10
Totaal	116	115	125	117	121	122	135	122	137	1110

In overleg met RIKZ is besloten om een ecotoop waarvan in een bepaald jaar minder dan 3 monsterpunten beschikbaar zijn, niet mee te laten doen bij de statistische analyse met de gegevens van dat jaar. Dit om nog enige zeggingskracht van de resultaten te kunnen waarborgen. Er is niet gekozen voor het samenvoegen van dunbemeten ecotopen, aangezien dat slechts tot moeilijk interpreteerbare resultaten zou leiden.

Verschillen in meetdichtheid geven verschillen in onderscheidend vermogen³

Bij het opzetten van de meetinspanningen naar de bodemdierkenmerken is geen rekening gehouden met de in dit onderzoek te beantwoorden vragen. De meetinspanningen zijn dan ook niet geoptimaliseerd naar het beantwoorden van die vragen. We moeten er daarom rekening mee houden dat ze slechts gedeeltelijk beantwoord kunnen worden. Zo blijkt uit tabel 2.1 dat er van de ecotopen 3, 4, 7 en 8, die slechts kleine oppervlakten beslaan, niet of nauwelijks voldoende gegevens voorhanden zijn voor de statistische analyses. Van de overige ecotopen - 1, 2, 5 en 6 - zijn er doorgaans wel voldoende gegevens voorhanden voor de statistische analyses. Maar deze laatste ecotopen vertonen dermate grote verschillen in meetdichtheid, dat er ook zeer grote verschillen zullen zijn in onderscheidend vermogen bij het statistisch toetsen. Afgaand op de meetdichtheid zal het onderscheidend vermogen van de voldoende bemeten ecotopen bij het statistisch toetsen afnemen in de volgorde Z1, Z2, Z6, Z5, B1, B2, B6, B5. Dus als bijvoorbeeld de ecotopen Z1 en Z2 evenveel verschillen in biomassa als de ecotopen B5 en B6 (en tevens de spreidingen binnen de ecotopen min of meer vergelijkbaar zijn), dan is de kans om met statistische toetsing op basis van steekproeven een verschil in biomassa tussen de ecotopen Z1 en Z2 te detecteren veel groter dan de kans om een verschil in biomassa tussen de ecotopen B5 en B6 te detecteren. In die zin dienen we ons altijd te realiseren dat het níet detecteren van een verschil niet hoeft te betekenen dat er geen verschil is, het kan immers ook te wijten zijn aan het geringe onderscheidend vermogen bij het statistische toetsen, vooral als het dun bemeten ecotopen betreft. Daarom wordt in dit rapport bij het presenteren van de resultaten van het statistisch toetsen in voorkomende gevallen ook het bij het toetsen betrokken aantal meetwaarden per ecotoop vermeld. Verder wordt ook bij de evaluatie van de resultaten op mogelijke verschillen in onderscheidend vermogen gewezen.

2.2.2 Berekening bodemdierkenmerken per monsterpunt per jaar

Per monsterpunt zijn vervolgens per jaar de volgende vier bodemdierkenmerken berekend:

1. dichtheid [aantal/m²];
2. biomassa [mg asvrij-drooggewicht/m²];
3. aantal soorten [-];
4. diversiteits-index volgens Simpson [-].

De diversiteits-index volgens Simpson (S_d) is gedefinieerd als [Legendre and Legendre, 1998]:

$$S_d = 1 - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_s}{N} \right)^2$$

met n_s het totale aantal individuen van soort s en N het totaal aantal individuen van alle soorten. Deze index, die waarden kan aannemen tussen 0 en 1, geeft aan hoe gelijkmatig de individuen verdeeld zijn over de aanwezige soorten. Als elk individu in een monster tot een andere soort behoort, is sprake van maximale diversiteit ($S_d = 1$) en als alle individuen tot dezelfde soort behoren is de diversiteit minimaal ($S_d = 0$). In rapportages wordt voor de 'biologische variatie' soms het begrip 'diversiteit' gebezigd, zonder dat duidelijk is om welke aspecten van de variatie het gaat. Om die aspecten te benadrukken is hier gekozen voor het onderscheiden van de soortenrijkdom (aantal soorten) en de mate waarin bepaalde soorten in een monster domineren (diversiteits-index volgens Simpson).

³ Het onderscheidend vermogen is de kans om een werkelijk opgetreden verschil statistisch te detecteren.

2.2.3 *Behandeling van uitschieters*

Tenslotte zijn voor elk bodemdierkenmerk per combinatie van deelgebied, ecotoop en jaar de uitschieters in de meetwaarden statistisch gedetecteerd met de Veglia-toets [Veglia, 1981], met een aanpassing tegen het maskeren⁴ [Pszonicki, 1985]. Daarbij is een betrouwbaarheid van 99% gehanteerd. Deze toets is verdelingsvrij en stelt dus geen eisen aan het soort kansverdeling waar de meetwaarden uit afkomstig zijn.

In totaal zijn bij 59 van de combinaties van deelgebied, ecotoop en jaar, uitschieters gedetecteerd, waarvan het merendeel voor totale biomassa en dichtheid (zie tabel 2.2).

Tabel 2.2: Het aantal steekproeven waarin uitschieters zijn gedetecteerd met de Veglia-toets.

Kenmerk	Aantal
Totale biomassa	28
Dichtheid	26
Aantal soorten	2
Diversiteit	3
Totaal	59

Een uitschieter kan zijn: (a) een extreme meetwaarde, (b) een foute meetwaarde (door een bemonsterings-, meet- of transcriptiefout), of (c) een bij een verkeerde ecotoop ingedeelde meetwaarde. Alleen meetwaarden uit de categorieën (b) en (c) dienen te worden gecorrigeerd of verwijderd. Daarom hebben wij een ter zake deskundige⁵ gevraagd om per gedetecteerde uitschieter aan te geven in welke categorie deze valt. In alle gevallen bleek dit echter categorie (a) te zijn (een extreme meetwaarde), zodat we de uitschieters niet hebben gecorrigeerd of verwijderd. De uitschieters in de biomassawaarden bleken veroorzaakt door hoge biomassa's van schelpdieren. Die soorten kunnen namelijk als individu groot worden en verder komen deze ook vaak ruimtelijk geclusterd voor. Een monster dat toevallig een groot exemplaar of een cluster treft, levert dan een extreme biomassa-waarde op. Het is een niet te voorkomen effect van de (relatief) kleine oppervlakte die op elk punt bemonsterd wordt. En de uitschieters in de dichtheidswaarden bleken kleine soorten te betreffen, die met vele individuen op een klein oppervlak kunnen voorkomen.

Bijlage 1 geeft per ecotoop voor elk van de vier bodemdierkenmerken de tijdreeksplot van de jaarlijkse box-whiskers van 1995 t/m 2005. Deze bijlage start met een toelichting op de box-whisker-plot.

⁴ Twee uitschieters die van dezelfde orde van grootte zijn, zijn moeilijker statistisch te detecteren. Ze maskeren elkaar als het ware.

⁵ Fred Twisk, adviseur ecologie van RWS-RIKZ, Middelburg

3 Toetsen op verschil per jaar

Eerst is per deelgebied (zout en brak) elk van de ecotopenkaarten van 1996, 2001 en 2004 statistisch gevalideerd met de bodemdiergegevens van elk van de omliggende drie jaren. Zo is bijvoorbeeld de kaart van 1996 gevalideerd met de bodemdiergegevens van achtereenvolgens 1995, 1996 en 1997, waarbij de monsterpunten voor elk van deze drie jaren zijn ingedeeld bij de ecotopen volgens de kaart van 1996. De statistische validatie omvatte per jaar het toetsen op verschillen tussen ecotopen, voor elk van de vier eerder genoemde bodemdierkenmerken. Het toetsen is uitgevoerd in maximaal twee stappen:

1. algemene toets op verschillen tussen de ecotopen;
2. toets op verschil tussen twee ecotopen, voor alle mogelijke paren ecotopen.

De tweede stap is echter alleen uitgevoerd als de eerste stap, de algemene toets op verschillen, resulteerde in een statistisch significant resultaat.

3.1 Algemene toets op verschillen tussen ecotopen

In de eerste stap is per jaar voor elk van de vier bodemdierkenmerken nagegaan of de ecotopen verschillen in het gemiddelde van het betreffende bodemdierkenmerk. Aangezien de bodemdiergegevens in veel gevallen afkomstig bleken uit scheve kansverdelingen, is dit uitgevoerd met de Kruskal-Wallis-toets, die is op te vatten als de verdelingsvrije vorm van variantie-analyse met één factor. Hierbij is de nulhypothese getoetst dat de mediaan van het betreffende bodemdierkenmerk voor elke ecotoop gelijk is, tegen de alternatieve hypothese dat de mediaan van het bodemdierkenmerk van minstens één van de ecotopen niet gelijk is aan die van de andere ecotopen.

3.1.1 Keuze voor verdelingsvrij toetsen

De keuze voor verdelingsvrij toetsen is vooral ingegeven door de constatering dat de bodemdiergegevens in veel gevallen afkomstig zijn uit scheve kansverdelingen. Verder bleek er daarbij zowel sprake van positieve, als negatieve scheefheden, zodat een uniforme, voor alle steekproeven effectieve transformatie naar een normale kansverdeling niet mogelijk is. Er leeft overigens een hardnekkig misverstand dat een verdelingsvrije (niet-parametrische) toets altijd minder onderscheidend vermogen oplevert dan een parametrische toets⁶. Dit is namelijk alleen het geval als de meetwaarden afkomstig zijn uit het soort kansverdeling waar de parametrische toets van uitgaat. Het gebruik van de kennis over de achterliggende kansverdeling levert de parametrische toets dan immers voordeel op ten opzichte van de verdelingsvrije toets. Dit gaat echter niet meer op als de meetwaarden afkomstig zijn uit een anderssoortige kansverdeling dan verondersteld. Zo kunnen verdelingsvrije toetsen beduidend meer onderscheidend vermogen opleveren dan parametrische toetsen bij afwijkingen van normaliteit (zie bijvoorbeeld [Bradley, 1968], [Helsel and Hirsch, 1988] en [Helsel and Hirsch, 1992]). Zelfs al bij geringe afwijkingen van normaliteit zullen verdelingsvrije toetsen net zo goed of zelfs beter presteren dan parametrische toetsen, zoals ook aangetoond in simulatie-studies [Hirsch et al., 1991]. Maar kleine afwijkingen van normaliteit zijn slechts te detecteren met grote steekproeven, die zelden beschikbaar zijn. Deze overwegingen hebben er toe geleid dat het in het milieuonderzoek - waar veel scheve kansverdelingen voorkomen - al enige tijd zeer gebruikelijk is om verdelingsvrije statistische methoden te hanteren (zie bijvoorbeeld [Gilbert, 1987] en [Helsel and Hirsch, 1992]).

⁶ Een parametrische toets gaat er van uit dat de meetwaarden afkomstig zijn uit een bepaald soort kansverdeling met bekende eigenschappen (zoals de normale kansverdeling).

3.1.2 Resultaten

Er zijn per deelgebied 36 Kruskal-Wallis-toetsen uitgevoerd, namelijk voor elke combinatie van de negen jaren en de vier bodemdierkenmerken. De aan deze toetsen ten grondslag liggende gegevens zijn grafisch weergegeven als box-whisker-plots in bijlage 2. De resulterende p -waarden⁷ van de Kruskal-Wallis-toetsen zijn vermeld in tabel 3.1, waarbij de p -waarden die duiden op een statistisch significant verschil tussen de ecotoopmedianen zijn gearceerd. Aangezien het totale risico op onterechte statistische significantie toeneemt met het aantal uitgevoerde toetsen, hebben we daarvoor zodanig gecorrigeerd met de Bonferroni-correctie, dat per deelgebied het totale risico op onterechte statistische significantie over de vier toetsen in een jaar beperkt blijft tot 5% (zie de toelichting in het tekstkader hieronder).

Toelichting op de Bonferroni-correctie voor meervoudig toetsen

Bij het uitvoeren van een statistische toets speelt α (alpha), het nog geaccepteerde risico op het onterecht verwerpen van de nulhypothese, een belangrijke rol. Dit risico wordt aangeduid als het significantieniveau van de toets (of ook wel het risico van de 1^e soort) en de waarde $1-\alpha$ wordt aangeduid als de betrouwbaarheid van de toets. Doorgaans wordt α ingesteld op 0,05 (5%), waarbij de betrouwbaarheid van de toets dus 0,95 (95%) bedraagt. Als de p -waarde van de toets kleiner is dan α , spreekt men van een statistisch significant toetsresultaat. Maar als er in dezelfde context meerdere toetsen worden uitgevoerd, elk met bijvoorbeeld $\alpha = 0,05$, dan neemt het totale risico op onterechte significantie (α_{totaal}) toe, volgens:

$$\alpha_{\text{totaal}} = 1 - (1 - 0,05)^n$$

met n het aantal uitgevoerde toetsen. Als er bijvoorbeeld vier toetsen in dezelfde context worden uitgevoerd, dan bedraagt het totale risico op onterechte significantie 0,185 (18,5%). Maar met de Bonferroni-correctie kan het totale risico worden gereduceerd tot het geaccepteerde niveau α . De correctie houdt in dat bij elk van de n individuele toetsen het significantieniveau op α/n wordt ingesteld. Dit leidt ertoe dat α_{totaal} ongeveer gelijk wordt aan α . Dus als er vier toetsen in dezelfde context worden uitgevoerd, dan zal α_{totaal} ongeveer 0,05 bedragen, als bij elk van de vier toetsen het significantieniveau op $0,05/4 = 0,0125$ wordt ingesteld.

Het is overigens niet zo dat het meervoudig toetsen de betrouwbaarheid van de individuele toetsen aantast. Het leidt er alleen toe dat over alle toetsen samen het risico op een onterechte significantie (dat wil zeggen één of meer) toeneemt.

Het corrigeren voor meervoudig toetsen is een controversieel onderwerp, aangezien het bij ongebreidelde toepassing kan leiden tot een zeer groot verlies aan onderscheidend vermogen. Er zijn bovendien geen eenduidige regels voor hoe ver men moet gaan met het corrigeren voor meervoudig toetsen. Er bestaan dan ook meerdere stromingen, met als extremen degenen die nooit corrigeren en degenen die een simultane correctie uitvoeren voor alle bij een onderzoek uitgevoerde toetsen, met doorgaans als consequentie een enorm verlies aan onderscheidend vermogen. Het niet corrigeren voor meervoudig toetsen is verdedigbaar als het effect van enkele onterechte significanties op de overkoepelende conclusies van het onderzoek verwaarloosbaar kan worden geacht. In principe zijn zelfs allerlei invullingen verdedigbaar, mits het aan de gebruiker van de informatie maar altijd duidelijk is welke toetsrisico's er spelen.

⁷ De p -waarde van een toets is de kans op de gevonden of een nog extremere toetsingsgrootheid, onder de nulhypothese. Naarmate de p -waarde kleiner is, is de nulhypothese onwaarschijnlijker te achten.

In dit onderzoek, waarbij een groot aantal statistische toetsen is uitgevoerd, hanteren we een middenweg bij het corrigeren voor meervoudig toetsen, om nog enig onderscheidend vermogen over te houden. Dit is verdedigbaar, aangezien we het effect van enkele onterechte significanties op de overkoepelende conclusies van dit onderzoek klein achten. We hebben daarom per logisch afgebakende **deelverzameling** toetsen een Bonferroni-correctie voor het meervoudig toetsen toegepast, zodanig dat het totale risico op een onterechte significantie voor die deelverzameling beperkt blijft tot 0,05 (5%). In dit rapport is voor elk van die deelverzamelingen aangegeven op welke wijze is gecorrigeerd voor het meervoudige toetsen.

Tabel 3.1: De *p*-waarde van de Kruskal-Wallis-toets per combinatie van deelgebied (brak en zout), jaar en bodemdierkenmerk. De *p*-waarden die duiden op een statistisch significant verschil tussen de ecotoop-medianen ($p < 0,0125$) zijn gearceerd. Met de Bonferroni-correctie is zodanig gecorrigeerd voor het meervoudig toetsen, dat per deelgebied het totale risico op onterechte statistische significantie over de vier toetsen in een jaar beperkt blijft tot 0,05 (5%).

Brak deelgebied				
Jaar	Biomassa	Dichtheid	Soorten	Diversit.
1995	0.000251	0.000459	0.000144	0.087267
1996	0.001193	0.000665	0.002023	0.048697
1997	0.002988	0.001554	0.006669	0.132958
2000	0.000557	0.000916	0.000516	0.106249
2001	0.003233	0.008521	0.059710	0.135922
2002	0.000100	0.000103	0.000088	0.002003
2003	0.003268	0.001910	0.001841	0.013026
2004	0.025550	0.000148	0.000020	0.007093
2005	0.002826	0.001186	0.000739	0.066406

Zout deelgebied				
Jaar	Biomassa	Dichtheid	Soorten	Diversit.
1995	5.74E-12	2.13E-13	5.12E-14	4.45E-07
1996	2.87E-08	9.56E-10	1.64E-09	0.027106
1997	3.03E-12	1.83E-14	2.58E-14	0.000302
2000	1.72E-10	9.10E-13	8.96E-12	0.030596
2001	1.57E-11	2.09E-13	9.75E-14	0.012032
2002	4.54E-11	9.21E-15	1.09E-13	0.013756
2003	1.50E-14	2.22E-16	6.88E-15	3.33E-05
2004	7.91E-12	2.03E-14	1.33E-15	1.81E-07
2005	1.11E-09	5.55E-16	2.22E-16	7.48E-10

Uit tabel 3.1 blijkt dat er in praktisch elk van de onderzochte jaren statistisch significante verschillen tussen de ecotoop-medianen zijn gedetecteerd voor wat betreft totale biomassa, totale dichtheid en aantal soorten. Gezien de zeer lage *p*-waarden zijn deze verschillen het duidelijkst in het zoute gebied, wat mede samen kan hangen met de grotere steekproeven in dit gebied. De ecotoop-medianen bleken minder vaak statistisch significant te verschillen voor wat betreft de diversiteit.

3.2 Paarsgewijze toetsen op verschillen tussen ecotopen

Alleen als er met de Kruskal-Wallis-toets voor een bepaalde combinatie van deelgebied, jaar en bodemdierkenmerk statistisch significante verschillen tussen de ecotoop-medianen zijn gedetecteerd, zijn er vervolgens paarsgewijze toetsen uitgevoerd om vast te stellen welke ecotopen onderling statistisch significant van elkaar verschillen. Dit is per paar ecotopen getoetst met de Wilcoxon-rangsom-toets, de verdelingsvrije vorm van de t-toets. Hierbij is de nulhypothese getoetst dat de mediaan van het betreffende bodemdierkenmerk voor beide ecotopen gelijk is, tegen de alternatieve hypothese dat deze twee medianen niet gelijk zijn.

Bij het paarsgewijs toetsen is met de Bonferroni-correctie het totale risico op onterechte statistische significantie over alle toetsen die zijn uitgevoerd per combinatie van deelgebied, jaar en bodemdierkenmerk beperkt tot 0,05 (5%). Dit is bewerkstelligd door het significantieniveau α bij elke individuele toets in te stellen op $0,05/(n \cdot (n-1)/2)$, met n het aantal ecotopen met minstens 3 monsterpunten in de betreffende combinatie van deelgebied, jaar en bodemdierkenmerk. De factor $n \cdot (n-1)/2$ is het aantal paarsgewijze Wilcoxon-rangsomtoetsen dat is uit te voeren met n ecotopen. De resultaten zijn vermeld in bijlage 3 en hieronder samengevat in de tabellen 3.2 (brak gebied) en 3.3 (zout gebied).

Tabel 3.2: Resultaten van het paarsgewijs toetsen op verschillen tussen ecotoop-medianen in het brakke gebied. Per jaar is voor elk paar ecotopen vermeld hoeveel van de vier bodemdierkenmerken een statistisch significant verschil van de medianen gaven. De celkleur wordt bepaald door het aantal bodemdierkenmerken waarvoor de ecotoop-medianen verschillen (blauw = 0, oranje = 1 of 2 en rood = 3 of 4). Ook vermeld is het aantal monsterpunten per ecotoop. Er is alleen getoetst voor paren ecotopen met elk minstens 3 monsterpunten.

Ecotoopkaart 1996, brak

Ecotoop	B1			B2			B3			B4			B5			B6			B7			B8		
Jaar	'95	'96	'97	'95	'96	'97	'95	'96	'97	'95	'96	'97	'95	'96	'97	'95	'96	'97	'95	'96	'97	'95	'96	'97
Aantal	14	13	10	6	5	7	0	0	0	0	0	1	1	3	1	6	4	5	0	0	0	1	0	0
B1				3	3	2							0			3	3	3						
B2	3	3	2										0			0	0	0						
B3																								
B4																								
B5		0			0												0							
B6	3	3	3	0	0	0							0											
B7																								
B8																								

Ecotoopkaart 2001, brak

Ecotoop	B1			B2			B3			B4			B5			B6			B7			B8			
Jaar	'00	'01	'02	'00	'01	'02	'00	'01	'02	'00	'01	'02	'00	'01	'02	'00	'01	'02	'00	'01	'02	'00	'01	'02	
Aantal	10	9	13	5	5	4	2	2	1	0	1	0	2	0	1	8	6	8	0	0	0	0	0	0	
B1				3	0	3											3	2	4						
B2	3	0	3													0	0	0							
B3																									
B4																									
B5																									
B6	3	2	4	0	0	0																			
B7																									
B8																									

Ecotoopkaart 2004, brak

Ecotoop	B1			B2			B3			B4			B5			B6			B7			B8		
Jaar	'03	'04	'05	'03	'04	'05	'03	'04	'05	'03	'04	'05	'03	'04	'05	'03	'04	'05	'03	'04	'05	'03	'04	'05
Aantal	10	20	14	4	5	5	1	0	0	1	1	1	3	6	7	2	4	3	0	0	0	0	0	0
B1				3	3	2							3	2	2		2	3						
B2	3	3	2										0	0	0	0	0							
B3																								
B4																								
B5	3	2	2	0	0	0											0	0						
B6		2	3		0	0							0	0										
B7																								
B8																								

Tabel 3.3: Resultaten van het paarsgewijs toetsen op verschillen tussen ecotoop-medianen in het zoute gebied. Per jaar is voor elk paar ecotopen vermeld hoeveel van de vier bodemdierkenmerken een statistisch significant verschil van de medianen gaven. De celkleur wordt bepaald door het aantal bodemdierkenmerken waarvoor de ecotoop-medianen verschillen (blauw = 0, oranje = 1 of 2 en rood = 3 of 4). Ook vermeld is het aantal monsterpunten per ecotoop per jaar. Er is alleen getoetst voor paren ecotopen met elk minstens 3 monsterpunten.

Ecotoopkaart 1996, zout

Ecotoop	Z1			Z2			Z3			Z4			Z5			Z6			Z7			Z8		
Jaar	'95	'96	'97	'95	'96	'97	'95	'96	'97	'95	'96	'97	'95	'96	'97	'95	'96	'97	'95	'96	'97	'95	'96	'97
Aantal	72	67	80	19	20	14	0	2	2	2	0	1	5	7	6	17	16	21	0	1	0	1	2	1
Z1				4	0	3							3	2	3	4	3	4						
Z2	4	0	3										2	0	0	3	3	4						
Z3																								
Z4																								
Z5	3	2	3	2	0	0										0	0	0						
Z6	4	3	4	3	3	4							0	0	0									
Z7																								
Z8																								

Ecotoopkaart 2001, zout

Ecotoop	Z1			Z2			Z3			Z4			Z5			Z6			Z7			Z8			
Jaar	'00	'01	'02	'00	'01	'02	'00	'01	'02	'00	'01	'02	'00	'01	'02	'00	'01	'02	'00	'01	'02	'00	'01	'02	
Aantal	66	68	70	22	25	22	2	2	4	3	1	1	10	12	12	12	13	12	0	0	1	2	0	0	
Z1				3	3	3			0	0				3	3	3	3	3	3						
Z2	3	3	3						0	0				2	3	2	0	3	1						
Z3			0			0									2			0							
Z4	0			0								0			0										
Z5	3	3	3	2	3	2		2	0							0	0	0							
Z6	3	3	3	0	3	1		0	0				0	0	0										
Z7																									
Z8																									

Ecotoopkaart 2004, zout

Ecotoop	Z1			Z2			Z3			Z4			Z5			Z6			Z7			Z8		
Jaar	'03	'04	'05	'03	'04	'05	'03	'04	'05	'03	'04	'05	'03	'04	'05	'03	'04	'05	'03	'04	'05	'03	'04	'05
Aantal	72	64	73	26	25	25	1	1	3	1	1	0	21	17	27	11	11	7	2	1	1	1	2	1
Z1				4	4	4			1				4	4	4	3	4	4						
Z2	4	4	4						0				3	3	1	2	3	0						
Z3			1			0									0			0						
Z4																								
Z5	4	4	4	3	3	1		0								0	0	0						
Z6	3	4	4	2	3	0		0					0	0	0									
Z7																								
Z8																								

3.2.1 *Bevindingen brakke gebied per jaar*

Ecotopenkaart 1996

Als de monsterpunten van 1995, 1996 en 1997 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 1996, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen B1, B2, B5 (alleen in 1996) en B6. B1 verschilt in alledrie de jaren van B2 en B6. De overige combinaties gaven geen verschillen, waarbij aangetekend moet worden dat B5 maar 3 monsterpunten had.

Ecotopenkaart 2001

Als de monsterpunten van 2000, 2001 en 2002 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 2001, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen B1, B2 en B6. B1 verschilt in 2000 en 2002 van B2, maar in 2001 niet. Verder verschilt B1 in alledrie de jaren van B6. B2 verschilt in geen van de jaren van B6.

Ecotopenkaart 2004

Als de monsterpunten van 2003, 2004 en 2005 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 2004, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen B1, B2, B5 en B6 (alleen in 2004 en 2005). B1 verschilt in alledrie de jaren van B2, B5 en B6. De overige combinaties gaven geen verschillen.

3.2.2 *Bevindingen zoute gebied per jaar*

Ecotopenkaart 1996

Als de monsterpunten van 1995, 1996 en 1997 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 1996, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen Z1, Z2, Z5 en Z6. Z1 verschilt in alledrie de jaren van Z5 en Z6, maar alleen in 1995 en 1997 van Z2. Verder verschilt Z2 in alledrie de jaren van Z6 en in 1995 van Z5. De overige combinaties gaven geen verschillen.

Ecotopenkaart 2001

Als de monsterpunten van 2000, 2001 en 2002 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 2001, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen Z1, Z2, Z3 (alleen in 2002), Z4 (alleen in 2000), Z5 en Z6. Z1 verschilt in alledrie de jaren van Z2, Z5 en Z6. Z1 verschilt daarentegen niet van Z3 en Z4, maar deze laatste hadden slechts 4, respectievelijk 3 monsterpunten. Verder verschilt Z2 in alledrie de jaren van Z5 en in 2001 en 2002 van Z6. Tenslotte verschilt Z3 in 2002 van Z5. De overige combinaties gaven geen verschillen.

Ecotopenkaart 2004

Als de monsterpunten van 2003, 2004 en 2005 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 2004, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen Z1, Z2, Z3 (alleen in 2005), Z5 en Z6. Z1 verschilt in alledrie de jaren van Z2, Z5 en Z6 en in 2005 met Z3. Verder verschilt Z2 in alledrie de jaren van Z5 en in 2003 en 2004 van Z6. De overige combinaties gaven geen verschillen.

3.3 **Over de geldigheidsduur van de kaarten**

Om ook een indruk te krijgen van de geldigheidsduur van de kaarten, is nagegaan of de bodemdiergegevens uit het jaar vóór de kartering en het jaar ná de kartering wellicht een minder sterke samenhang vertonen met de ecotopen, dan de gegevens uit het karteringsjaar. Dat zou namelijk het geval kunnen zijn, wanneer de ligging van de ecotopen van jaar tot jaar sterk verandert.

Voor de ecotopen uit de zoute zone konden per kaart en per jaar in totaal zes ecotopenparen met elkaar vergeleken worden. Gegevens uit de jaren vóór de karteringen (1995, 2000 en 2003) leverden 18 vergelijkingen op, waarbij er voor de biomassa 13 een significant verschil laten zien. De 18 vergelijkingen uit de karteringsjaren (1996, 2001 en 2004) laten 12 significante biomassa-verschillen zien en die uit de jaren ná de karteringen (1997, 2002 en 2005) 11 significante biomassa-verschillen. Voor de dichtheid geldt min of meer hetzelfde: respectievelijk 14, 13 en 11 significante verschillen met gegevens uit de jaren vóór, tijdens en ná de ecotopenkarteringen. Bij het aantal soorten was dat respectievelijk 12, 13 en 10 significante verschillen. Significante verschillen tussen twee ecotopen hadden in elke vergelijking dezelfde richting: was bijvoorbeeld de biomassa in ecotoop A in een bepaald jaar groter dan die in B, dan gold dat ook voor alle overige jaren met significante biomassa-verschillen tussen A en B. Tenslotte zijn het in alledrie de situaties (vóór, tijdens en ná) vrijwel steeds dezelfde ecotopen die al of niet een verschil laten zien.

Voor de brakke zone kan, als gevolg van het veel kleinere aantal monsterpunten en daarom ook kleinere en wisselende aantal vergelijkingen tussen ecotopen, alleen aangegeven worden dat het beeld van het aantal significante verschillen in de jaren vóór, tijdens en ná de karteringen (evenals de richtingen van die verschillen en welke ecotopenparen al of niet een verschil laten zien) veel lijkt op dat van de zoute zone.

De drie omliggende jaren van een kartering (het karteringsjaar, het jaar daarvoor en het jaar daarna) vertonen dus veel overeenkomsten in zowel het aantal als de richting van de verschillen tussen bepaalde ecotopen. Dit maakt het mogelijk de ecotopenkaarten tevens te valideren met de samengevoegde bodemdiergegevens van de omliggende drie jaren. Dat zal meer onderscheidend vermogen opleveren bij het toetsen op verschillen tussen ecotopen, door het grotere aantal monsterpunten per ecotoop. De aanpak en bevindingen van deze toetsing worden beschreven in hoofdstuk 4.

4 Toetsen op verschil per 3-jaarsblok

Per deelgebied (zout en brak) is elk van de ecotopenkaarten van 1996, 2001 en 2004 ook statistisch gevalideerd met de **samengevoegde** bodemdiergegevens van de omliggende drie jaren. Het samenvoegen levert meer onderscheidend vermogen bij het toetsen op verschillen tussen ecotopen, door het grotere aantal monsterpunten per ecotoop.

Zo is bijvoorbeeld de kaart van 1996 gevalideerd met alle bodemdiergegevens van de jaren 1995, 1996 en 1997 samengevoegd, waarbij de monsterpunten voor elk van deze drie jaren zijn ingedeeld bij de ecotopen volgens de kaart van 1996. De statistische validatie omvatte per 3-jaarsblok het toetsen op verschillen tussen ecotopen, voor elk van de vier bodemdierkenmerken. Net als bij het toetsen met de jaargegevens (zie hoofdstuk 3) is het toetsen uitgevoerd in maximaal twee stappen:

1. algemene toets op verschillen tussen de ecotopen;
2. toets op verschil tussen twee ecotopen, voor alle mogelijke paren ecotopen.

De tweede stap is echter alleen uitgevoerd als de eerste stap, de algemene toets op verschillen, resulteerde in een statistisch significant resultaat.

4.1 Behandeling vaste en aselechte monsterpunten

Bij het samenvoegen van de bodemdiergegevens van drie opeenvolgende jaren is onderscheid gemaakt tussen de gegevens van de vaste en de gegevens van de aselechte monsterpunten binnen een ecotoop. De gegevens die over een 3-jaarsperiode op een vast monsterpunt zijn verzameld, zullen namelijk een sterke temporele correlatie vertonen, in de zin dat de informatie van de drie afzonderlijke jaren een grote mate van overlap zal vertonen. Om te voorkomen dat dit de statistische zuiverheid van het beeld van de betreffende ecotoop vertroebelt, zijn bij het samenvoegen alleen de bodemdiergegevens van de vaste monsterpunten meegenomen die zijn verzameld in het middelste jaar van het 3-jaarsblok. Dit is ook het jaar waarin de betreffende ecotoopkaart is vervaardigd (1996, 2001 of 2004). Van de aselechte monsterpunten zijn uiteraard wel alle bodemdiergegevens van de 3-jaarsperiode meegenomen bij het samenvoegen. Deze aanpak leidde tot het in tabel 4.1 vermelde aantal monsterpunten per deelgebied (brak en zout), per ecotoop per 3-jaarsblok. De cellen die minder dan 3 monsterpunten bevatten - en dus niet meedoen bij het statistische toetsen - zijn in deze tabel geel gekleurd.

Tabel 4.1: Aantal monsterpunten per deelgebied (brak en zout), per ecotoop per 3-jaarsblok (aangegeven met het middelste jaar), evenals de randtotalen. De cellen die minder dan 3 monsterpunten bevatten – en dus niet meedoen bij het statistische toetsen – zijn geel gekleurd.

Ecotoop	1996	2001	2004	Totaal
B1	37	32	44	113
B2	12	10	8	30
B3	0	3	1	4
B4	1	1	1	3
B5	5	1	10	16
B6	7	12	5	24
B7	0	0	0	0
B8	1	0	0	1
Totaal	63	59	69	191
Z1	217	204	209	630
Z2	47	51	64	162
Z3	4	8	3	15
Z4	3	5	2	10
Z5	14	18	37	69
Z6	32	23	17	72
Z7	1	1	2	4
Z8	2	2	2	6
Totaal	320	312	336	968

Uit tabel 4.1 blijkt dat er na het samenvoegen voldoende gegevens voorhanden zijn voor de statistische analyses van de ecotopen B1, B2, B5, B6, Z1, Z2, Z3, Z4, Z5 en Z6. Voor wat betreft de overige ecotopen is dat echter niet of nauwelijks het geval.

4.2 Algemene toets op verschillen tussen ecotopen

In de eerste stap is per 3-jaarsblok voor elk van de vier bodemdierkenmerken met de Kruskal-Wallis-toets nagegaan of de ecotopen verschillen in de mediaan van het betreffende bodemdierkenmerk.

4.2.1 Resultaten

Er zijn per deelgebied 12 Kruskal-Wallis-toetsen uitgevoerd, namelijk voor elke combinatie van de drie 3-jaarsblokken en de vier bodemdierkenmerken. De aan deze toetsen ten grondslag liggende gegevens zijn grafisch weergegeven als box-whisker-plots in bijlage 4. De resulterende *p*-waarden van de Kruskal-Wallis-toetsen zijn vermeld in tabel 4.2 waarbij de *p*-waarden die duiden op een statistisch significant verschil tussen de ecotoopmedianen zijn gearceerd. Er is weer zodanig gecorrigeerd met de Bonferroni-correctie, dat per deelgebied het totale risico op onterechte statistische significantie over de vier toetsen in een 3-jaarsblok beperkt blijft tot 5%.

Tabel 4.2: De *p*-waarde van de Kruskal-Wallis-toets per combinatie van deelgebied (brak en zout), 3-jaarsblok (aangegeven met het middelste jaar) en bodemdierkenmerk. De *p*-waarden die duiden op een statistisch significant verschil tussen de ecotoop-medianen ($p < 0,0125$) zijn gearceerd. Met de Bonferroni-correctie is zodanig gecorrigeerd voor het meervoudig toetsen, dat per deelgebied het totale risico op onterechte statistische significantie over de vier toetsen in een 3-jaarsblok beperkt blijft tot 0,05 (5%).

Brak deelgebied				
Jaar	Biomassa	Dichtheid	Soorten	Diversit.
1996	2.88E-06	1.35E-06	5.91E-06	0.059097
2001	6.25E-07	1.29E-06	3.90E-06	0.007294
2004	3.70E-04	1.21E-06	2.61E-08	1.89E-04

Zout deelgebied				
Jaar	Biomassa	Dichtheid	Soorten	Diversit.
1996	2.22E-16	2.22E-16	2.22E-16	1.25E-07
2001	2.22E-16	2.22E-16	2.22E-16	0.000686
2004	2.22E-16	2.22E-16	2.22E-16	2.22E-16

Zoals tabel 4.2 aangeeft, zijn er voor elk onderzocht 3-jaarsblok statistisch significante verschillen tussen de ecotoop-medianen gedetecteerd voor wat betreft totale biomassa, totale dichtheid en aantal soorten. Voor wat betreft diversiteit is er alleen in het brakke deelgebied voor het 3-jaarsblok rond 1996 geen statistisch significant verschil gedetecteerd. Net als bij het toetsen met jaargegevens zijn de verschillen weer het duidelijkst in het zoute gebied, wat samen zal hangen met de grotere steekproeven in dat gebied.

4.3 Paarsgewijze toetsen op verschillen tussen ecotopen

Alleen als er met de Kruskal-Wallis-toets voor een bepaalde combinatie van deelgebied, 3-jaarsblok en bodemdierkenmerk statistisch significante verschillen tussen de ecotoop-medianen zijn gedetecteerd, zijn er vervolgens met de Wilcoxon-rangsom-toets paarsgewijze toetsen uitgevoerd om vast te stellen wélke ecotopen onderling statistisch significant van elkaar verschillen.

Bij het paarsgewijs toetsen is met de Bonferroni-correctie het totale risico op onterechte statistische significantie over alle toetsen die zijn uitgevoerd per combinatie van deelgebied, 3-jaarsblok en bodemdierkenmerk beperkt tot 0,05 (5%). De resultaten zijn vermeld in bijlage 5 en hieronder samengevat in tabel 4.3. De statistische kengetallen - minimum, percentielen (waaronder de mediaan, het 50-percentiel), maximum, gemiddelde en standaardafwijking - per combinatie van deelgebied, bodemdierkenmerk, ecotoop en 3-jaarsblok zijn vermeld in bijlage 6.

Tabel 4.3: Resultaten van het paarsgewijs toetsen op verschillen tussen ecotoop-medianen in het brakke gebied (boven) en in het zoute gebied (onder). Per 3-jaarsblok (aangegeven door het middelste jaar) is voor elk paar ecotopen vermeld hoeveel van de vier bodemdierkenmerken een statistisch significant verschil van de medianen gaven. De celkleur wordt bepaald door het aantal bodemdierkenmerken waarvoor de ecotoop-medianen verschillen (blauw = 0, oranje = 1 of 2 en rood = 3 of 4). Ook vermeld is het aantal monsterpunten per ecotoop per 3-jaarsblok. Er is alleen getoetst voor paren ecotopen met elk minstens 3 monsterpunten.

Ecotoopkaarten 1996, 2001 en 2004, 3-jaarsblokken, brak

Ecotoop	B1			B2			B3			B4			B5			B6			B7			B8			
Jaar	'96	'01	'04	'96	'01	'04	'96	'01	'04	'96	'01	'04	'96	'01	'04	'96	'01	'04	'96	'01	'04	'96	'01	'04	
Aantal	37	32	44	12	10	8	0	3	1	1	1	1	5	1	10	7	12	5	0	0	0	1	0	0	
B1				3	3	2		0					0			3	3	4	4						
B2	3	3	2				0						0			0	2	0	0						
B3		0			0													0							
B4																									
B5	0		3	0		0											1		0						
B6	3	4	4	2	0	0		0					1		0										
B7																									
B8																									

Ecotoopkaarten 1996, 2001 en 2004, 3-jaarsblokken, zout

Ecotoop	Z1			Z2			Z3			Z4			Z5			Z6			Z7			Z8		
Jaar	'96	'01	'04	'96	'01	'04	'96	'01	'04	'96	'01	'04	'96	'01	'04	'96	'01	'04	'96	'01	'04	'96	'01	'04
Aantal	217	204	209	47	51	64	4	8	3	3	5	2	14	18	37	32	23	17	1	1	2	2	2	2
Z1				4	4	4	0	0	0	0	3		3	3	4	4	3	4						
Z2	4	4	4				0	0	0	0	0		3	3	3	3	3	3						
Z3	0	0	0	0	0	0				0	0		0	3	0	2	3	0						
Z4	0	3		0	0		0	0					0	0		0	0							
Z5	3	3	4	3	3	3	0	3	0	0	0	0				0	0	0						
Z6	4	3	4	3	3	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0									
Z7																								
Z8																								

4.3.1 Bevindingen brakke gebied per 3-jaarsblok

Ecotoopenkaart 1996

Als de monsterpunten van het 3-jaarsblok 1995 t/m 1997 worden ingedeeld volgens de ecotoopenkaart van 1996, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen B1, B2, B5 en B6. B1 verschilt van B2 en B6 en niet van B5, maar deze laatste had slechts 5 monsterpunten. Verder verschillen B2 en B5 van B6. De overige combinaties gaven geen verschillen.

Ecotoopenkaart 2001

Als de monsterpunten van het 3-jaarsblok 2000 t/m 2002 worden ingedeeld volgens de ecotoopenkaart van 2001, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen B1, B2, B3 en B6. B1 verschilt van B2 en B6 en niet van B3, maar deze laatste had slechts 3 monsterpunten. De overige combinaties gaven geen verschillen.

Ecotopenkaart 2004

Als de monsterpunten van het 3-jaarsblok 2003 t/m 2005 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 2004, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen B1, B2, B5 en B6. B1 verschilt van B2, B5 en B6. De overige combinaties gaven geen verschillen.

4.3.2 Bevindingen zoute gebied per 3-jaarsblok

Ecotopenkaart 1996

Als de monsterpunten van het 3-jaarsblok 1995 t/m 1997 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 1996, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen Z1, Z2, Z3, Z4, Z5 en Z6. Z1 verschilt van Z2, Z5 en Z6 en niet van Z3 en Z4, maar deze laatste hadden slechts 4, respectievelijk 3 monsterpunten. Verder verschilt Z2 van Z5 en Z6 en verschilt Z3 van Z6. De overige combinaties gaven geen verschillen.

Ecotopenkaart 2001

Als de monsterpunten van het 3-jaarsblok 2000 t/m 2002 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 2001, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen Z1, Z2, Z3, Z4, Z5 en Z6. Z1 verschilt van Z2, Z4, Z5 en Z6 en niet van Z3. Verder verschillen Z2 en Z3 van Z5 en Z6. De overige combinaties gaven geen verschillen.

Ecotopenkaart 2004

Als de monsterpunten van het 3-jaarsblok 2003 t/m 2005 worden ingedeeld volgens de ecotopenkaart van 2004, kan er worden getoetst op verschillen tussen de ecotopen Z1, Z2, Z3, Z5 en Z6. Z1 verschilt van Z2, Z5 en Z6 en niet van Z3, maar deze laatste had slechts 3 monsterpunten. Verder verschilt Z2 van Z5 en Z6. De overige combinaties gaven geen verschillen.

5 Toetsen op verschil brak-zout

Voor elk bodemdierkenmerk is tenslotte ook statistisch getoetst op verschillen tussen het brakke en het zoute gebied. Dit is zowel gedaan met de gegevens van elk afzonderlijk 3-jaarsblok als met de gegevens van de gecombineerde 3-jaarsblokken. De toetsen zijn alleen uitgevoerd voor de vier ecotopen 1, 2, 5 en 6, aangezien daarvan de meeste gegevens beschikbaar zijn. De volgende toetsen zijn uitgevoerd:

1. algemene toets op verschillen tussen de brakke en de zoute ecotopen;
2. toets op verschil tussen de brakke en de zoute ecotoop, voor elk van de vier bovengenoemde ecotopen afzonderlijk.

In tegenstelling tot bij het valideren van de kaarten, is de tweede toets altijd uitgevoerd, dus ook als de eerste toets, de algemene toets op verschillen, niet resulteerde in een statistisch significant resultaat. De twee toetsen zullen in deze situatie namelijk twee verschillende vragen beantwoorden. Met de eerste toets wordt immers per bodemdierkenmerk nagegaan of het *algemene* gemiddelde van de brakke ecotopen verschilt van dat van de zoute ecotopen, terwijl dit met de tweede toets wordt nagegaan per *afzonderlijke* ecotoop. Het is theoretisch mogelijk dat de eerste toets een verschil in het algemene gemiddelde detecteert, zonder dat de tweede toets een verschil in één van de afzonderlijke gemiddelden detecteert. Dit kan optreden als voor elke ecotoop het verschil tussen brak en zout gering is, maar de vier verschillen wel alle hetzelfde teken hebben. En het is ook mogelijk dat de eerste toets géén verschil in het algemene gemiddelde detecteert, terwijl de tweede toets voor één of meer ecotopen wél een verschil in gemiddelde detecteert. Dit kan optreden als het algemene gemiddelde circa nul is, doordat de vier verschillen elkaar door tegengestelde tekens vrijwel opheffen.

5.1 Algemene toets op verschillen tussen brakke en zoute ecotopen

Voor elk van de vier bodemdierkenmerken is nagegaan of het *algemene* gemiddelde van de brakke ecotopen verschilt van dat van de zoute ecotopen. Dit is eerst gedaan met de gegevens van elk afzonderlijk 3-jaarsblok en vervolgens met de gegevens van de gecombineerde 3-jaarsblokken. Hiertoe is variantie-analyse toegepast op de rangnummers van de meetwaarden. Door uit te gaan van de rangnummers in plaats van de meetwaarden, hoeven de meetwaarden niet meer afkomstig te zijn van een normale kansverdeling en wordt de toets verdelingsvrij. Bij het toetsen met de gegevens van elk afzonderlijk 3-jaarsblok is variantie-analyse met twee factoren (ecotoop en brak/zout) toegepast. En bij het toetsen met de gegevens van de gecombineerde 3-jaarsblokken is variantie-analyse met drie factoren (3-jaarsblok, ecotoop en brak/zout) toegepast.

5.1.1 Resultaten van toetsen met gegevens afzonderlijke 3-jaarsblokken

Bij het toetsen met de gegevens van elk afzonderlijk 3-jaarsblok zijn 12 toetsen uitgevoerd, namelijk voor elke combinatie van de drie 3-jaarsblokken en de vier bodemdierkenmerken. De aan deze toetsen ten grondslag liggende gegevens zijn grafisch weergegeven als box-whisker-plots in bijlage 7, waarbij de brakke en de zoute uitvoering van dezelfde ecotoop steeds naast elkaar zijn weergegeven.

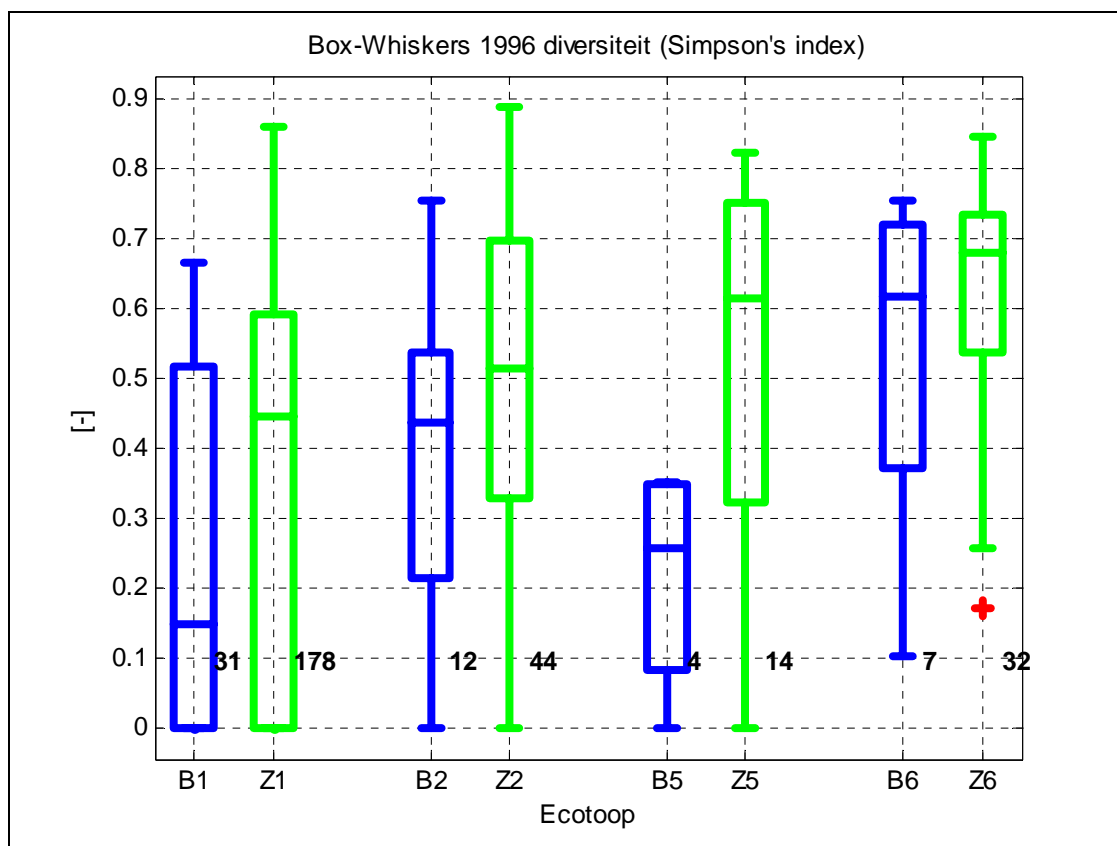
De resulterende p -waarden van de F-toetsen van de variantie-analyse zijn vermeld in tabel 5.1, waarbij de p -waarden die duiden op een statistisch significant verschil tussen de algemene gemiddelden van de rangnummers zijn gearceerd. Er is zodanig gecorrigeerd met de Bonferroni-correctie, dat het totale risico op onterechte statistische significantie over de vier toetsen in een 3-jaarsblok beperkt blijft tot 5%.

Tabel 5.1: De p-waarde van de F-toets (variantie-analyse op rangnummers, met twee factoren) per combinatie van 3-jaarsblok (aangegeven met het middelste jaar) en bodemdierkenmerk. De p-waarden die duiden op een statistisch significant verschil tussen de algemene gemiddelden van de rangnummers van het brakke en het zoute gebied ($p < 0,0125$) zijn gearceerd. Met de Bonferroni-correctie is zodanig gecorrigeerd voor het meervoudig toetsen, dat het totale risico op onterechte statistische significantie over de vier toetsen in een 3-jaarsblok beperkt blijft tot 0,05 (5%).

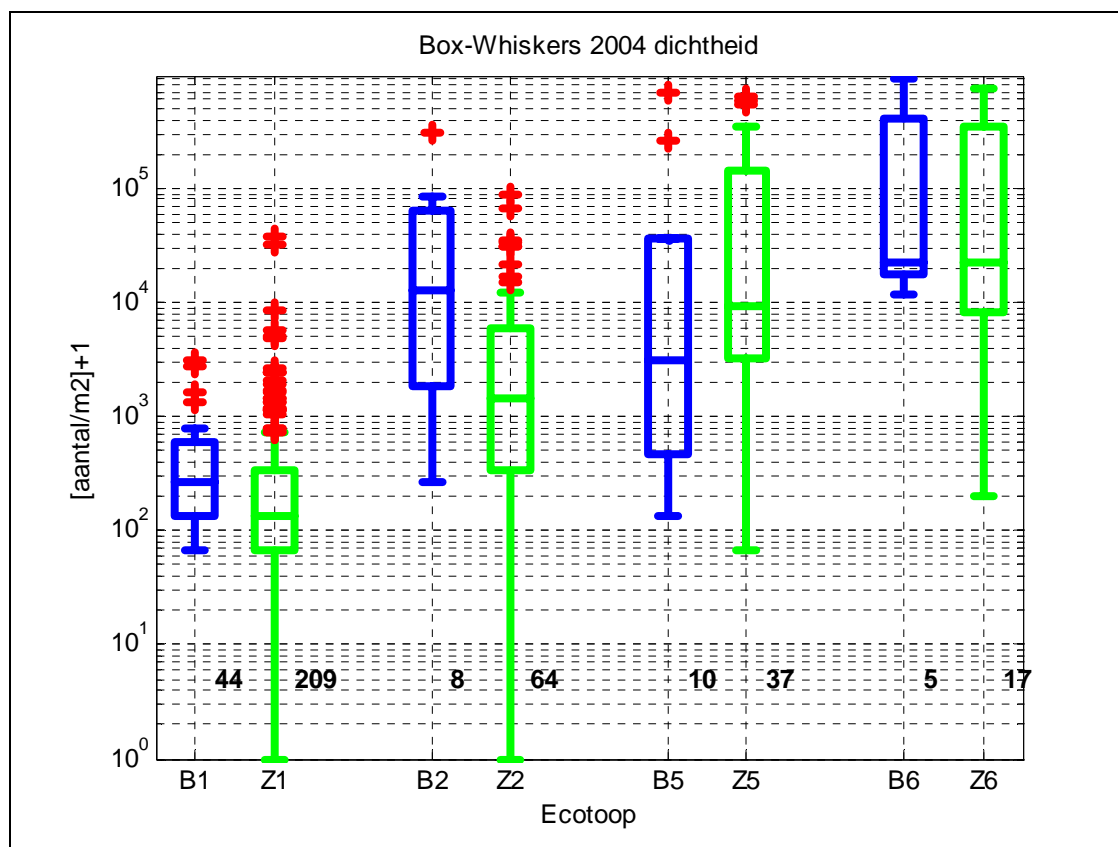
Jaar	Biomassa	Dichtheid	Soorten	Diversit.
1996	0.092	0.188	0.245	0.004
2001	0.030	0.844	0.167	0.196
2004	0.398	0.003	0.015	0.689

Er zijn slechts in twee gevallen statistisch significante verschillen tussen de algemene gemiddelden van de rangnummers van de brakke en de zoute ecotopen gedetecteerd. Dit betreft de diversiteit in 1996 (zie figuur 5.1) en de dichtheid in 2004 (zie figuur 5.2). Zoals te zien in figuur 5.1, is in 1996 voor elke beschouwde zoute ecotoop de mediane diversiteit groter dan die van de brakke uitvoering. En zoals te zien in figuur 5.2, is in 2004 de mediane dichtheid voor twee zoute ecotopen kleiner en voor de andere twee zoute ecotopen groter dan die van de brakke uitvoering. Het gemiddelde rangnummer van de zoute ecotopen is hier echter statistisch significant lager dan dat van de brakke ecotopen.

Figuur 5.1: Box-whisker-plots van de diversiteit in het 3-jaarsblok rond 1996, met onderscheid tussen de brakke en de zoute ecotopen. Ook zijn de aantallen meetwaarden vermeld.



Figuur 5.2: Box-whisker-plots van de dichtheid in het 3-jaarsblok rond 2004, met onderscheid tussen de brakke en de zoute ecotopen. Ook zijn de aantallen meetwaarden vermeld.



5.1.2 Resultaten van toetsen met gegevens gecombineerde 3-jaarsblokken

Bij het toetsen met de gegevens van de gecombineerde 3-jaarsblokken zijn 4 toetsen uitgevoerd, namelijk voor elk van de vier bodemdierkenmerken. De aan deze toetsen ten grondslag liggende gegevens zijn grafisch weergegeven als box-whisker-plots in bijlage 8, waarbij de brakke en de zoute uitvoering van dezelfde ecotoop steeds naast elkaar zijn weergegeven.

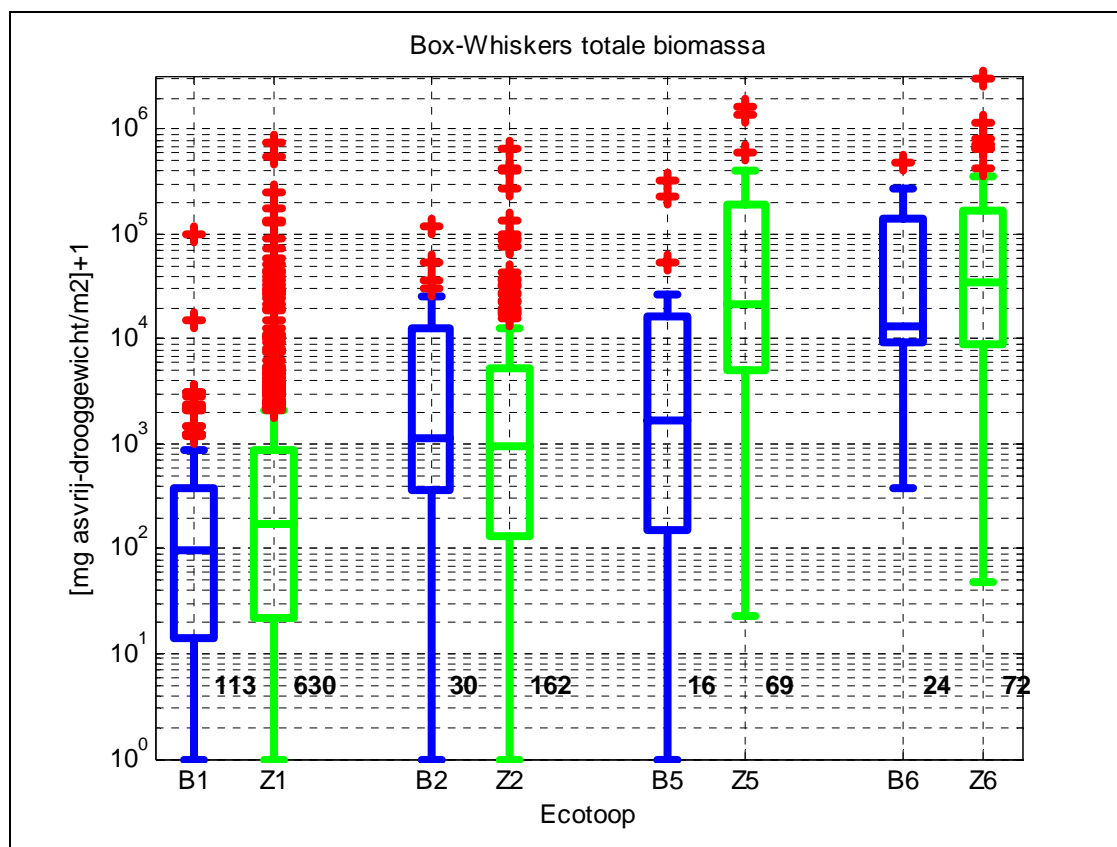
De resulterende p -waarden van de F-toetsen van de variantie-analyse zijn vermeld in tabel 5.2, waarbij de p -waarden die duiden op een statistisch significant verschil tussen de algemene gemiddelden van de rangnummers zijn gearceerd. Er is zodanig gecorrigeerd met de Bonferroni-correctie, dat het totale risico op onterechte statistische significantie over de vier toetsen beperkt blijft tot 5%.

Tabel 5.2: De p -waarde van de F-toets (variantie-analyse op rangnummers, met drie factoren) per bodemdierkenmerk. De p -waarden die duiden op een statistisch significant verschil tussen de algemene gemiddelden van de rangnummers van het brakke en het zoute gebied ($p < 0,0125$) zijn gearceerd. Met de Bonferroni-correctie is zodanig gecorrigeerd voor het meervoudig toetsen, dat het totale risico op onterechte statistische significantie over de vier toetsen beperkt blijft tot 0,05 (5%).

Biomassa	Dichtheid	Soorten	Diversit.
0.004	0.017	0.823	0.014

Alleen voor biomassa is er een statistisch significant verschil tussen de algemene gemiddelden van de rangnummers van de brakke en de zoute ecotopen gedetecteerd. Zoals te zien in figuur 5.3, is in drie van de vier gevallen de mediane biomassa van de zoute ecotoop groter dan die van de brakke uitvoering.

Figuur 5.3: Box-whisker-plots van de totale biomassa in de gecombineerde 3-jaarsblokken, met onderscheid tussen de brakke en de zoute ecotopen. Ook zijn de aantallen meetwaarden vermeld.



5.2 Afzonderlijke toetsen op verschillen tussen brakke en zoute ecotopen

Voor elk van de vier bodemdierkenmerken is met de Wilcoxon-rangsom-toets per ecotoop nagegaan of de mediaan van de brakke ecotoop verschilt van die van de zoute ecotoop. Dit is eerst gedaan met de gegevens van elk afzonderlijk 3-jaarsblok en vervolgens met de gegevens van de gecombineerde 3-jaarsblokken.

5.2.1 Resultaten van toetsen met gegevens afzonderlijke 3-jaarsblokken

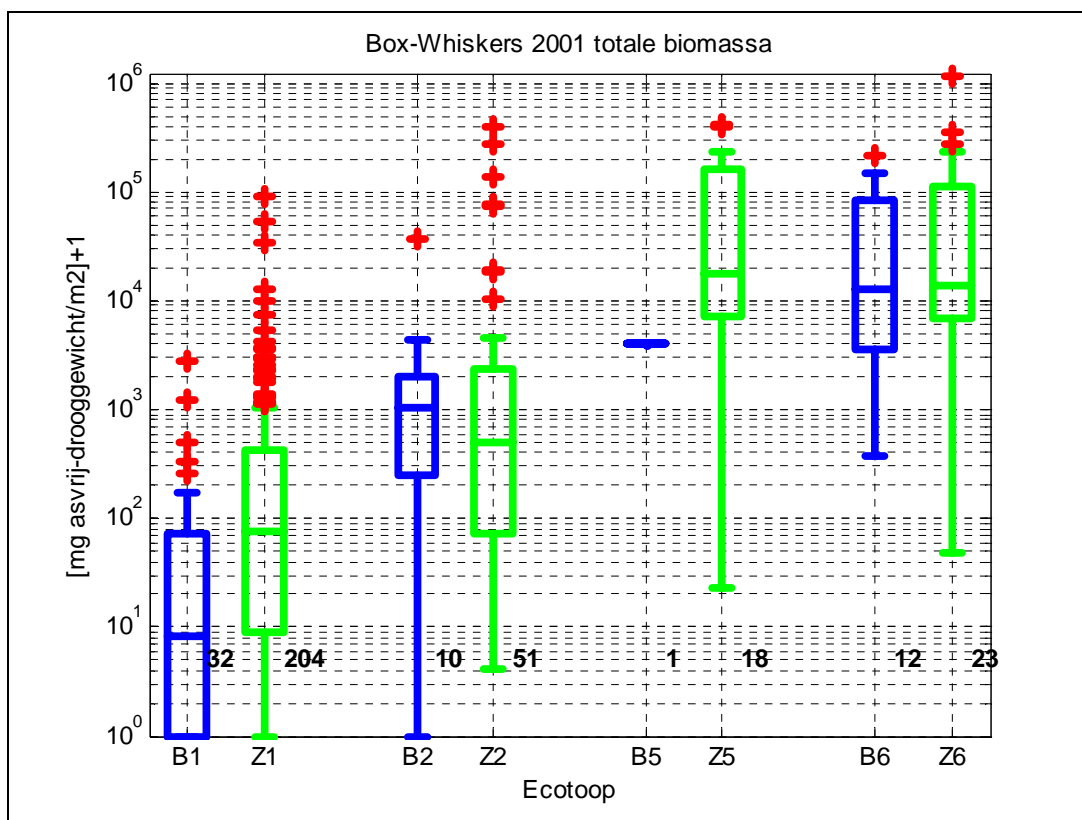
Bij het toetsen met de gegevens van elk afzonderlijk 3-jaarsblok zijn 48 toetsen uitgevoerd, namelijk voor elke combinatie van de drie 3-jaarsblokken, de vier bodemdierkenmerken en de vier ecotopen. Hierbij is met de Bonferroni-correctie het totale risico op onterechte statistische significantie over alle toetsen die zijn uitgevoerd per combinatie van 3-jaarsblok en bodemdierkenmerk beperkt tot 0,05 (5%). De resultaten van de afzonderlijke toetsen op verschillen tussen brakke en zoute ecotopen zijn vermeld in tabel 5.3.

Tabel 5.3: Het resultaat van de Wilcoxon-rangsom-toets op een verschil tussen de medianen van de brakke en de zoute ecotoop, per combinatie van 3-jaarsblok (aangegeven met het middelste jaar), bodemdierkenmerk en ecotoop. Bij een statistisch significant verschil is de cel rood (donker) gekleurd en bij een statistisch niet significant verschil is de cel blauw (licht) gekleurd. Met de Bonferroni-correctie is zodanig gecorrigeerd voor het meervoudig toetsen, dat per combinatie van 3-jaarsblok en bodemdierkenmerk het totale risico op onterechte statistische significantie beperkt blijft tot 0,05 (5%).

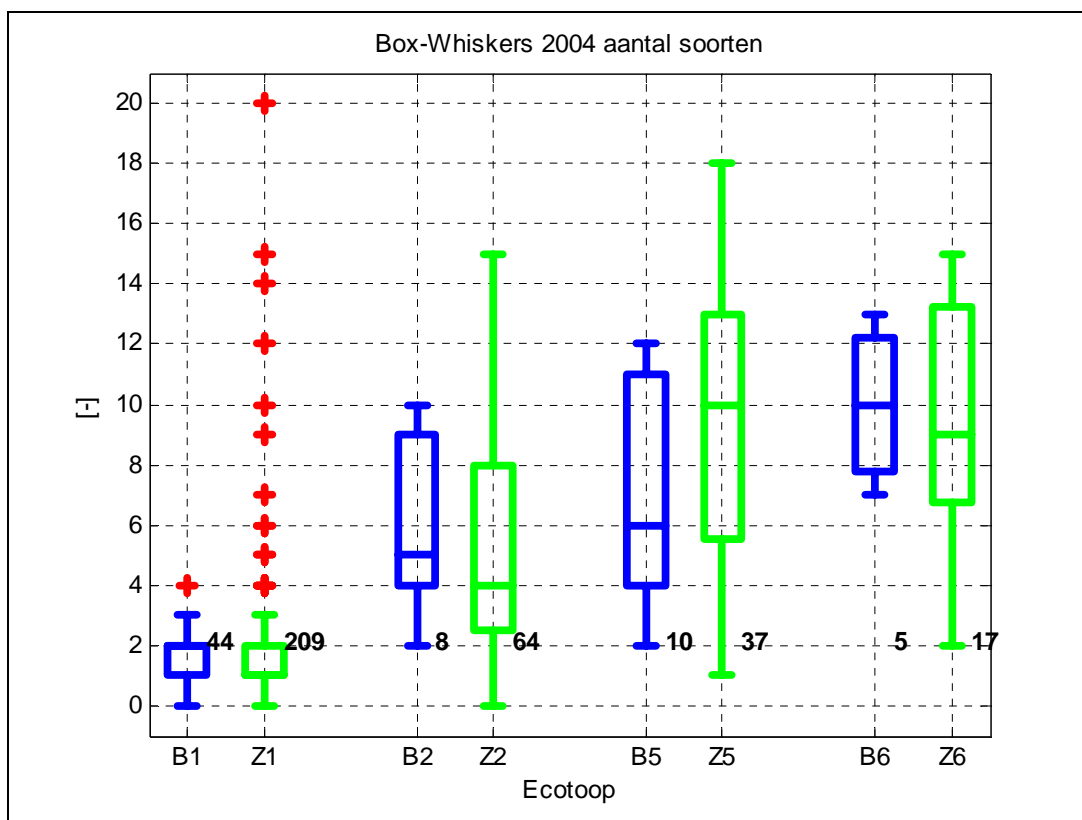
	Biomassa			Dichtheid			Soorten			Diversiteit		
	'96	'01	'04	'96	'01	'04	'96	'01	'04	'96	'01	'04
B1 en Z1	blauw	rood	blauw	blauw	blauw	rood	blauw	blauw	rood	blauw	blauw	blauw
B2 en Z2	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw
B5 en Z5	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw
B6 en Z6	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw	blauw

Er zijn alleen statistisch significante verschillen gedetecteerd tussen bodemdierkenmerken van de brakke en zoute uitvoering van ecotoop 1 (hoogdynamisch sublitoraal). Het betreft biomassa in 2001 (mediaan zout groter dan brak, zie figuur 5.4), dichtheid in 2004 (mediaan zout kleiner dan brak, zie figuur 5.2) en aantal soorten in 2004 (mediaan zout kleiner dan brak, zie figuur 5.5). Hierbij zal echter meespelen dat van ecotoop 1 de meeste meetwaarden beschikbaar zijn en er dus het meeste onderscheidend vermogen is bij het toetsen op verschillen. Zoals is te zien in de figuren 5.2, 5.4 en 5.5 zijn de geconstateerde verschillen tussen de brakke en de zoute uitvoering van ecotoop 1 kleiner dan die van de andere ecotopen, maar desondanks zijn alleen de verschillen van ecotoop 1 statistisch significant.

Figuur 5.4: Box-whisker-plots van de biomassa in het 3-jaarsblok rond 2001, met onderscheid tussen de brakke en de zoute ecotopen. Ook zijn de aantallen meetwaarden vermeld.



Figuur 5.5: Box-whisker-plots van het aantal soorten in het 3-jaarsblok rond 2004, met onderscheid tussen de brakke en de zoute ecotopen. Ook zijn de aantallen meetwaarden vermeld. De mediaan van B1 is 2,0 en die van Z1 is 1,0.



5.2.2 Resultaten van toetsen met gegevens gecombineerde 3-jaarsblokken

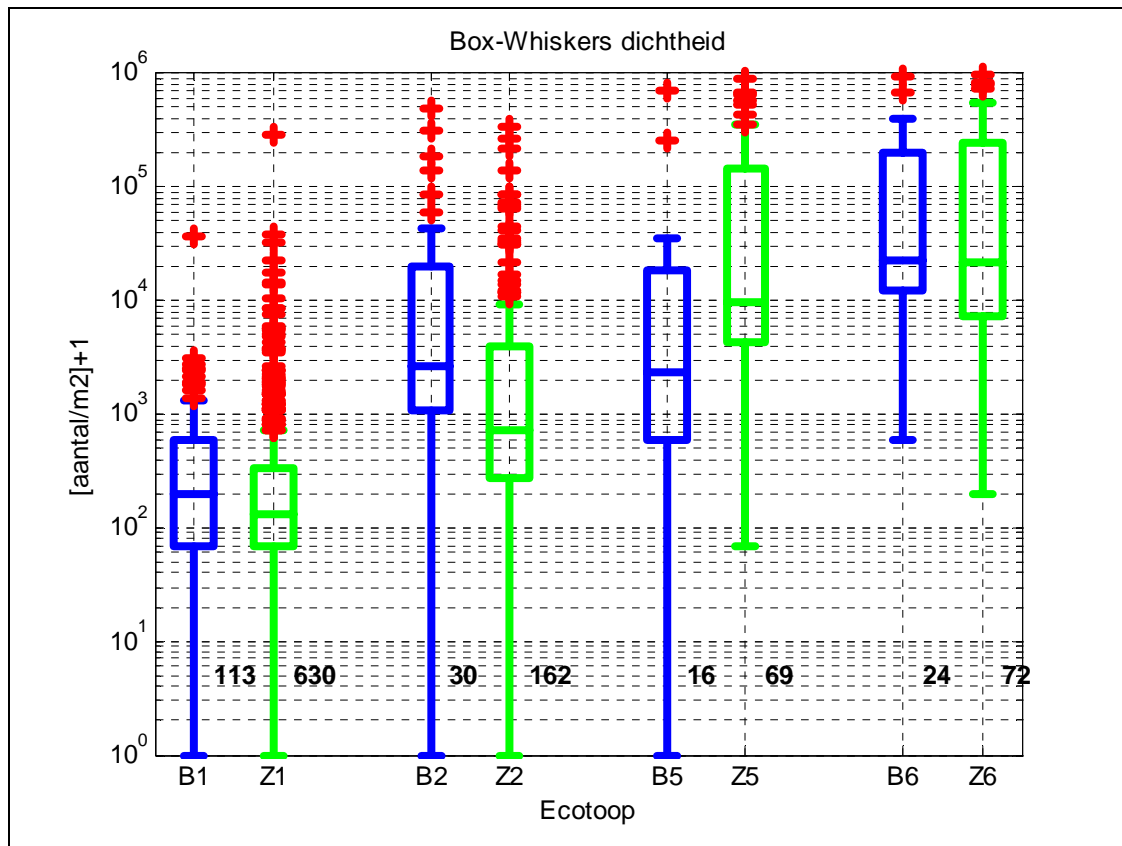
Bij het toetsen met de gegevens van de gecombineerde 3-jaarsblokken zijn 16 toetsen uitgevoerd, namelijk voor elke combinatie van de vier bodemdierkenmerken en de vier ecotopen. De resultaten van de afzonderlijke toetsen op verschillen tussen brakke en zoute ecotopen zijn vermeld in tabel 5.4.

Tabel 5.4: Het resultaat van de Wilcoxon-rangsom-toets op een verschil tussen de medianen van de brakke en de zoute ecotoop, per combinatie van bodemdierkenmerk en ecotoop. Bij een statistisch significant verschil is de cel rood (donker) gekleurd en bij een statistisch niet significant verschil is de cel blauw (licht) gekleurd. Met de Bonferroni-correctie is zodanig gecorrigeerd voor het meervoudig toetsen, dat per bodemdierkenmerk het totale risico op onterechte statistische significantie beperkt blijft tot 0,05 (5%).

	Biomassa	Dichtheid	Soorten	Diversit.
B1 en Z1	blauw	blauw	blauw	blauw
B2 en Z2	blauw	rood	blauw	blauw
B5 en Z5	rood	blauw	blauw	blauw
B6 en Z6	blauw	blauw	blauw	blauw

Statistisch significante verschillen tussen de medianen van de brakke en zoute uitvoering zijn alleen gedetecteerd voor de dichtheid van ecotoop 2 (hoogdynamisch litoraal, mediaan zout kleiner dan brak, zie figuur 5.6) en de biomassa van ecotoop 5 (zandig laagdynamisch middenlitoraal, mediaan zout groter dan brak, zie figuur 5.3).

Figuur 5.6: Box-whisker-plots van de dichtheid in de gecombineerde 3-jaarsblokken, met onderscheid tussen de brakke en de zoute ecotopen. Ook zijn de aantallen meetwaarden vermeld.



6 Ecologische interpretatie statistische resultaten

Dit hoofdstuk bevat een ecologische interpretatie van de in het voorgaande gepresenteerde statistische resultaten. De interpretatie is van Fred Twisk, adviseur/specialistisch medewerker ecologie van RWS-RIKZ.

6.1 Enkele theoretische overwegingen vooraf

De indeling die in het Zoute Wateren Ecotopen-Stelsel [Bouma *et al.* 2005] is gekozen voor de litorale en sublitorale ecotopen is in belangrijke mate gebaseerd op de betekenis van verschillende fysische factoren voor de ontwikkelingsmogelijkheden van bodemdieren. Lage en schommelende zoutgehalten, een sterke bodemomwoeling en droogval zijn factoren die voor veel soorten ongunstig zijn. Door verschillen in levenswijze komen in zandige bodems andere soorten voor dan in slibrijke. De variatie die de soortensamenstelling in ruimte en tijd laat zien wordt bepaald door deze factoren, de toleranties van de individuele soorten ten aanzien van die factoren, maar ook door bijvoorbeeld klimatologische invloeden en biologische interacties.

Het ecotopenstelsel is hiërarchisch opgebouwd. Bij het positioneren van de omgevingsfactoren zijn twee aspecten bepalend geweest: enerzijds de dominantie van factoren en processen ten opzichte van elkaar en anderzijds de mogelijkheid om kaarten op een logische manier op te kunnen bouwen. Zo is de bodemdynamiek hoger in de hiërarchie geplaatst dan de sedimentsamenstelling, omdat verschillen in sedimentsamenstelling in de meeste situaties pas een rol gaan spelen wanneer de dynamiek van de bodem laag genoeg is.

Om voorspellingen te kunnen doen over de mogelijke effecten van beheersmaatregelen op het voorkomen van bodemdieren, zijn modellen nodig die een ruimtelijk beeld kunnen genereren van de zoutgehalteverdeling, bodemligging, waterbeweging en sedimentsamenstelling in een watersysteem. Voor evaluatiestudies volstaan karteringen van dezelfde factoren. De ecotopenkaarten die gebruikt zijn voor de onderhavige validatie zijn afgeleid uit kaarten van de zoutverdeling en stroomsnelheid (beide berekend met behulp van waterbewegingsmodellen), de bodemligging, bodemdynamiek en sedimentsamenstelling (karteringen). Laatstgenoemde beelden betreffen interpretaties van luchtfoto's, waarop de bodemdynamiek bijvoorbeeld tot uitdrukking komt door de aanwezigheid van ribbels en de sedimentsamenstelling door de lichtere (zand) of donkerder (slib) kleur van de bodem.

Als variabelen om het onderscheidingsvermogen van het ecotopenstelsel en de ecotopenkaarten te evalueren, is hier gekozen voor de totale biomassa, dichtheid, het aantal soorten en Simpson's diversiteit-index van de bodemfauna. Biomassa en dichtheid zijn geschikte grootheden om de hoeveelheid bodemdieren mee uit te drukken en daarmee de rol die ze spelen in de voedselketen. Daarbij geldt dat de biomassa meestal gedomineerd wordt door andere, langlevende en grotere, soorten dan de dichtheid die meestal juist bepaald wordt door kleinere, kortlevende soorten. Het aantal soorten en de gebruikte diversiteitsindex brengen de biologische variatie op soortsniveau tot uitdrukking. De Simpson-index meet de mate waarin één of meer soorten de dichtheid domineren.

Door [Bouma *et al.*, 2005] worden per ecotoop de algemene ecologische condities beschreven en worden kwalitatieve uitspraken gedaan over de bodemfaunabiomassa, -dichtheid en -diversiteit. Wat daarbij precies onder diversiteit wordt verstaan is niet nader omschre-

ven. Daarnaast worden 'soorten' (eigenlijk: taxa⁸) genoemd die in de ecotopen algemeen voorkomen.

6.2 Ecologische interpretatie per ecotoop

6.2.1 *Het hoogdynamisch sublitoraal (Z1 en B1)*

De algemene ecologische beschrijvingen voor de ecotopen Z1 en B1 (hoogdynamisch sublitoraal) zijn, afgezien van het zoutgehalte, aan elkaar gelijk: er heersen hoge stroomsnelheden die de (hoofdzakelijk fijnzandige) bodem tot op zekere diepte voortdurend in beweging houden. Door deze hoge bodemdynamiek is in deze ecotopen slechts weinig bodemdierleven mogelijk. De aantallen bodemdieren, de biomassa en soortendiversiteit zijn er laag (zoute versie) tot zeer laag (brakke versie). De lijst met algemene 'soorten' is voor de zoute versie ongeveer tweemaal zo lang als die voor de brakke versie (resp. 13 en 7 taxa).

De analyses uit onderhavige studie laten zien dat de biomassa, dichtheid en het aantal soorten van de bodemfauna in ecotoop Z1 (hoogdynamisch sublitoraal) duidelijk lager zijn dan die van de bodemfauna in ecotoop Z2 (hoogdynamisch litoraal) en met name de ecotopen Z5 en Z6 (resp. zandig en slibrijk laagdynamisch middenlitoraal). Op basis van de 3-jaarsgegevens bij de drie ecotopenkaarten zijn de verschillen tussen Z1 en Z2 als volgt te beschrijven: de mediane waarde van de biomassa in Z1 bedraagt gemiddeld 19% (13-29%) van die in ecotoop Z2. De mediane waarde van de dichtheid is 12% (9-17%) en die van het aantal soorten 33% (25-50%) van die in Z2. De verschillen tussen Z1 enerzijds en Z5 en Z6 anderzijds zijn nog groter: de mediane waardes van de biomassa, dichtheid en het aantal soorten in Z1 bedragen maximaal 3%, 1% en 25% van die in Z5 en Z6.

De diversiteit, berekend met behulp van de Simpson-index, verschilt duidelijk tussen Z1 en Z2 (mediane waarde in Z1 69% (38-86%) van die in Z2), maar tussen Z1 en Z5 werd slechts voor één van de drie kaarten een verschil in diversiteit aangetoond en tussen Z1 en Z6 voor twee van de drie kaarten.

Voor de vergelijking van Z1 met Z3 en Z4 (resp. zandig en slibrijk laagdynamisch laaggelegen litoraal) stonden slechts weinig waarnemingen ter beschikking (twee tot acht waarnemingen per ecotoop per blok van 3 jaar). Alleen de verschillen in biomassa, dichtheden en aantal soorten tussen Z1 en Z4 in de kaart van 2001 bleken significant te zijn. Voor deze kaart bedroegen de mediane waardes voor de bodemfauna in Z1 respectievelijk 3%, 1% en 11% van die in Z4.

Eventuele verschillen tussen de bodemfauna in Z1 en de overige twee ecotopen in de zoute zone (Z7 en Z8) konden bij gebrek aan gegevens niet onderzocht worden.

Samenvattend zoute zone: de door [Bouma *et al.*, 2005] genoemde lage biomassa en dichtheid voor de bodemfauna in ecotoop Z1 worden door onderhavige analyse bevestigd. Ook de in dat rapport genoemde lage diversiteit wordt bevestigd, wanneer die wordt uitgedrukt in het aantal soorten per monsterpunt. Voor de diversiteit, berekend met de Simpson-index, kon alleen een verschil met Z2 aangetoond worden.

⁸ De lijsten maken niet altijd onderscheid tussen soorten. Het onderscheid gaat soms niet verder dan het taxonomisch niveau van geslachten.

Voor vergelijkingen tussen het ecotoop B1 (hoogdynamisch sublitoraal) en de overige ecotopen in de brakke zone staan veel minder gegevens ter beschikking. Tussen B1 en B2 zijn duidelijke verschillen aanwezig voor de biomassa, dichtheid en het aantal soorten. De mediane waarden in B1 bedragen gemiddeld 4% (1-8%), 5% (2-8%) en 29% (25-40%) van die in ecotoop B2. Ook tussen B1 en B6 zijn voor de biomassa, dichtheid en het aantal soorten duidelijke verschillen aangetoond. De mediane waarden in B1 bedragen maximaal 1%, 1% en 20% van die in B6. Voor slechts twee van de drie kaarten konden de verschillen tussen B1 en B5 getoetst worden. Voor de biomassa werden daarbij geen verschillen gevonden. De dichtheid en het aantal soorten verschillen tussen beide ecotopen alleen significant voor de kaart uit 2004. De mediane waarden van de biomassa, dichtheid en het aantal soorten in B1 bedragen gemiddeld 6% (0-14%), 9% (3-15%) en 24% (14-33%) van die in ecotoop B5.

De diversiteit, berekend met behulp van de Simpson-index, verschilt voor geen van de kaarten significant tussen de ecotopen B1 en B2, voor één van de twee kaarten tussen B1 en B5 en voor twee van de drie kaarten tussen B1 en B6. De mediane waarden zijn altijd lager in B1 dan in de ecotopen B2, B5 en B6, maar het verschil is dus niet altijd significant.

Alleen voor de kaart van 2001 was het verder mogelijk de verschillen in biomassa, dichtheden en aantal soorten tussen de ecotopen B1 en B3 te onderzoeken. Dat leverde geen significante verschillen op (aantal waarnemingen in B3 = 3).

Samenvattend brakke zone: de door [Bouma *et al.*, 2005] genoemde lage biomassa, dichtheid en 'diversiteit' (aantal soorten) voor de bodemfauna in ecotoop B1 (hoogdynamisch sublitoraal) worden door onderhavige analyse bevestigd. Significante verschillen konden echter alleen aangetoond worden tussen dit ecotoop en de ecotopen B2 (hoogdynamisch litoraal) en B6 (slibrijk laagdynamisch middenlitoraal). De diversiteit, berekend met de Simpson-index, verschilde vaker niet dan wel tussen B1 en de ecotopen B2, B5 en B6.

De resultaten van deze studie laten zien, dat de door [Bouma *et al.*, 2005] beschreven verschillen tussen de zoute en brakke versie van het hoogdynamisch sublitoraal niet bevestigd worden. De gegevens van de gecombineerde 3-jaarsblokken laten geen significante verschillen zien, terwijl de toets met gegevens per 3-jaarsblok hooguit voor één van de 3-jaarsblokken een significant verschil in de mediane waarden voor de biomassa, dichtheid en het aantal soorten laat zien. De mediane waarde van het aantal soorten in zowel de zoute als de brakke versie van dit ecotoop is slechts 1 tot 2. Dat betreft het aantal soorten per monster. Het 'lage' en 'zeer lage' aantal soorten voor respectievelijk de zoute en brakke versie, zoals aangegeven in [Bouma *et al.*, 2005] heeft waarschijnlijk betrekking op het aantal verschillende soorten dat in die ecotopen kan worden aangetroffen. Dat aantal is afhankelijk van het bemonsterde oppervlak en kan niet op de hier gevolgde wijze worden vergeleken tussen ecotopen.

6.2.2 *Het hoogdynamisch litoraal (Z2 en B2)*

De algemene ecologische beschrijvingen van de ecotopen Z2 en B2 (hoogdynamisch litoraal) zijn, afgezien van het zoutgehalte, aan elkaar gelijk: in het algemeen kunnen zowel golven als stroming de hoge mate van bodemdynamiek te weeg brengen die deze ecotopen kenmerkt, maar op de meeste plaatsen in de Westerschelde is de golfinvloed ondergeschikt aan die van de stroming. Wanneer sprake is van een zandige bodem (wat in de Westerschelde vrijwel overal waar hoge dynamiek voorkomt het geval is) wordt deze tijdens hoogwater tot een relatief grote diepte continu in beweging gebracht. Het gevolg is

dat de bodemfauna er 'zeer arm' is. De lijst met algemene soorten vermeldt voor beide ecotopen vijf namen, met een grote mate van overlap.

De analyses uit onderhavige studie laten zien dat de biomassa, dichtheid en het aantal soorten van de bodemfauna in ecotoop Z2 (hoogdynamisch litoraal) duidelijk hoger zijn dan die in Z1 (hoogdynamisch sublitoraal) en lager dan die in Z5 en Z6 (resp. zandig en slibrijk laagdynamisch middenlitoraal). Op basis van de 3-jaarsgegevens bij de drie ecotopenkaarten zijn de verschillen tussen Z2 en Z5 c.q. Z6 als volgt te beschrijven: de mediane waarde van de biomassa in Z2 bedraagt gemiddeld 7% (3-9%) van die in ecotoop Z5 en 2% (2-4%) van die in ecotoop Z6. De mediane waarde van de dichtheid is 9% (5-15%) respectievelijk 5% (3-6%) van die in Z5 en Z6. Die van het aantal soorten bedraagt in Z2 44% (40-50%) respectievelijk 41% (35-44%) van de mediane waarde in de ecotopen Z5 en Z6.

Verschillen in de Simpson-diversiteitsindex zijn niet aangetoond.

Er zijn geen verschillen gevonden tussen de biomassa's, dichtheden, het aantal soorten of de Simpson-diversiteitsindex tussen ecotoop Z2 en de ecotopen Z3 of Z4 (aantal waarnemingen in Z3 bedroeg maximaal 8, in Z4 maximaal 5).

Samenvattend zoute zone: de analyses bevestigen dat de bodemfauna in ecotoop Z2 (hoogdynamisch litoraal) 'zeer arm' is: de biomassa's, dichtheden en het aantal soorten per monsterpunt zijn duidelijk hoger dan die in ecotoop Z1 (hoogdynamisch sublitoraal), maar lager dan die in de ecotopen Z5 en Z6 (resp. zandig en slibrijk laagdynamisch middenlitoraal). De diversiteit, berekend met behulp van de Simpson-index, is echter niet significant verschillend van die voor de ecotopen Z5 en Z6.

Voor het vergelijken van ecotoop B2 met de andere litorale ecotopen in de brakke zone zijn veel minder gegevens beschikbaar: maximaal 12 per ecotoop in een 3-jaarsblok. Voor de biomassa, dichtheid, het aantal soorten en de diversiteit zijn geen verschillen gevonden tussen ecotoop B2 en B5 (kaarten 1996 en 2004). Alleen de kaart van 1996 vertoont significante verschillen tussen de biomassa's en aantallen soorten van de ecotopen B2 en B6 (mediane waarden in B2 resp. 4% en 40% van die in B6). De dichtheden en diversiteitsindices verschilden niet significant. Voor de kaarten van 2001 en 2004 zijn geen verschillen tussen de bodemfauna's van ecotopen B2 en B6 aangetoond.

Vergelijking van ecotoop B2 en B3 voor de kaart van 2001 leverde geen significante verschillen op (aantal waarnemingen in B3: 3).

Samenvattend brakke zone: er zijn slechts voor één kaart significante verschillen aangetoond tussen de biomassa's en de aantallen soorten in ecotoop B2 en een ander litoraal ecotoop (B6). Vergeleken met B6 was de bodemfauna in B2 'arm' te noemen. Er zijn zeer weinig gegevens beschikbaar voor toetsing van de verschillen in deze zone.

Tussen de zoute en brakke versie van het hoogdynamisch litoraal is met de gegevens van de gecombineerde 3-jaarsblokken een significant lagere mediane dichtheid gevonden voor de zoute versie. De analyse met een toets per 3-jaarsblok laat echter geen significante verschillen zien, noch in de biomassa, de dichtheid, het aantal soorten of de diversiteit. Dat laatste beeld bevestigt de beschrijvingen uit [Bouma *et al.*, 2005] die voor zowel de brakke als de zoute versie van het hoogdynamisch litoraal spreken van een 'zeer arme' fauna.

6.2.3 *Het zandig, resp. slibrijk, laagdynamisch middenlitoraal (Z5 en B5, resp. Z6 en B6)*

De algemene ecologische beschrijvingen van de ecotopen Z5 en Z6 (resp. zandig en slibrijk laagdynamisch middenlitoraal) zijn identiek: de biomassa is vaak hoger dan in het lage litoraal. De dichtheden aan jonge dieren kunnen er hoog zijn. De overlevingskansen zijn hier beter dan in de lager gelegen versie van dit ecotoop, waar een hogere predatie door vissen, krabben en garnalen tijdens hoogwater plaatsvindt. Bij zowel ecotoop Z5 als Z6 worden 19 soorten genoemd. Beide lijsten vertonen vrij veel overlap.

Bij de slibrijke versie (Z6) wordt verder opgemerkt dat, wanneer sprake is van een zeer hoog slibgehalte, door zuurstofloosheid tot dicht onder het sedimentoppervlak een vrij arme bodemfauna kan voorkomen.

De algemene beschrijvingen van de ecotopen B5 en B6 (resp. zandig en slibrijk laagdynamisch middenlitoraal, in de brakke zone) zijn gelijk aan die van Z5 en Z6 (zoute zone), met dit verschil, dat in de brakke versies minder soorten, een lagere dichtheid en biomassa voorkomen. De begeleidende tabellen bevatten 14 en 18 'soorten'⁹ voor respectievelijk de ecotopen B5 en B6.

Onderhavige analyse laat wel significante verschillen zien tussen de ecotopen Z5 en Z6 (beide laagdynamisch litoraal) en de hoogdynamische ecotopen (Z1 en Z2, respectievelijk in het sublitoraal en litoraal), maar niet tussen Z5 en Z6 onderling. Dat geldt voor de biomassa, de dichtheid, het aantal soorten en voor de Simpson-diversiteitsindex. Voor het vergelijken van de ecotopen in de brakke zone zijn veel minder gegevens beschikbaar. De vergelijking tussende ecotopen B5 en B6 (beide laagdynamisch litoraal) en de hoogdynamische ecotopen (B1 en B2, respectievelijk in het sublitoraal en litoraal) is hierboven reeds beschreven. De verschillen tussen de zandige en slibrijke versie van de laagdynamische ecotopen in het middenlitoraal was slechts mogelijk voor de kaarten van 1996 en 2004. Slechts voor de biomassa van de kaart van 1996 werd een significant verschil tussen beide ecotopen aangetoond (mediane waarde in ecotoop B5 bedraagt 2% van die in B6; respectievelijk 5 waarnemingen in B5 en 7 in B6).

Samenvattend: slechts voor de ecotopen B5 en B6 (respectievelijk zandig en slibrijk laagdynamisch middenlitoraal in de brakke zone) en voor één ecotopenkaart (1996) kon een verschil in biomassa aangetoond worden. Alle andere vergelijkingen tussen de zandige en slibrijke versies van de (brakke en zoute) ecotopen in het middenlitoraal leverden geen significante verschillen op.

De toetsen voor de verschillen tussen de zoute en brakke versies van deze ecotopen laten, indien uitgevoerd per 3-jaarsblok geen significante uitslagen zien. Alleen de toets met gegevens van de gecombineerde 3-jaarsblokken ondersteunt de uitspraken van [Bouma *et al.*, 2005] op het punt van de hogere biomassa die wordt aangetroffen in de zoute versie van het fijnzandig middelhoog litoraal.

6.3 Discussie

Een uitgebreidere toetsing, waarbij meer nadruk ligt op de verschillende rollen die soorten of groepen van soorten in het ecosysteem vervullen, is uit praktische overwegingen achterwege gelaten. Zo'n toetsing zou plaats kunnen vinden aan de hand van functionele groepen of het voorkomen van individuele soorten. In beide gevallen wordt het onderscheid tussen (groepen van) soorten meegenomen in de analyse.

⁹ De vier soorten *Oligochaeta* die in de lijst genoemd worden zijn hierbij als één 'soort' meegeteld.

Aan de hand van de biomassa's van zogeheten functionele groepen, zoals de groep van soorten die leven van in het water zwevend voedsel ('suspension feeders') of van het op de bodem aanwezige voedsel ('surface deposit feeders'), kan een beeld verkregen worden van eventuele veranderingen in het functioneren van de bodemfauna in het ecosysteem. In dat geval wordt gekeken naar groepen met een verschillende rol als consument van plantaardig materiaal, dat de basis van de voedselketen vormt. De kleinere, ondiep levende bodemdiersoorten zijn als voedselbron van belang voor andere vogelsoorten dan de grotere, dieper in de bodem levende soorten. Zo'n onderscheid houdt dus rekening met de rol van bodemdieren als voedselbron voor organismen hoger in de voedselketen.

Verder is het mogelijk het onderscheidingsvermogen van het stelsel en de kaarten tot uitdrukking te brengen door de verschillen in soortensamenstelling te analyseren. In dat geval worden de dichtheden of biomassa's van de individuele soorten tegelijkertijd in een multivariate analyse meegenomen.

In alledrie de kaarten is de grens tussen de brakke en zoute zone gebaseerd op de situatie in 1992. De afvoer van de rivier de Schelde is de belangrijkste bron van jaarlijkse variaties in de zoutgehalteverdeling in het oostelijk deel van de Westerschelde. De afvoer in 1992 komt goed overeen met de langjarig gemiddelde afvoer van de Schelde. De werkelijke zoutgehalteverdeling zal anders geweest zijn dan in deze gemiddelde situatie, met name in jaren met een duidelijk verlaagde (1996, 1997) of verhoogde afvoer (2000, 2001, 2002). Voor de validatie van de verschillen binnen de zoute zone is deze factor waarschijnlijk van geringe betekenis, omdat verreweg de meeste waarnemingen afkomstig zijn uit dat deel van de Westerschelde waar het zoutgehalte zelfs in periodes met hoge afvoeren niet daalt beneden waardes die voor de bodemdieren geschikt zijn. Voor de validatie van de verschillen tussen de ecotopen in de brakke zone stonden vaak relatief weinig waarnemingen ter beschikking. De vraag of de bodemfauna in de brakke zone grotere dan wel kleinere verschillen tussen ecotopen laat zien in jaren met hoge of lage rivierafvoeren kan op grond van deze studie dan ook niet worden beantwoord.

Geraadpleegde literatuur

Bouma, H., de Jong, D.J, Twisk, F. en Wolfstein, K. (2005): 'Zoute Wateren Ecotopen-Stelsel (ZES.1)'. Rapport RIKZ/2005.024, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Bradley, J.V. (1968): 'Distribution-Free Statistical Tests'. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 388 blz.

Gilbert, R.O. (1987): 'Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring'. Van Nostrand Reinhold, New York, 320 blz.

Helsel, D.R. and Hirsch, R.M. (1988): 'Discussion of paper by R.H. Montgomery and J.C. Loftis: Applicability of the t-test for detecting trends in water quality variables'. Water Resources Bulletin, vol. 24, blz. 201 - 204.

Helsel, D.R. and Hirsch, R.M. (1992): 'Statistical Methods in Water Resources'. Studies in Environmental Science 49. Elsevier, Amsterdam, 510 blz.

Hirsch, R.M., Alexander, R.B. and Smith, R.A. (1991): 'Selection of methods for the detection and estimation of trends in water quality'. Water Resources Research, vol. 27, no. 5, blz. 803 - 813, May 1991.

Legendre, L. and Legendre, P. (1998): 'Numerical ecology'. Elseviers, Amsterdam.

Pszonicki, L. (1985): 'Evaluation of analytical interlaboratory comparisons and certification of reference materials'. Analytica Chimica Acta, 176 (1985), blz. 213 - 227.

Veglia, A.(1981): 'A nonparametric statistical method for the determination of a confidence interval for the mean of a set of results obtained in a laboratory intercomparison'. Report IAEA/RL/84, August 1981, International Atomic Energy Agency, Laboratory Seibersdorf.

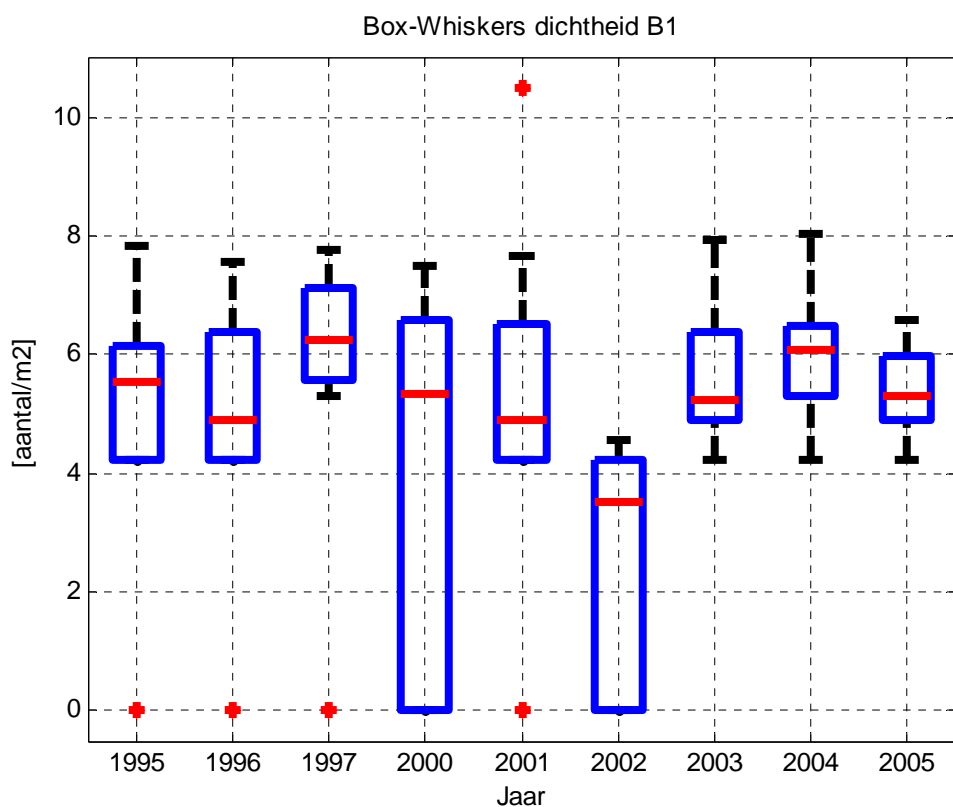
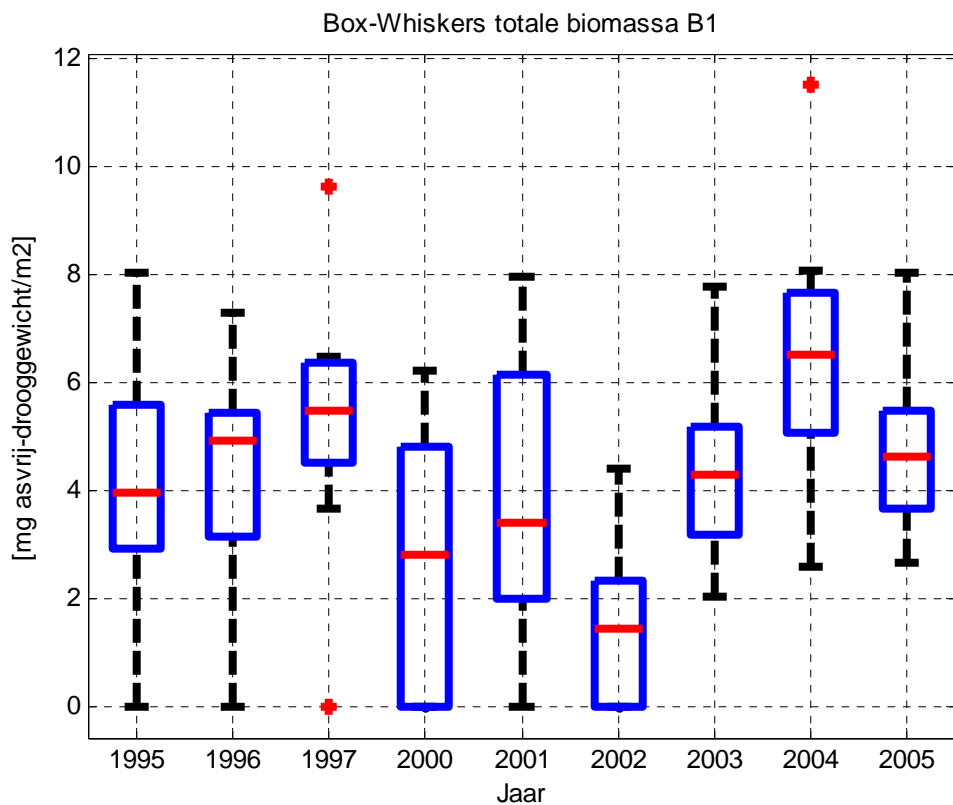
Bijlage 1: Box-whisker-tijdreeksplots per ecotoop

Toelichting op de box-whisker-plot

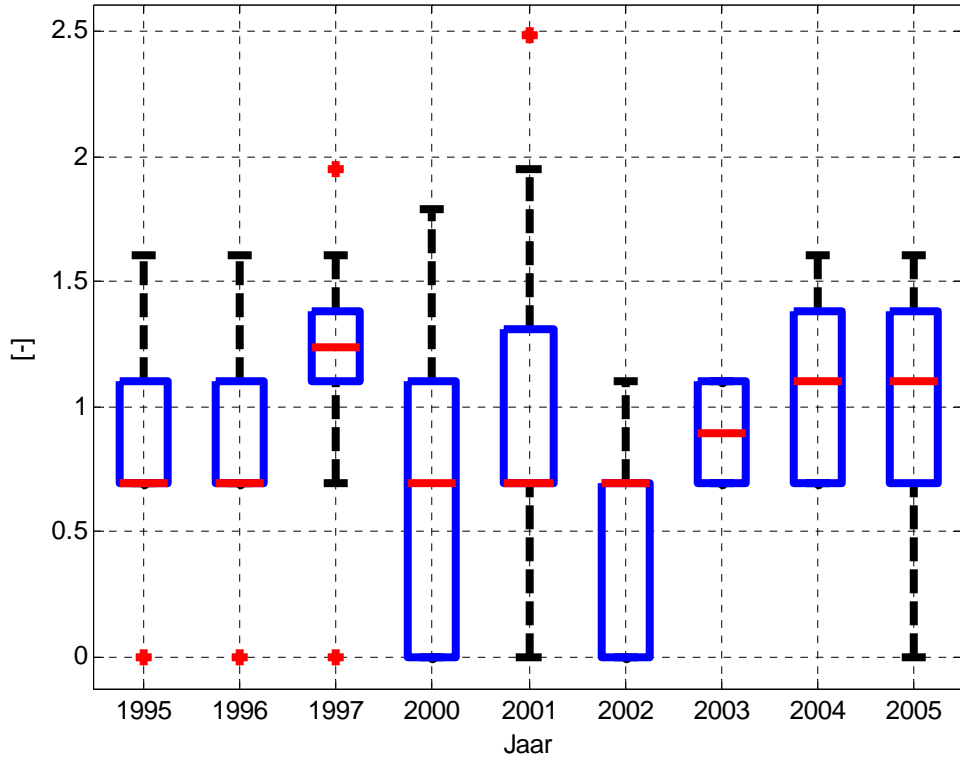
De box-whisker-plot¹⁰ is een handzame manier om de kenmerken van een onderzochte populatie zo compact mogelijk grafisch samen te vatten. De plot toont de posities van de belangrijkste percentielen van de kansverdeling van de gemeten variabele. Het midden-deel, de 'box' (doos), loopt van het 25-percentiel naar het 75-percentiel, terwijl het 50-percentiel, oftewel de mediaan, is aangegeven als een dikke streep in de box. De 'whiskers' (snorharen) lopen van de box naar de uiteinden van de verzameling. Extreme meetwaarden in de steekproef zijn weergegeven als punten (de meetwaarde ligt meer dan 1,5 maal de boxlengte vanaf de box).

We moeten ons realiseren dat de box-whisker-plot de percentielen toont van de kansverdeling van de gehele bemonsterde populatie, zoals die zijn geschat uit de meetwaarden van de steekproef. Dat is informatie die natuurlijk veel relevanter is dan de paar meetwaarden van de steekproef zelf.

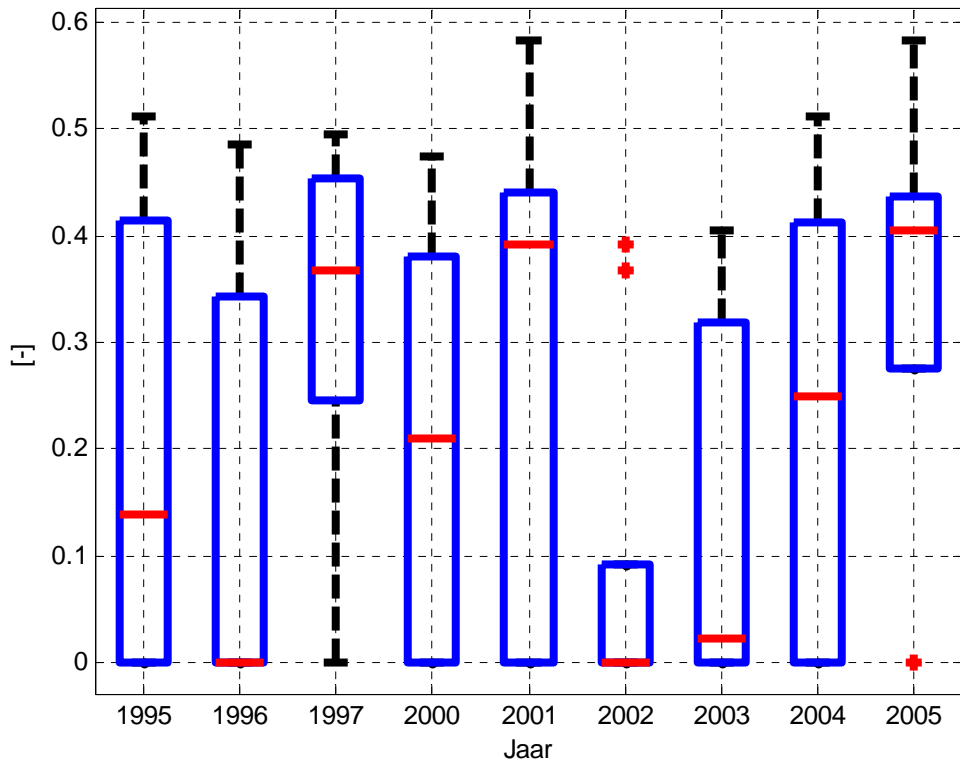
¹⁰ Letterlijk te vertalen als 'doos-met-snorharen'-plot.



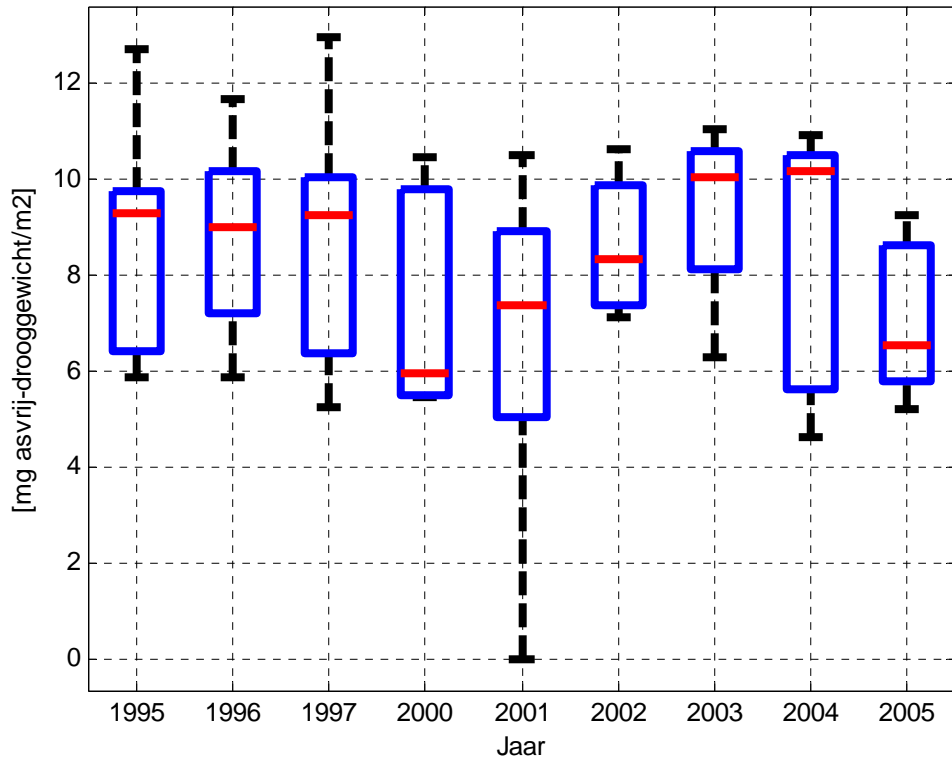
Box-Whiskers aantal soorten B1



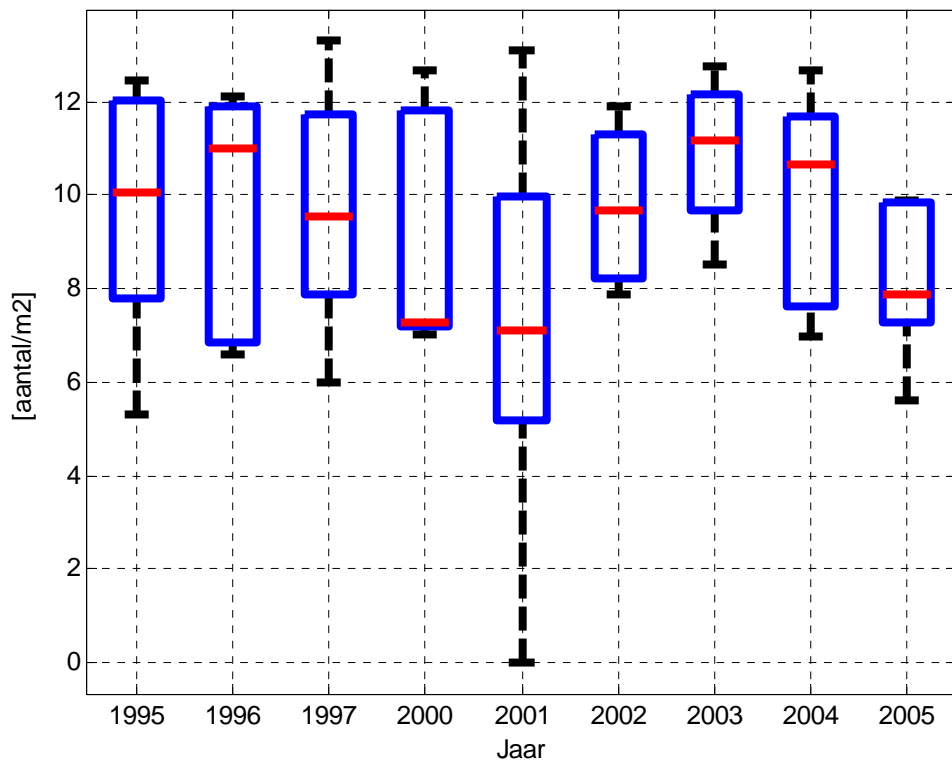
Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) B1



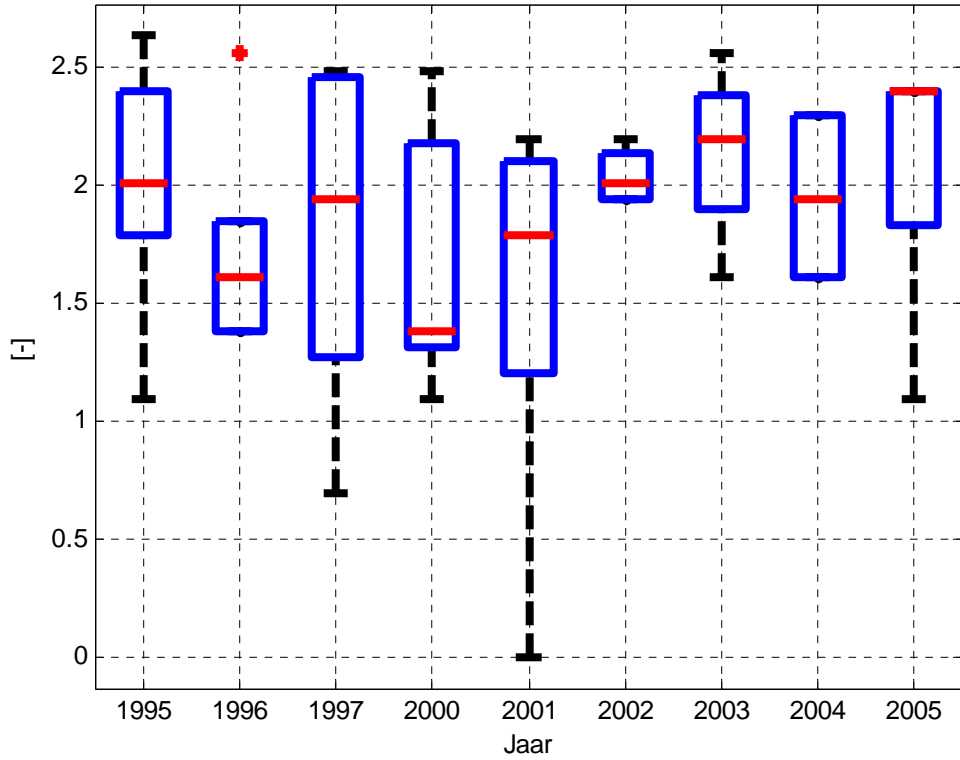
Box-Whiskers totale biomassa B2



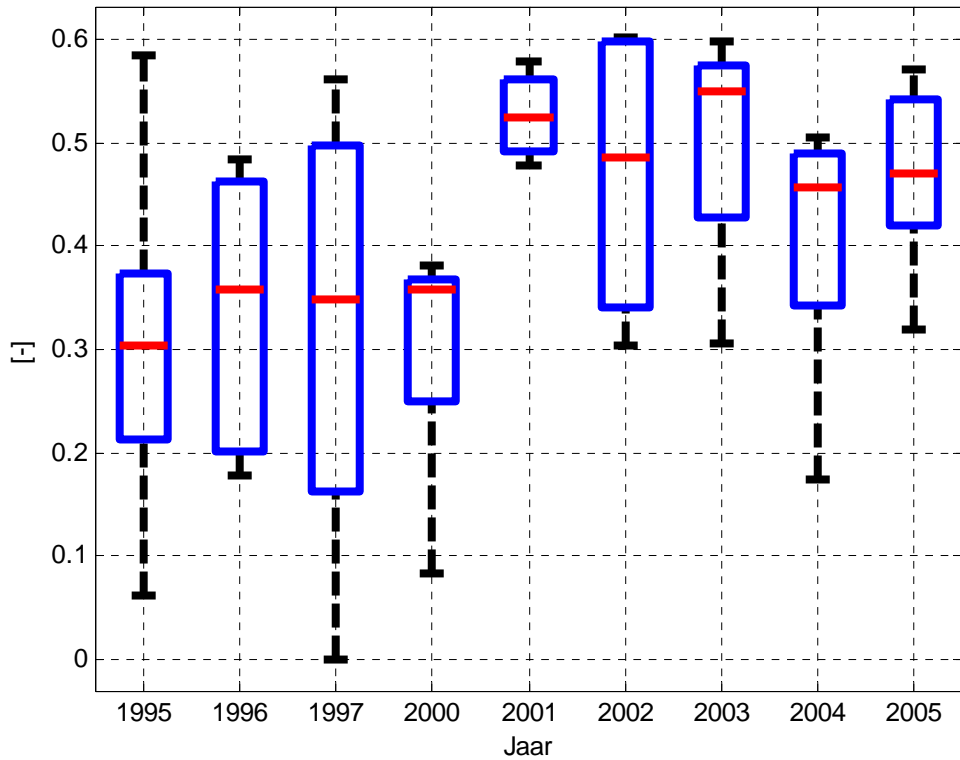
Box-Whiskers dichtheid B2



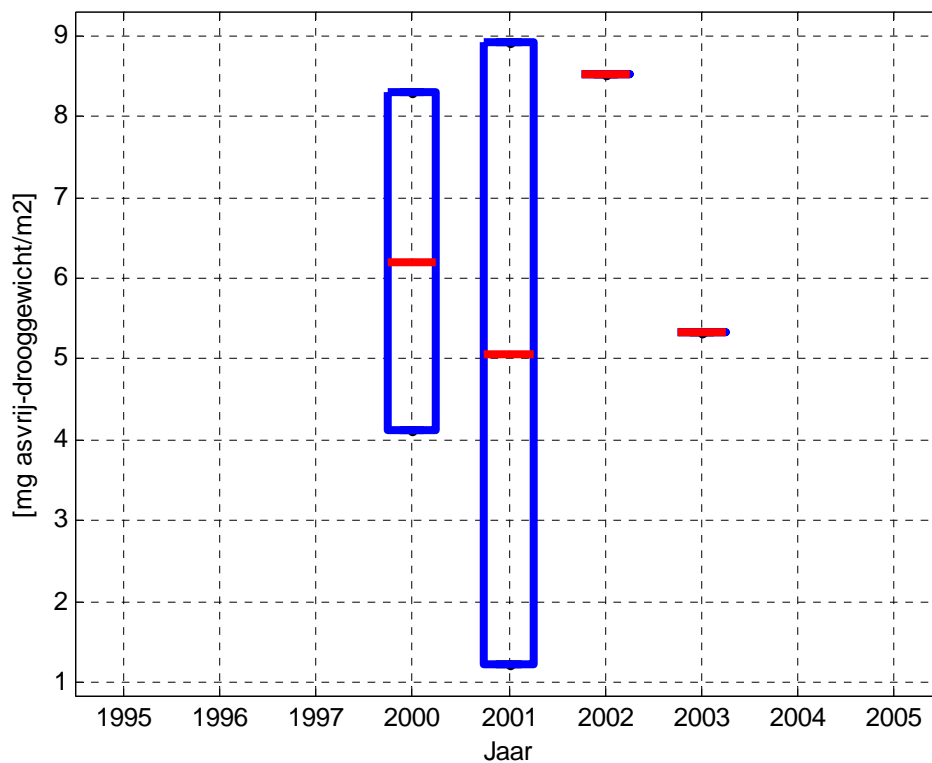
Box-Whiskers aantal soorten B2



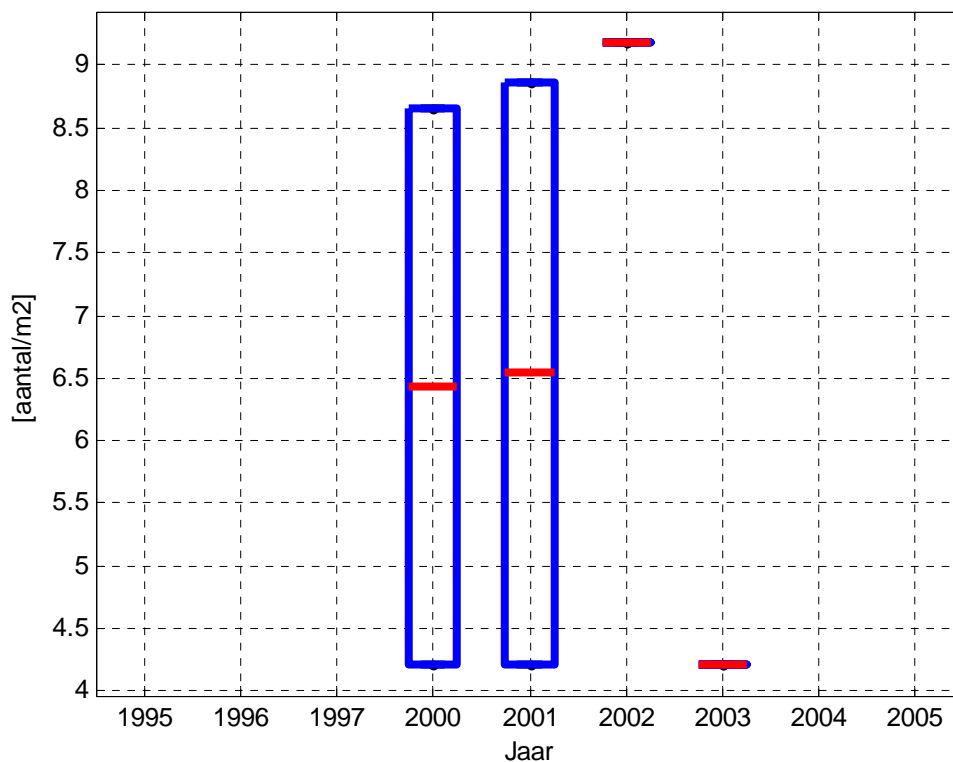
Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) B2



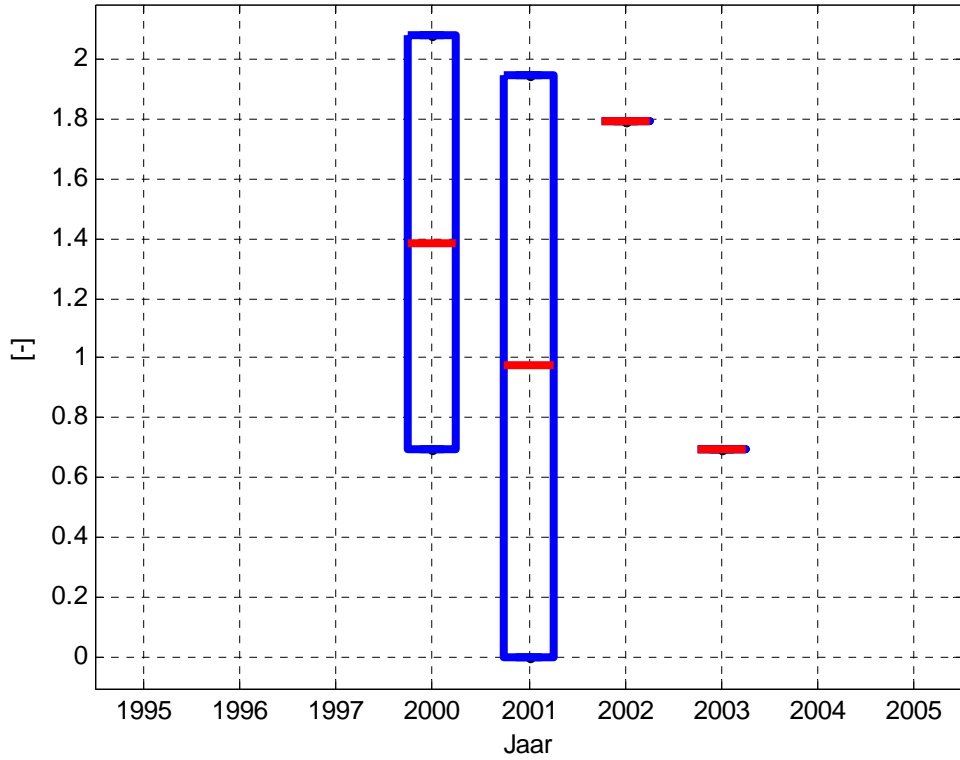
Box-Whiskers totale biomassa B3



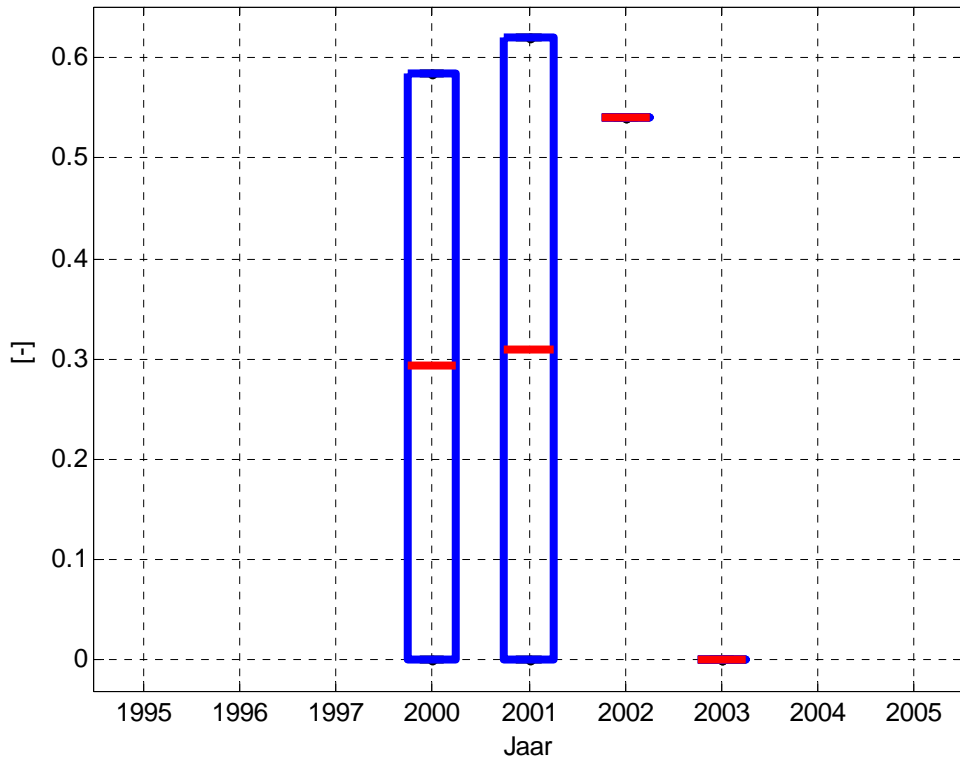
Box-Whiskers dichtheid B3



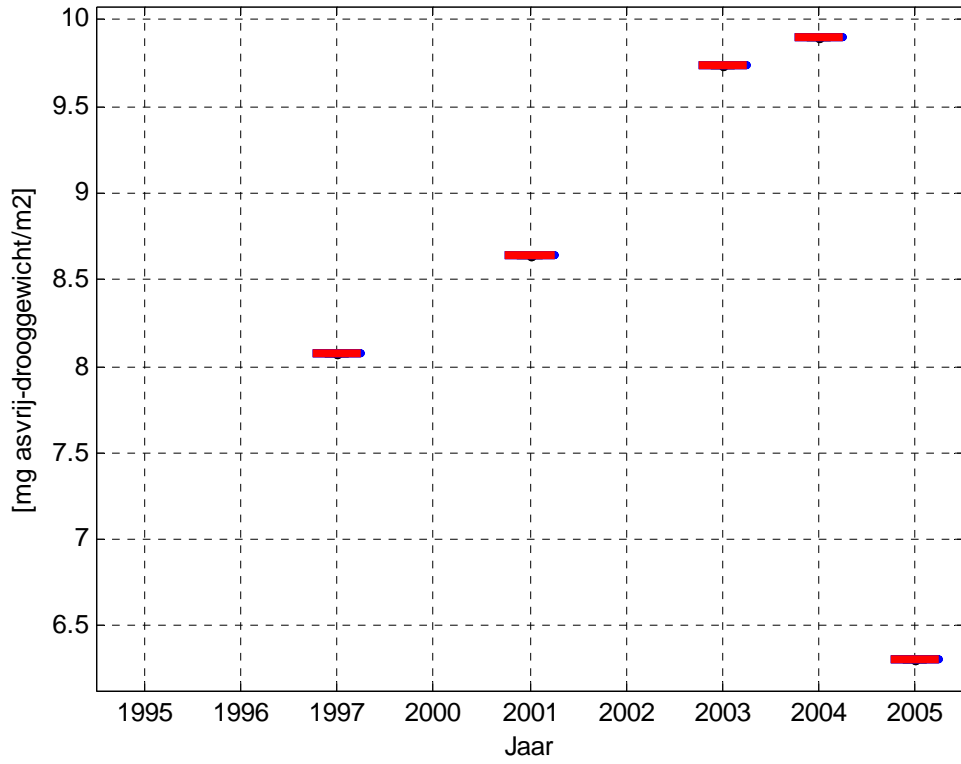
Box-Whiskers aantal soorten B3



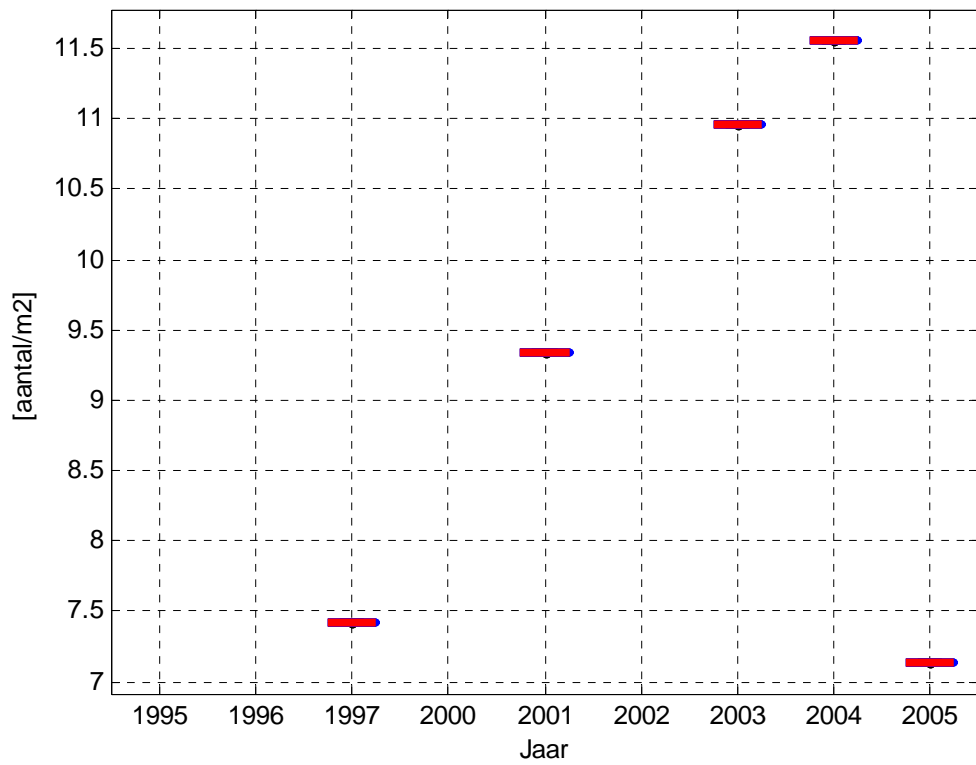
Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) B3



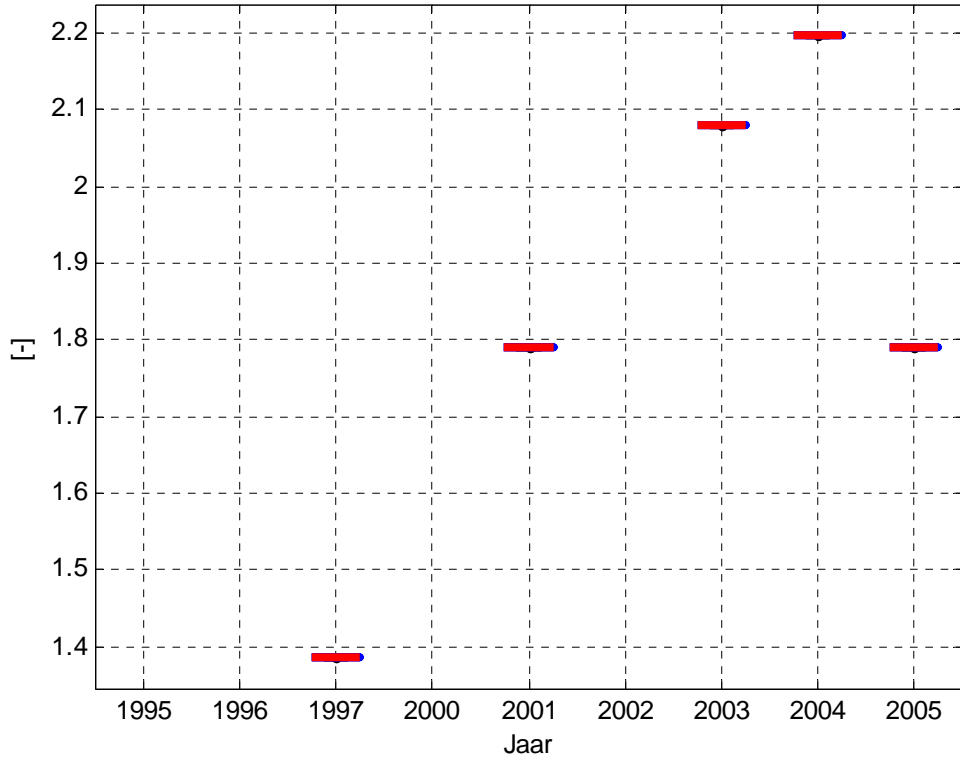
Box-Whiskers totale biomassa B4



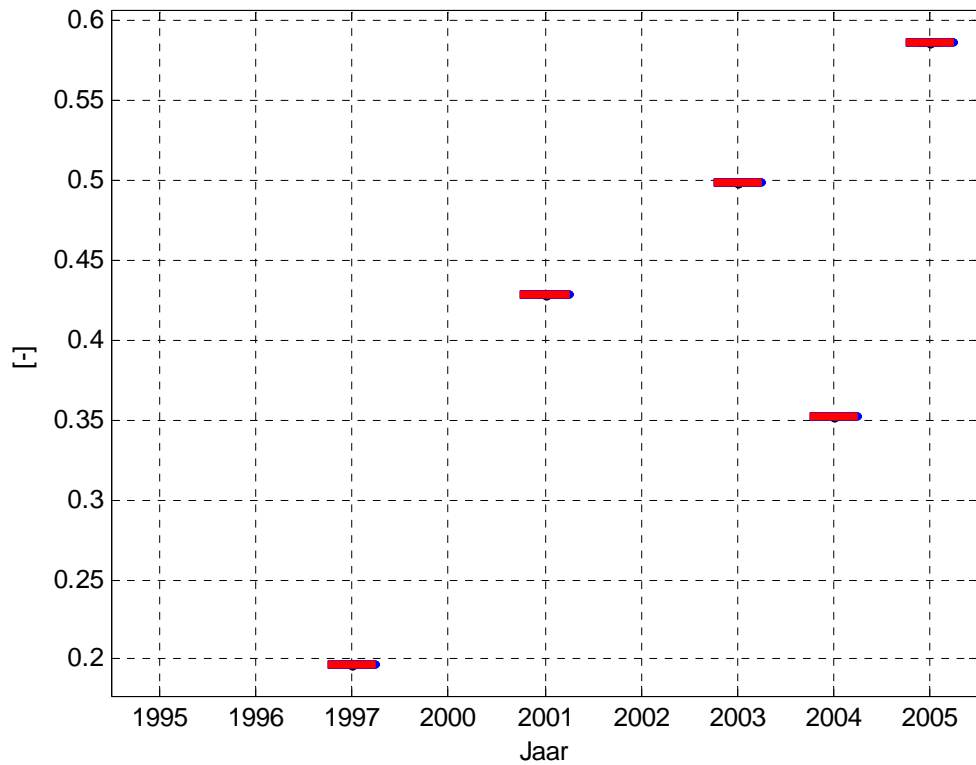
Box-Whiskers dichtheid B4



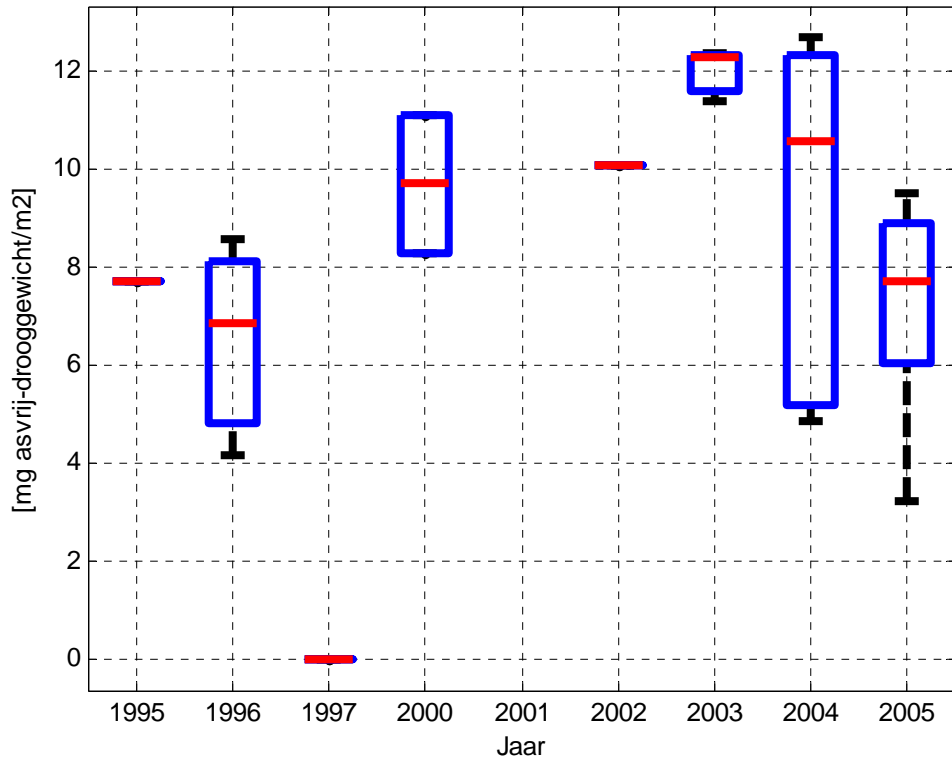
Box-Whiskers aantal soorten B4



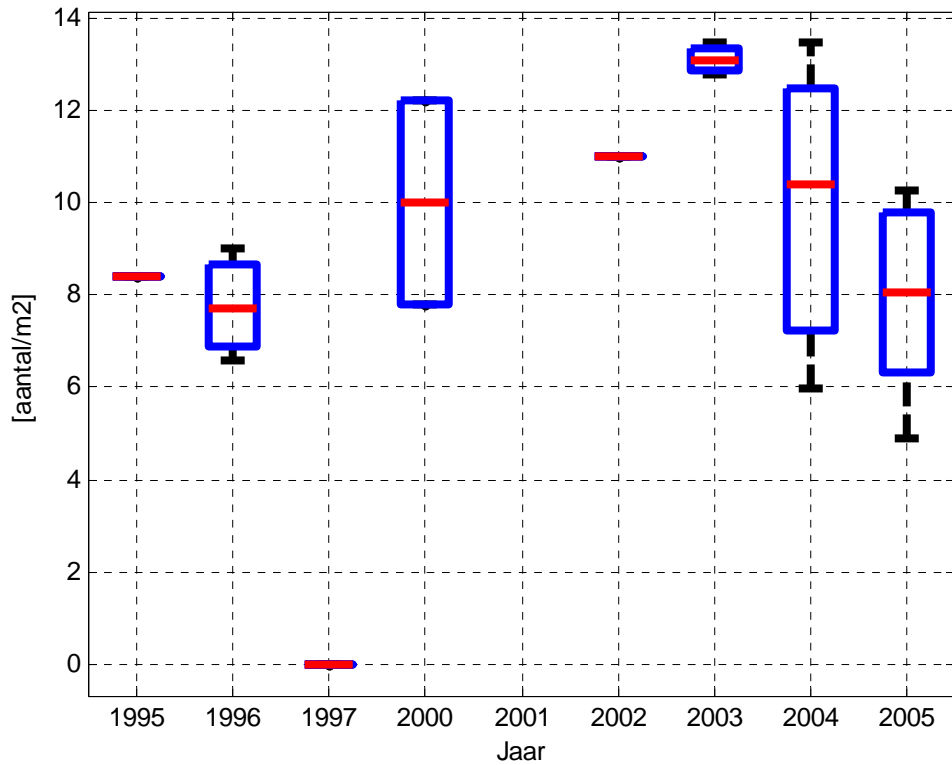
Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) B4



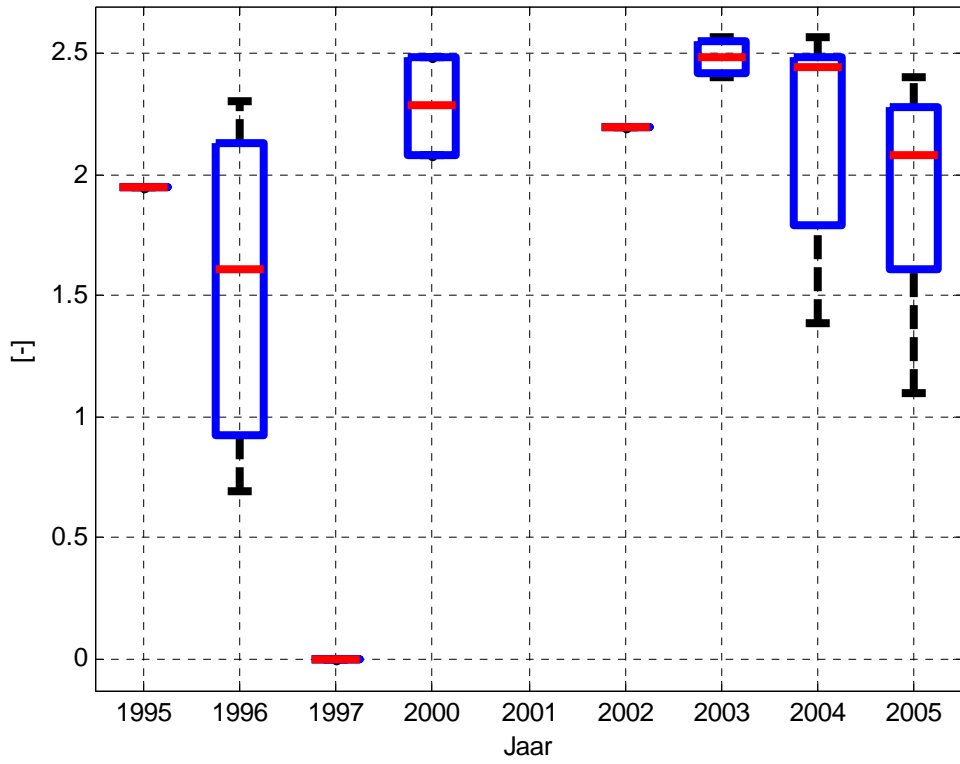
Box-Whiskers totale biomassa B5



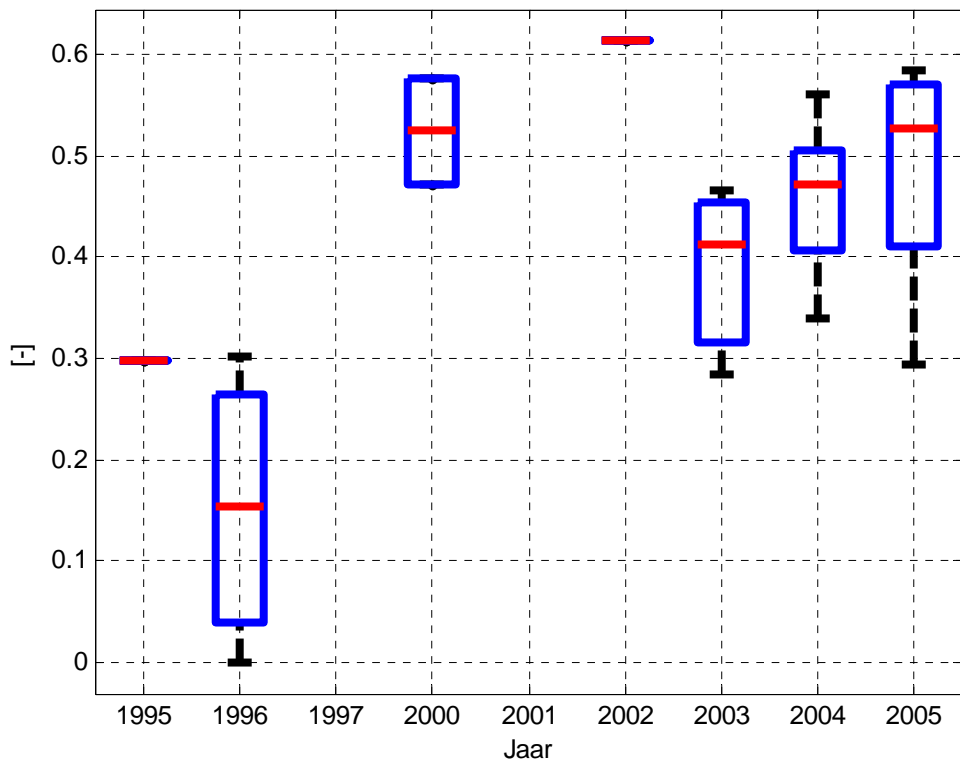
Box-Whiskers dichtheid B5



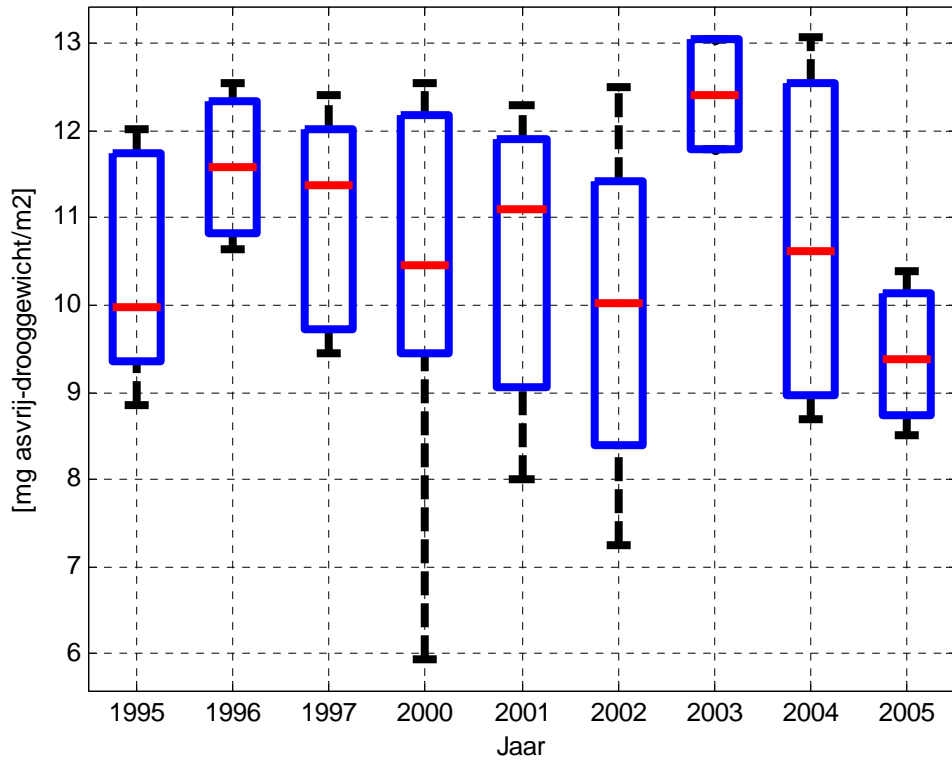
Box-Whiskers aantal soorten B5



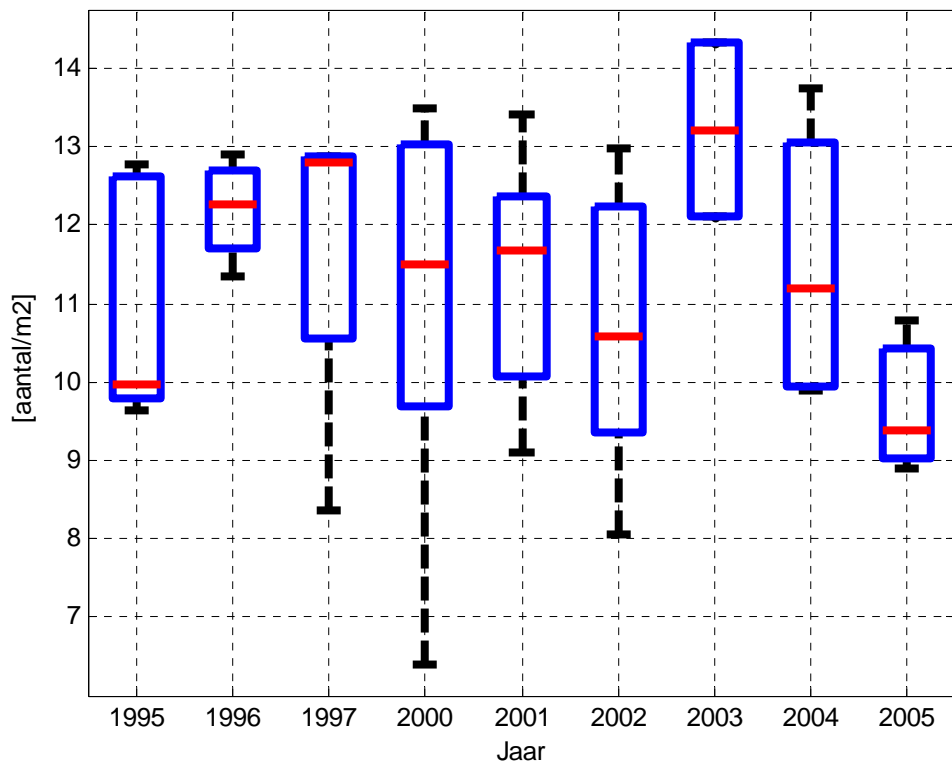
Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) B5



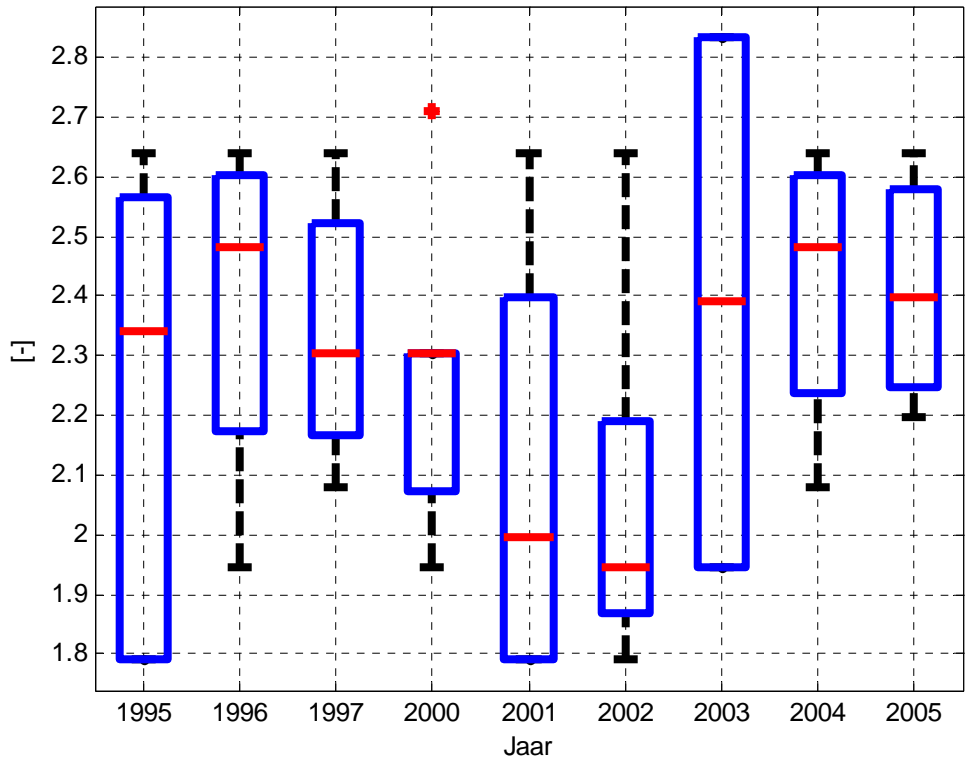
Box-Whiskers totale biomassa B6



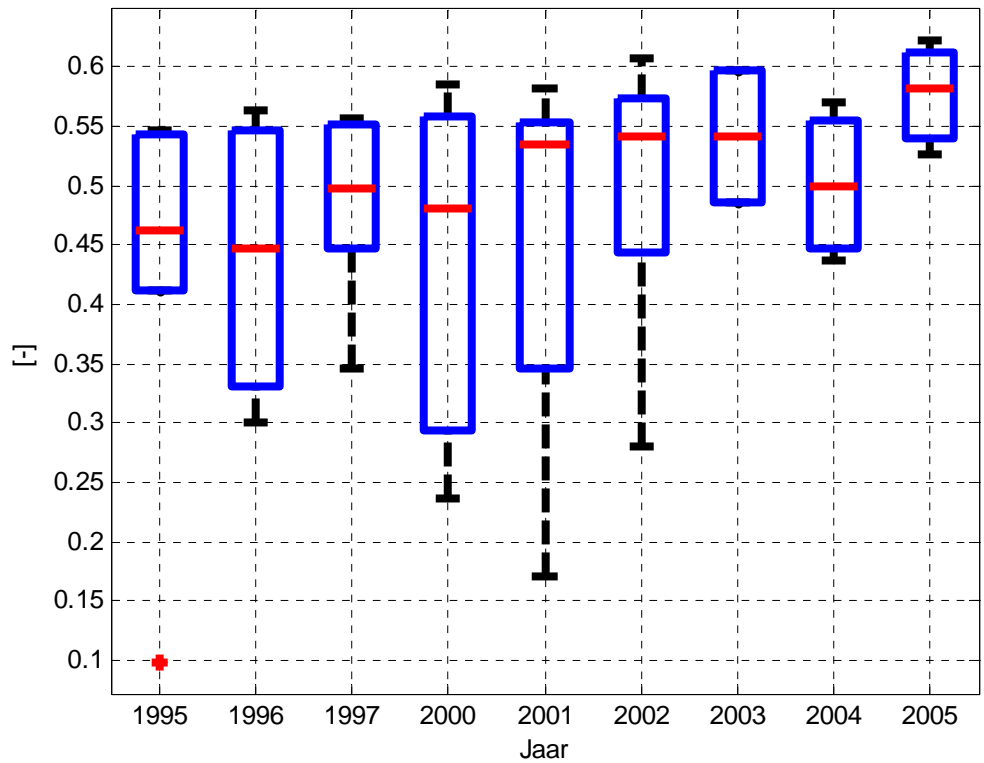
Box-Whiskers dichtheid B6

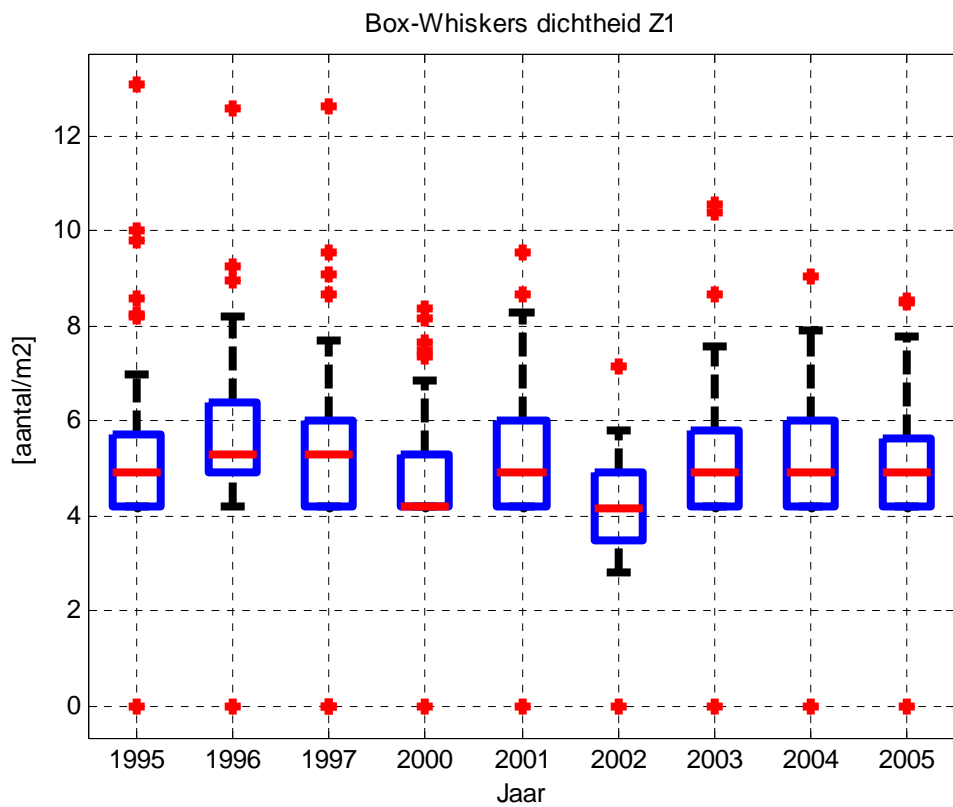
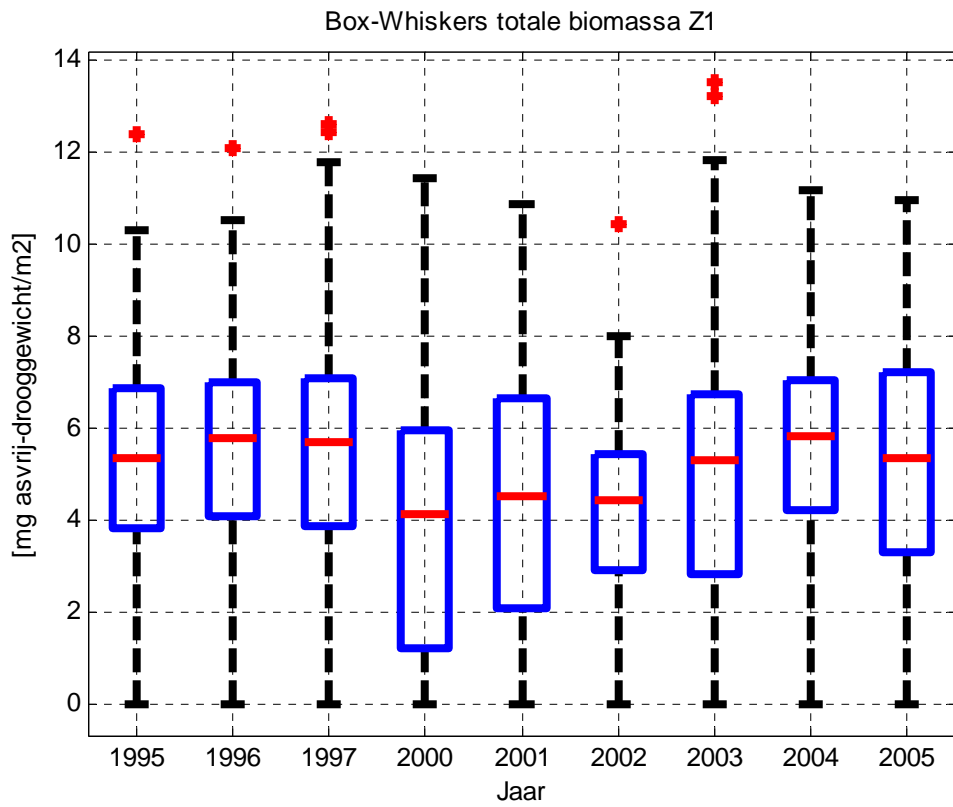


Box-Whiskers aantal soorten B6

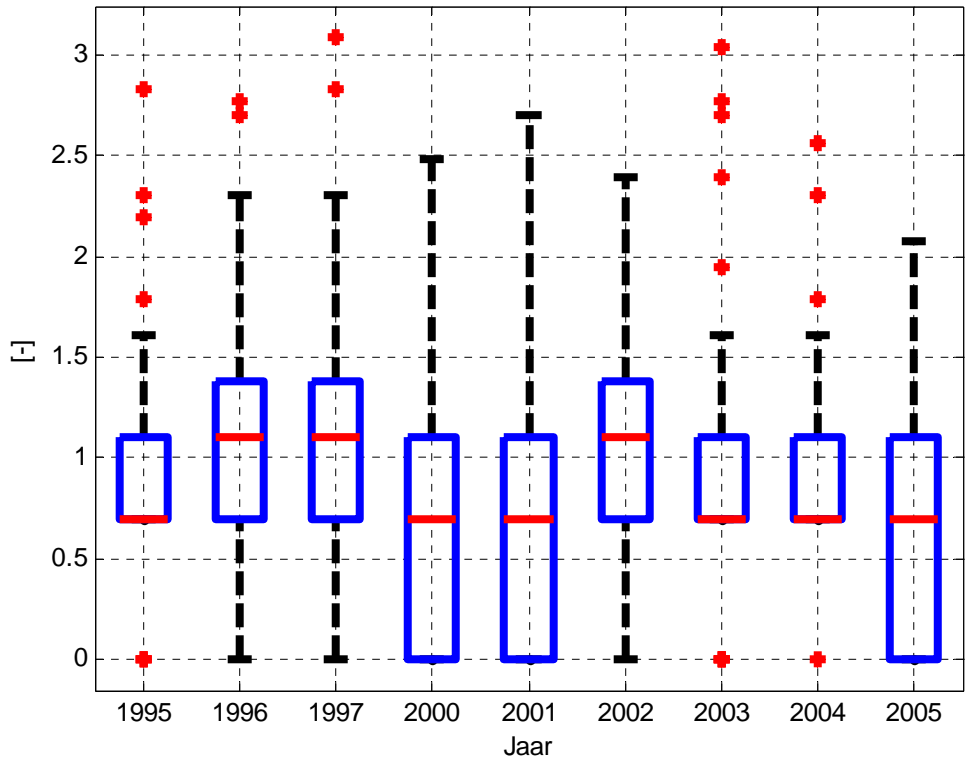


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) B6

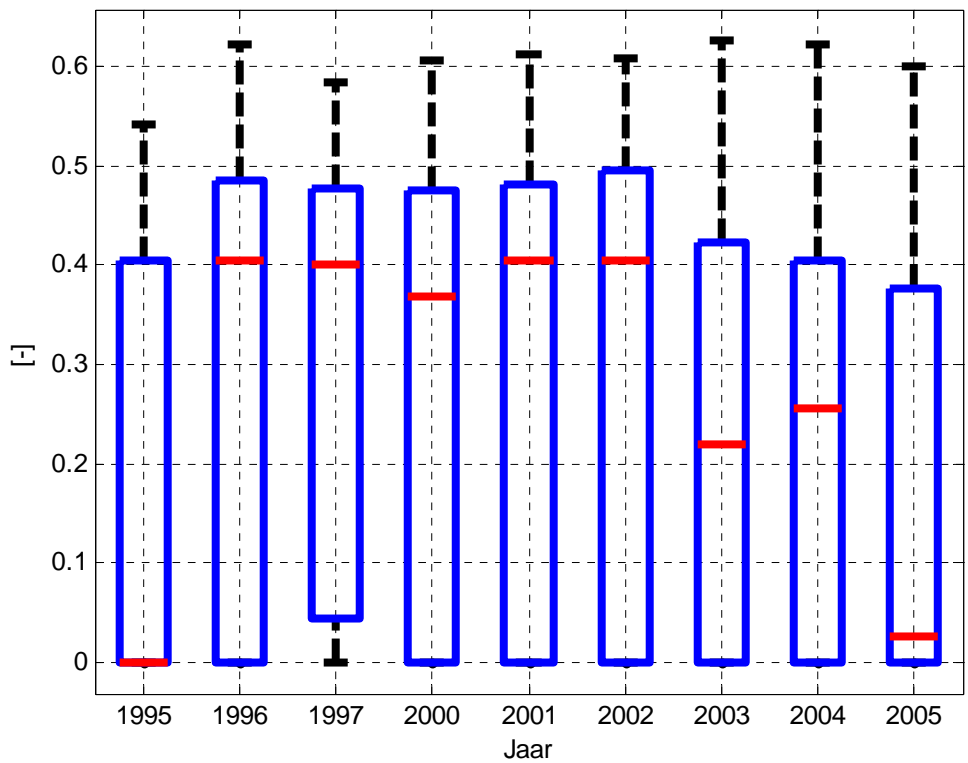


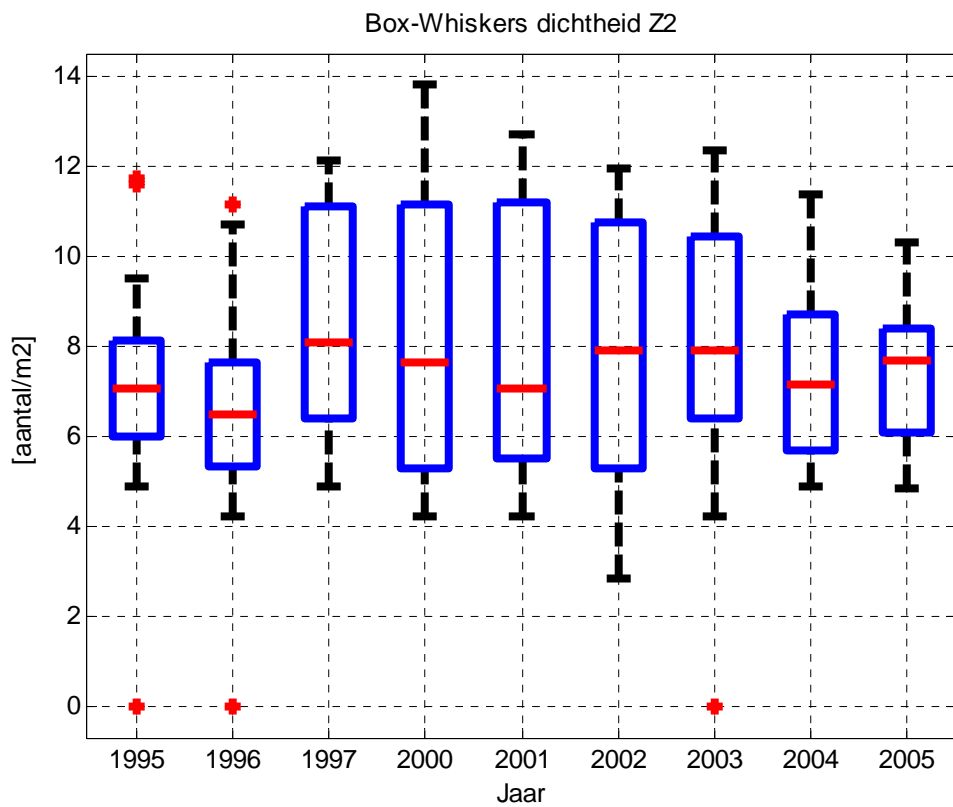
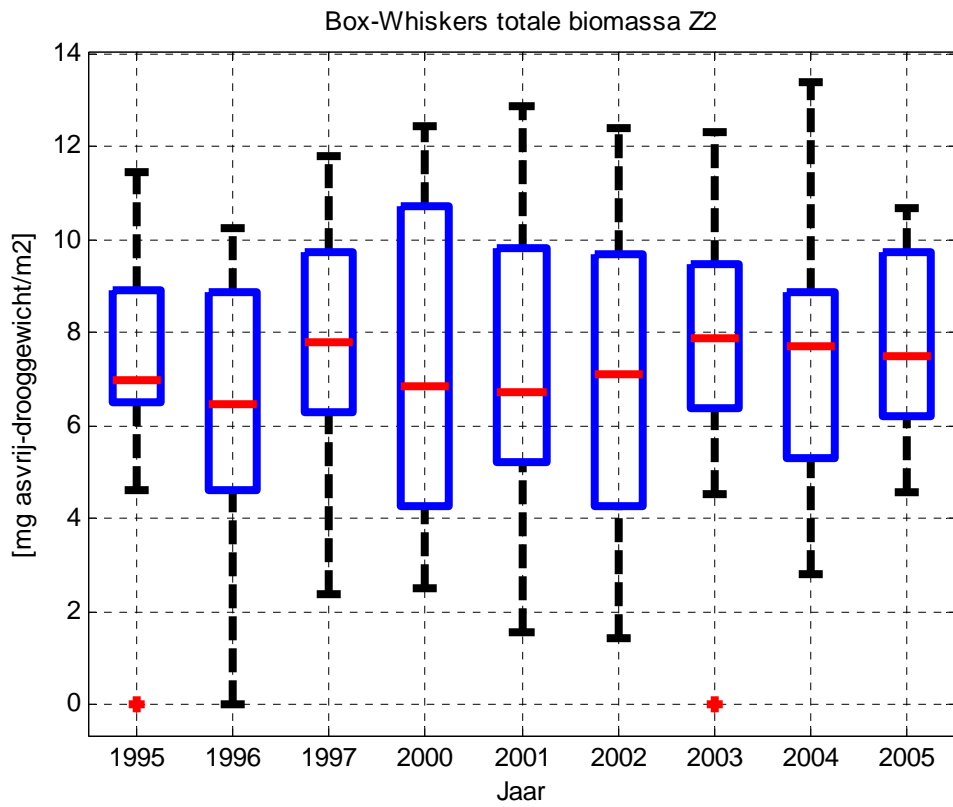


Box-Whiskers aantal soorten Z1

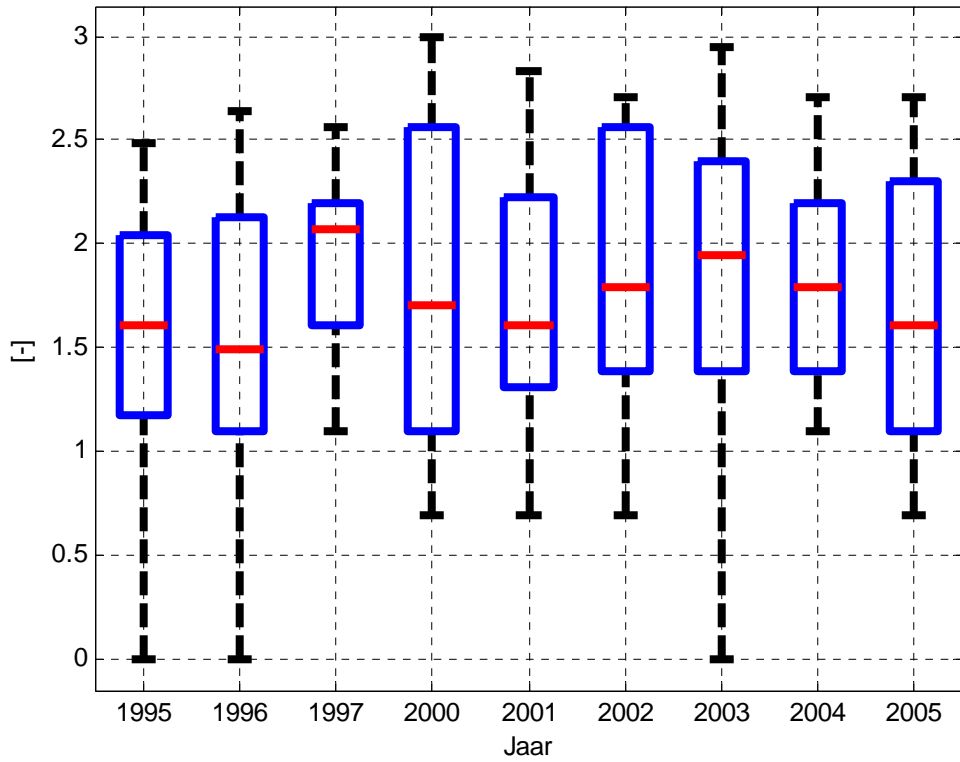


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) Z1

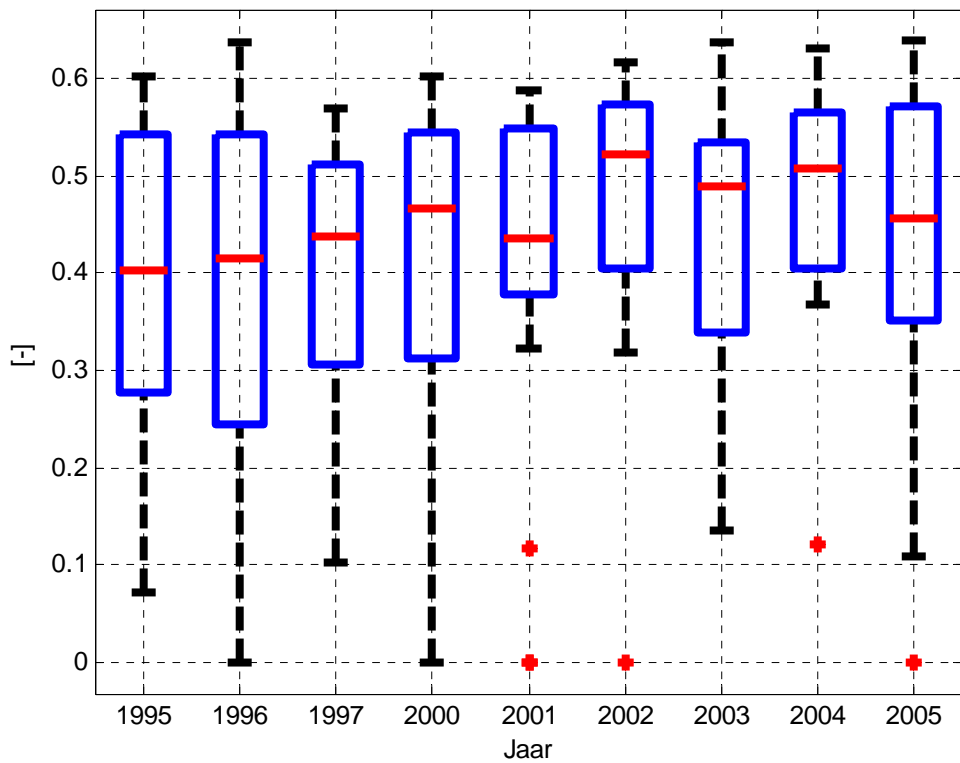




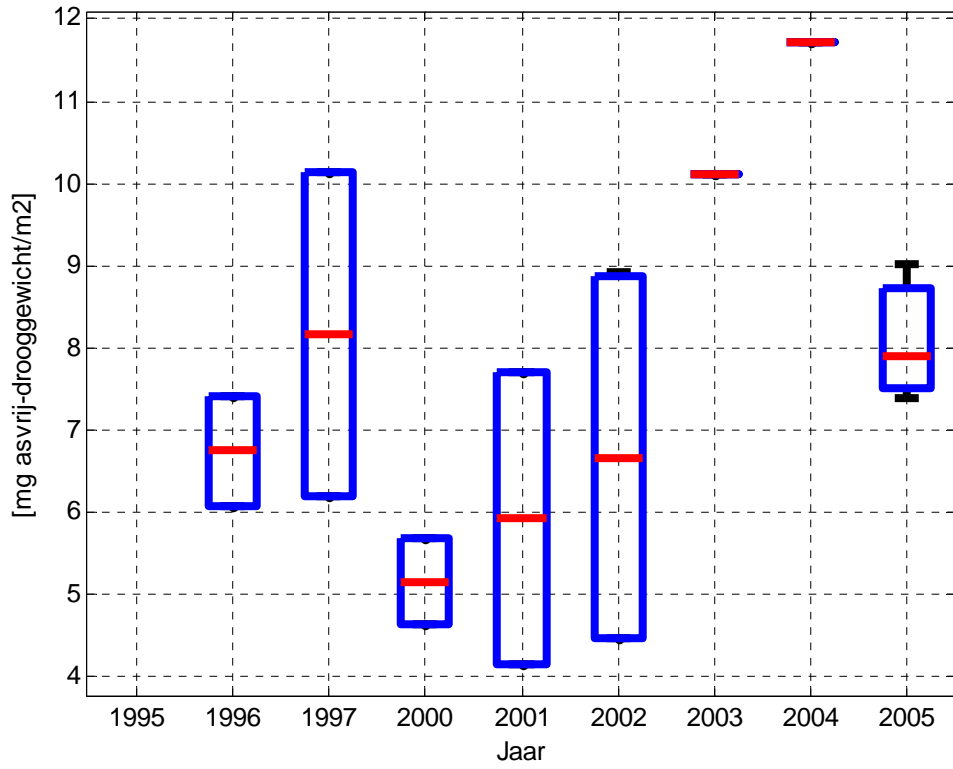
Box-Whiskers aantal soorten Z2



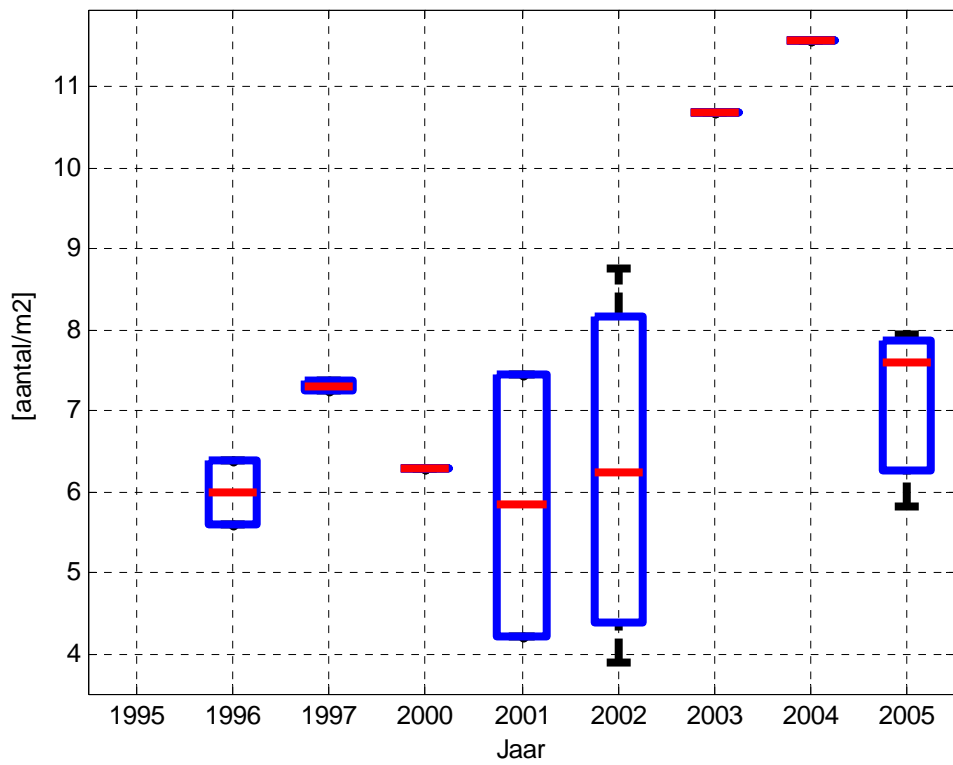
Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) Z2



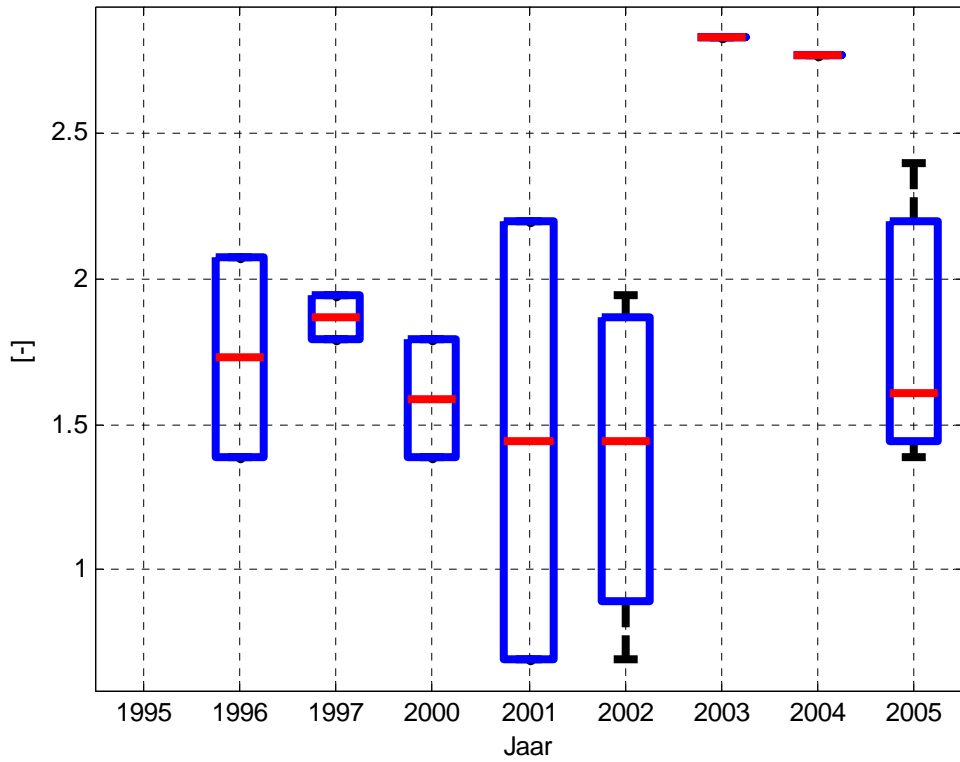
Box-Whiskers totale biomassa Z3



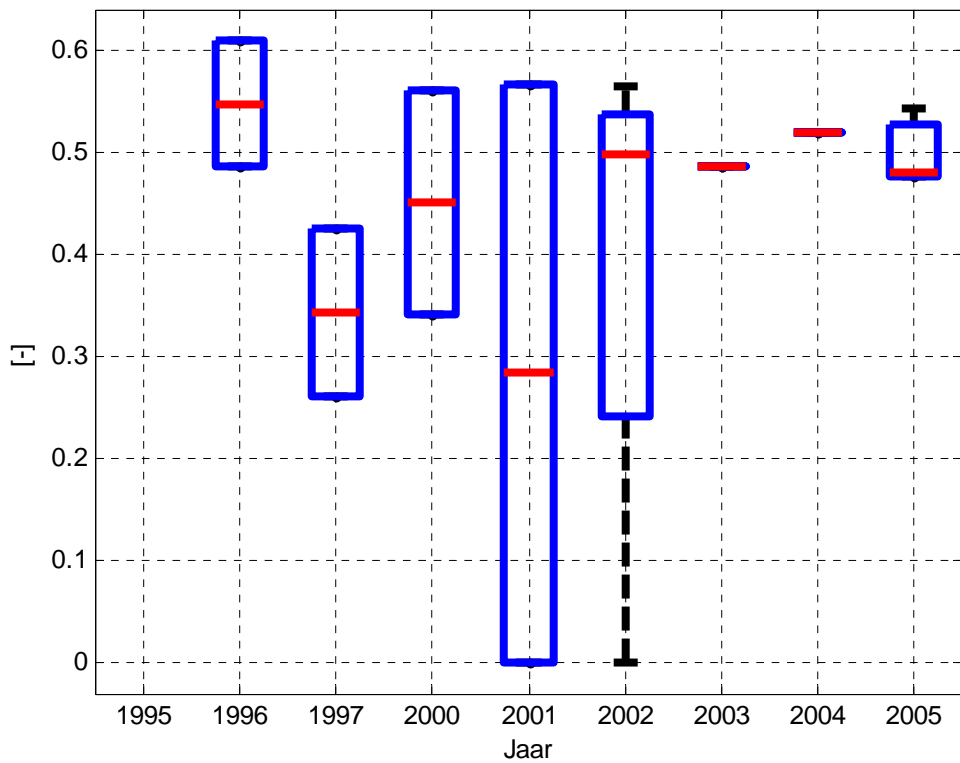
Box-Whiskers dichtheid Z3



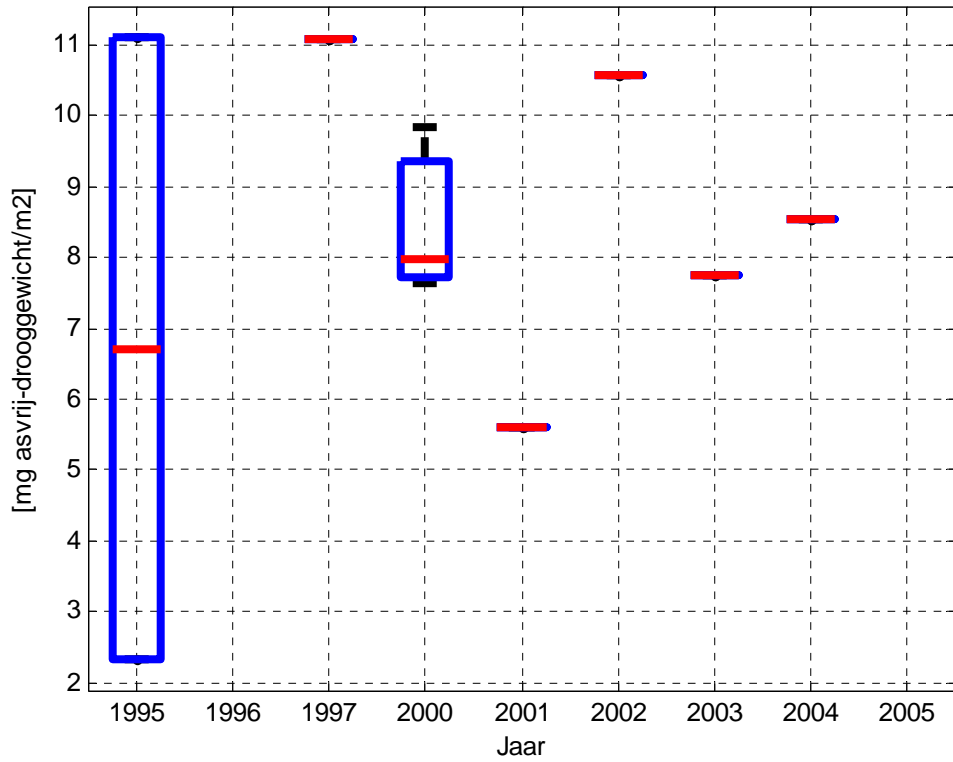
Box-Whiskers aantal soorten Z3



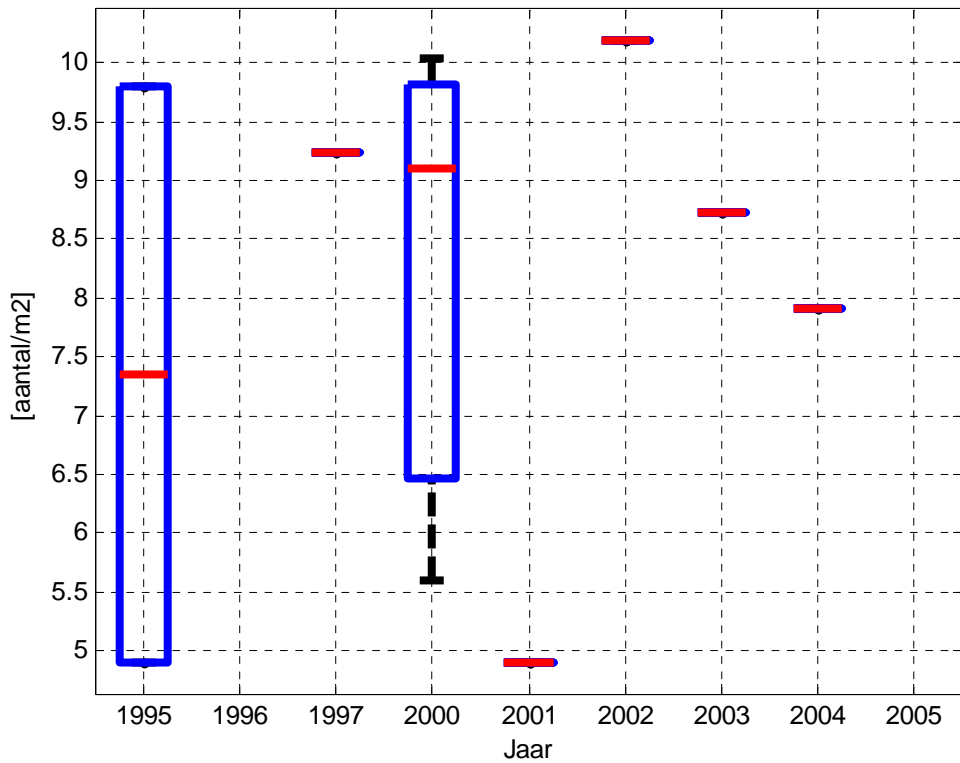
Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) Z3



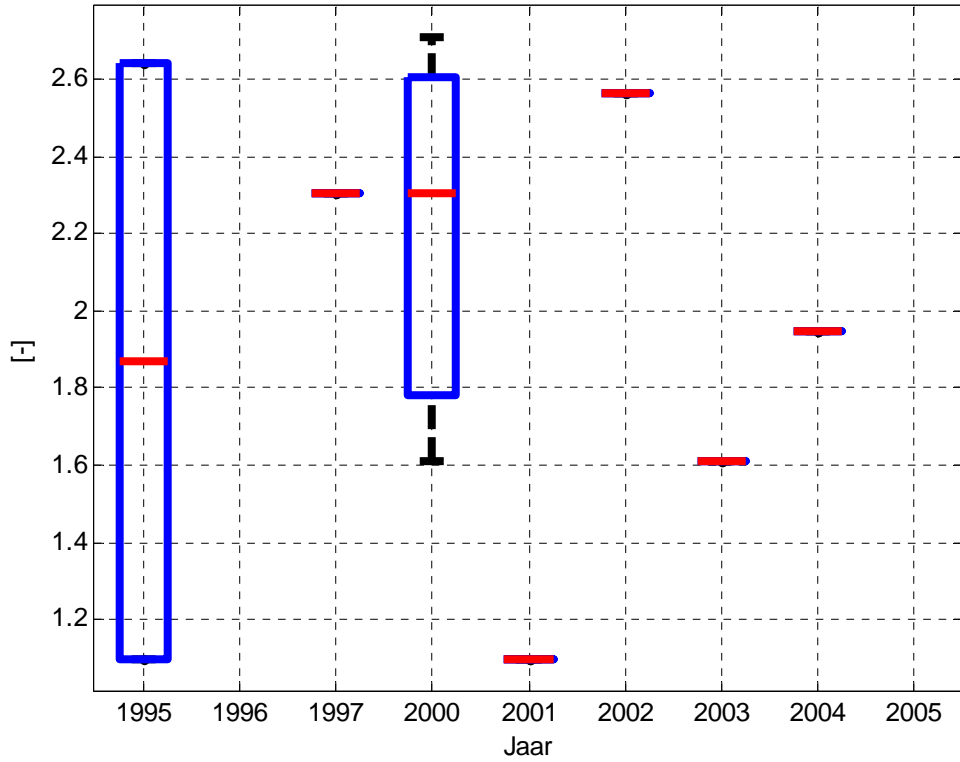
Box-Whiskers totale biomassa Z4



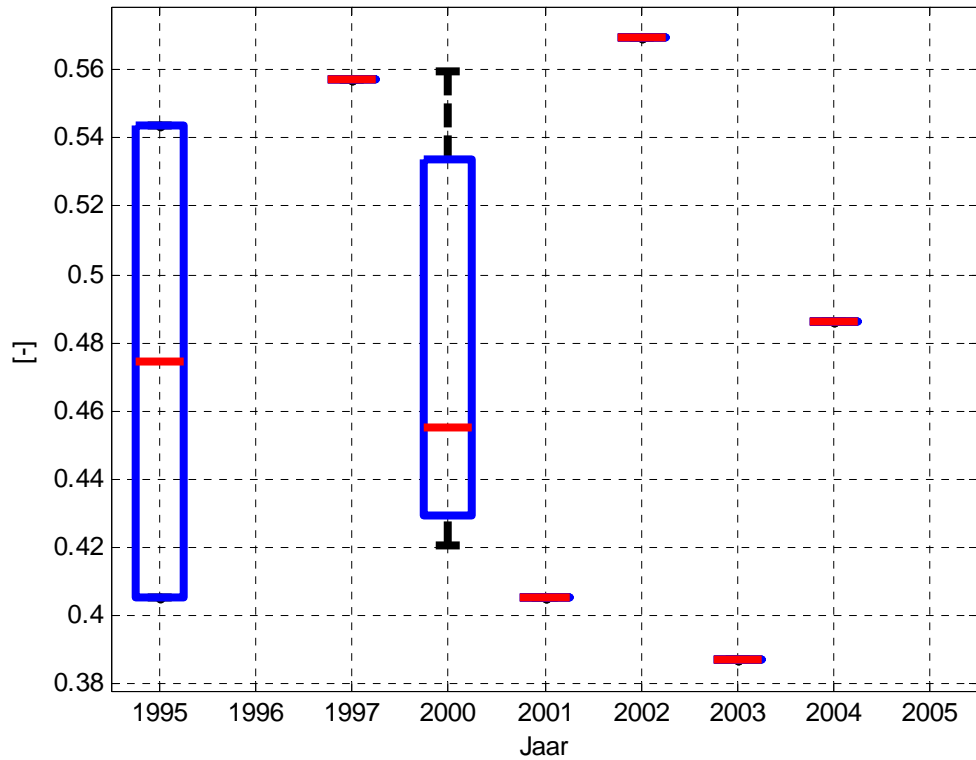
Box-Whiskers dichtheid Z4



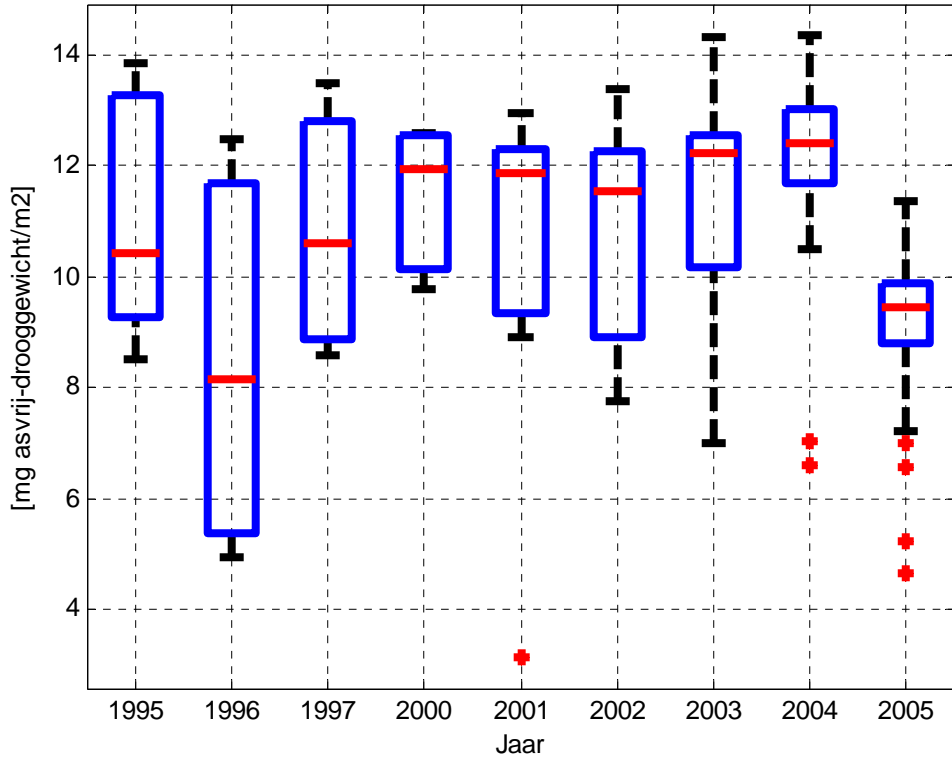
Box-Whiskers aantal soorten Z4



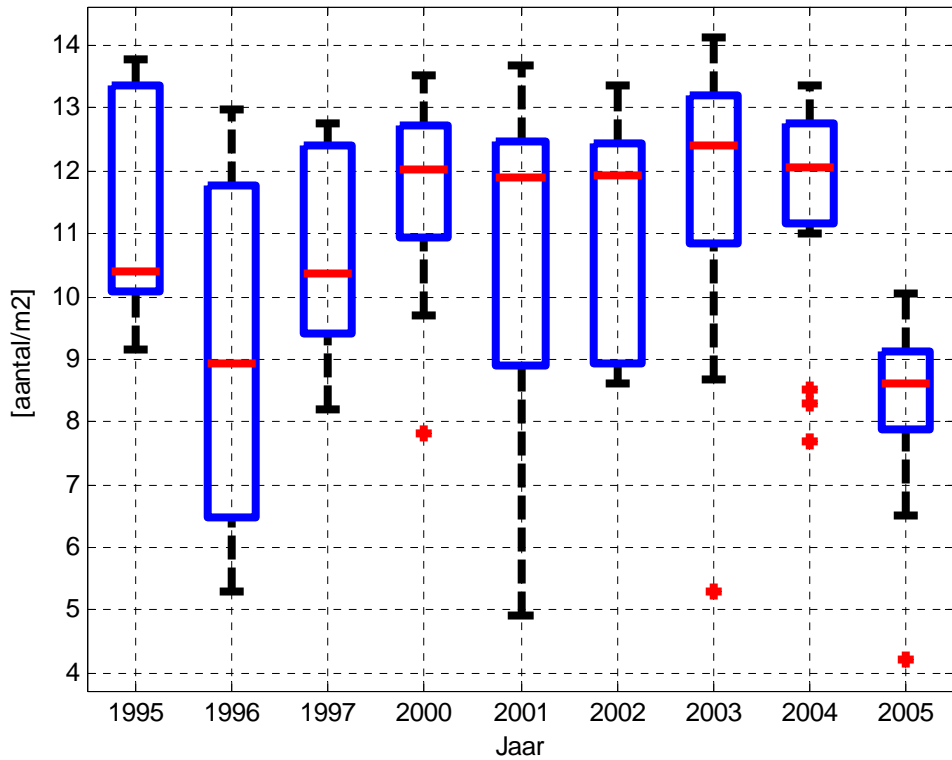
Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) Z4



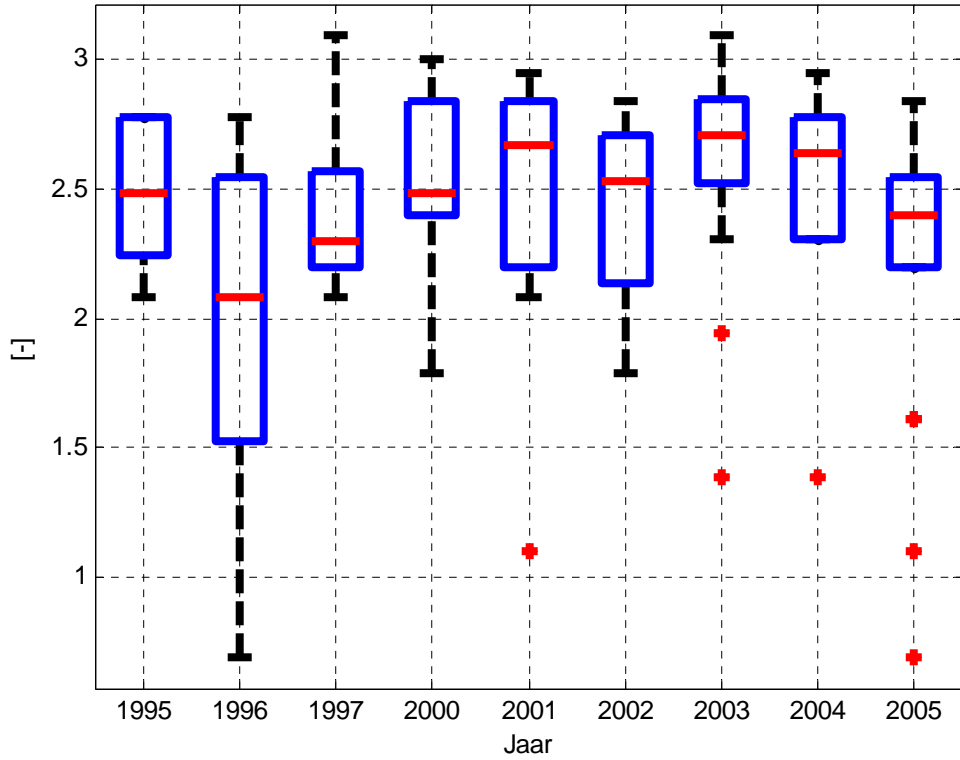
Box-Whiskers totale biomassa Z5



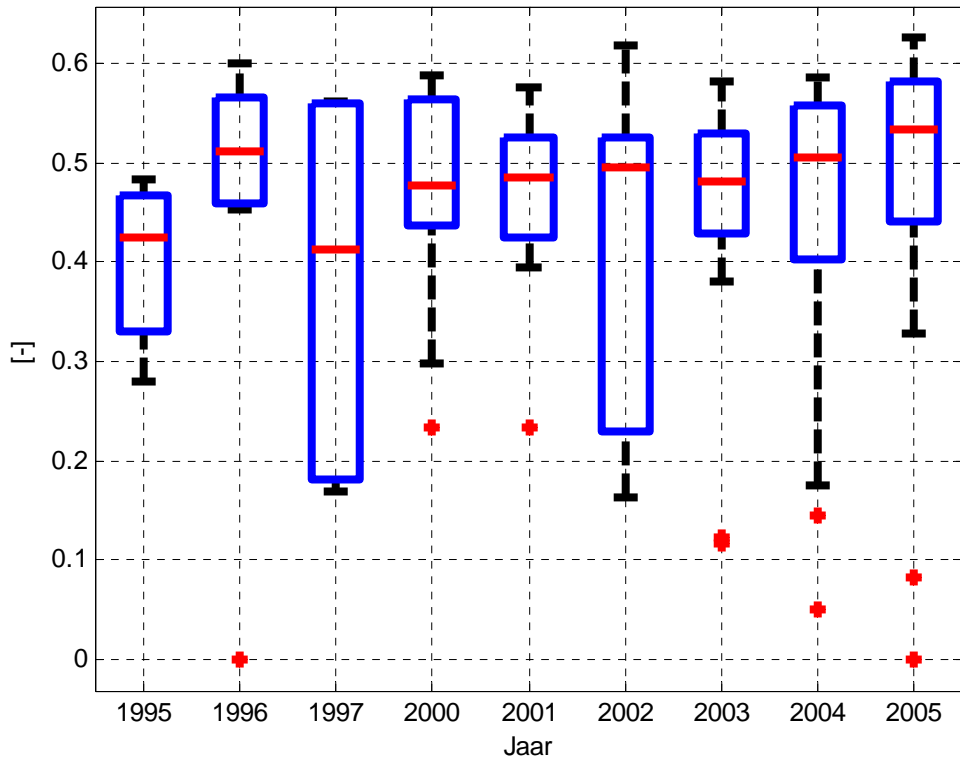
Box-Whiskers dichtheid Z5



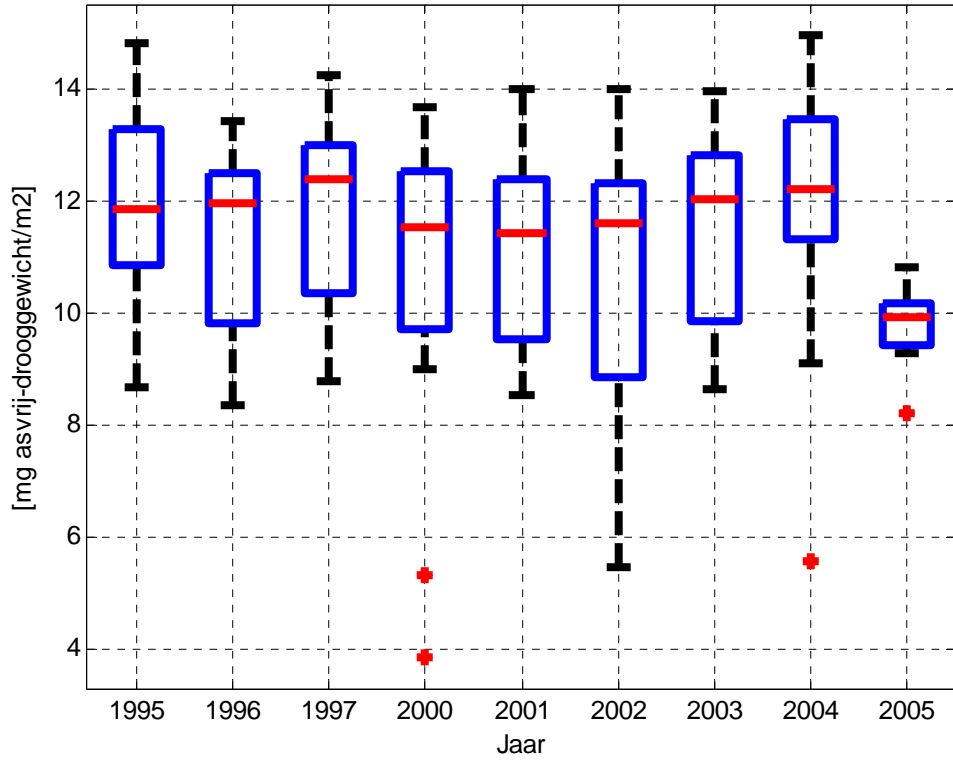
Box-Whiskers aantal soorten Z5



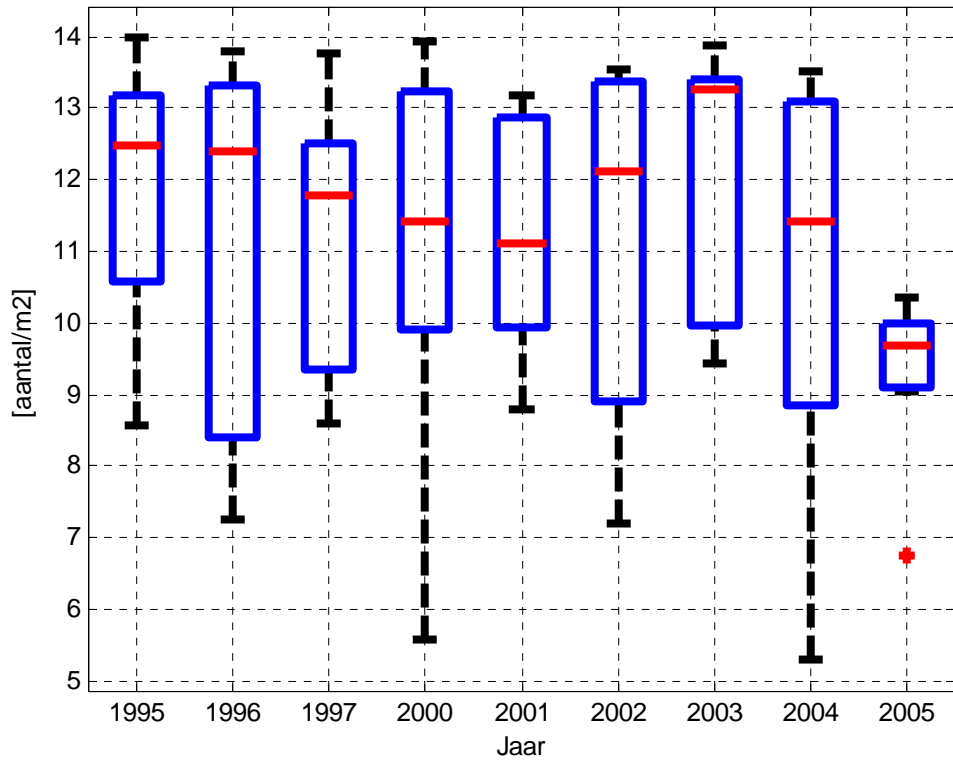
Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) Z5



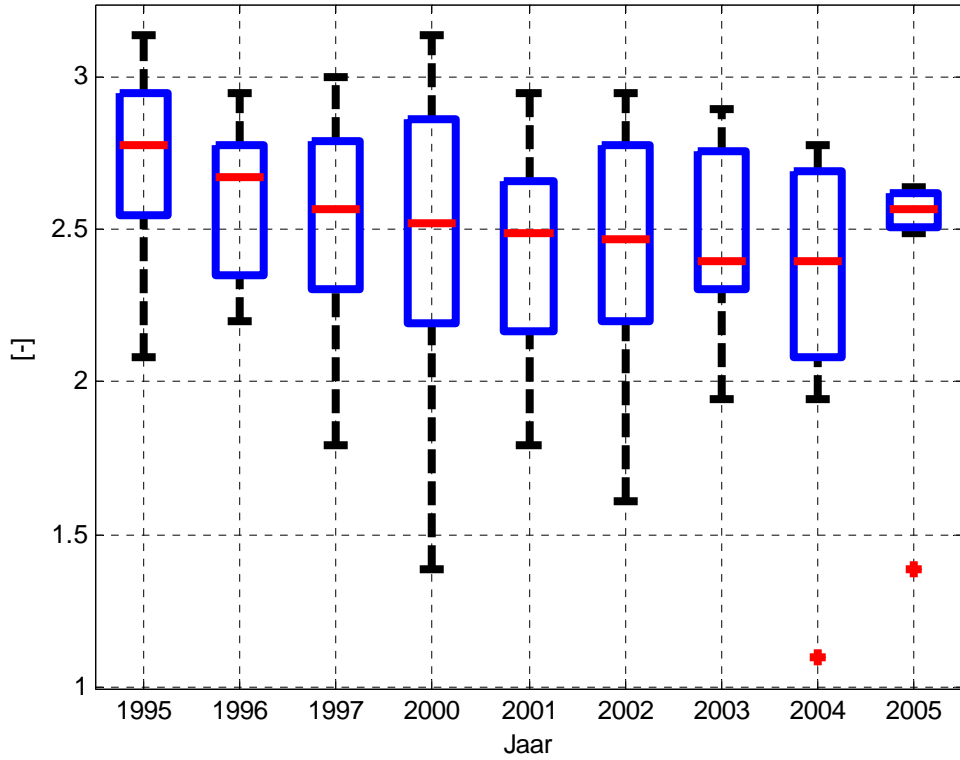
Box-Whiskers totale biomassa Z6



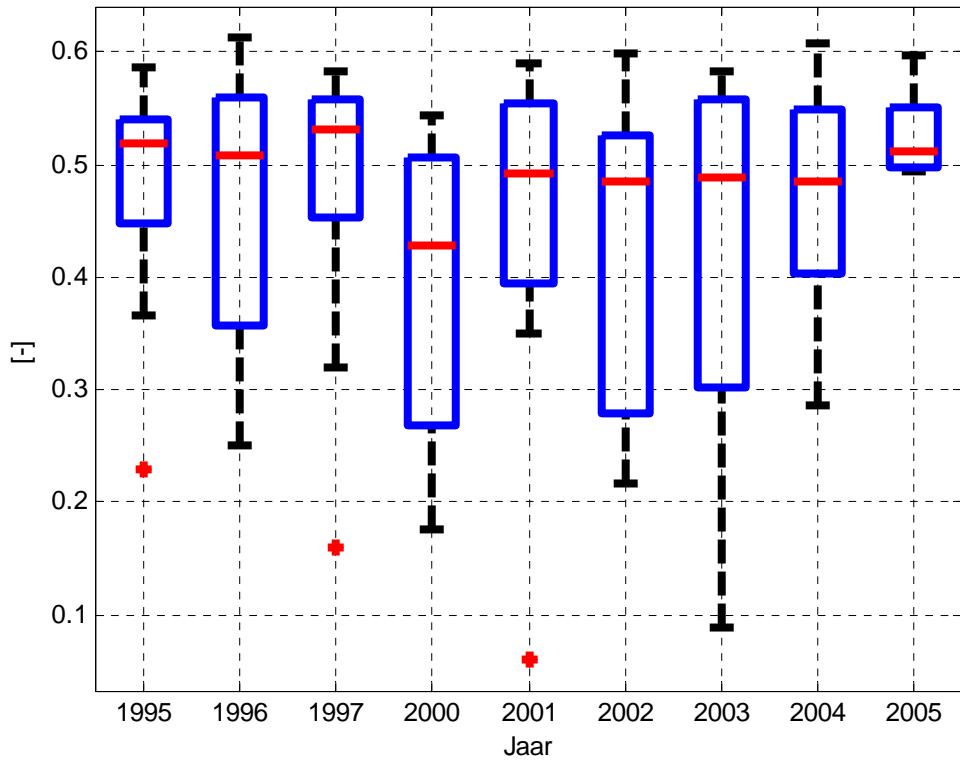
Box-Whiskers dichtheid Z6



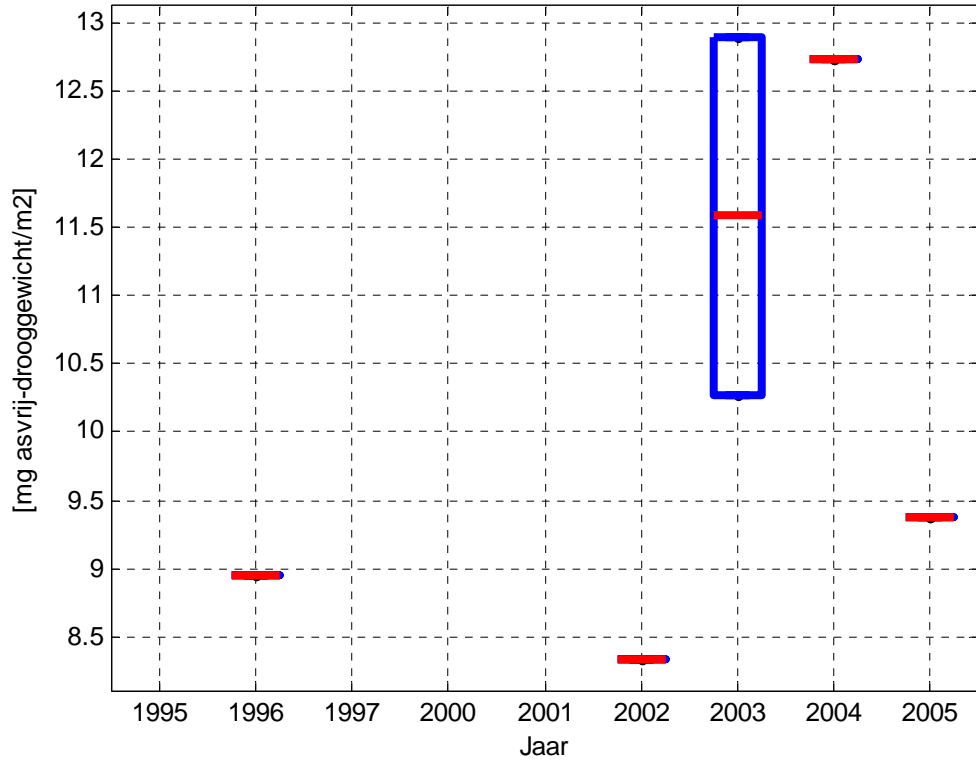
Box-Whiskers aantal soorten Z6



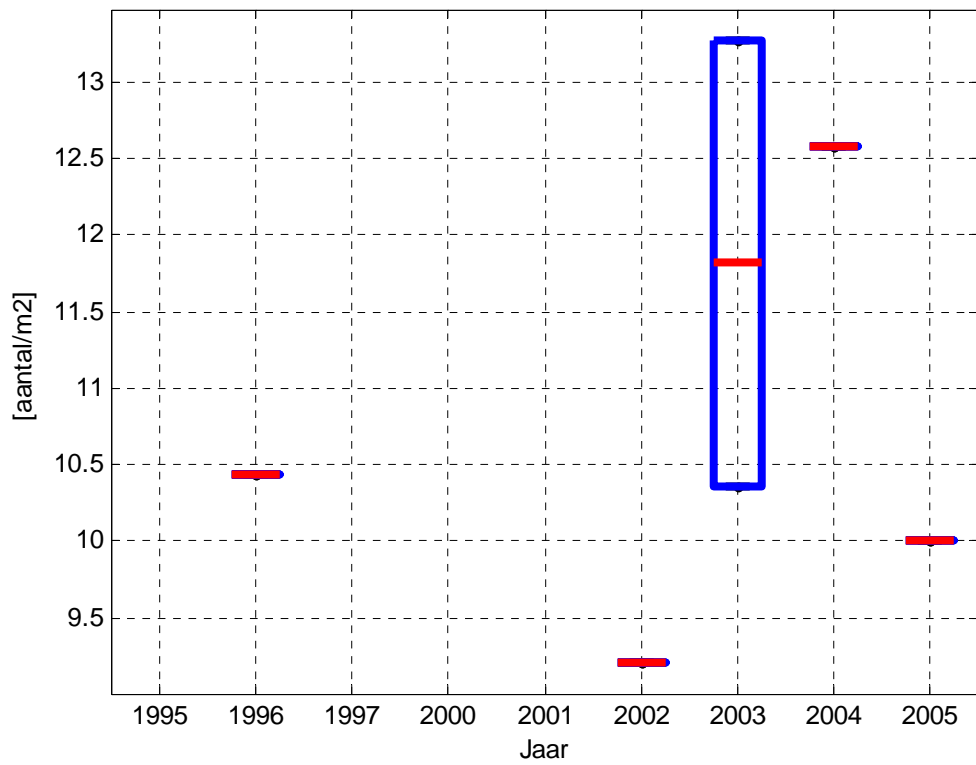
Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) Z6



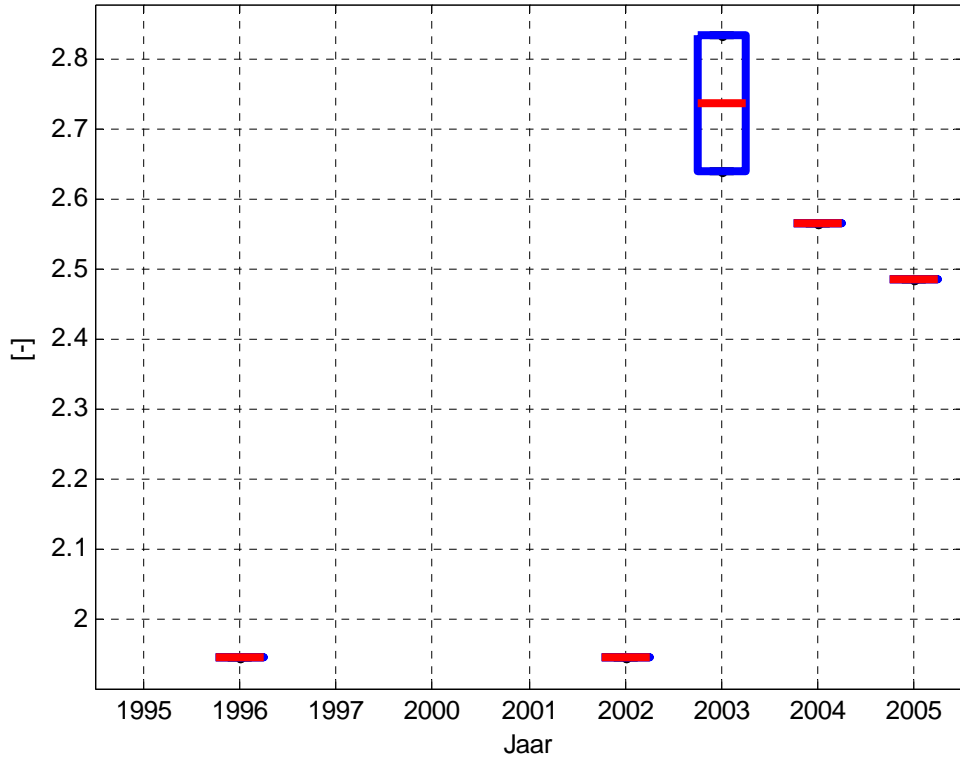
Box-Whiskers totale biomassa Z7



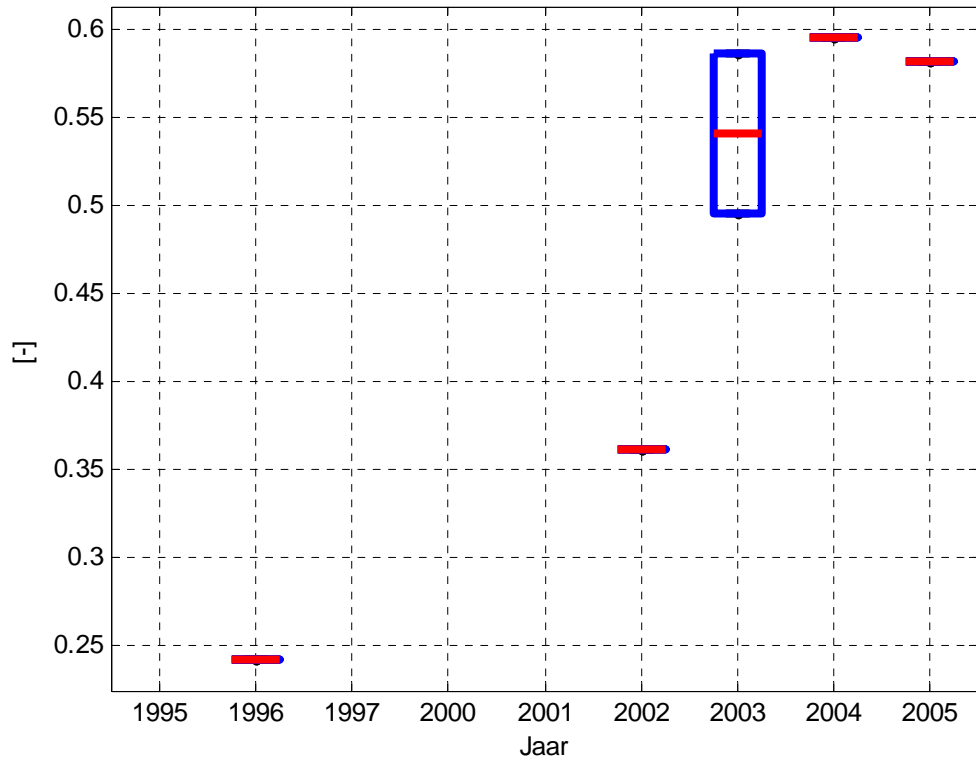
Box-Whiskers dichtheid Z7



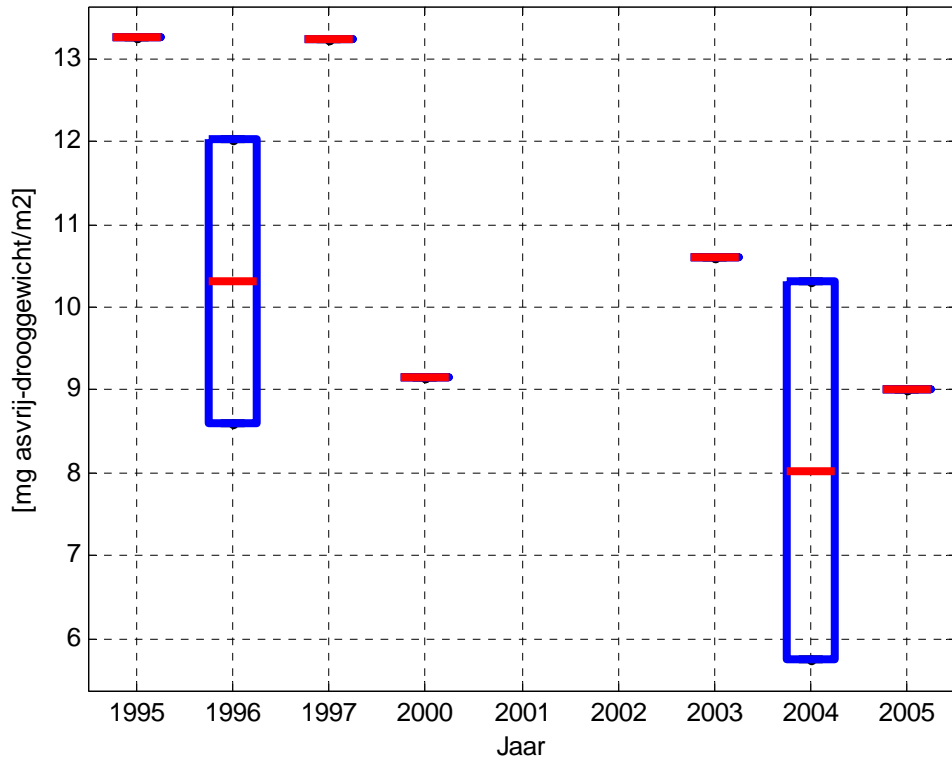
Box-Whiskers aantal soorten Z7



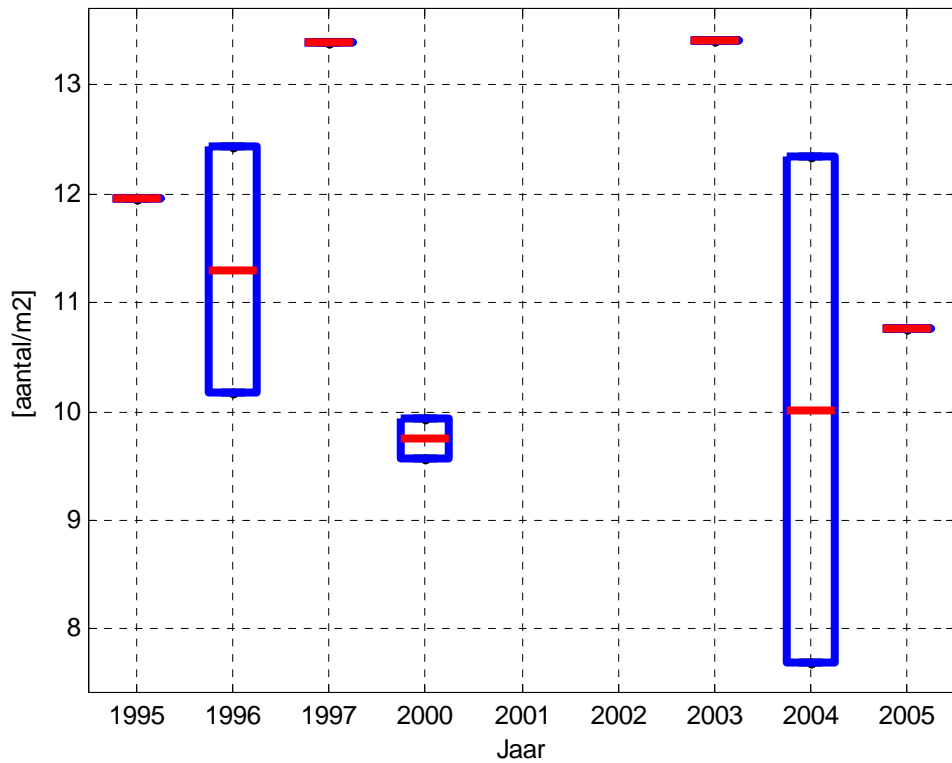
Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) Z7



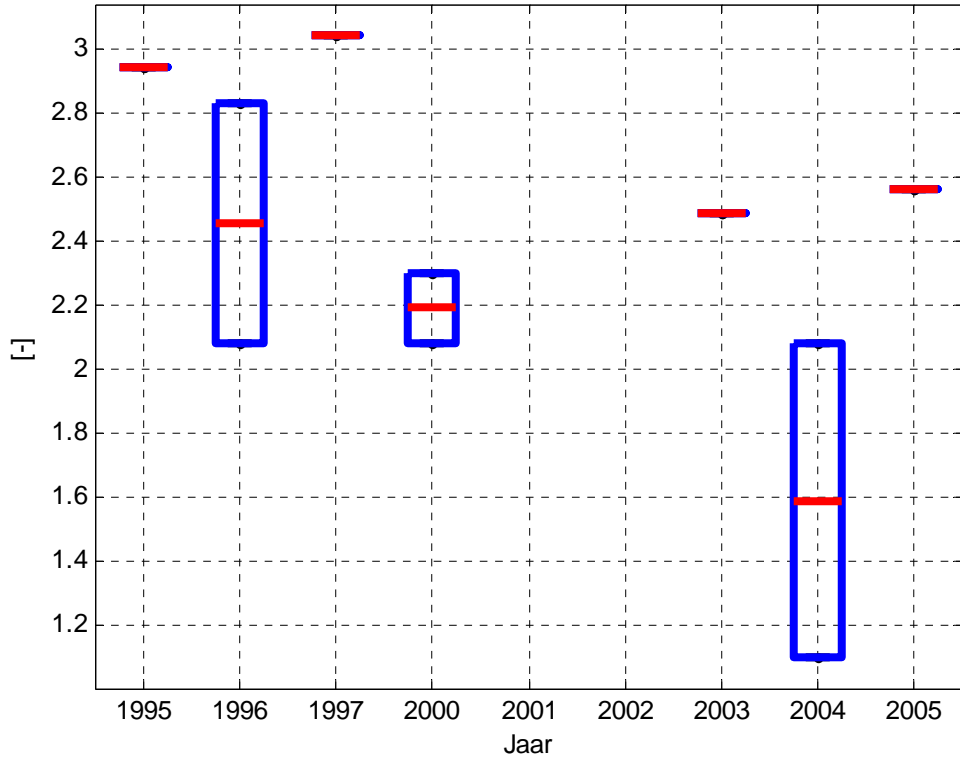
Box-Whiskers totale biomassa Z8



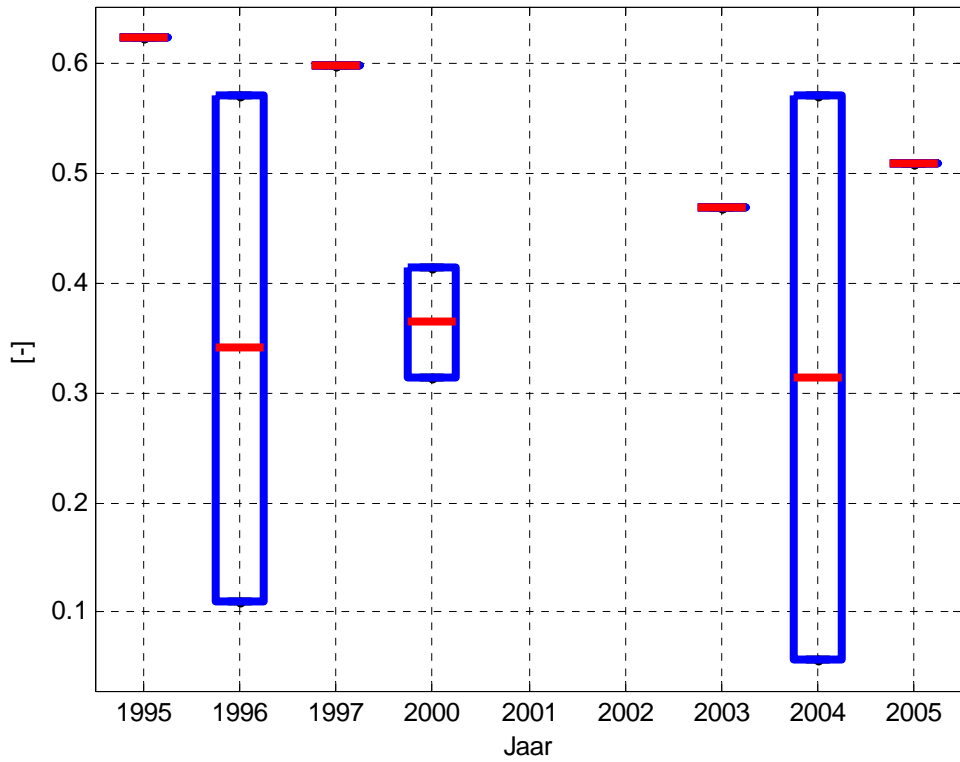
Box-Whiskers dichtheid Z8



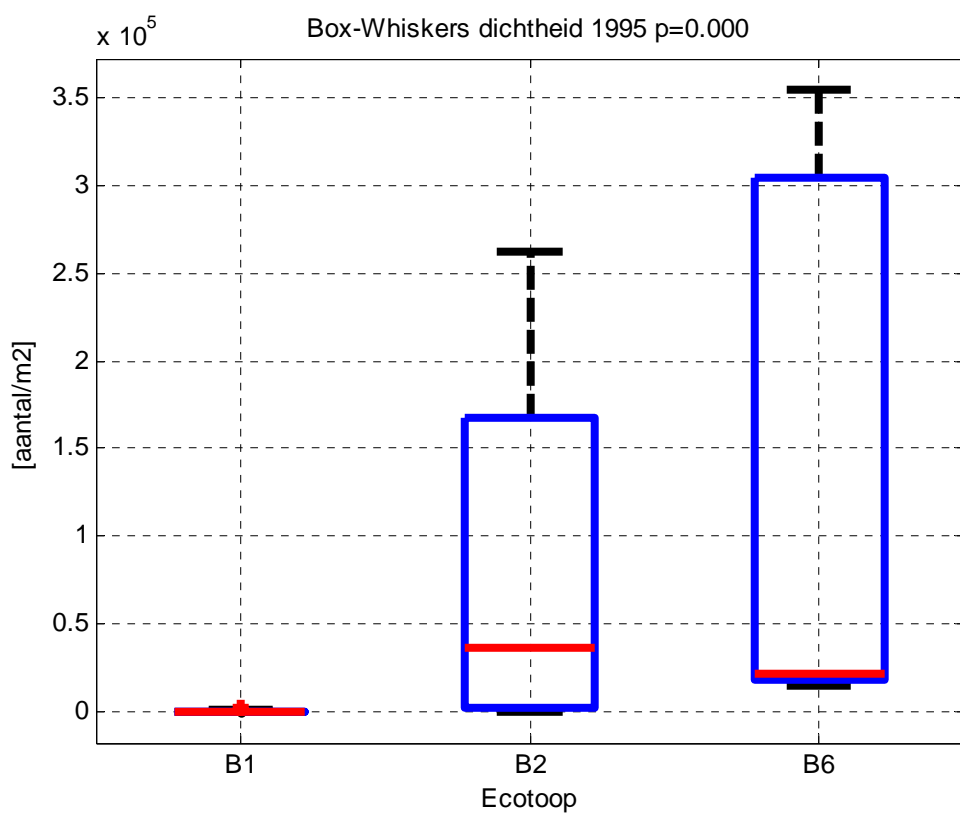
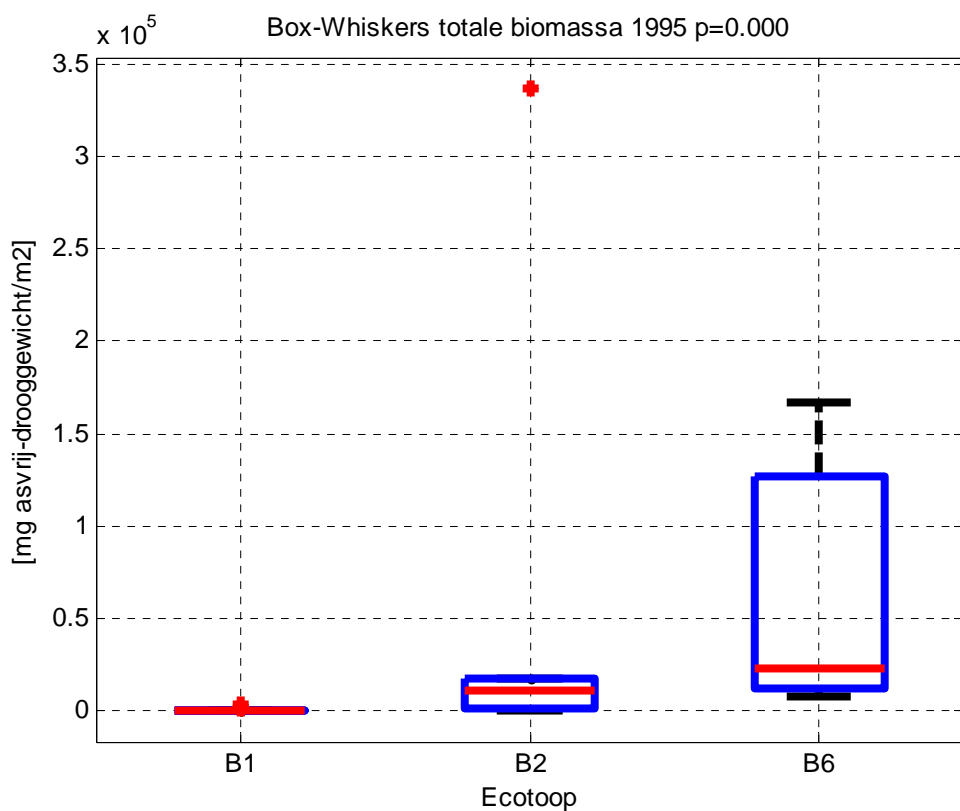
Box-Whiskers aantal soorten Z8



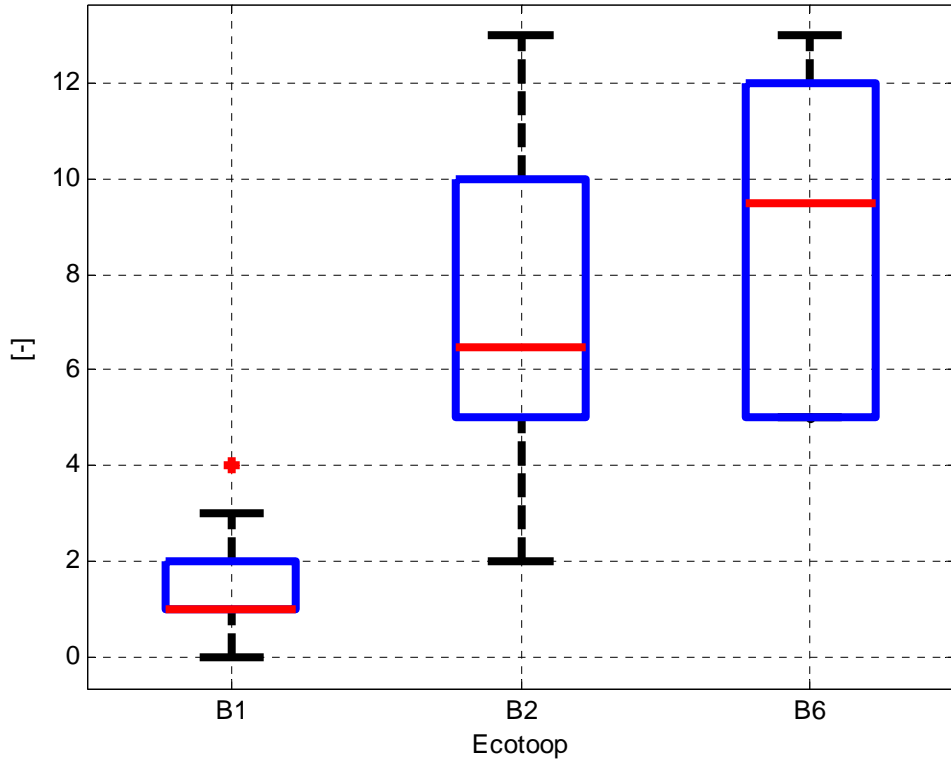
Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) Z8



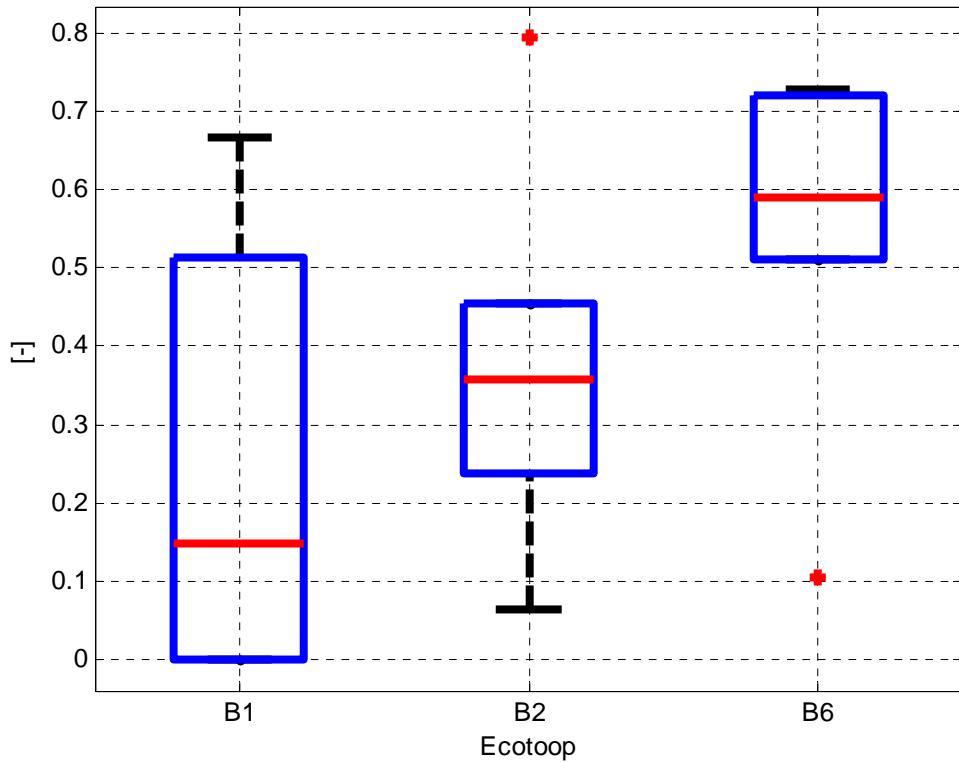
Bijlage 2: Box-whisker-plots per jaar en Kruskal-Wallis-p

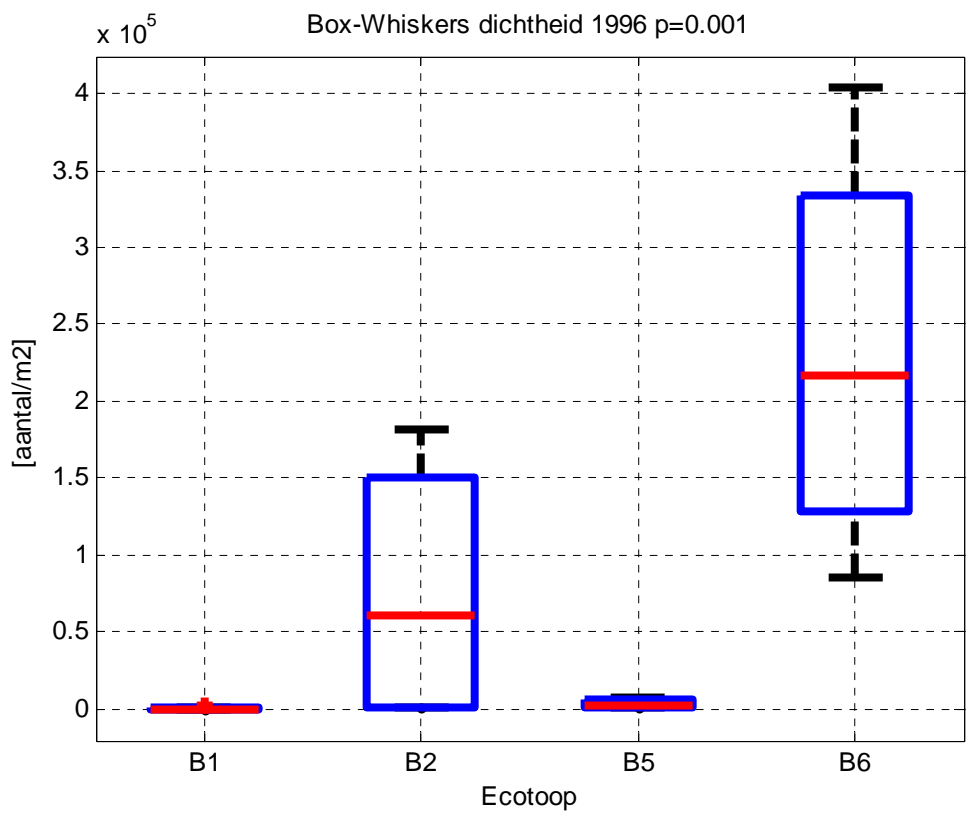
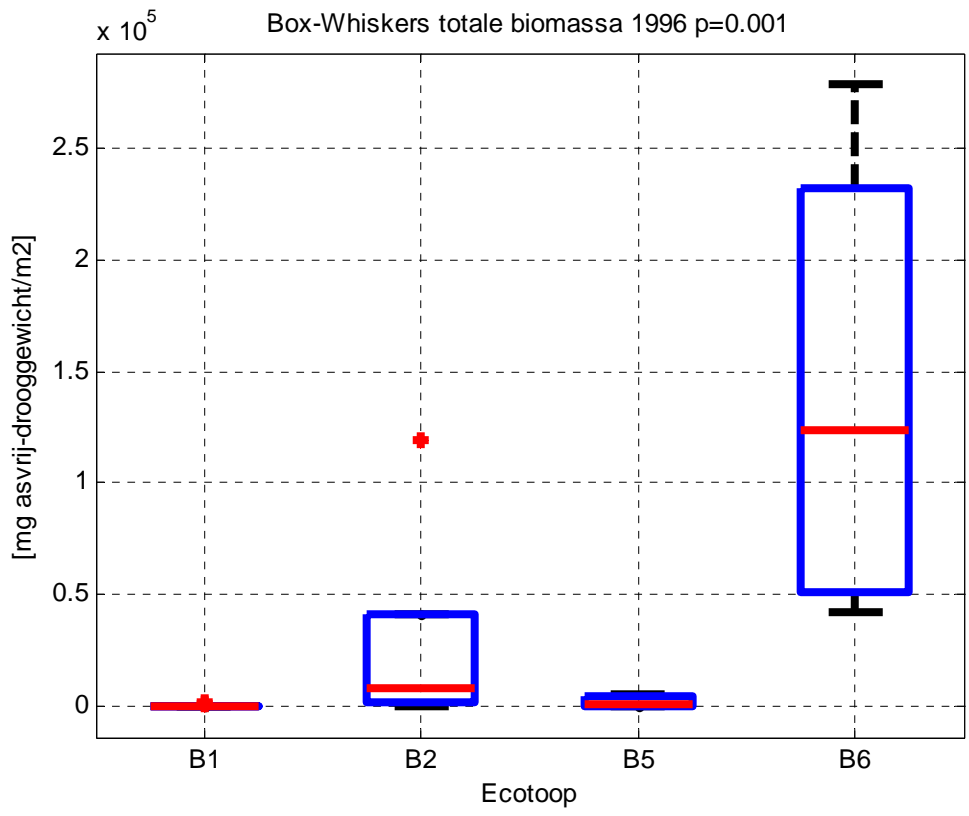


Box-Whiskers aantal soorten 1995 $p=0.000$

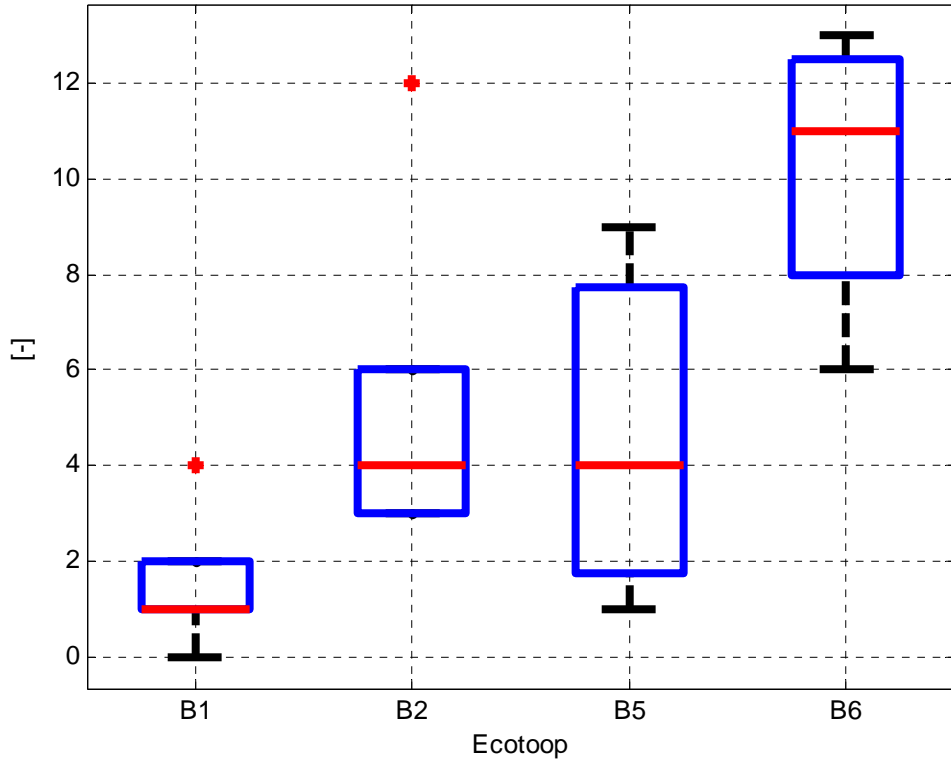


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 1995 $p=0.087$

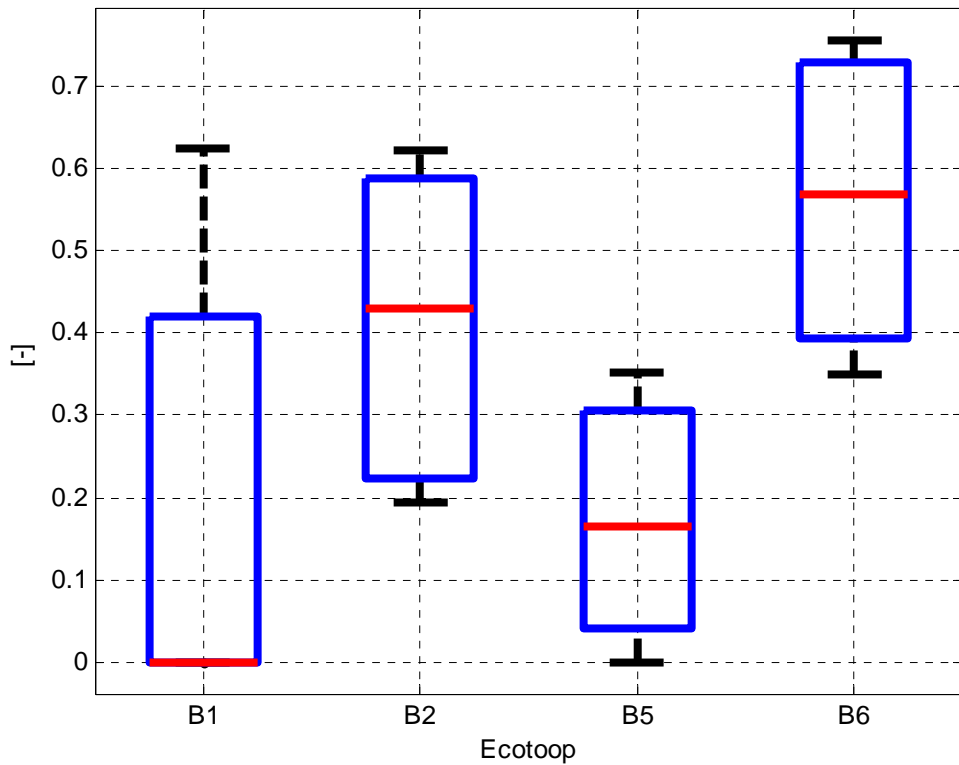


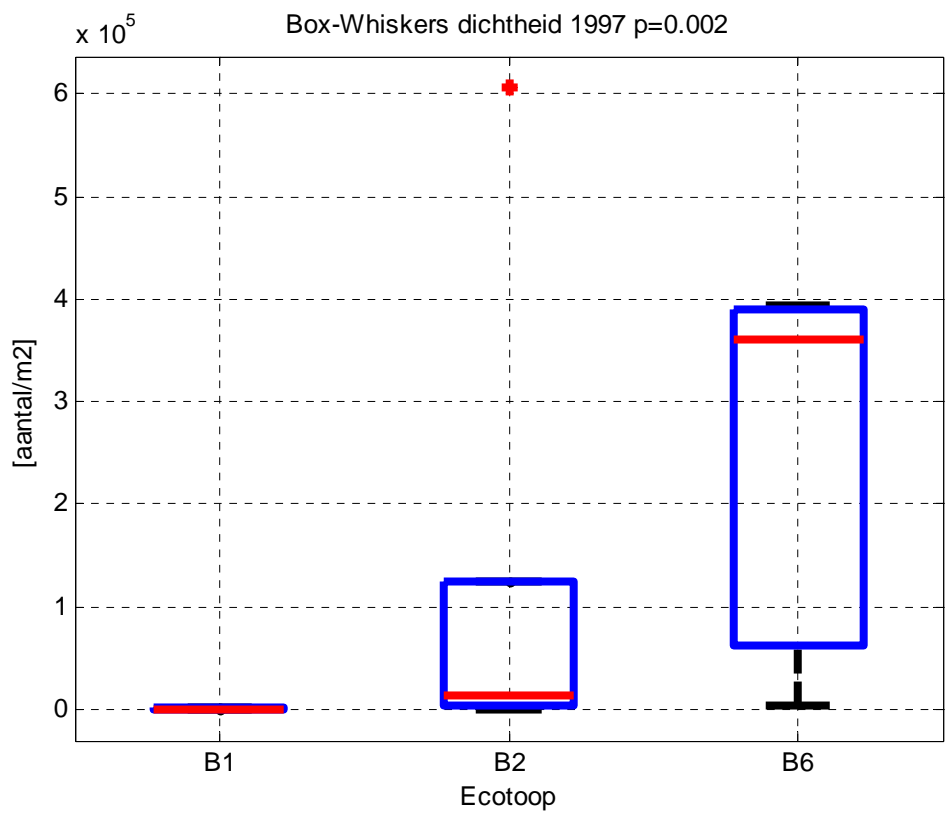
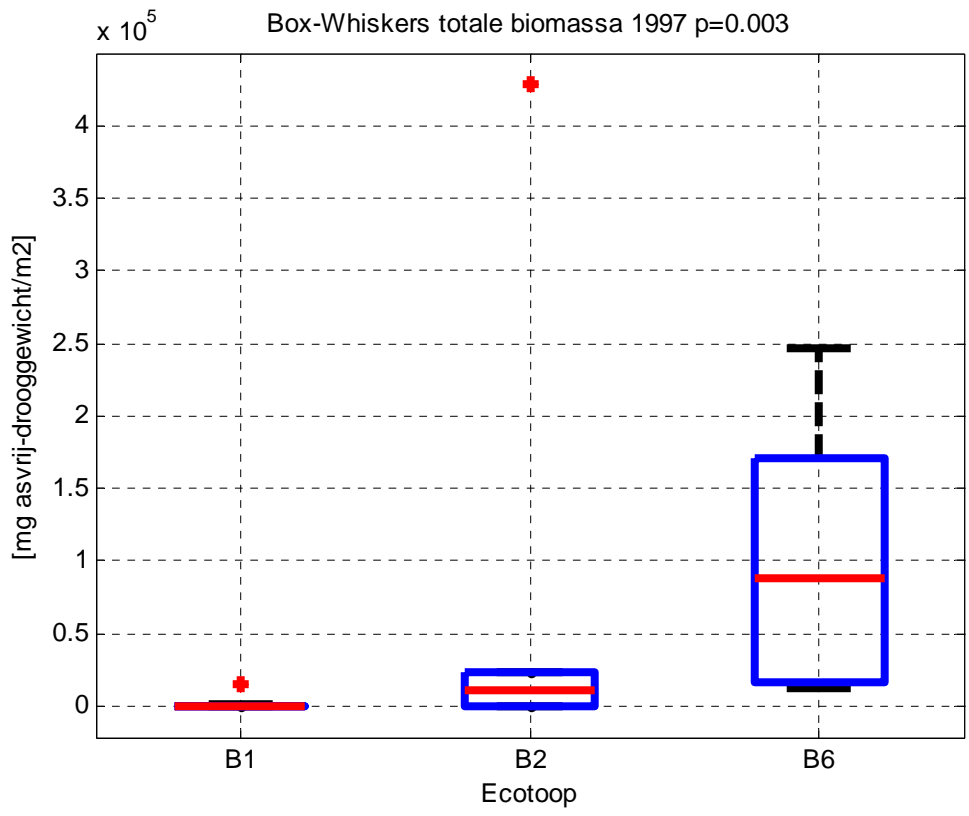


Box-Whiskers aantal soorten 1996 $p=0.002$

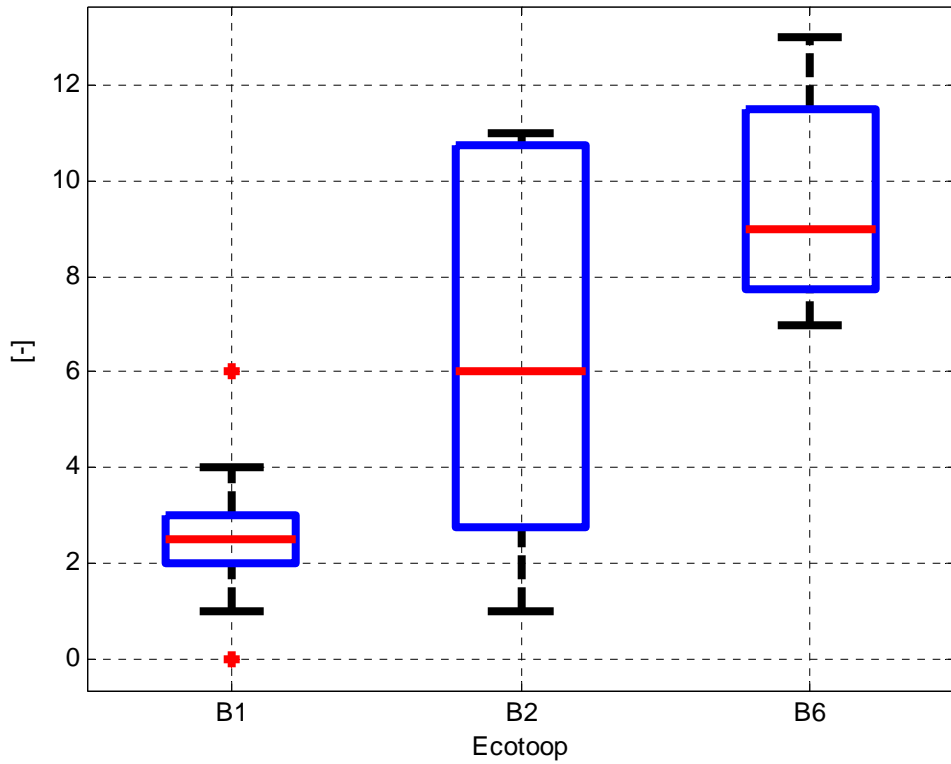


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 1996 $p=0.049$

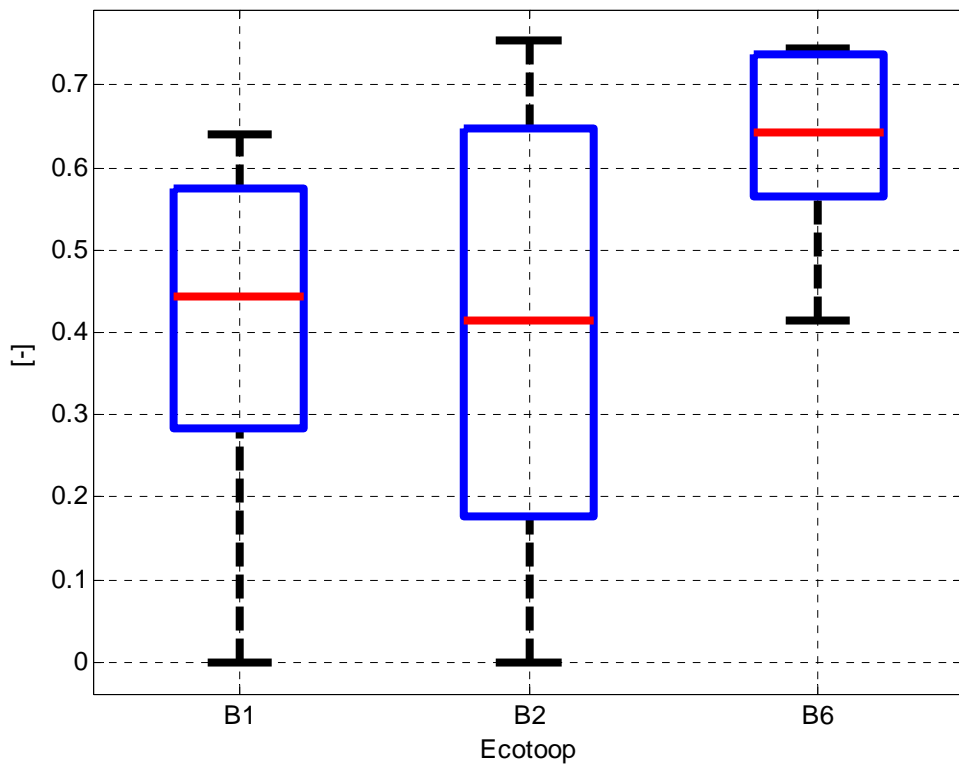


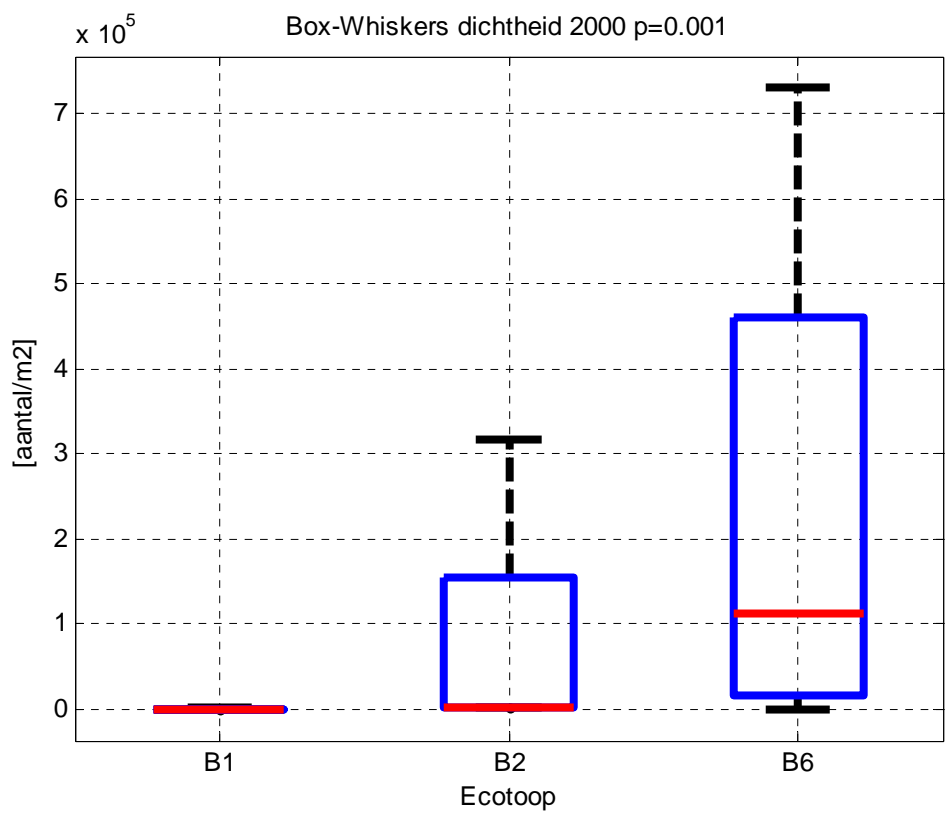
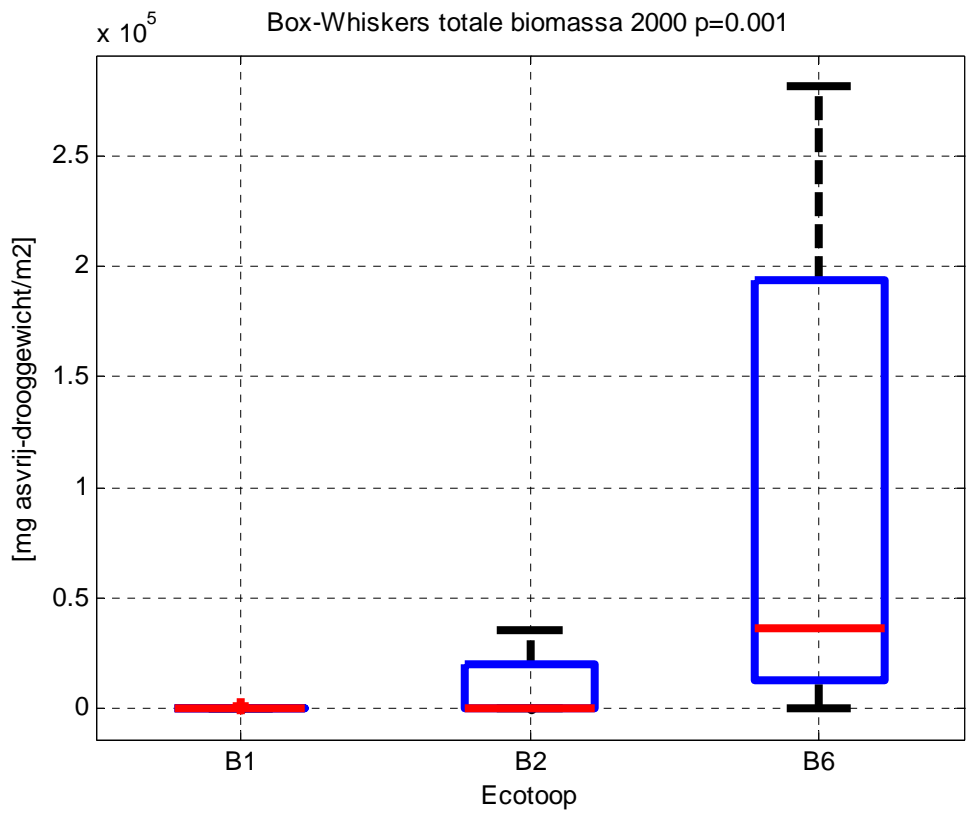


Box-Whiskers aantal soorten 1997 $p=0.007$

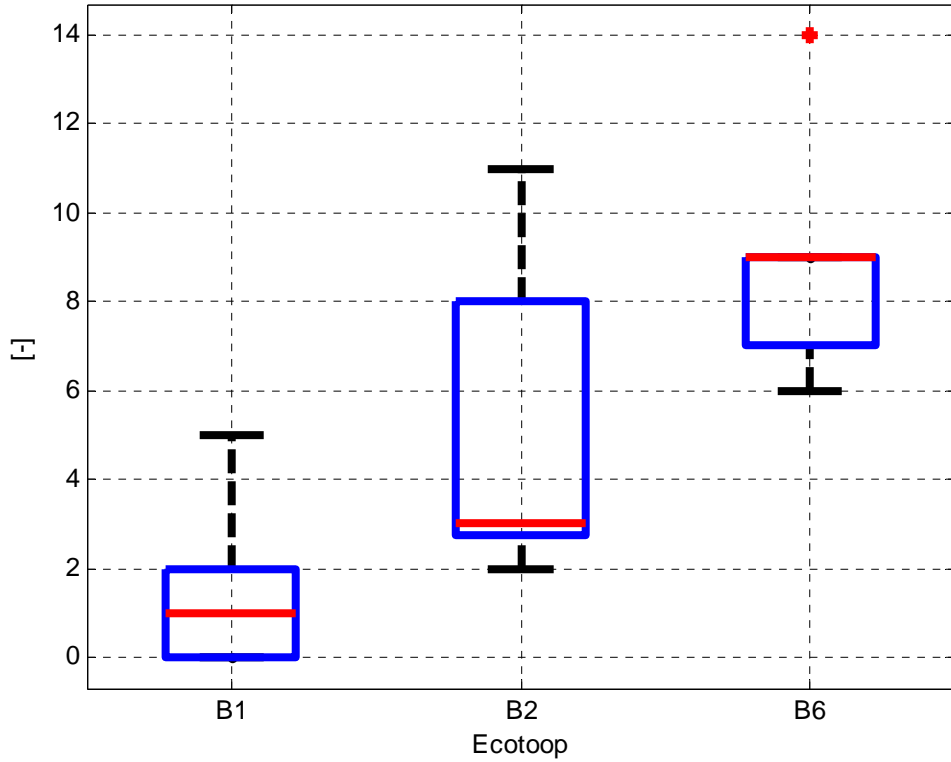


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 1997 $p=0.133$

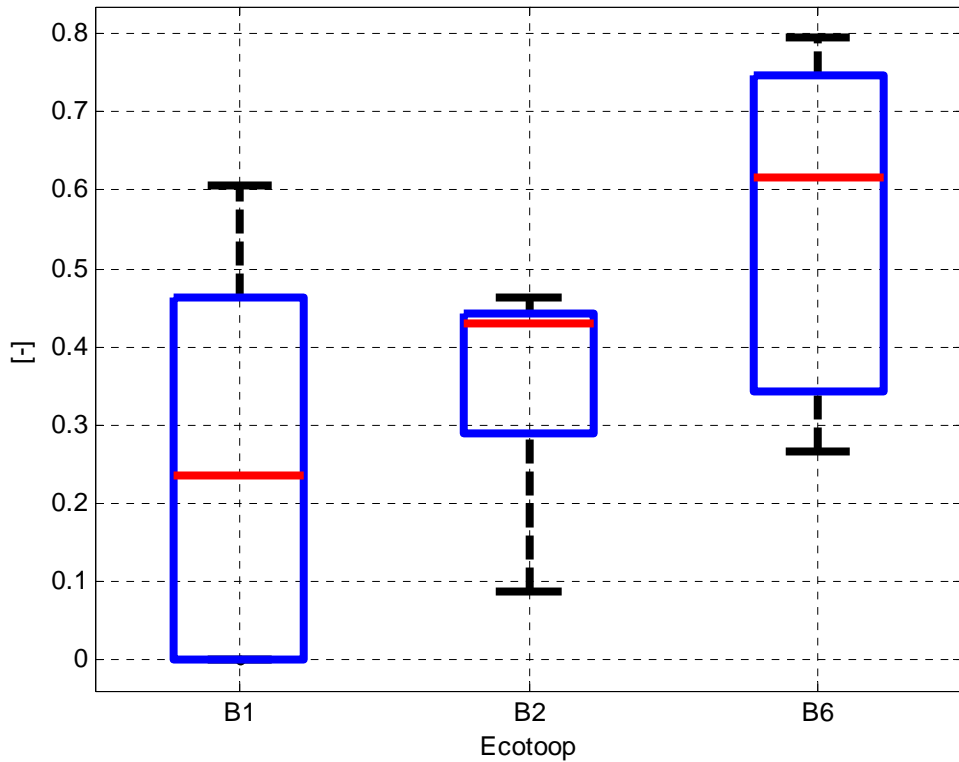


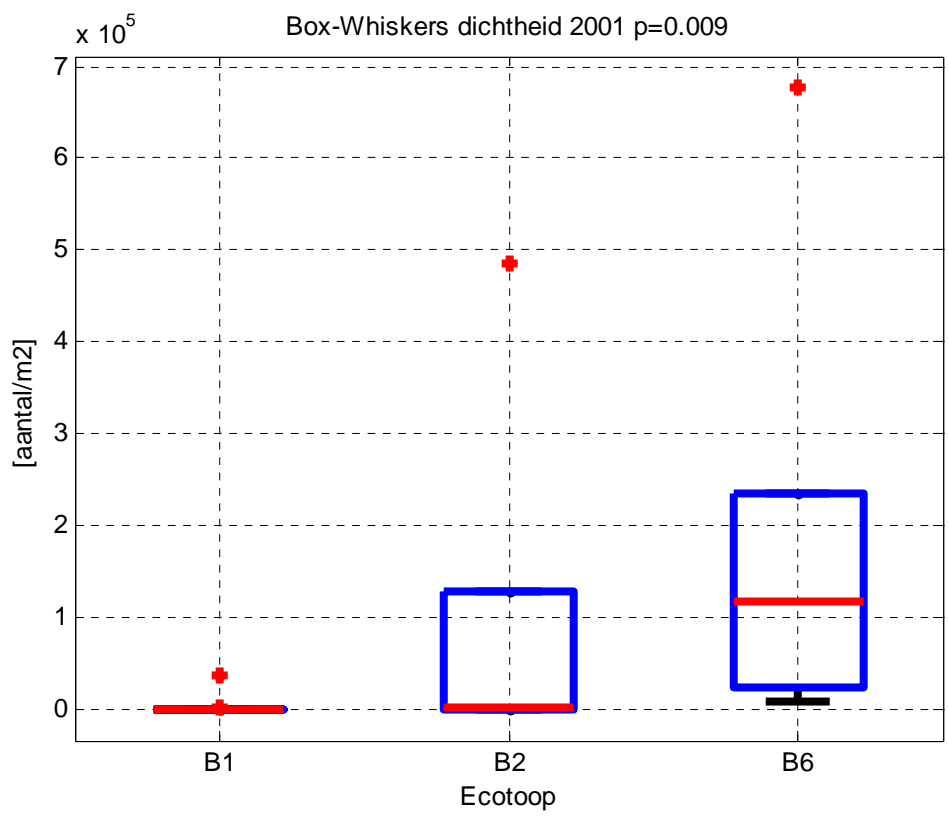
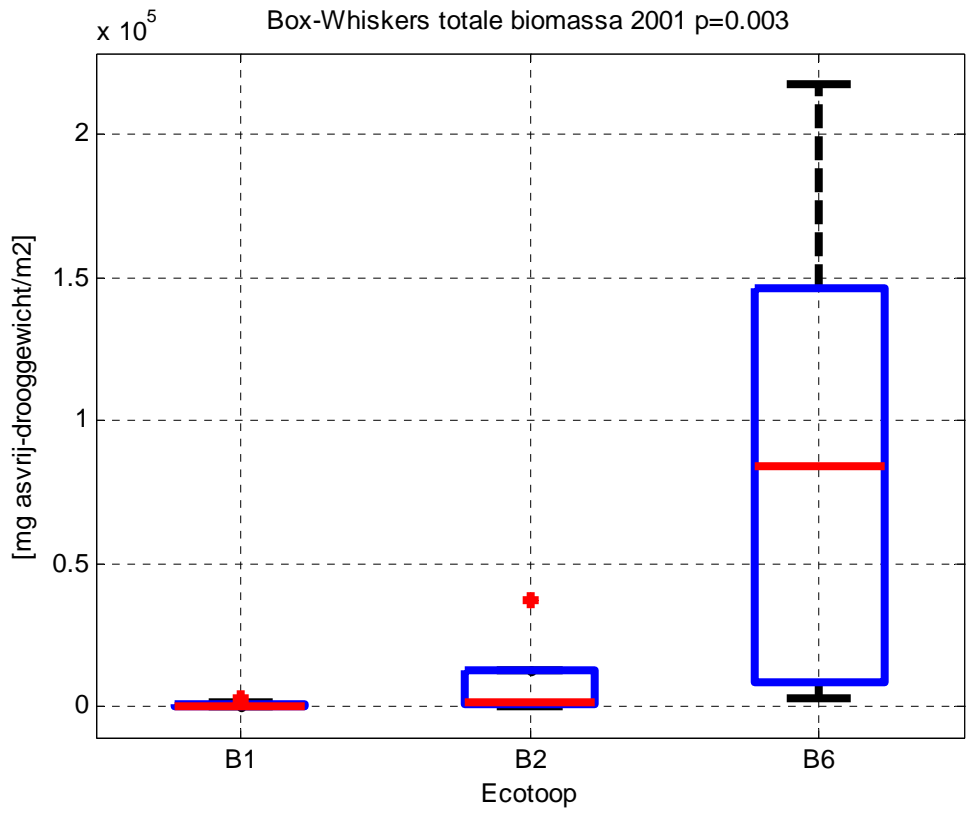


Box-Whiskers aantal soorten 2000 $p=0.001$

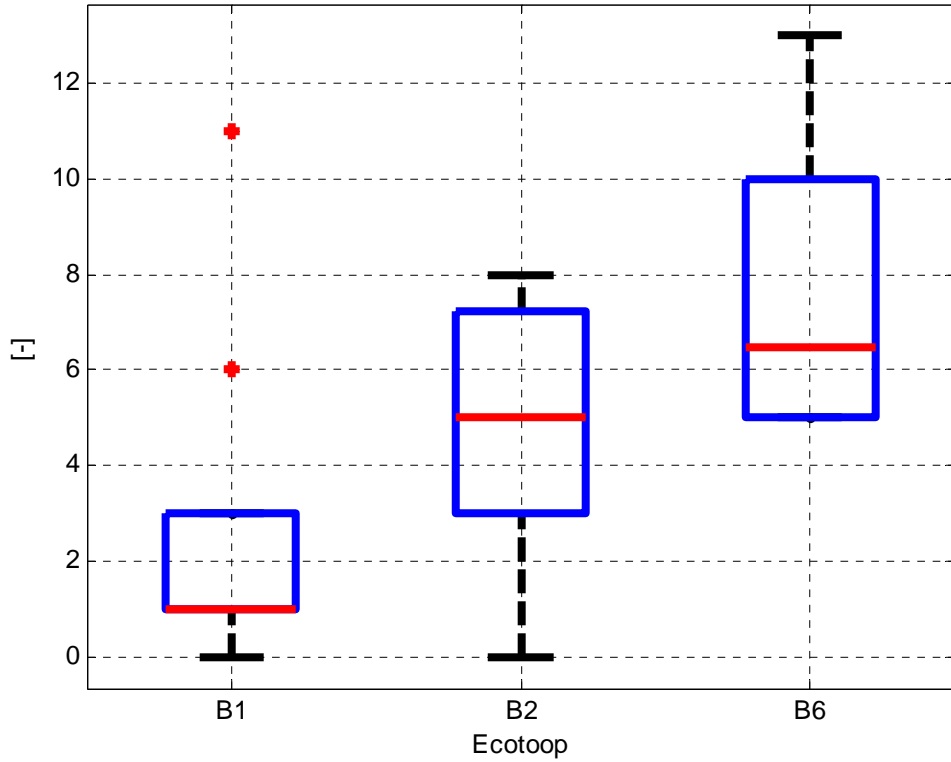


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 2000 $p=0.106$

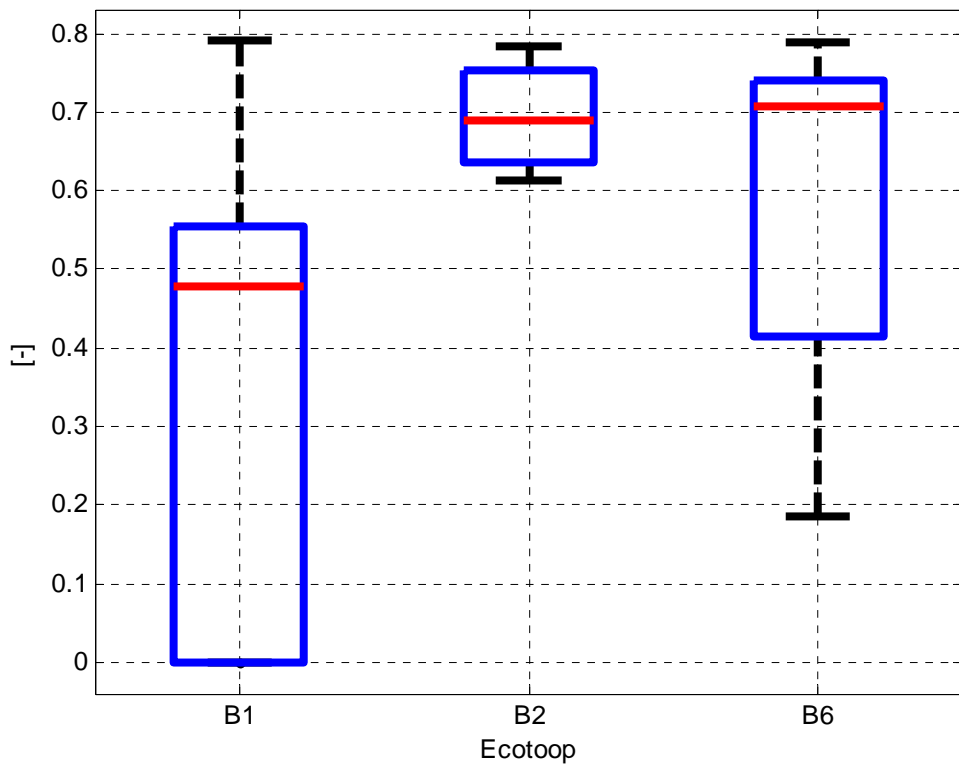


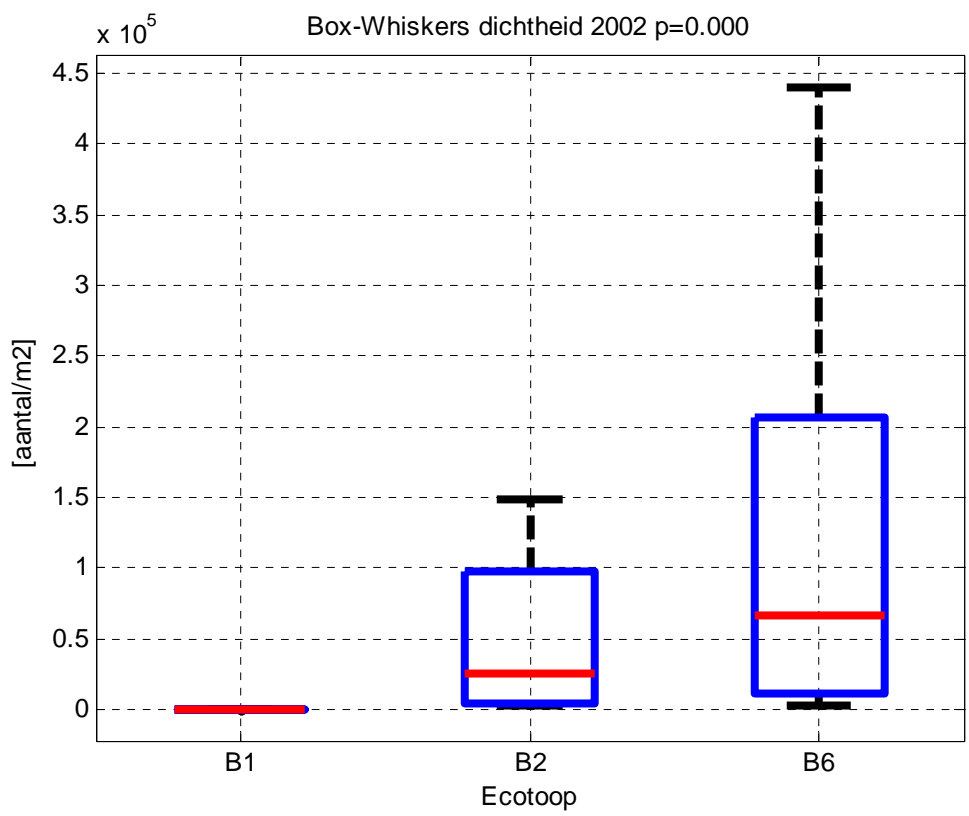
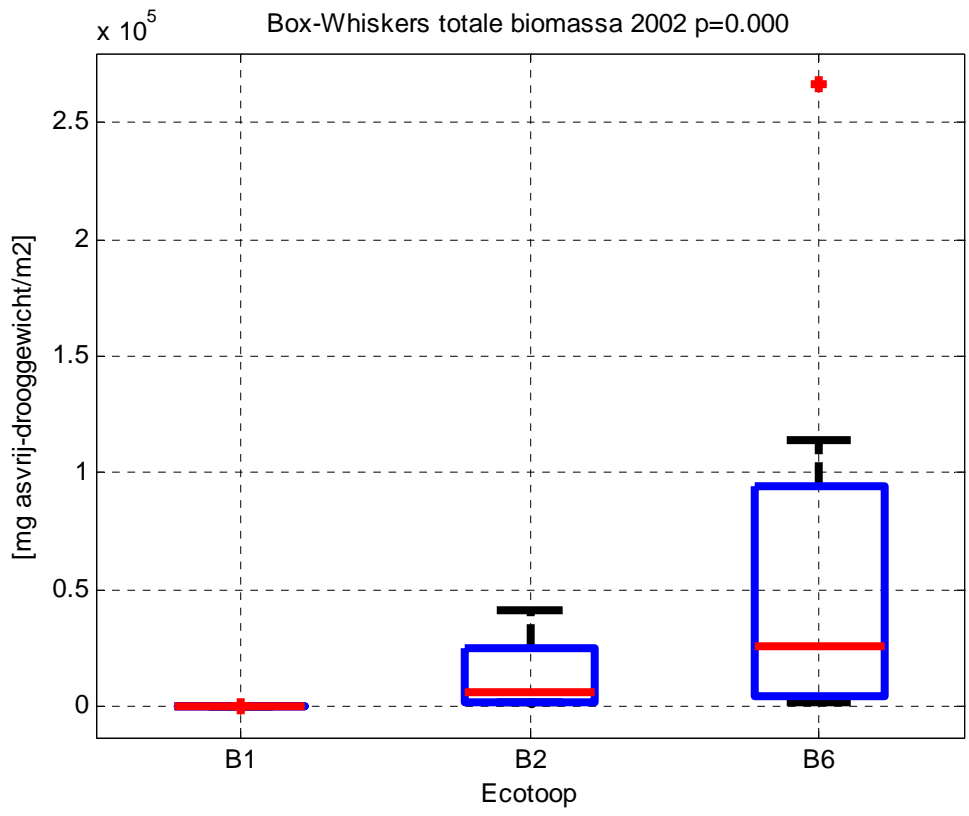


Box-Whiskers aantal soorten 2001 $p=0.060$

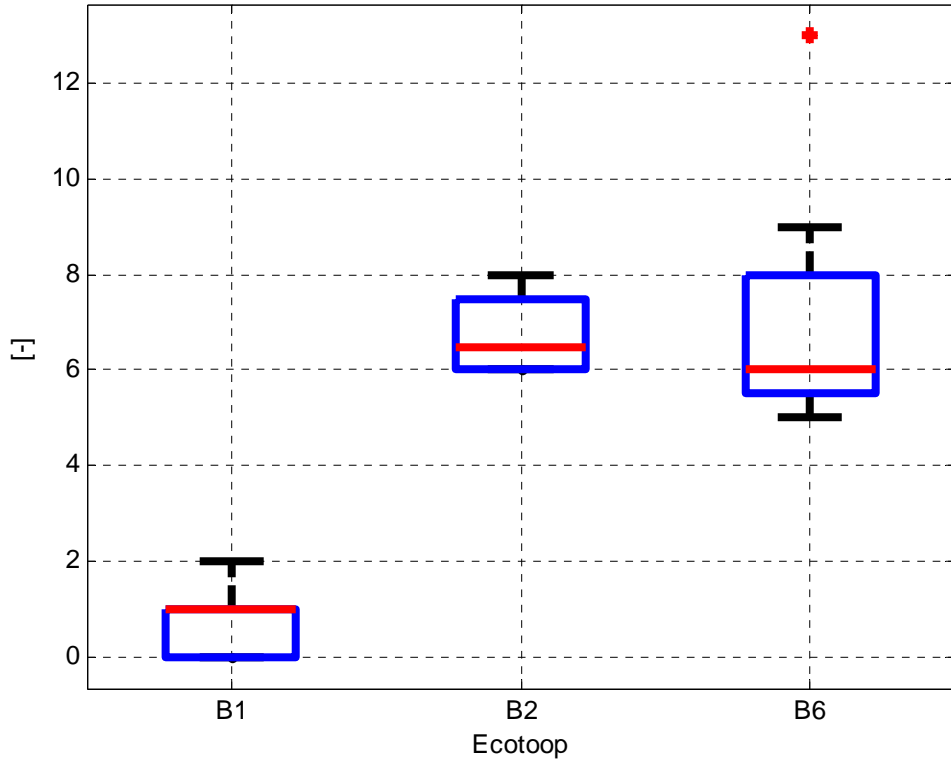


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 2001 $p=0.136$

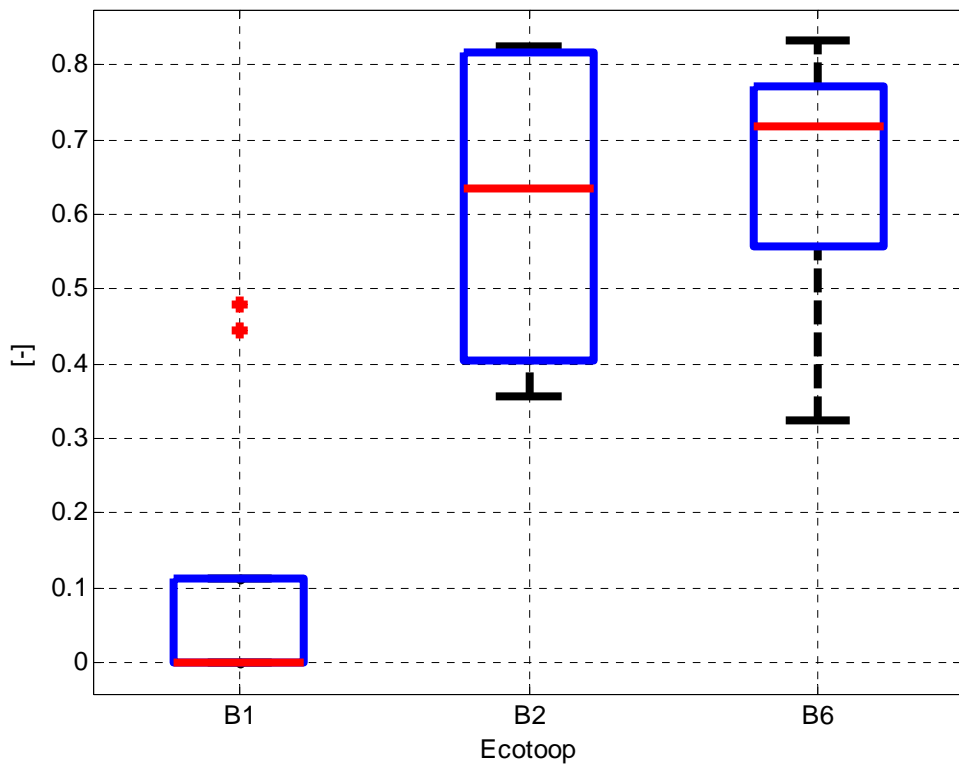


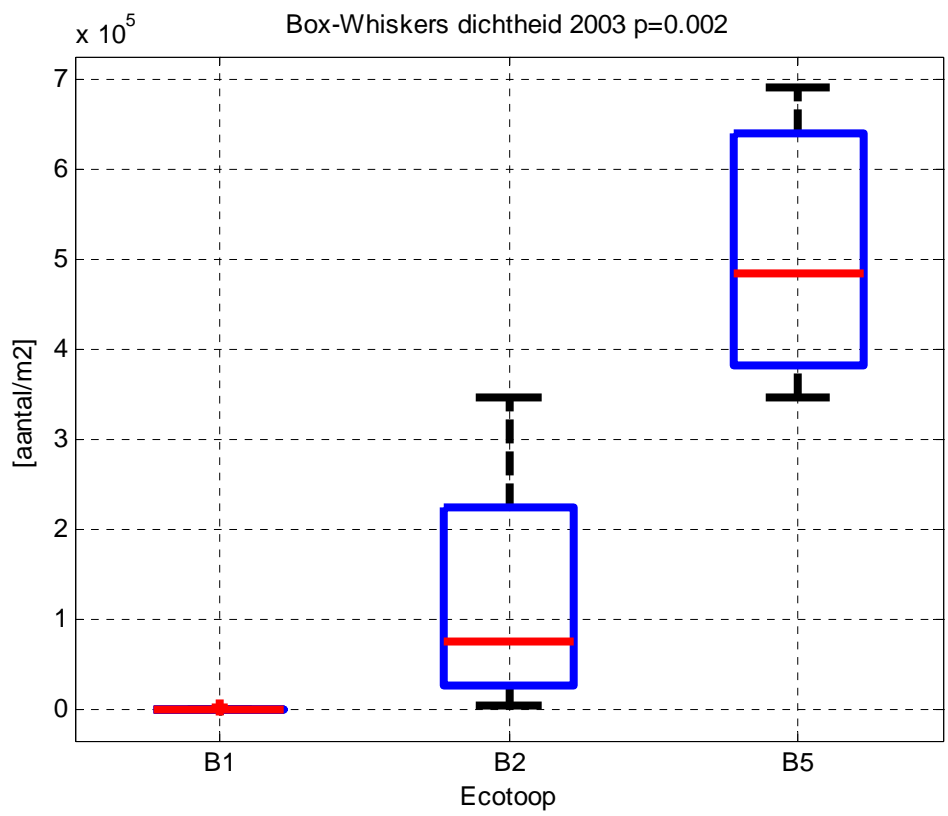
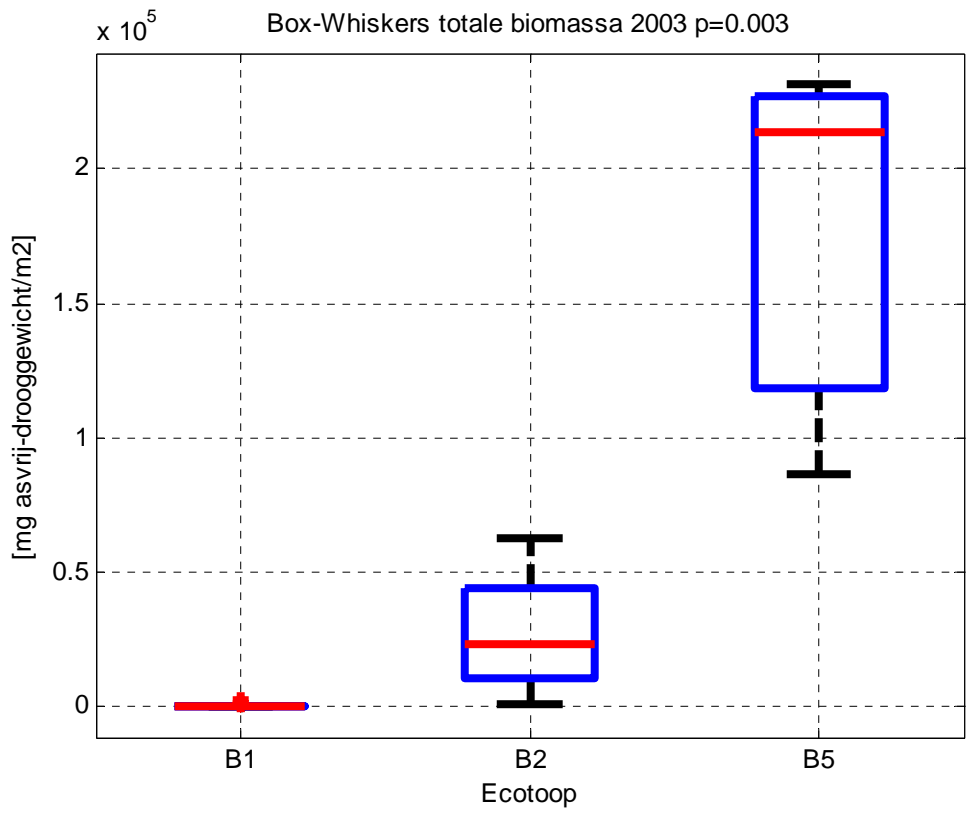


Box-Whiskers aantal soorten 2002 $p=0.000$

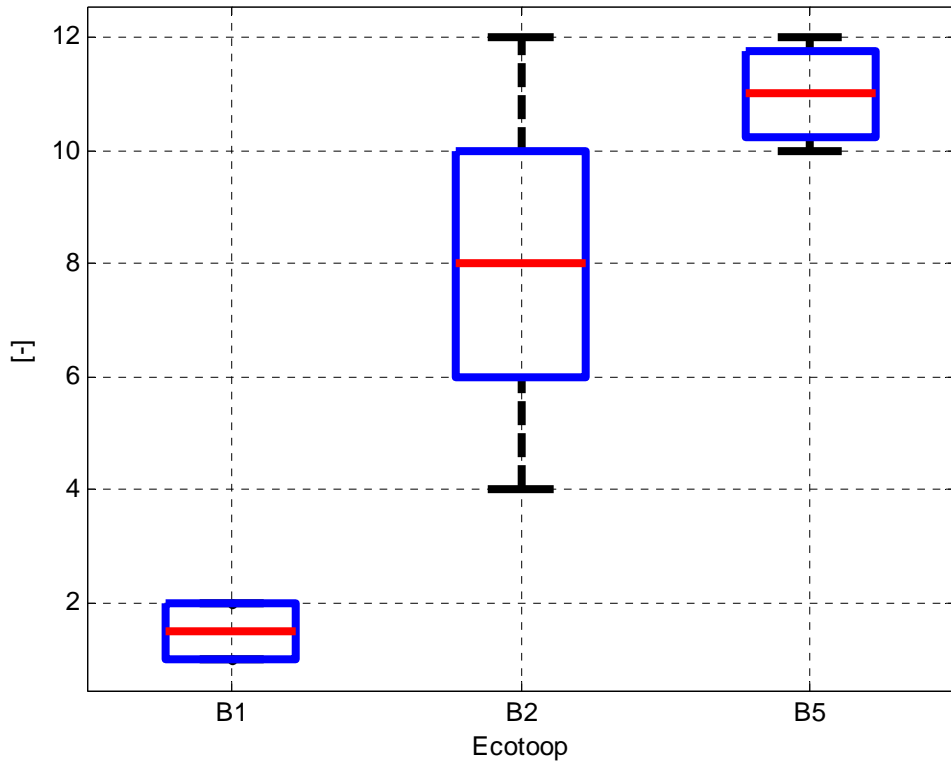


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 2002 $p=0.002$

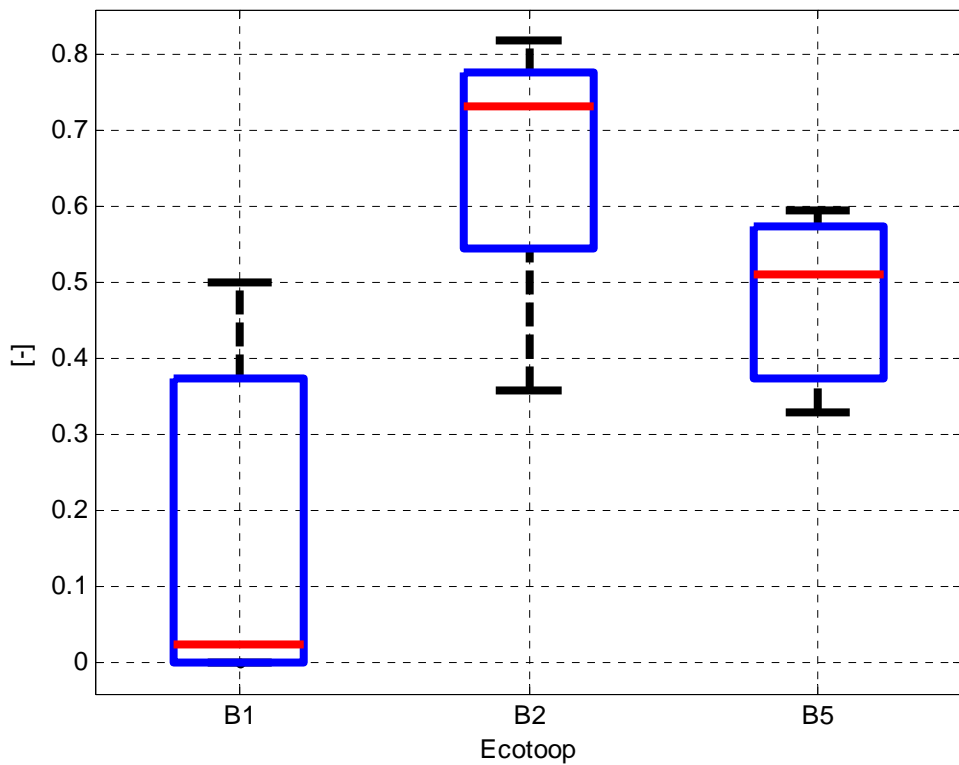


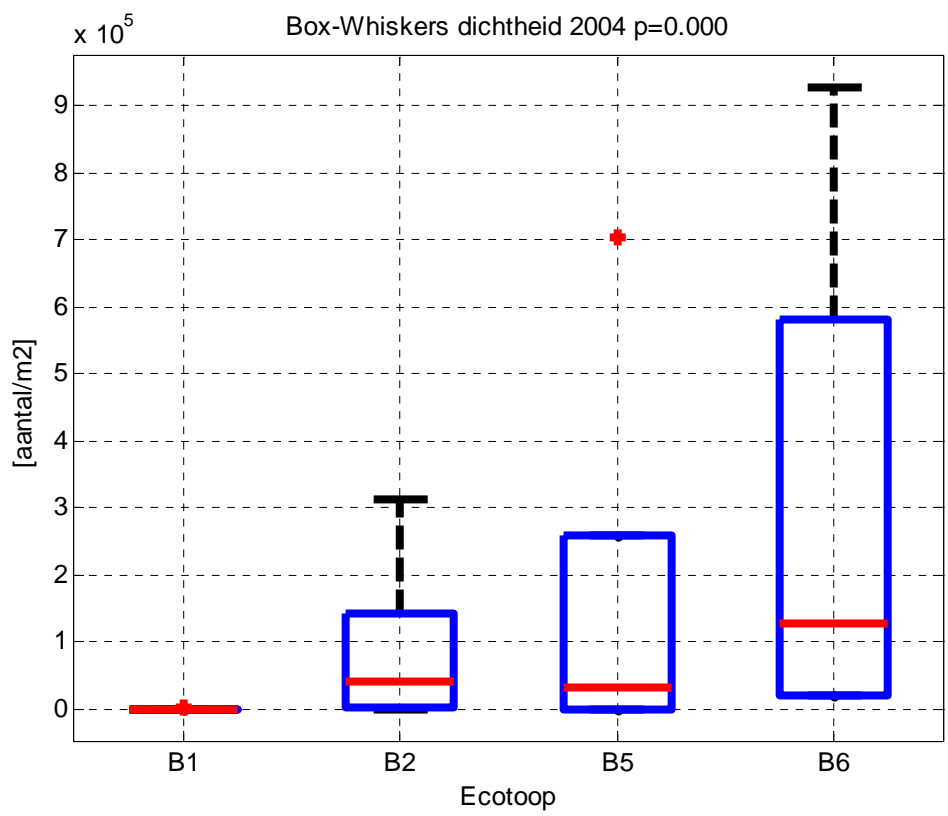
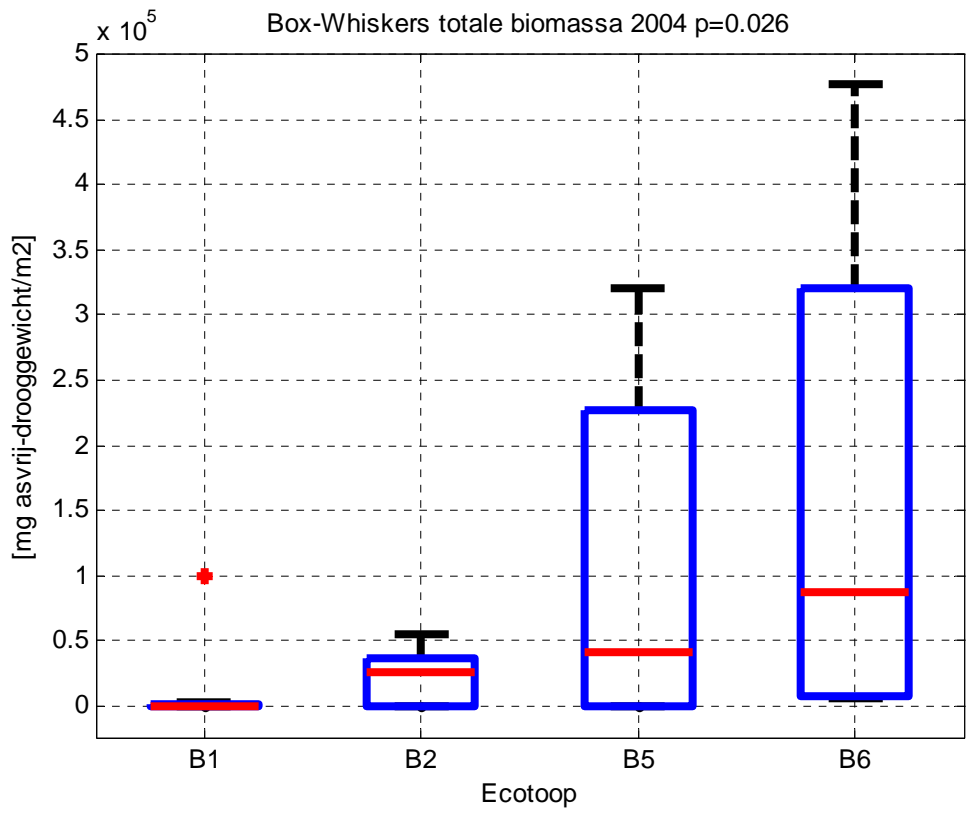


Box-Whiskers aantal soorten 2003 $p=0.002$

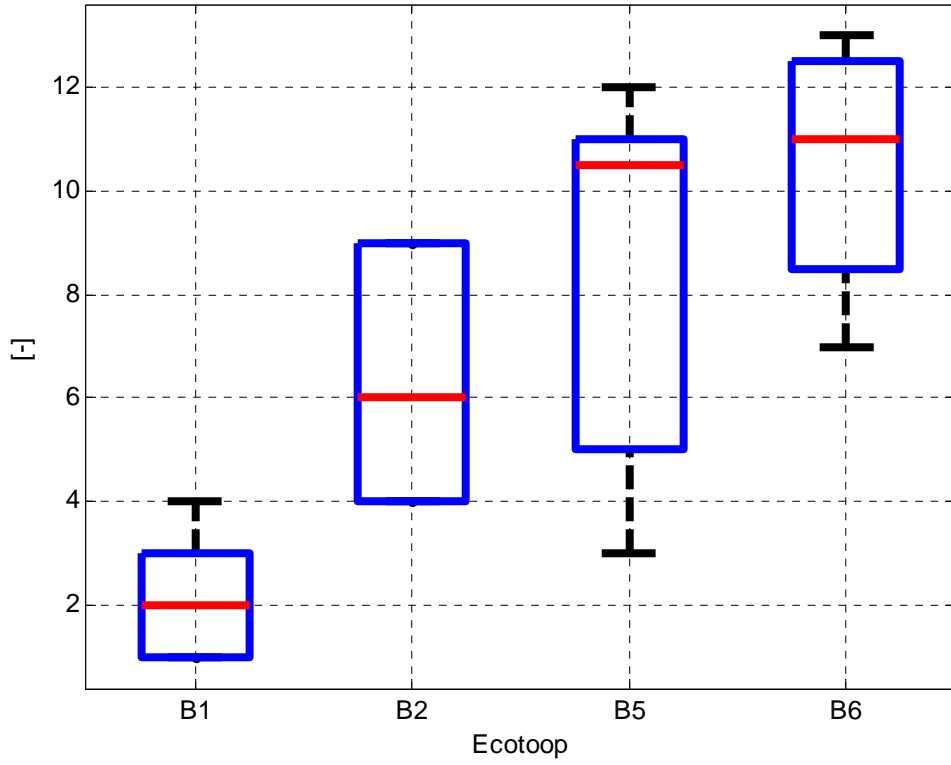


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 2003 $p=0.013$

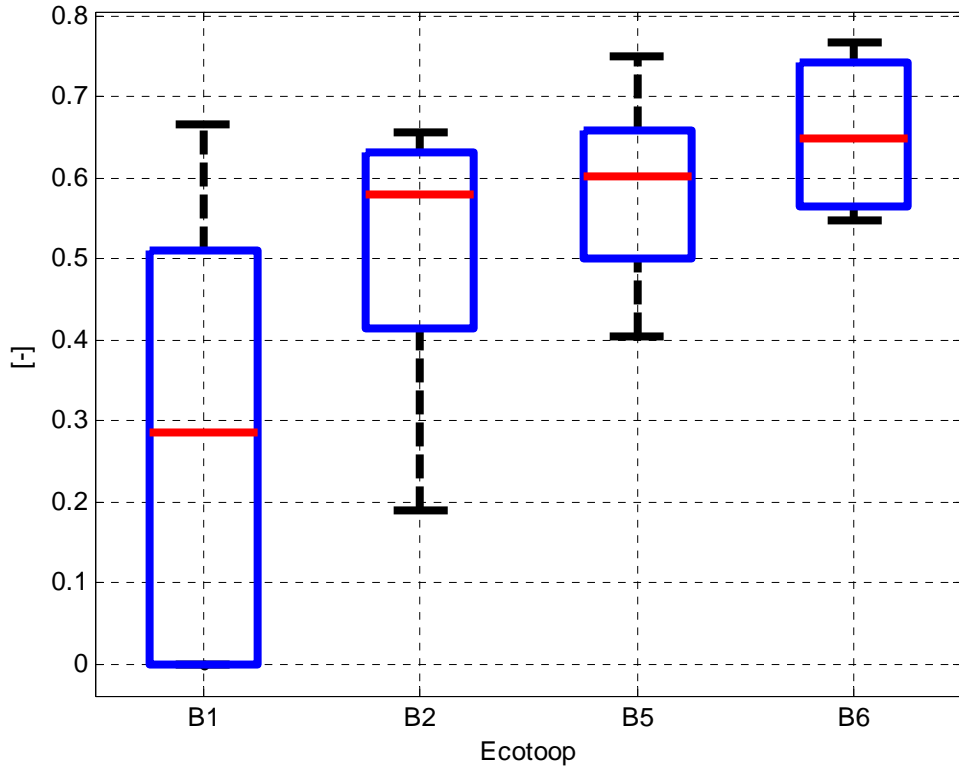


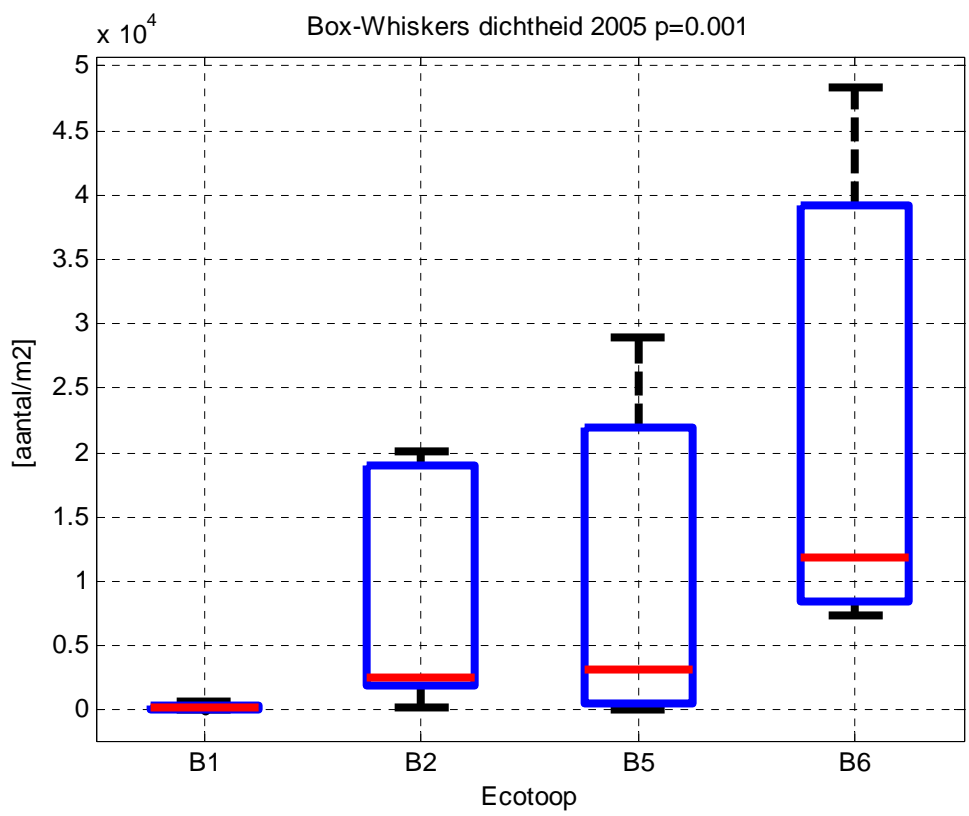
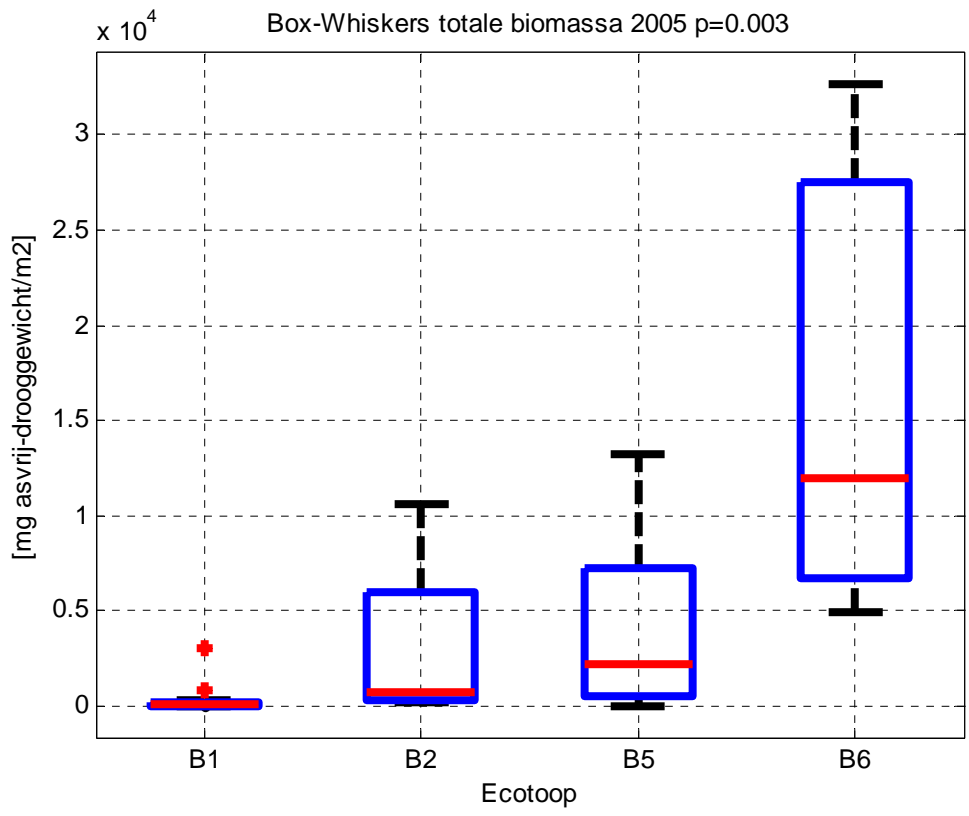


Box-Whiskers aantal soorten 2004 $p=0.000$

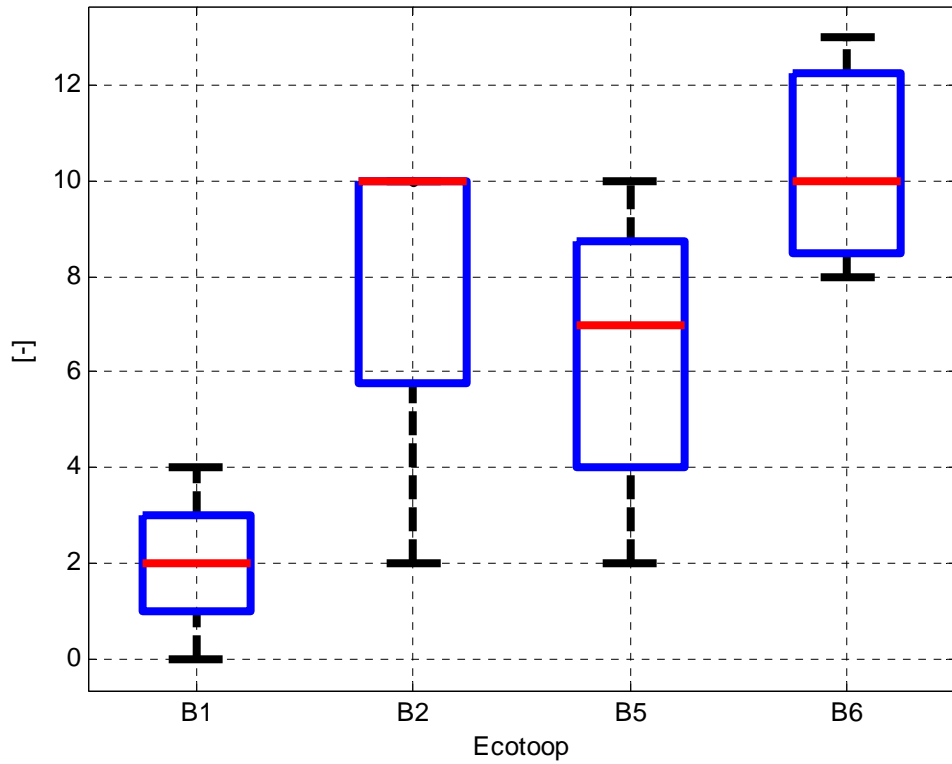


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 2004 $p=0.007$

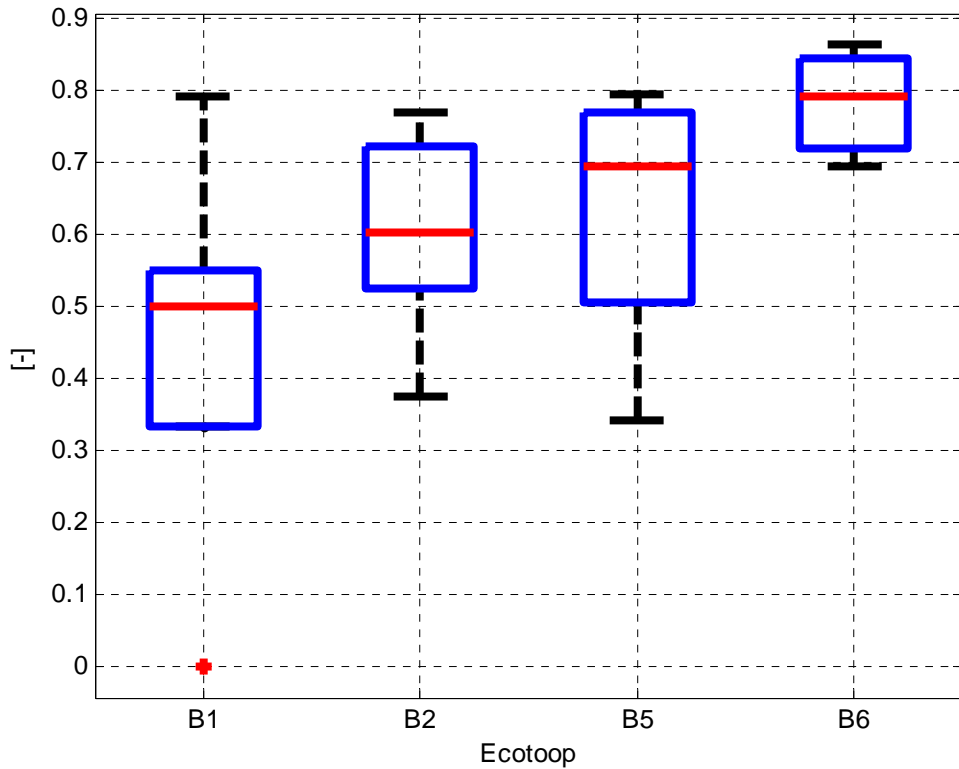


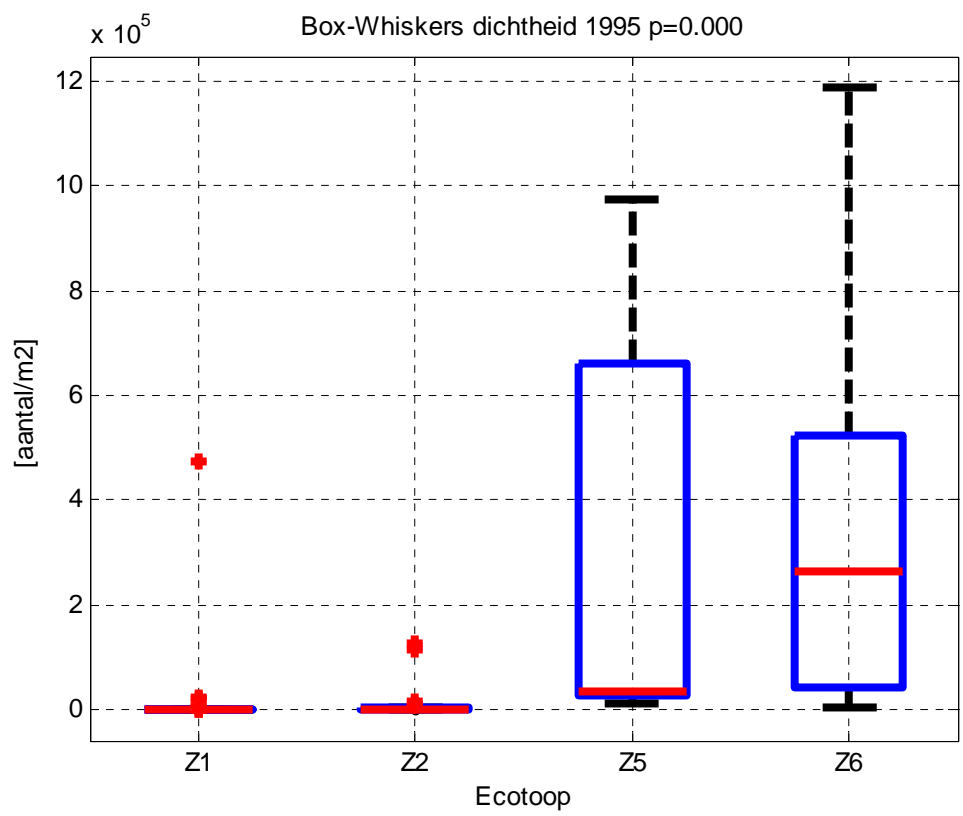
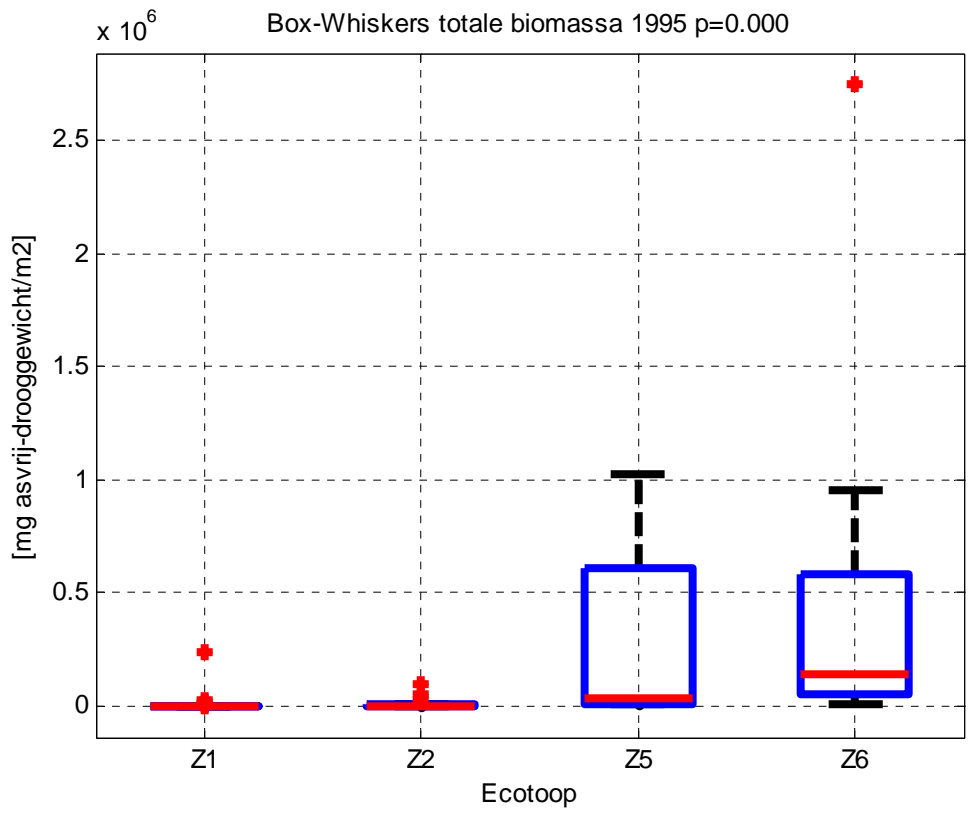


Box-Whiskers aantal soorten 2005 $p=0.001$

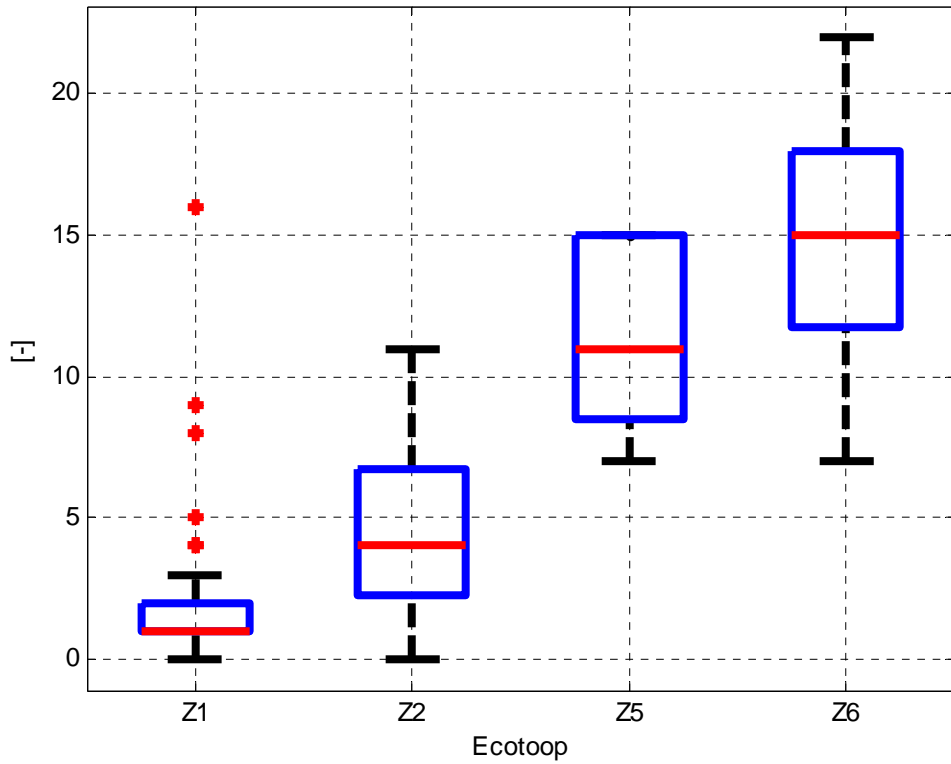


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 2005 $p=0.066$

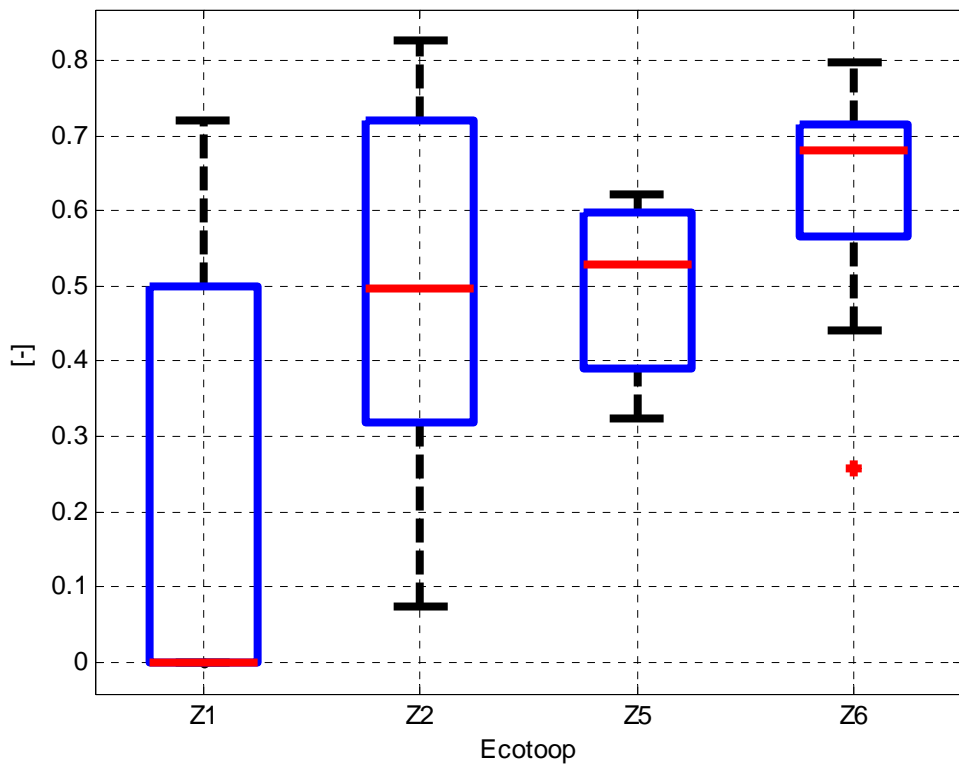


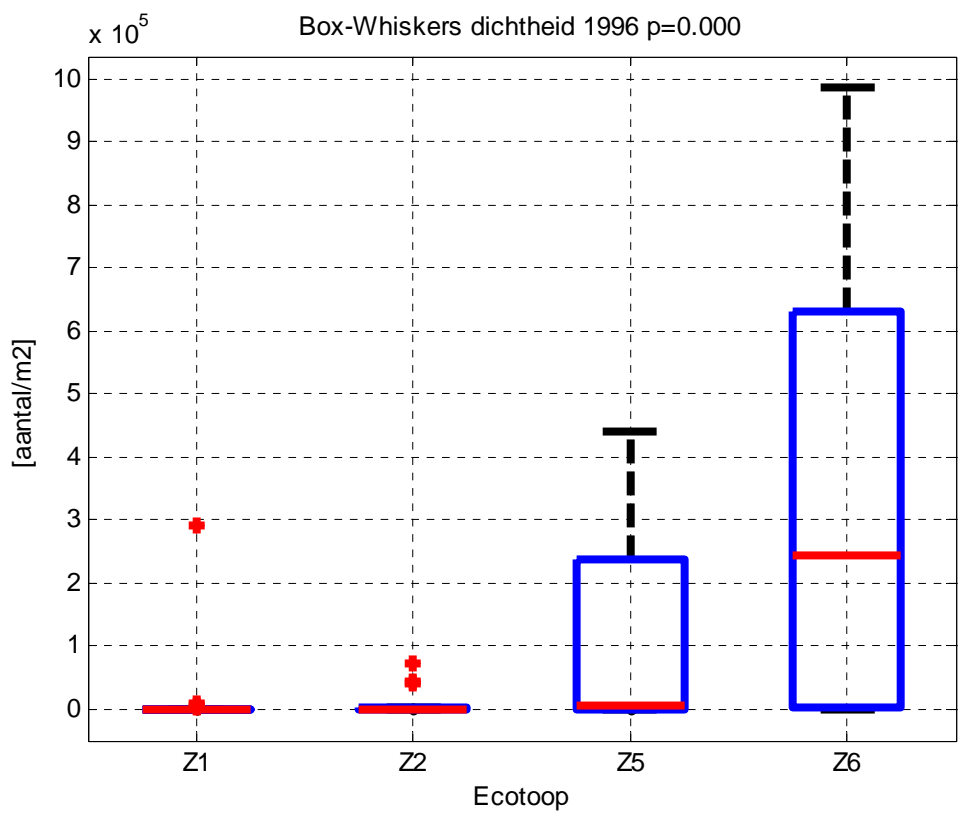
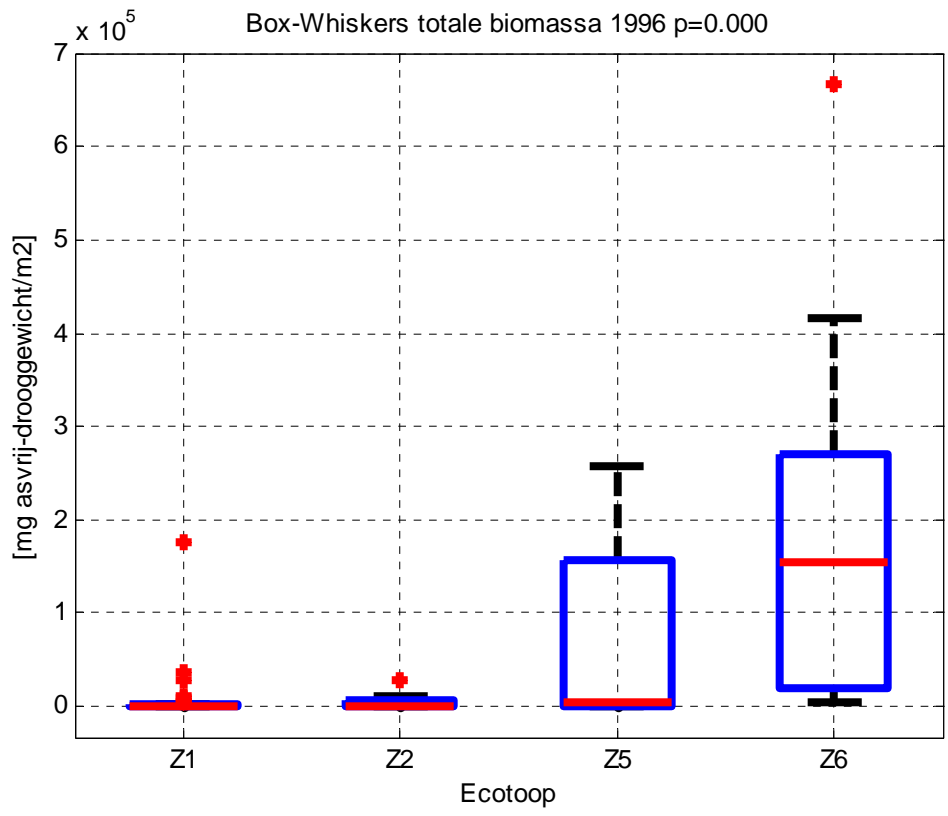


Box-Whiskers aantal soorten 1995 $p=0.000$

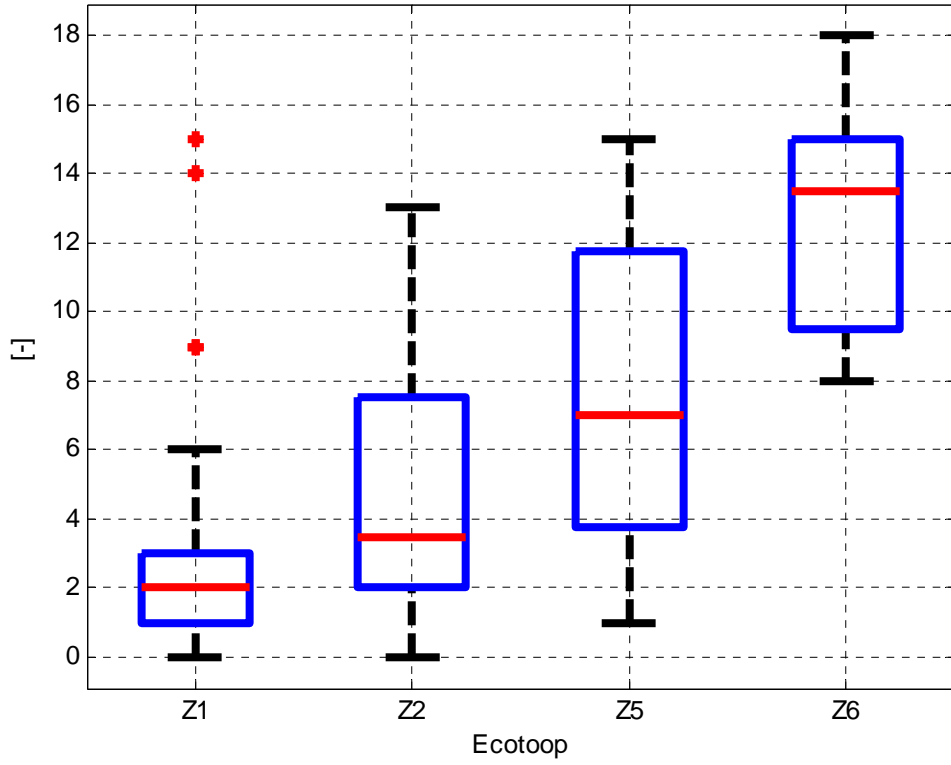


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 1995 $p=0.000$

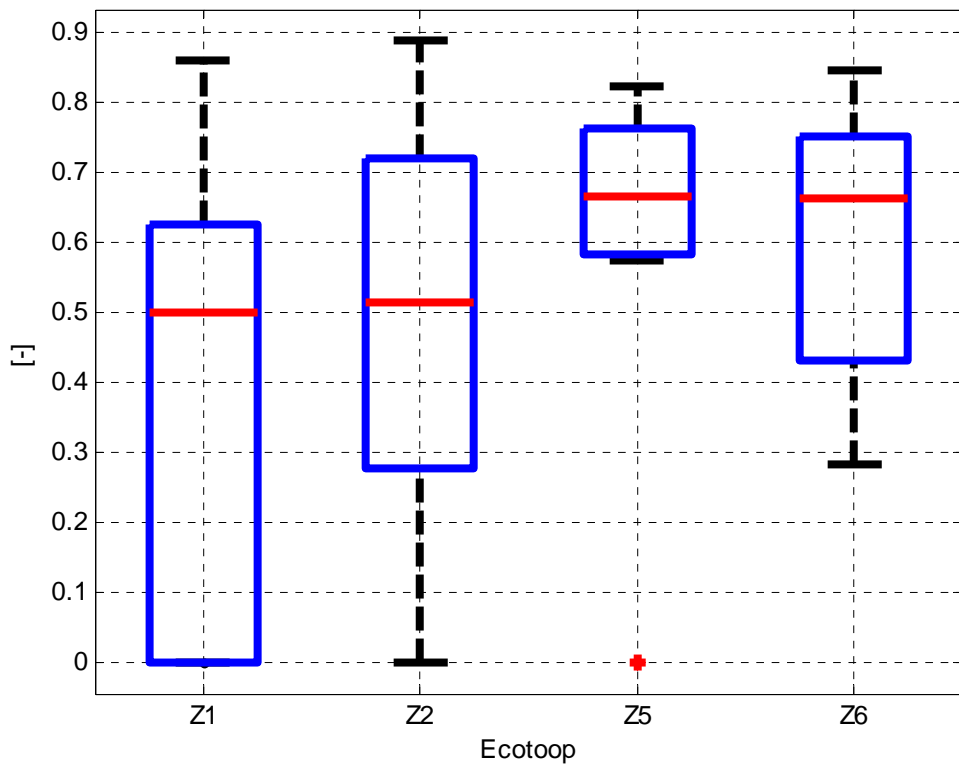


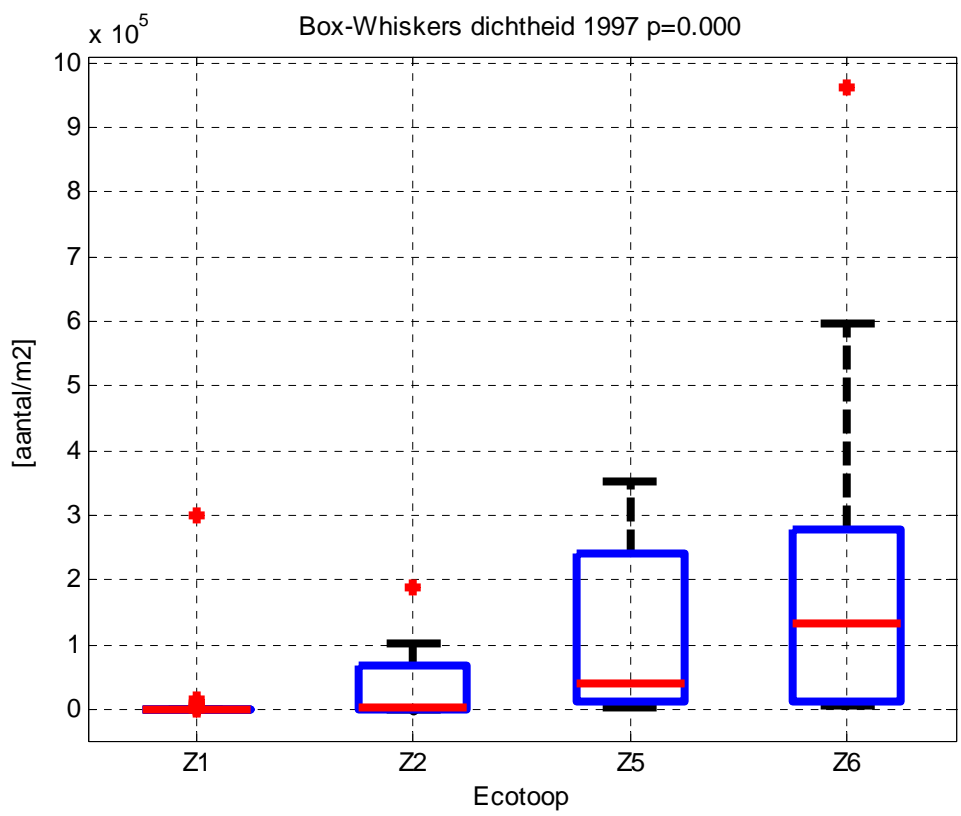
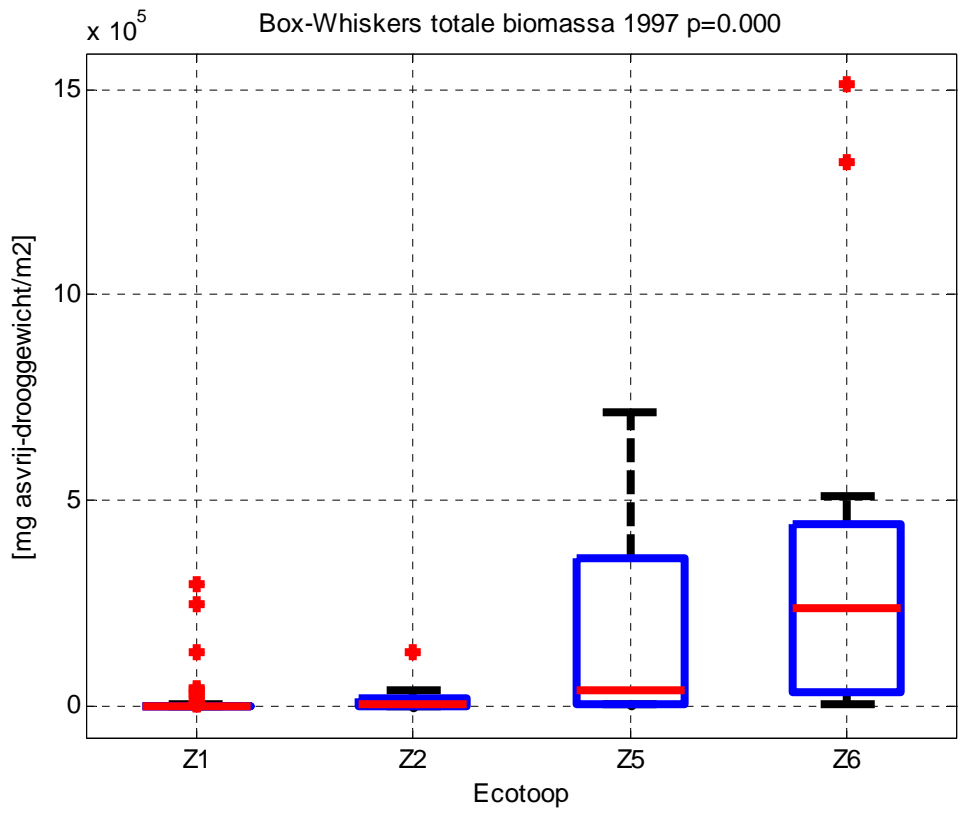


Box-Whiskers aantal soorten 1996 $p=0.000$

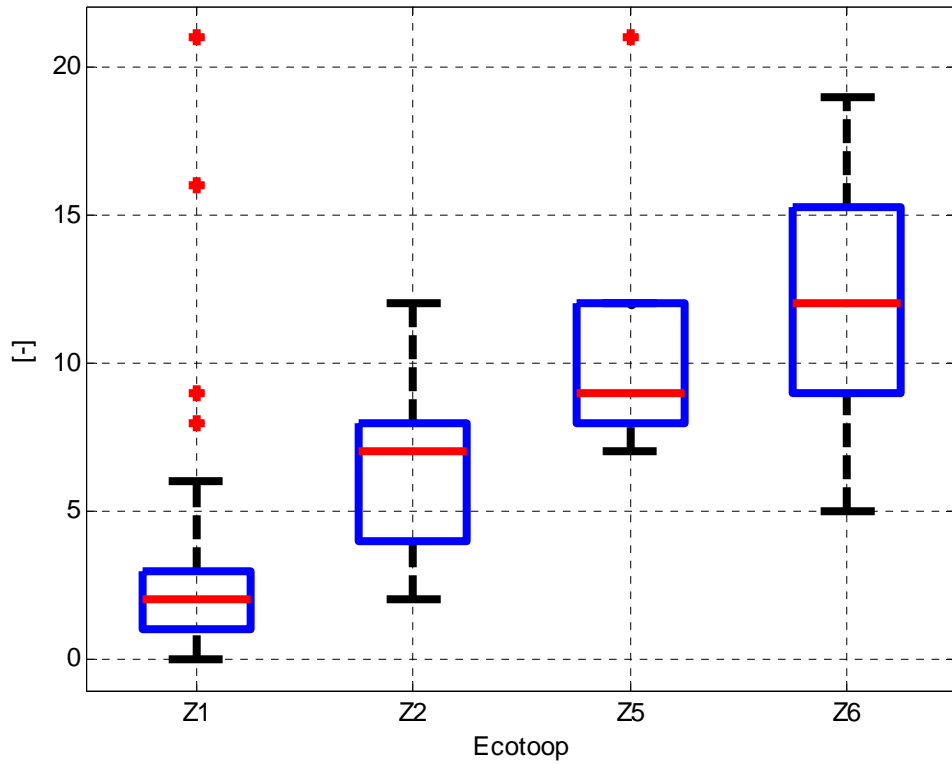


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 1996 $p=0.027$

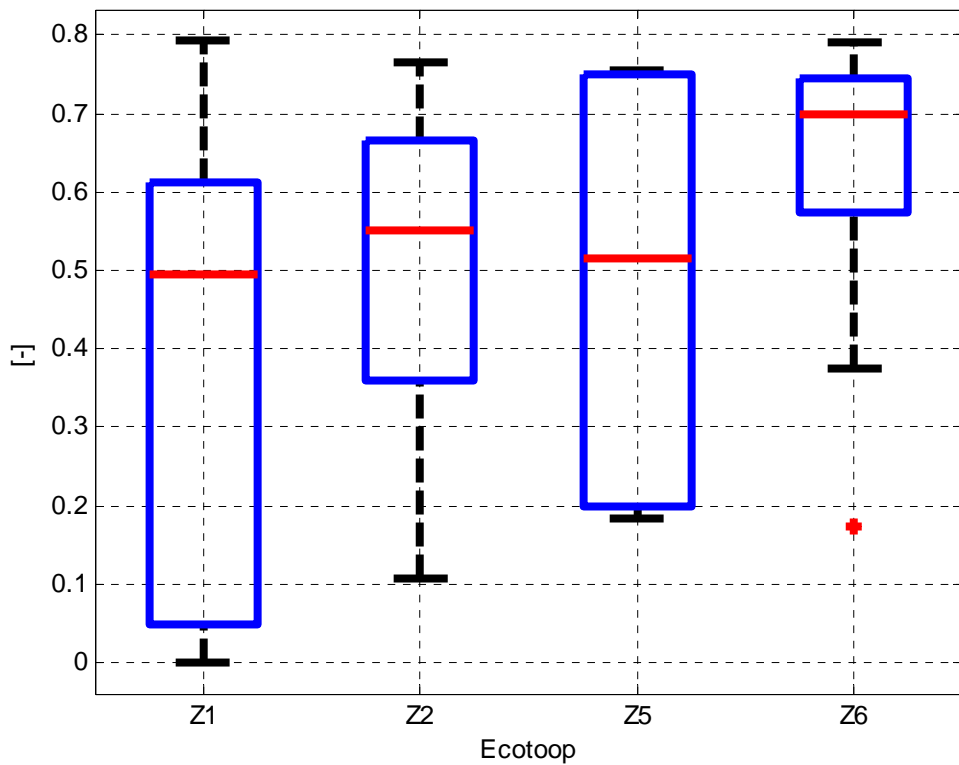


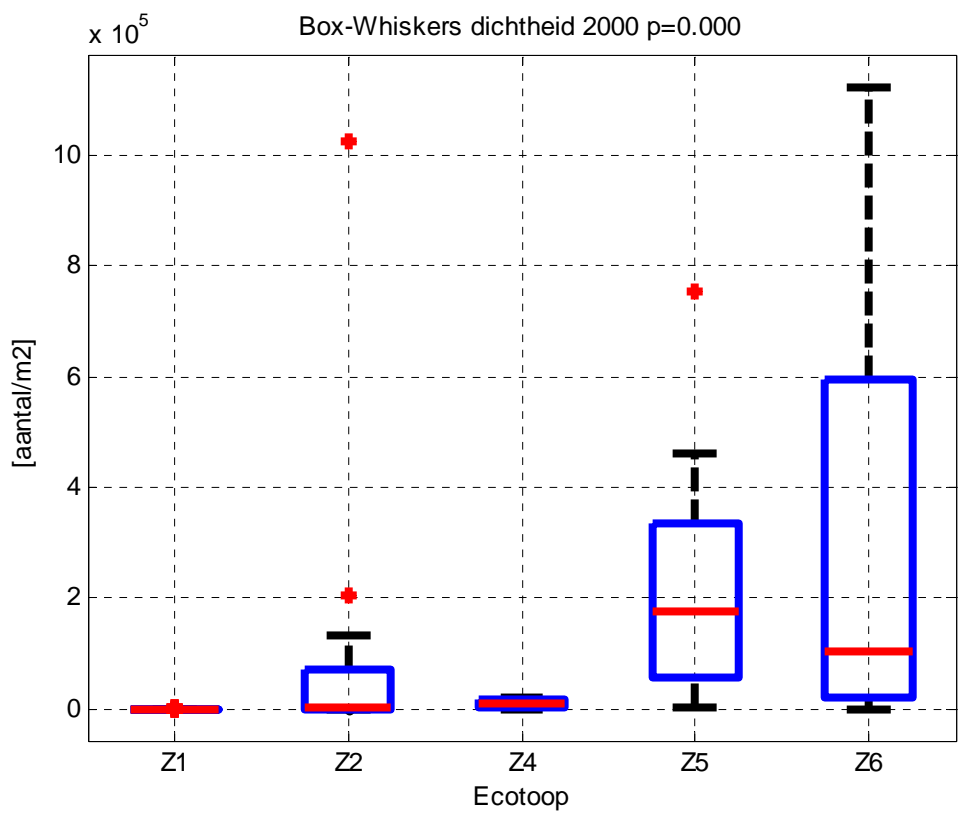
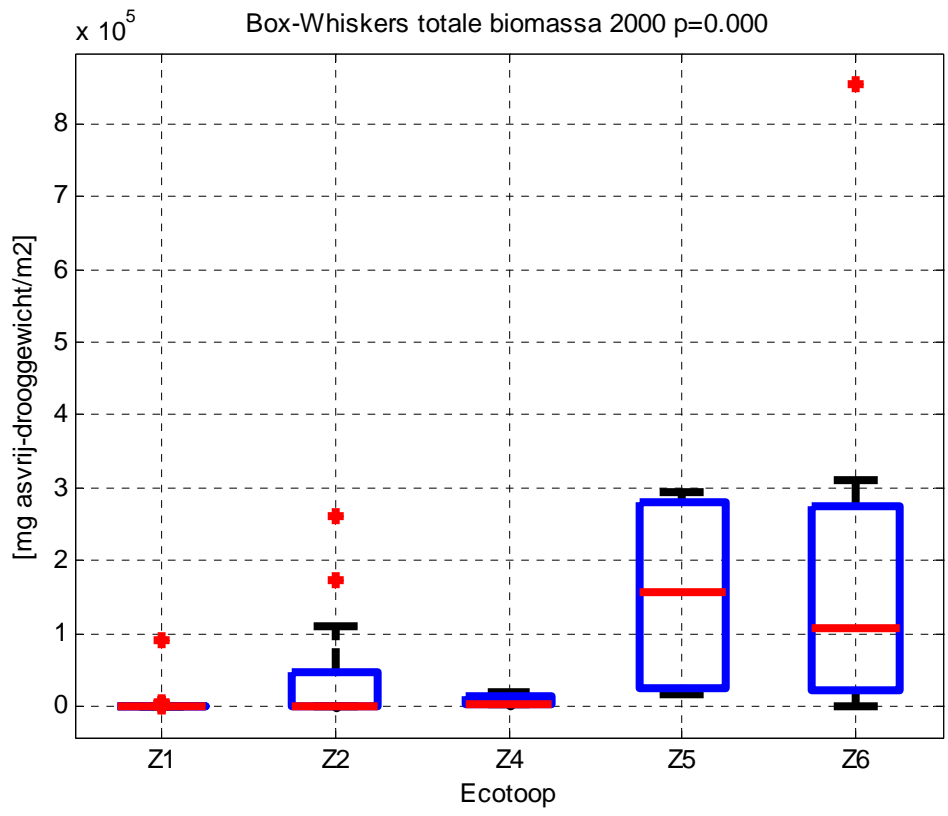


Box-Whiskers aantal soorten 1997 $p=0.000$

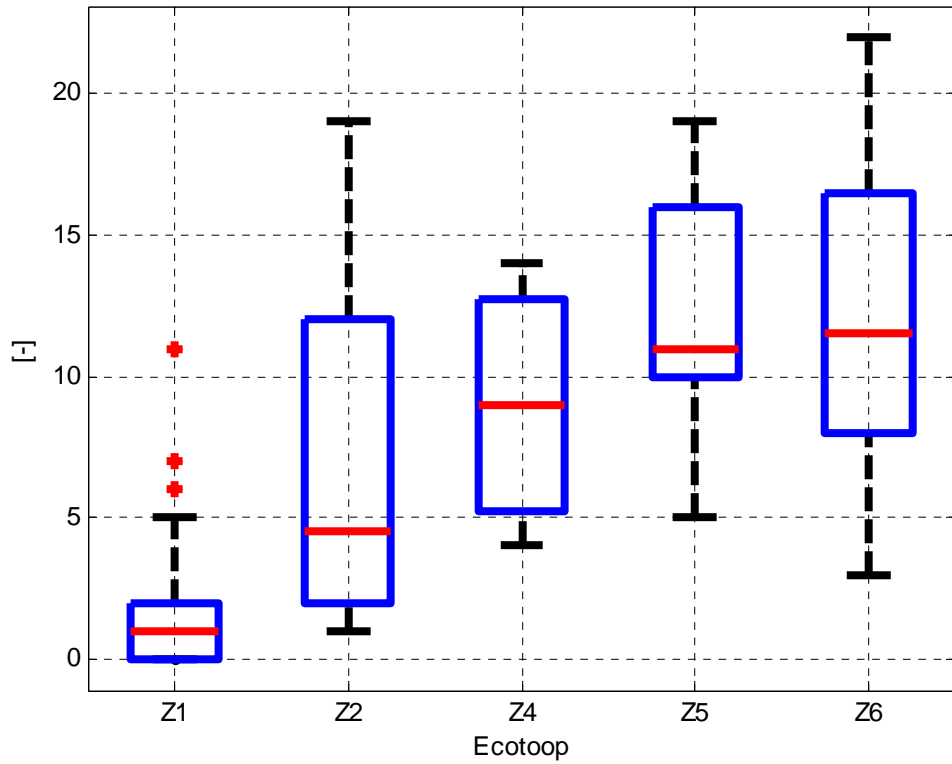


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 1997 $p=0.000$

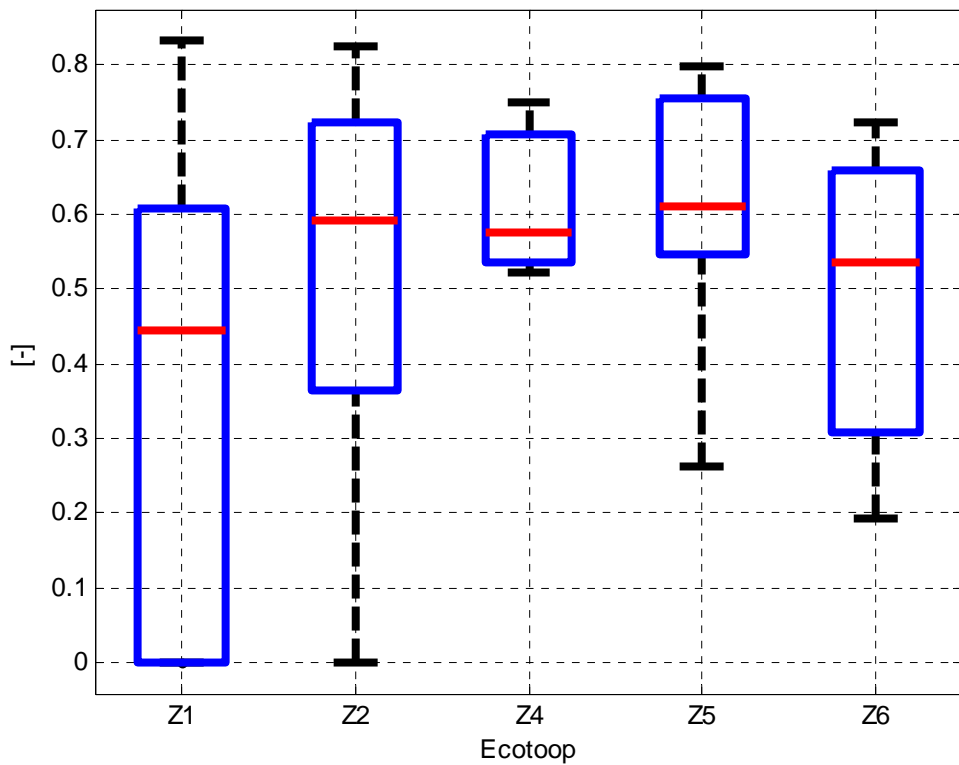


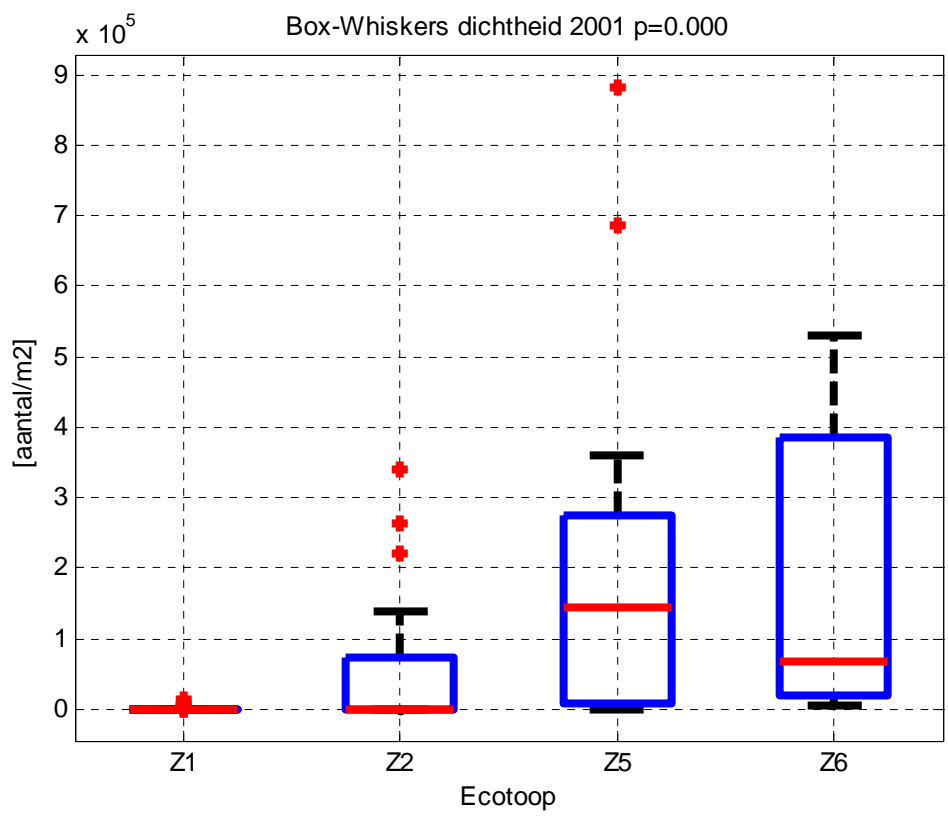
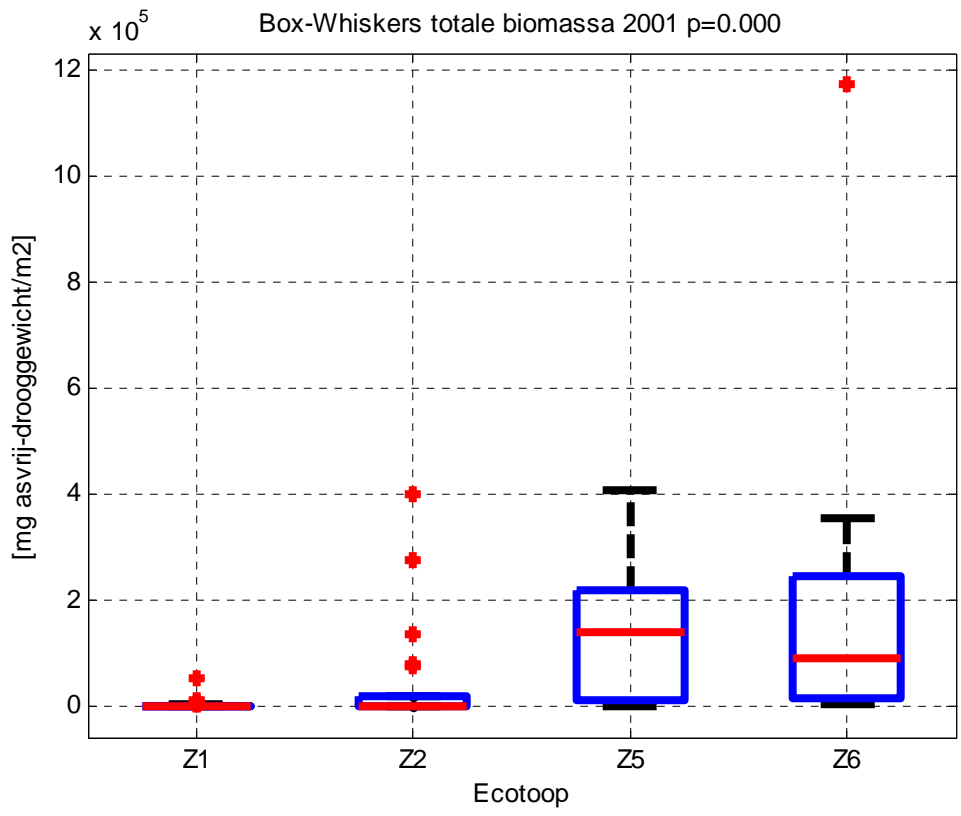


Box-Whiskers aantal soorten 2000 $p=0.000$

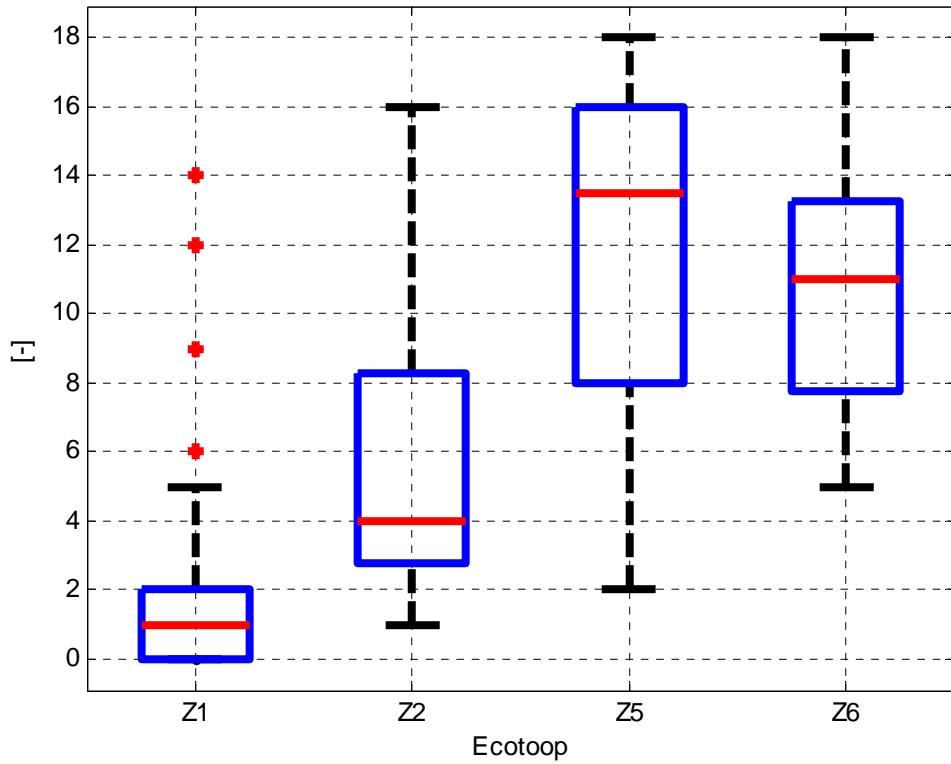


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 2000 $p=0.031$

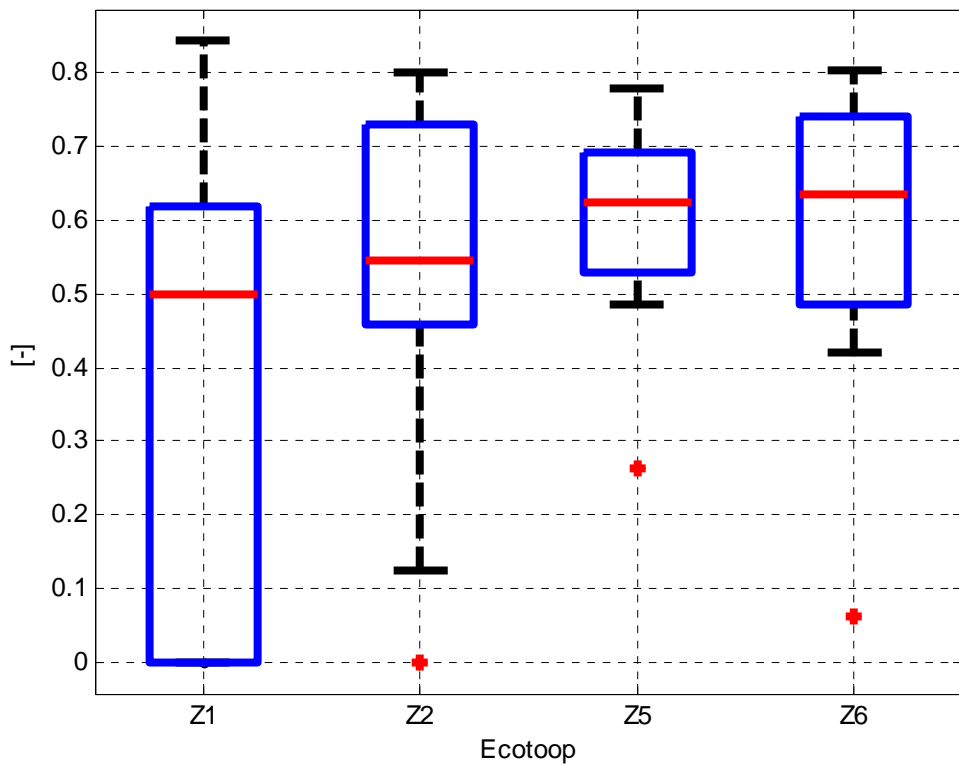


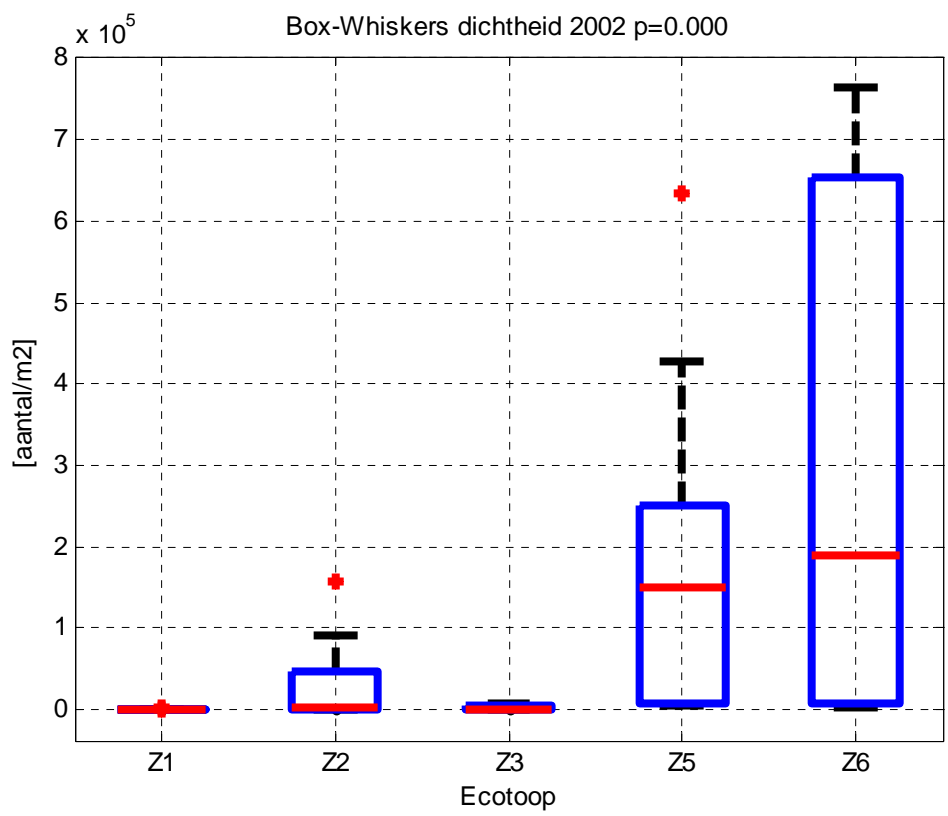
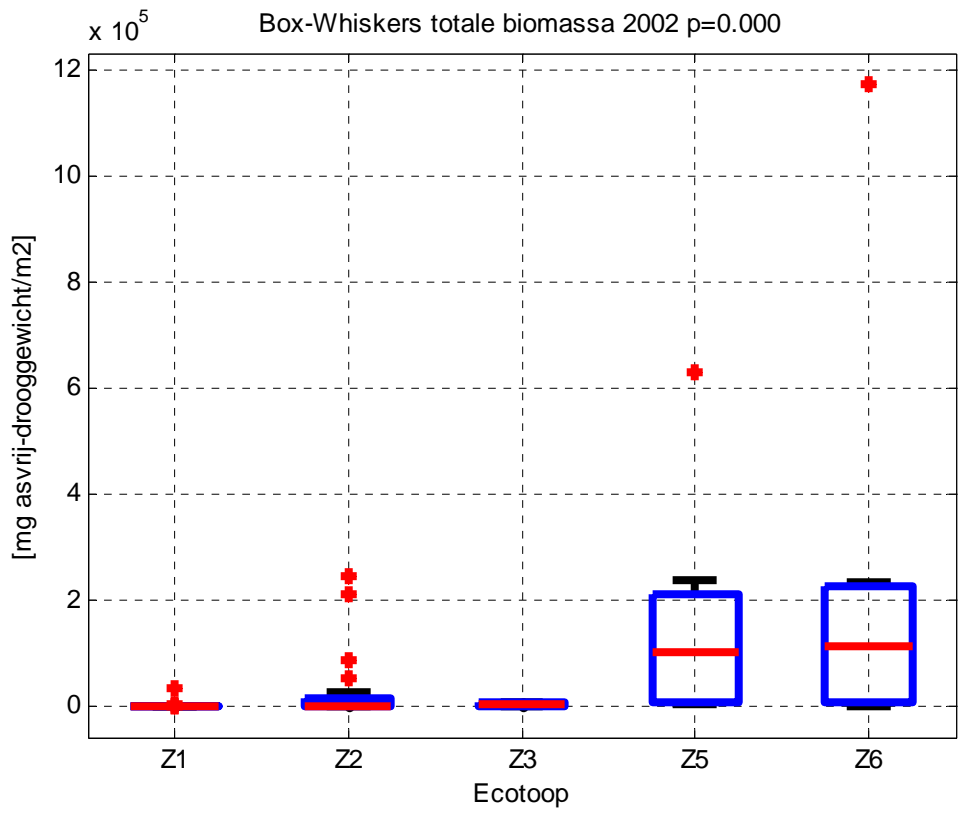


Box-Whiskers aantal soorten 2001 $p=0.000$

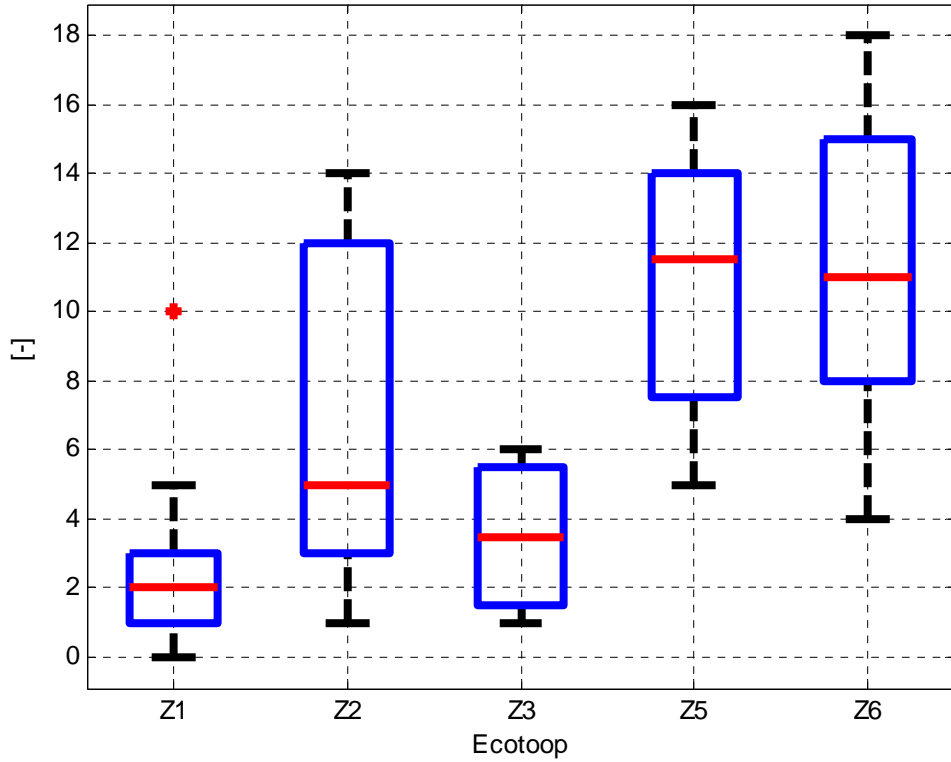


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 2001 $p=0.012$

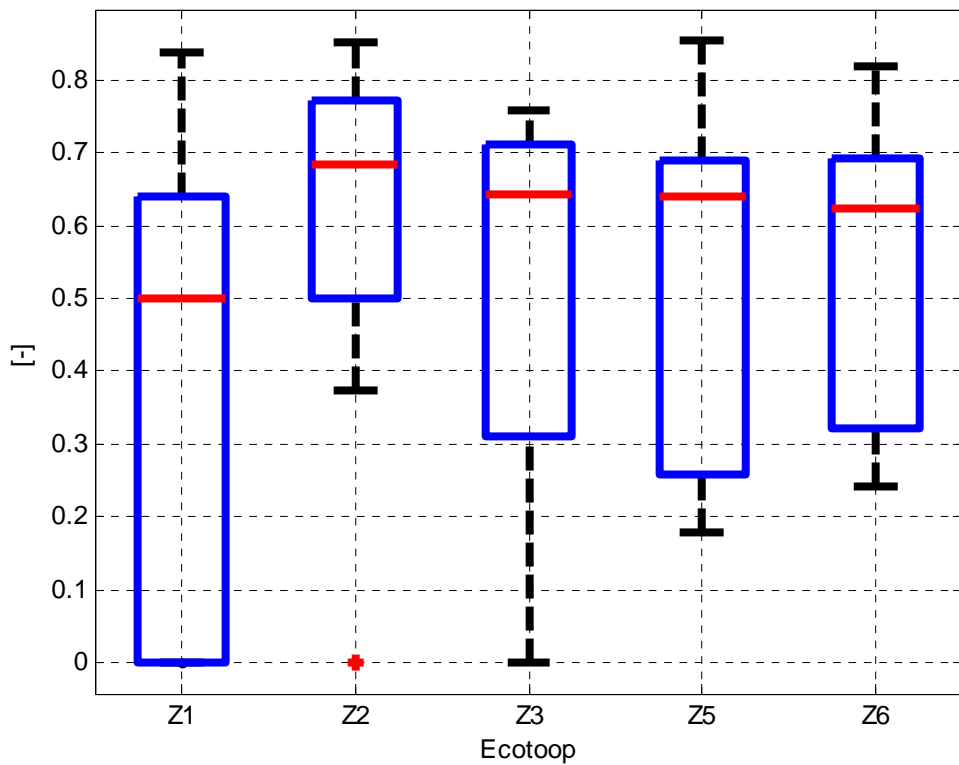


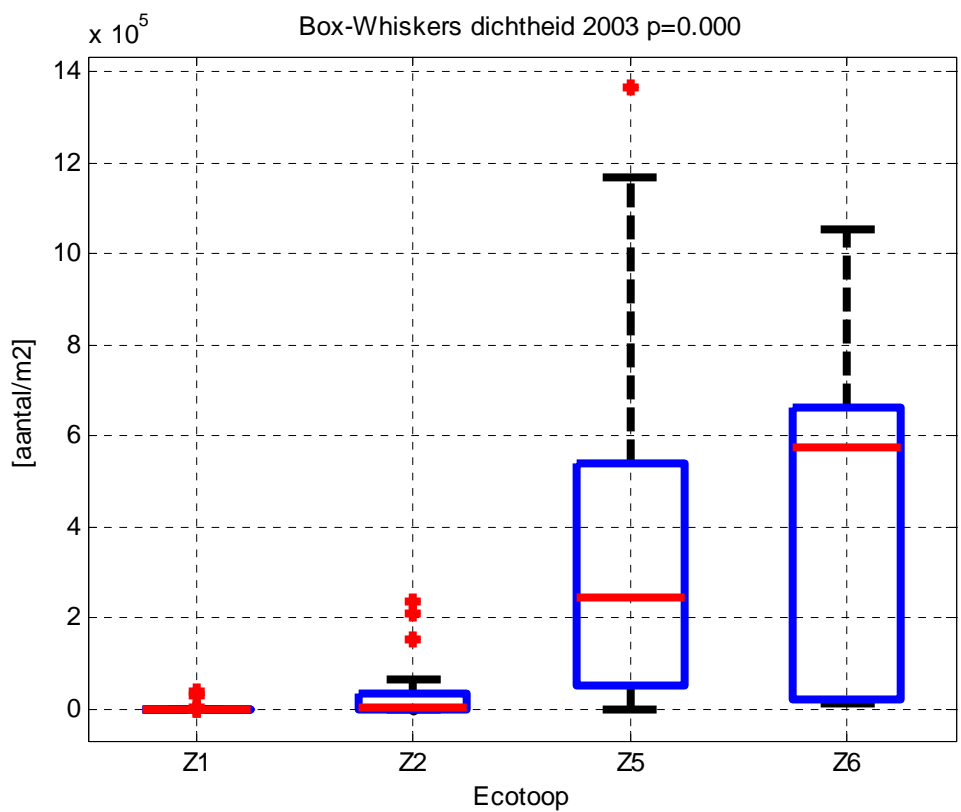
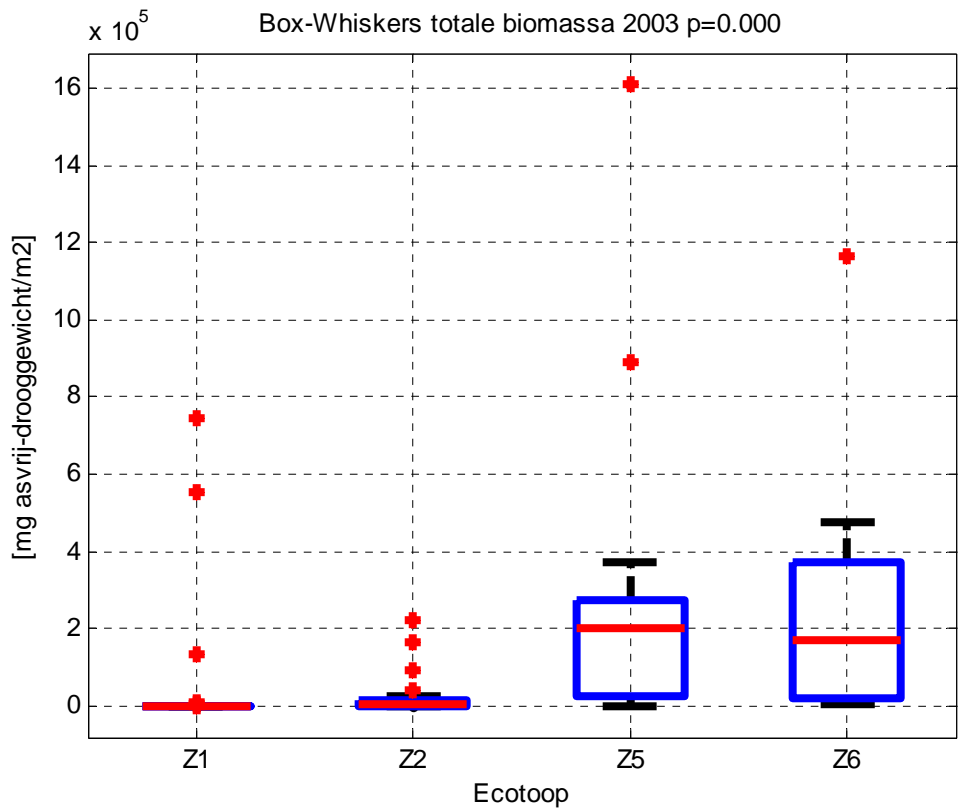


Box-Whiskers aantal soorten 2002 $p=0.000$

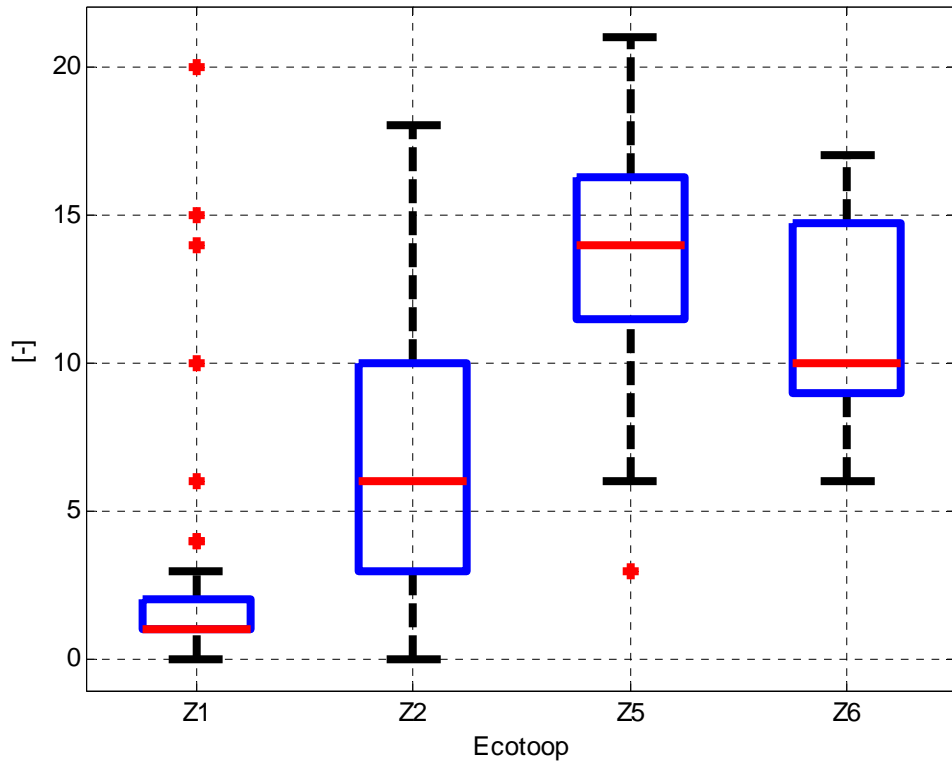


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 2002 $p=0.014$

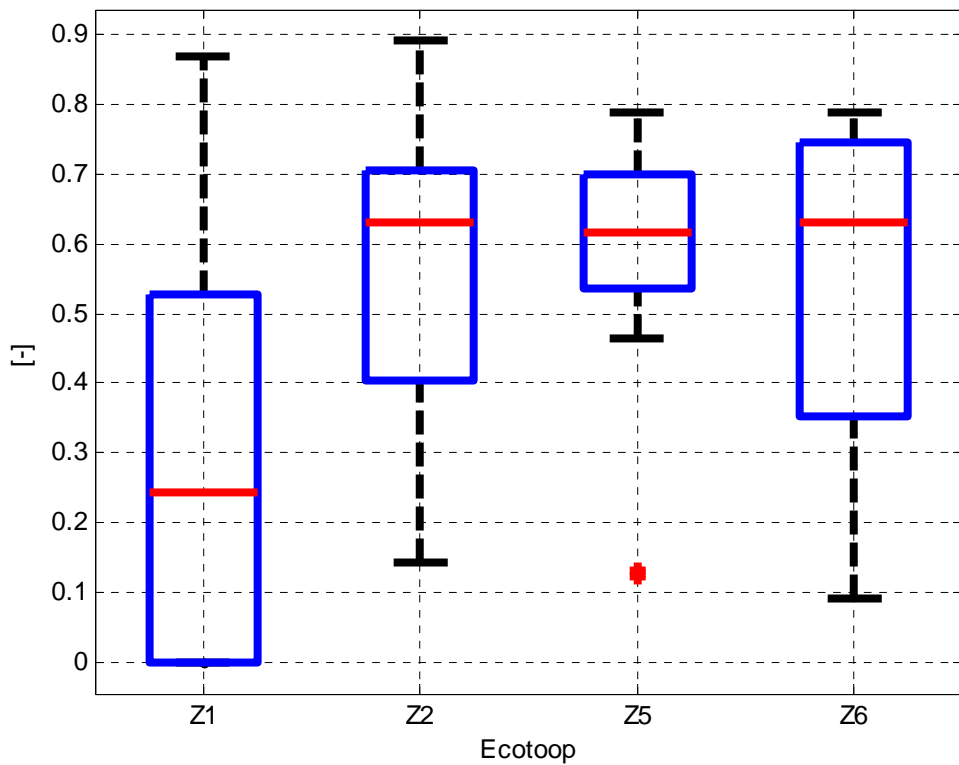


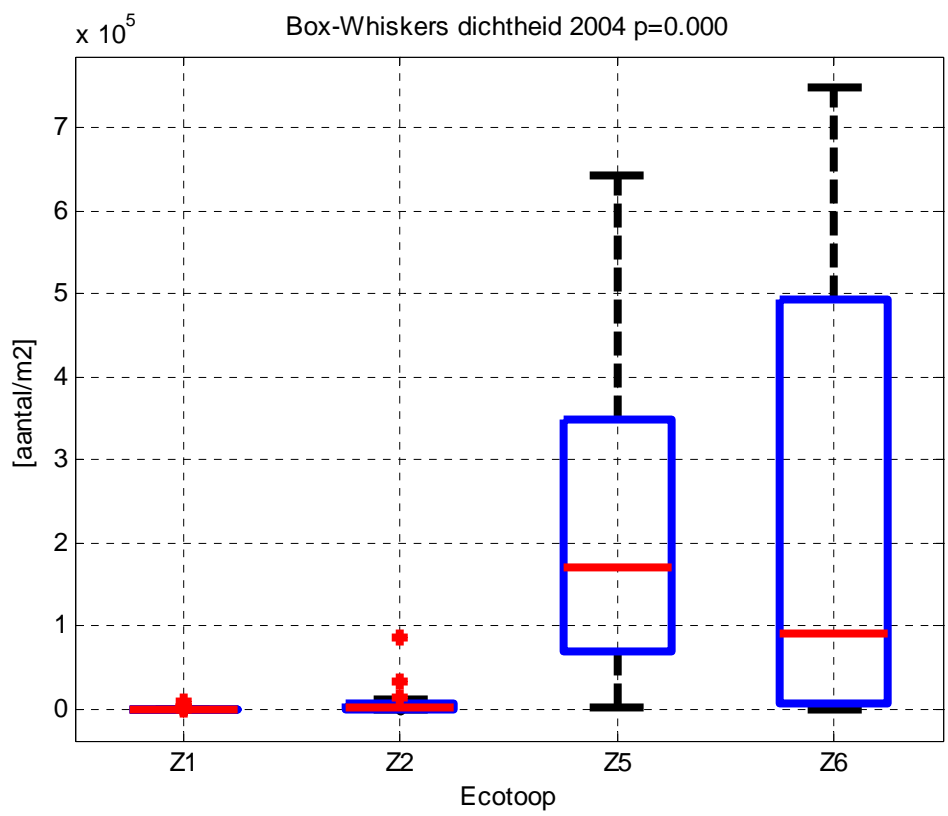
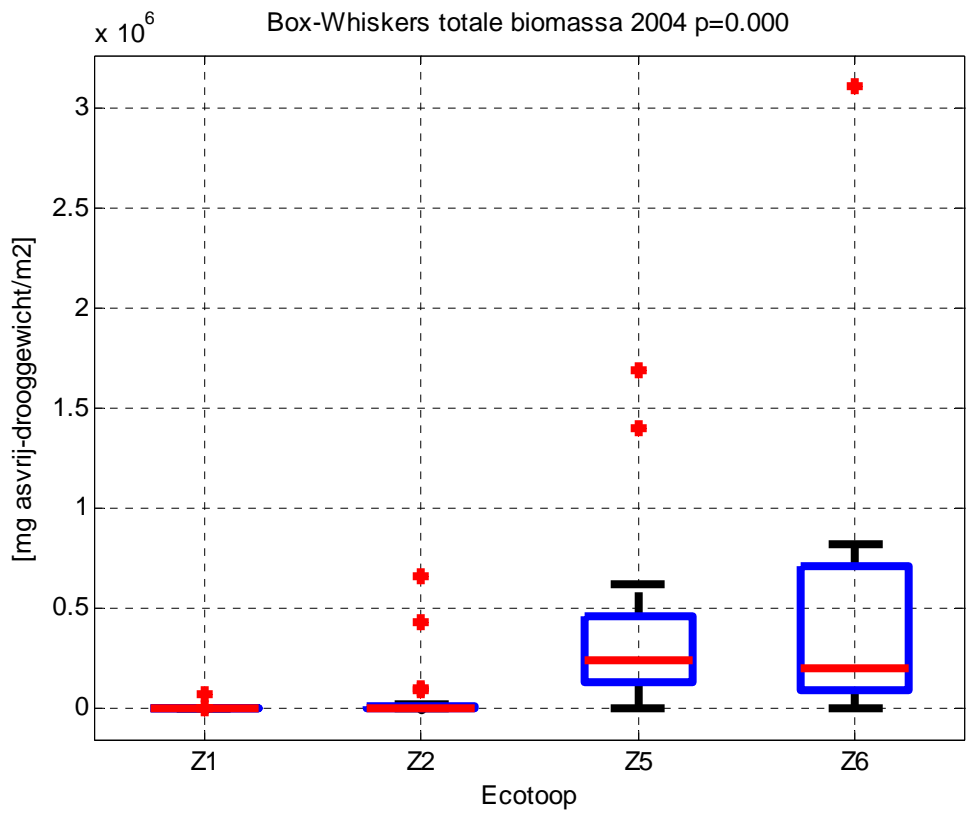


Box-Whiskers aantal soorten 2003 $p=0.000$

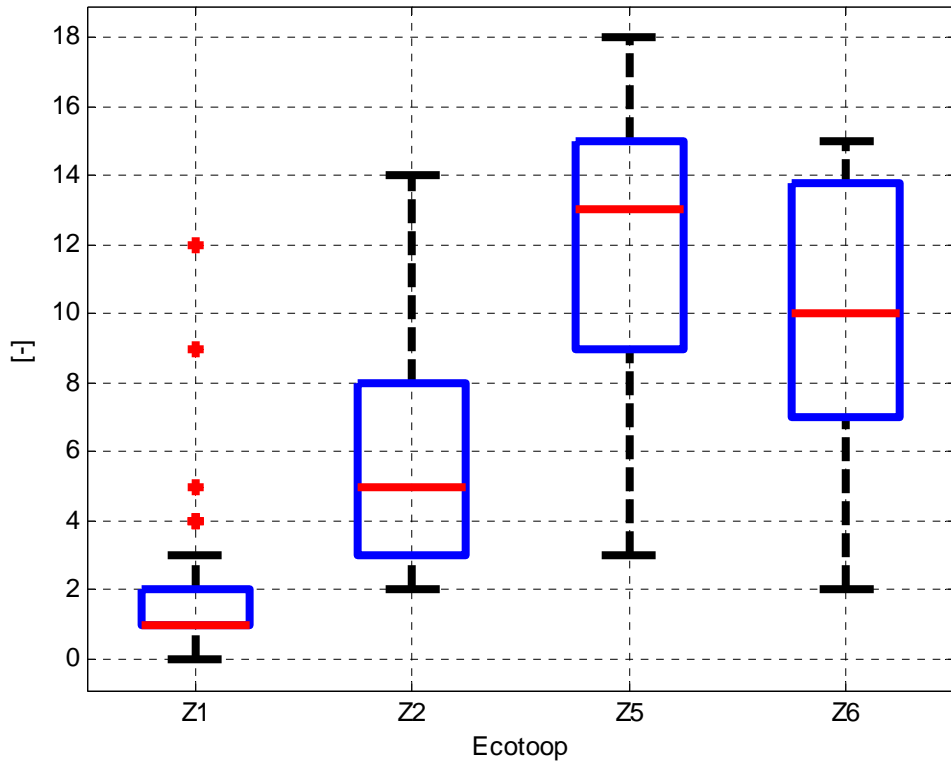


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 2003 $p=0.000$

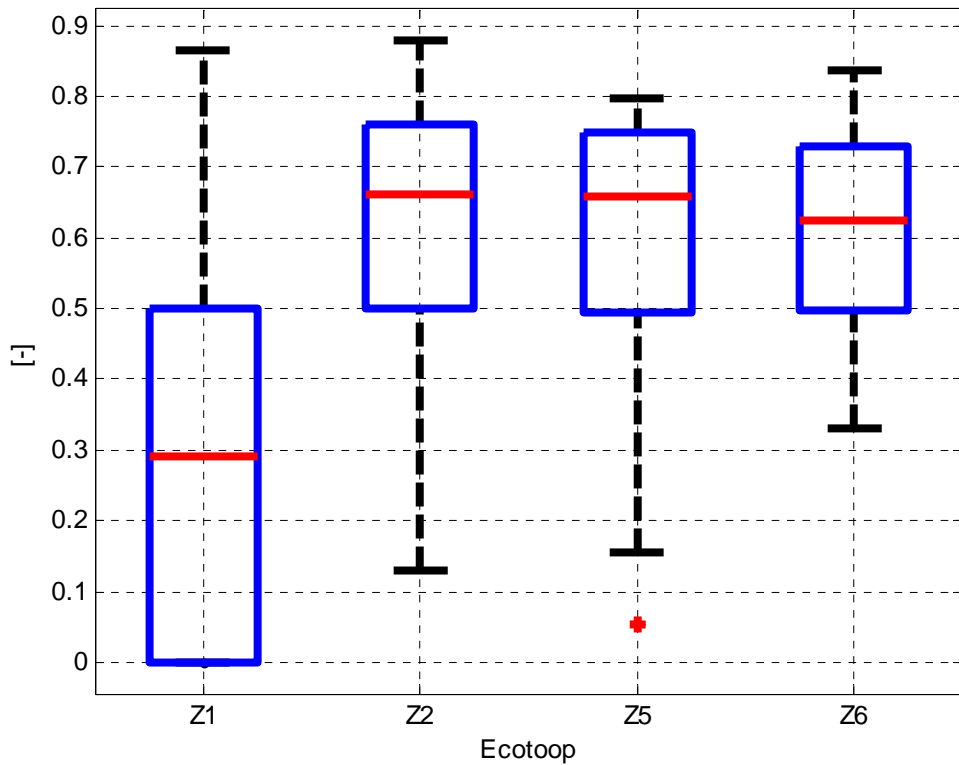


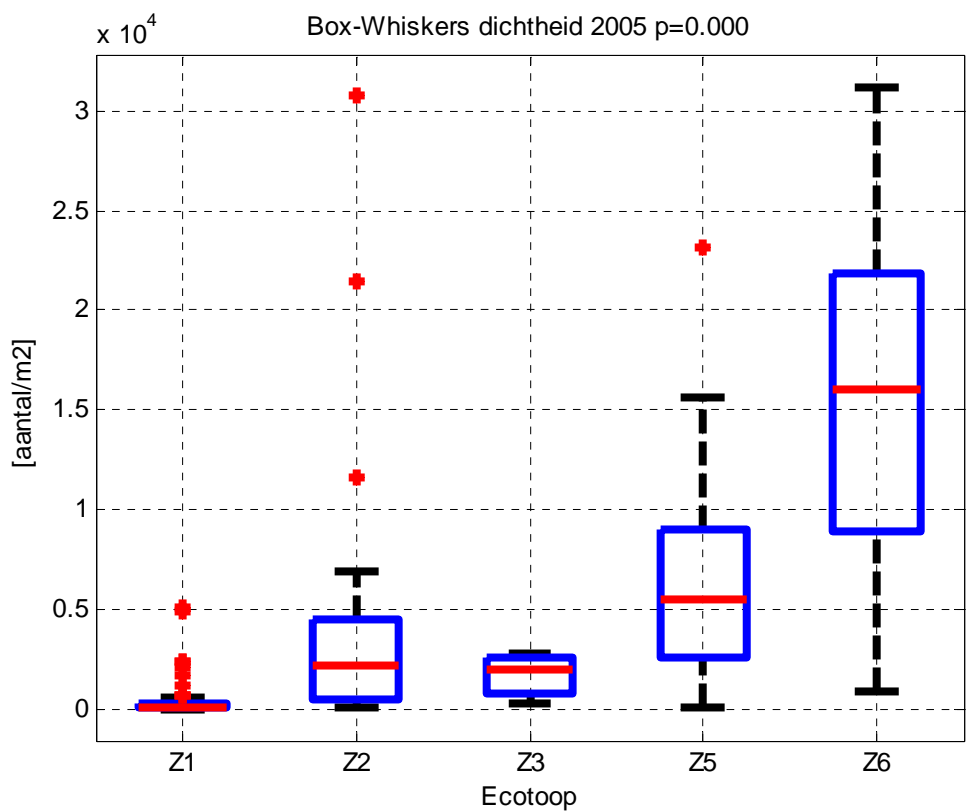
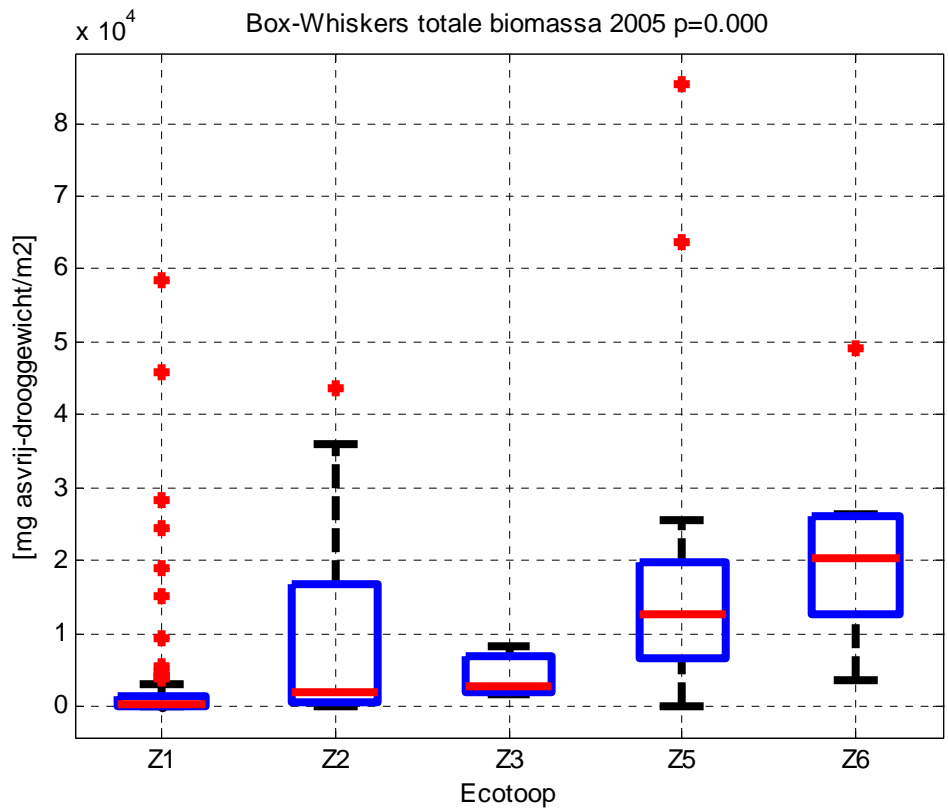


Box-Whiskers aantal soorten 2004 $p=0.000$

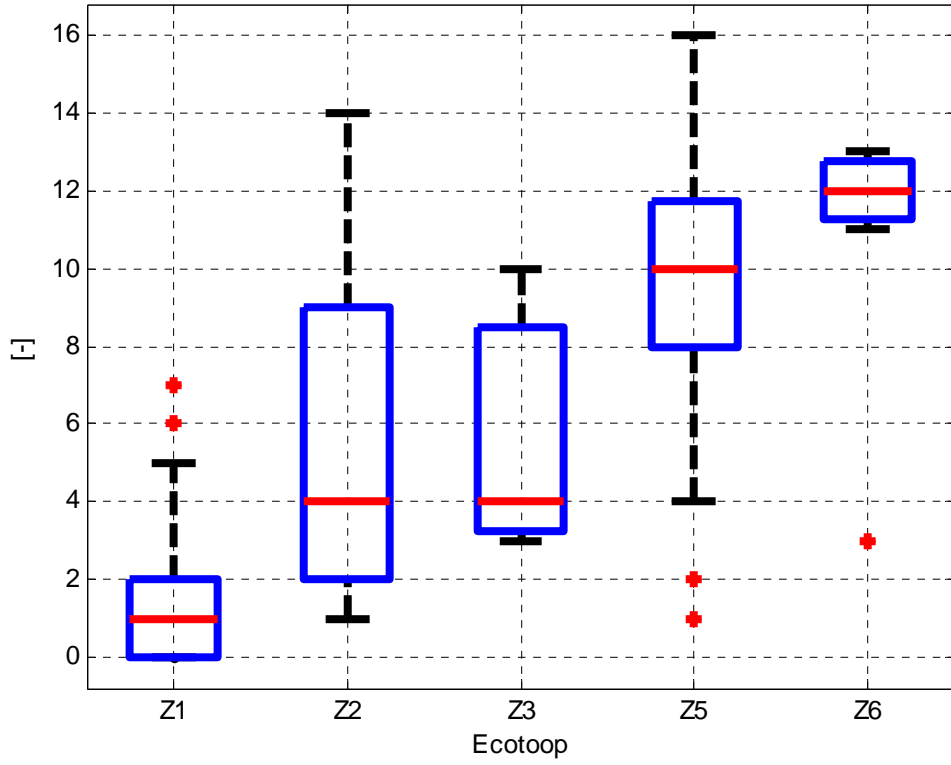


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 2004 $p=0.000$

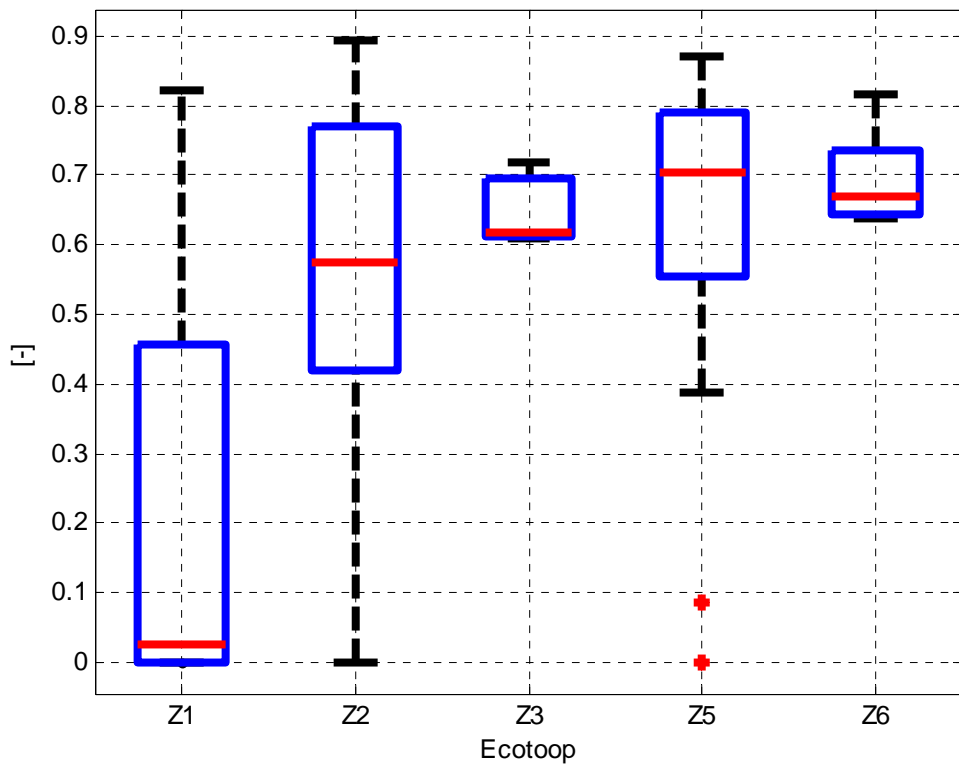




Box-Whiskers aantal soorten 2005 $p=0.000$



Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 2005 $p=0.000$



Bijlage 3: Toetsresultaten met jaargegevens

Per combinatie van deelgebied (brak/zout), jaar en bodemdierkenmerk is weergegeven het resultaat van de Kruskal-Wallis-toets, of de Wilcoxon-rangsom-toets (deze laatste alleen als de Kruskal-Wallis-toets een statistisch significant verschil aangaf) op verschillen tussen de ecotoop-medianen. Bij een statistisch significant verschil is de cel rood (donker) gekleurd en bij een statistisch niet significant verschil is de cel blauw (licht) gekleurd.

1995

Ecotoop	Aantal	B1				B2				B3				B4				B5				B6				B7				B8							
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S				
B1	14																																				
B2	6																																				
B3	0																																				
B4	0																																				
B5	1																																				
B6	6																																				
B7	0																																				
B8	1																																				

1996

Ecotoop	Aantal	B1				B2				B3				B4				B5				B6				B7				B8							
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S				
B1	13																																				
B2	5																																				
B3	0																																				
B4	0																																				
B5	3																																				
B6	4																																				
B7	0																																				
B8	0																																				

1997

Ecotoop	Aantal	B1				B2				B3				B4				B5				B6				B7				B8							
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S				
B1	10																																				
B2	7																																				
B3	0																																				
B4	1																																				
B5	1																																				
B6	5																																				
B7	0																																				
B8	0																																				

2000

Ecotoop	Aantal	B1				B2				B3				B4				B5				B6				B7				B8							
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S				
B1	10					■	■	■	■																	■	■	■	■								
B2	5	■	■	■	■	■																				■	■	■	■								
B3	2																																				
B4	0																																				
B5	2																																				
B6	8	■	■	■	■	■	■	■	■																												
B7	0																																				
B8	0																																				

2001

Ecotoop	Aantal	B1				B2				B3				B4				B5				B6				B7				B8							
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S				
B1	9					■	■	■	■																	■	■	■	■								
B2	5	■	■	■	■																					■	■	■	■								
B3	2																																				
B4	1																																				
B5	0																																				
B6	6	■	■	■	■	■	■	■	■																												
B7	0																																				
B8	0																																				

2002

Ecotoop	Aantal	B1				B2				B3				B4				B5				B6				B7				B8							
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S				
B1	13					■	■	■	■																	■	■	■	■								
B2	4	■	■	■	■	■																				■	■	■	■								
B3	1																																				
B4	0																																				
B5	1																																				
B6	8	■	■	■	■	■	■	■	■																												
B7	0																																				
B8	0																																				

2003

Ecotoop	Aantal	B1				B2				B3				B4				B5				B6				B7				B8							
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S				
B1	10					■	■	■	■													■	■	■	■												
B2	4	■	■	■	■																	■	■	■	■												
B3	1																																				
B4	1																																				
B5	3	■	■	■	■																	■	■	■	■												
B6	2																																				
B7	0																																				
B8	0																																				

2004

Ecotoop	Aantal	B1				B2				B3				B4				B5				B6				B7				B8							
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S				
B1	20					■	■	■	■													■	■	■	■	■	■	■	■								
B2	5	■	■	■	■																	■	■	■	■	■	■	■	■								
B3	0																																				
B4	1																																				
B5	6	■	■	■	■																					■	■	■	■								
B6	4	■	■	■	■																	■	■	■	■												
B7	0																																				
B8	0																																				

2005

Ecotoop	Aantal	B1				B2				B3				B4				B5				B6				B7				B8							
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S				
B1	14					■	■	■	■													■	■	■	■	■	■	■	■								
B2	5	■	■	■	■																	■	■	■	■	■	■	■	■								
B3	0																																				
B4	1																																				
B5	7	■	■	■	■																					■	■	■	■								
B6	3	■	■	■	■																	■	■	■	■												
B7	0																																				
B8	0																																				

1995

Ecotoop	Aantal	Z1				Z2				Z3				Z4				Z5				Z6				Z7				Z8			
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S
Z1	72																																
Z2	19																																
Z3	0																																
Z4	2																																
Z5	5																																
Z6	17																																
Z7	0																																
Z8	1																																

1996

Ecotoop	Aantal	Z1				Z2				Z3				Z4				Z5				Z6				Z7				Z8			
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S
Z1	67																																
Z2	20																																
Z3	2																																
Z4	0																																
Z5	7																																
Z6	16																																
Z7	1																																
Z8	2																																

1997

Ecotoop	Aantal	Z1				Z2				Z3				Z4				Z5				Z6				Z7				Z8			
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S
Z1	80																																
Z2	14																																
Z3	2																																
Z4	1																																
Z5	6																																
Z6	21																																
Z7	0																																
Z8	1																																

2000

Ecotoop	Aantal	Z1				Z2				Z3				Z4				Z5				Z6				Z7				Z8							
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S				
Z1	66					b	d	s	S									b	d	s	S	b	d	s	S												
Z2	22	b	d	s	S									b	d	s	S	b	d	s	S																
Z3	2																																				
Z4	3	b	d	s	S	b	d	s	S																												
Z5	10	b	d	s	S	b	d	s	S					b	d	s	S																				
Z6	12	b	d	s	S	b	d	s	S					b	d	s	S	b	d	s	S																
Z7	0																																				
Z8	2																																				

2001

Ecotoop	Aantal	Z1				Z2				Z3				Z4				Z5				Z6				Z7				Z8							
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S				
Z1	68					b	d	s	S													b	d	s	S	b	d	s	S								
Z2	25	b	d	s	S													b	d	s	S	b	d	s	S												
Z3	2																																				
Z4	1																																				
Z5	12	b	d	s	S	b	d	s	S													b	d	s	S												
Z6	13	b	d	s	S	b	d	s	S									b	d	s	S																
Z7	0																																				
Z8	0																																				

2002

Ecotoop	Aantal	Z1				Z2				Z3				Z4				Z5				Z6				Z7				Z8							
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S				
Z1	70					b	d	s	S	b	d	s	S									b	d	s	S	b	d	s	S								
Z2	22	b	d	s	S													b	d	s	S	b	d	s	S												
Z3	4	b	d	s	S	b	d	s	S									b	d	s	S	b	d	s	S												
Z4	1																																				
Z5	12	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S									b	d	s	S												
Z6	12	b	d	s	S	b	d	s	S									b	d	s	S																
Z7	1																																				
Z8	0																																				

2003

Ecotoop	Aantal	Z1				Z2				Z3				Z4				Z5				Z6				Z7				Z8			
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S
Z1	72																																
Z2	26																																
Z3	1																																
Z4	1																																
Z5	21																																
Z6	11																																
Z7	2																																
Z8	1																																

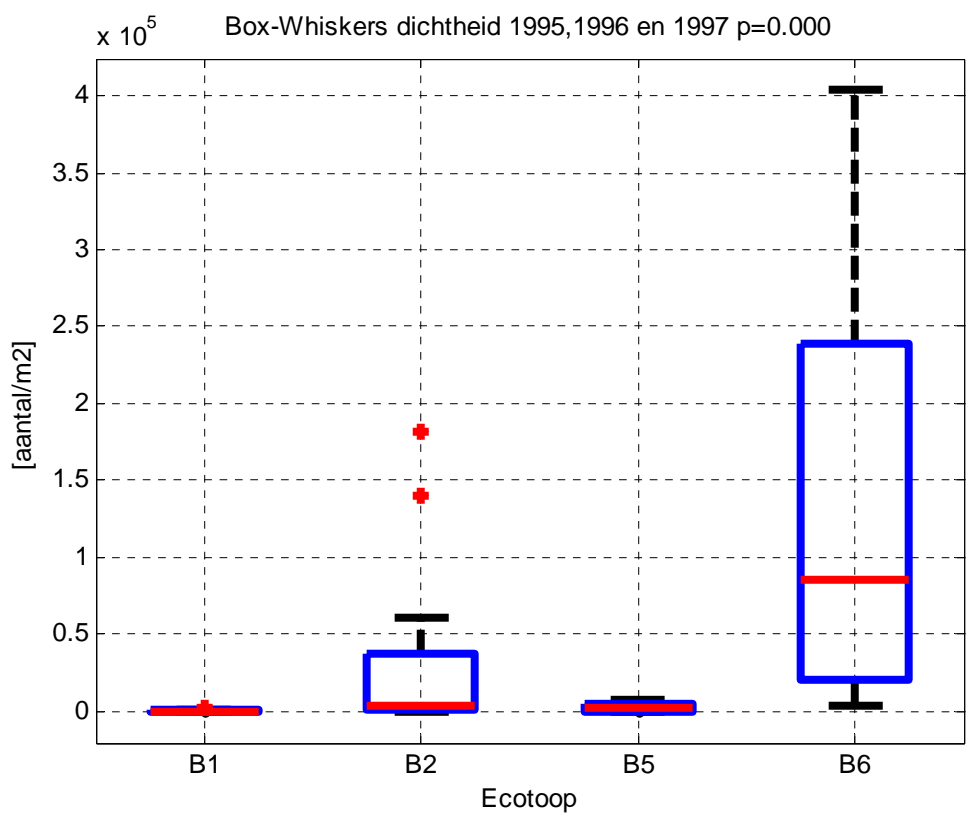
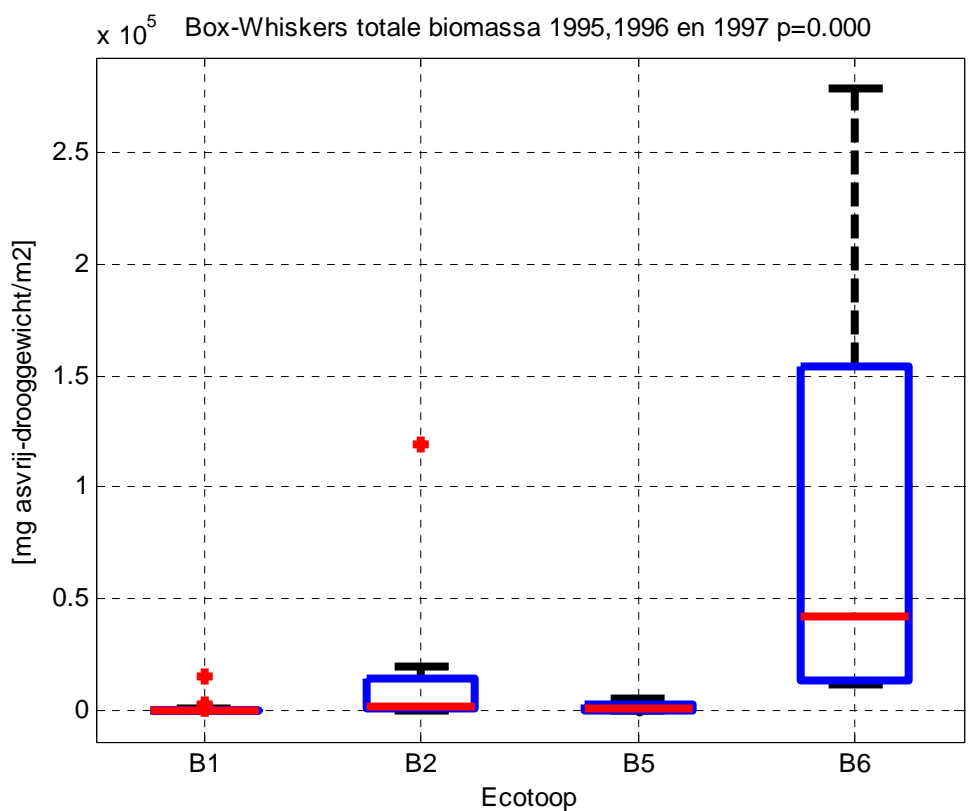
2004

Ecotoop	Aantal	Z1				Z2				Z3				Z4				Z5				Z6				Z7				Z8			
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S
Z1	64																																
Z2	25																																
Z3	1																																
Z4	1																																
Z5	17																																
Z6	11																																
Z7	1																																
Z8	2																																

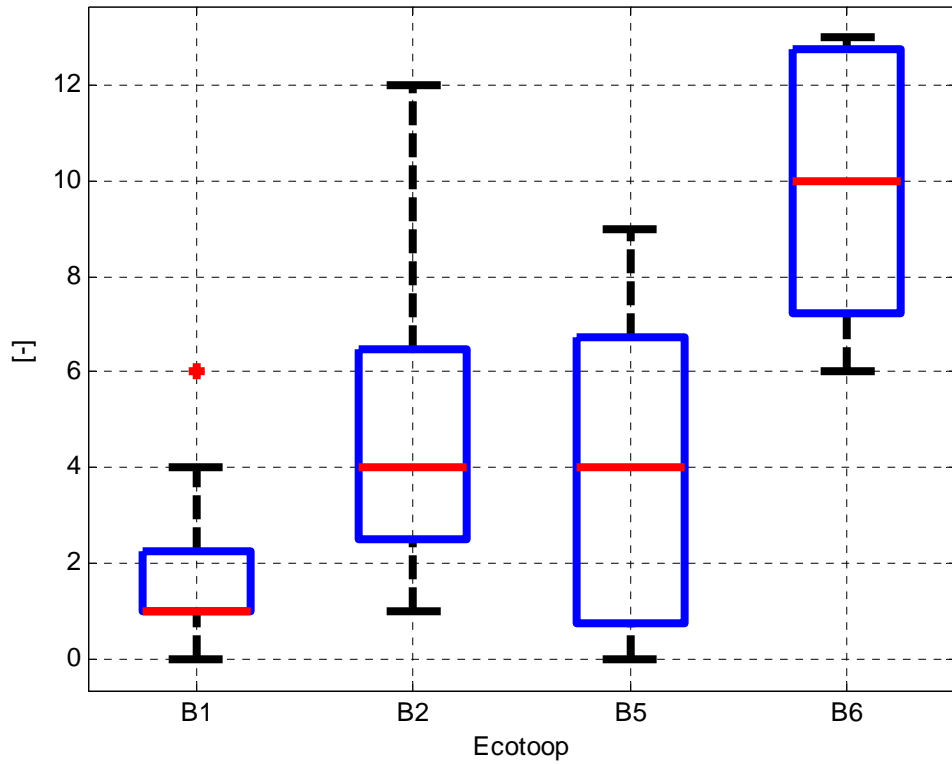
2005

Ecotoop	Aantal	Z1				Z2				Z3				Z4				Z5				Z6				Z7				Z8			
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S
Z1	73																																
Z2	25																																
Z3	3																																
Z4	0																																
Z5	27																																
Z6	7																																
Z7	1																																
Z8	1																																

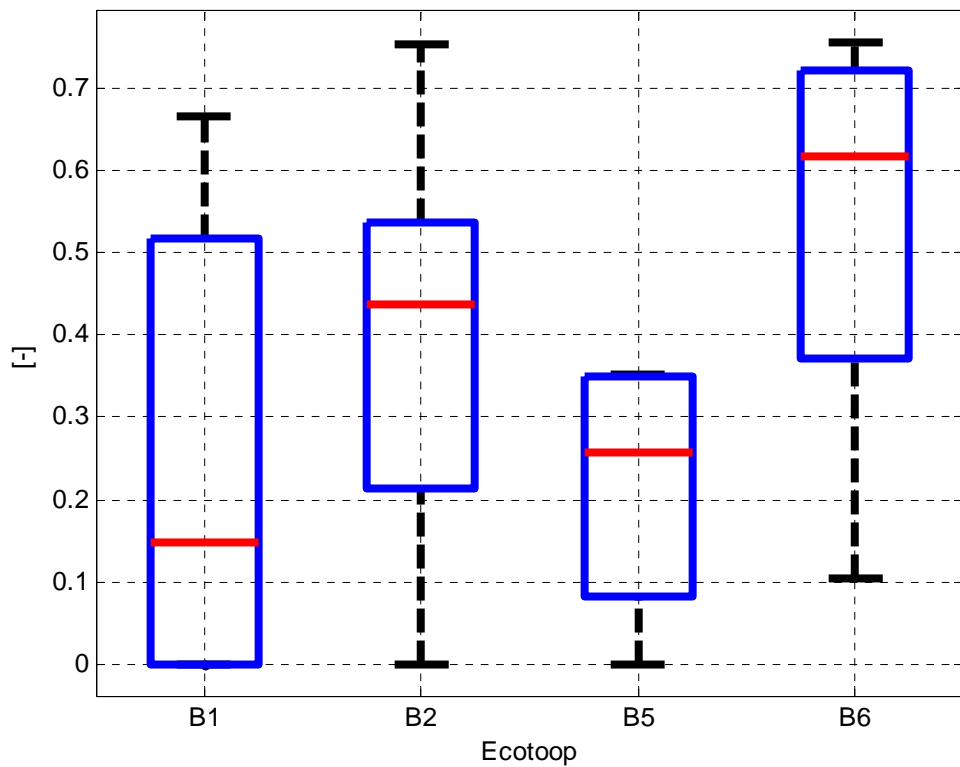
Bijlage 4: Box-whisker-plots per 3-jaarsblok en Kruskal-Wallis-p

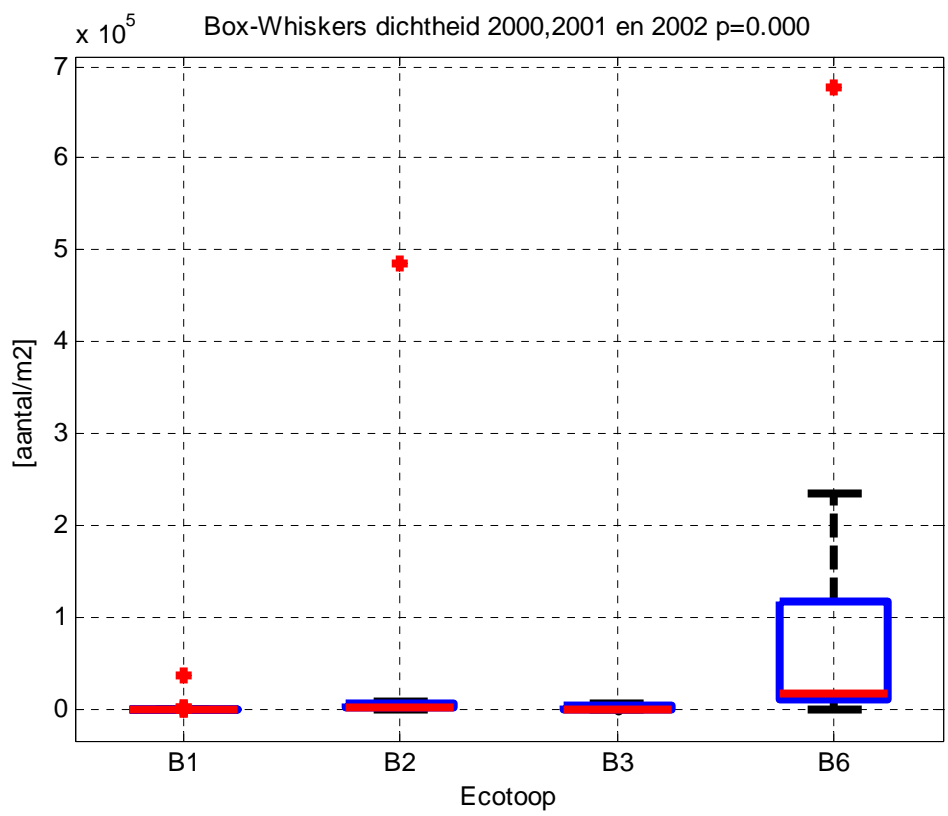
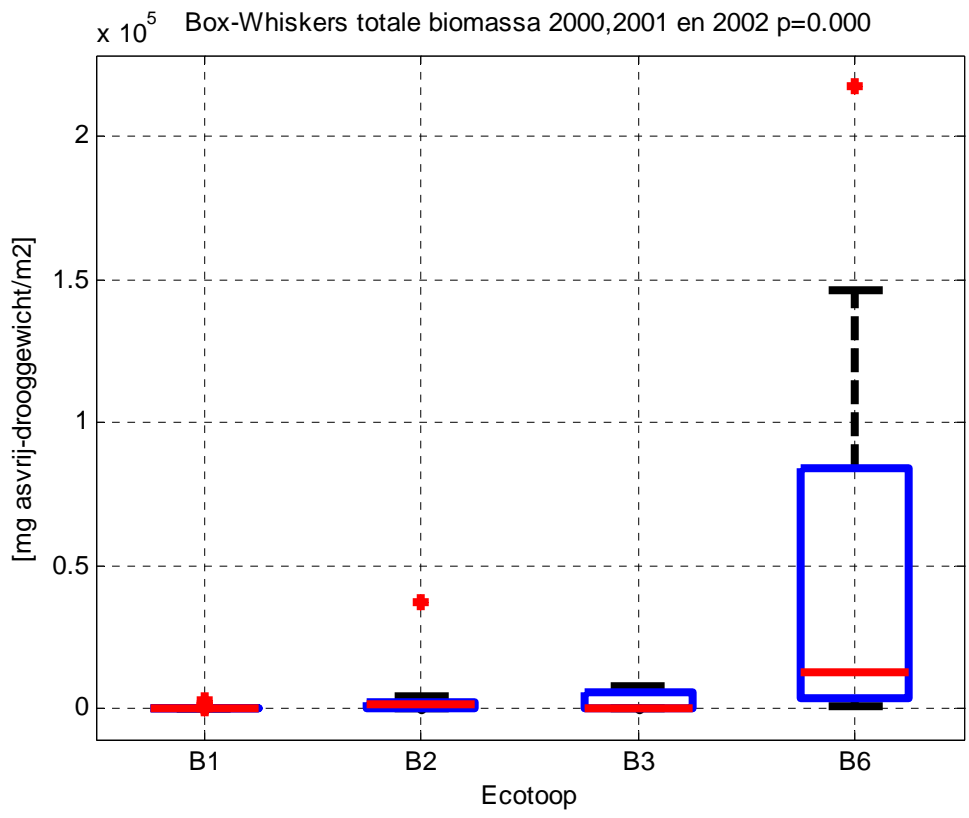


Box-Whiskers aantal soorten 1995,1996 en 1997 $p=0.000$

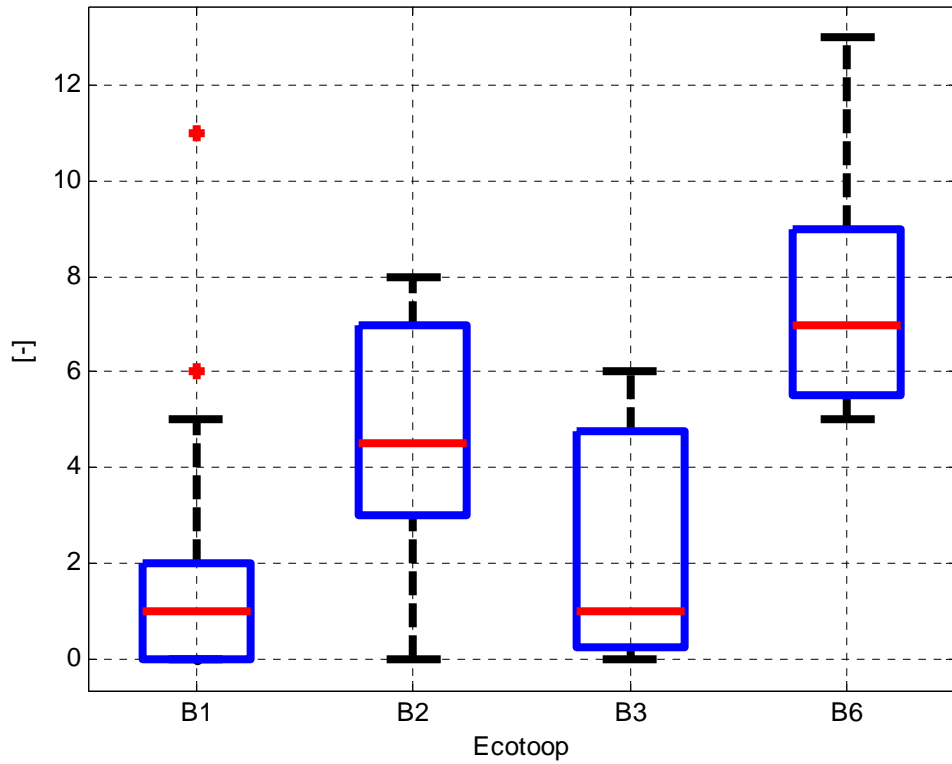


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 1995,1996 en 1997 $p=0.059$

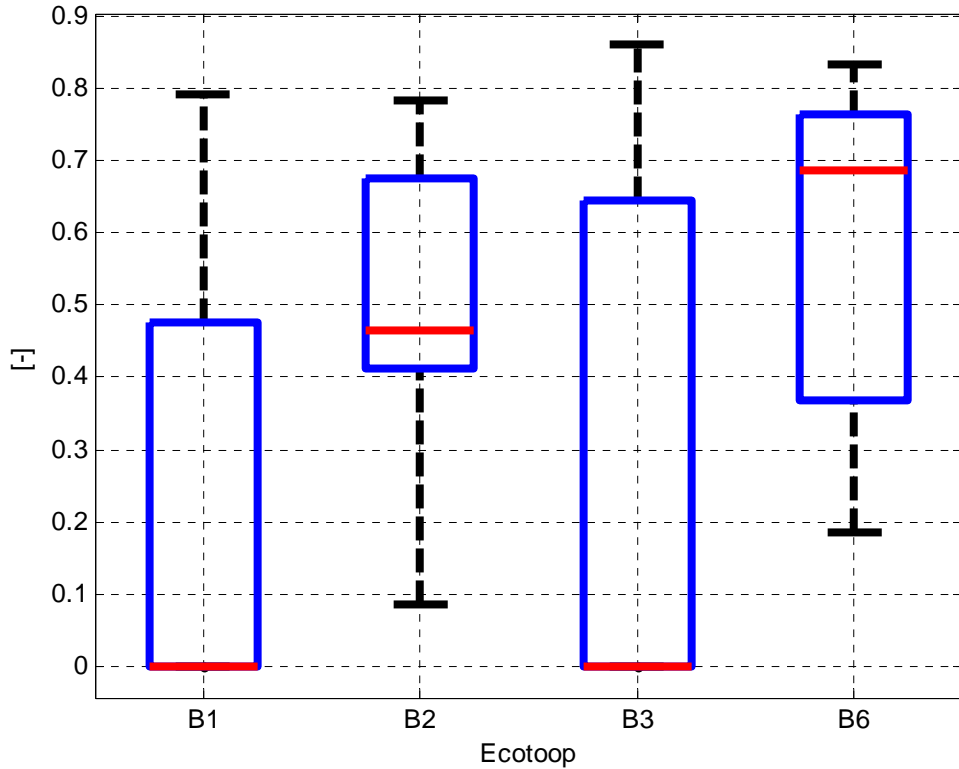


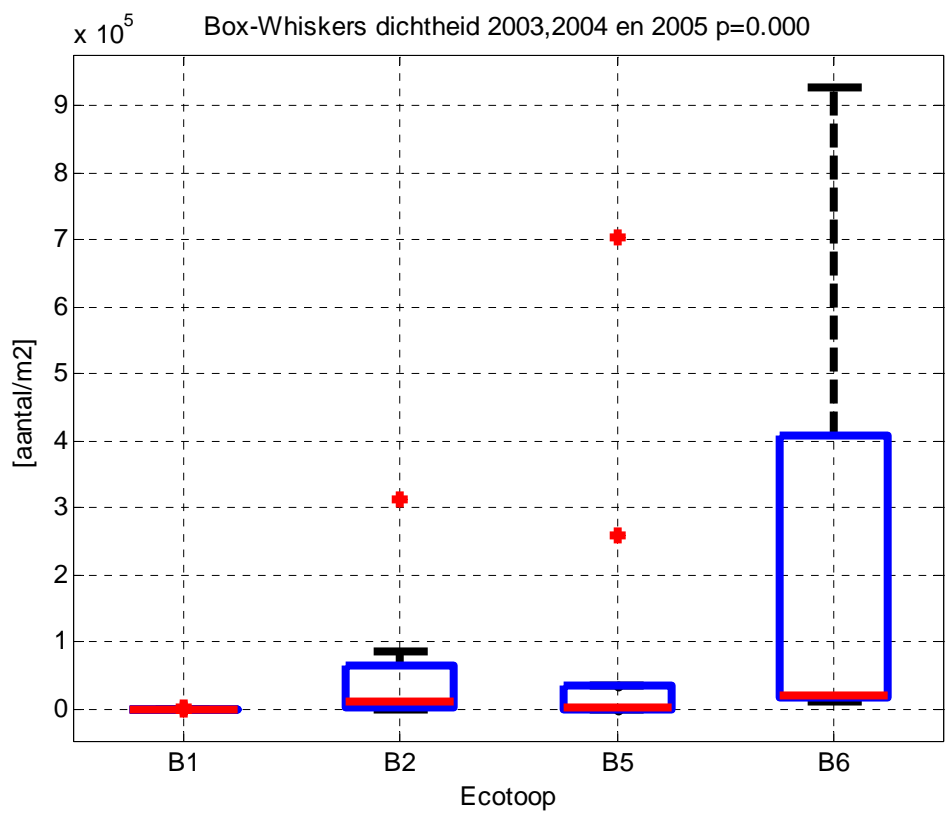
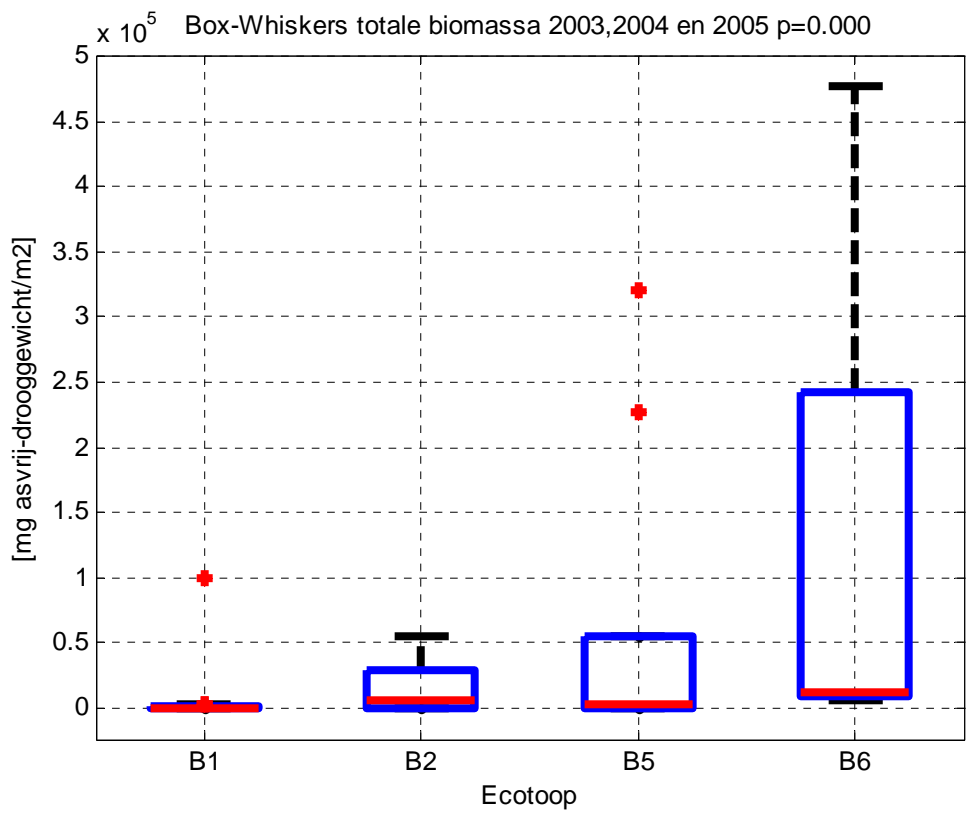


Box-Whiskers aantal soorten 2000,2001 en 2002 p=0.000

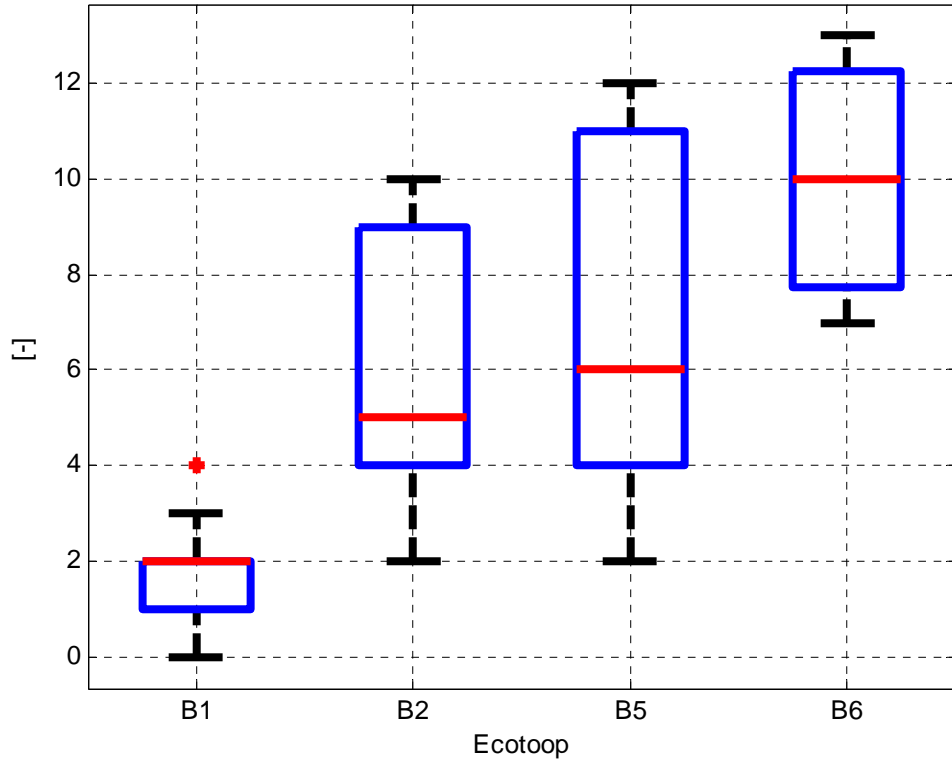


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 2000,2001 en 2002 p=0.007

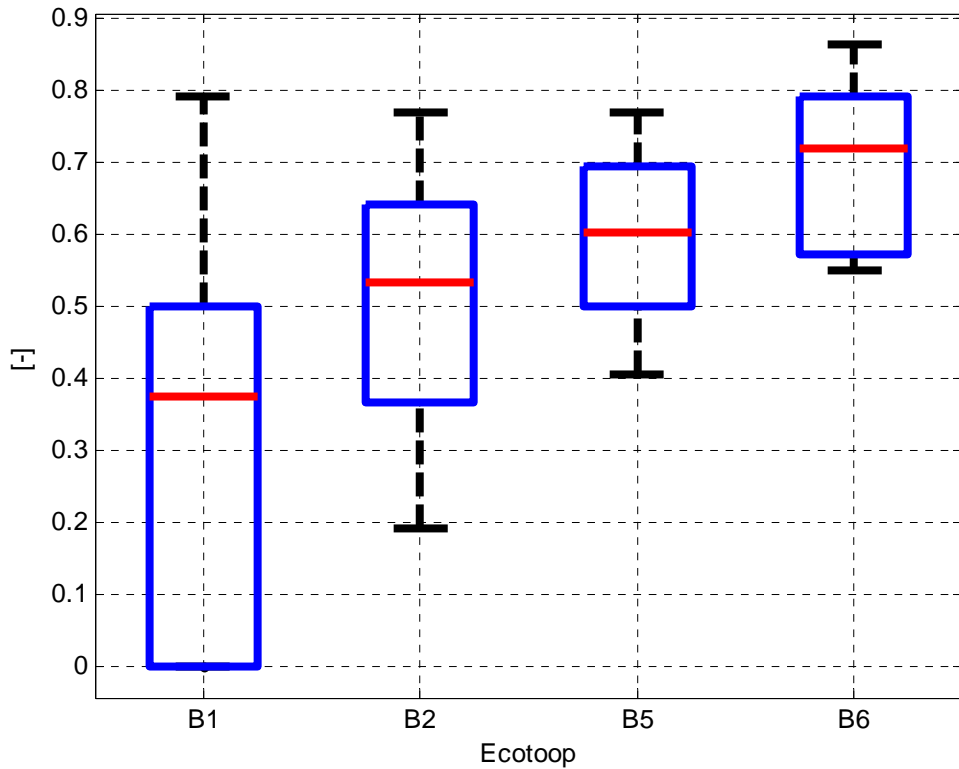


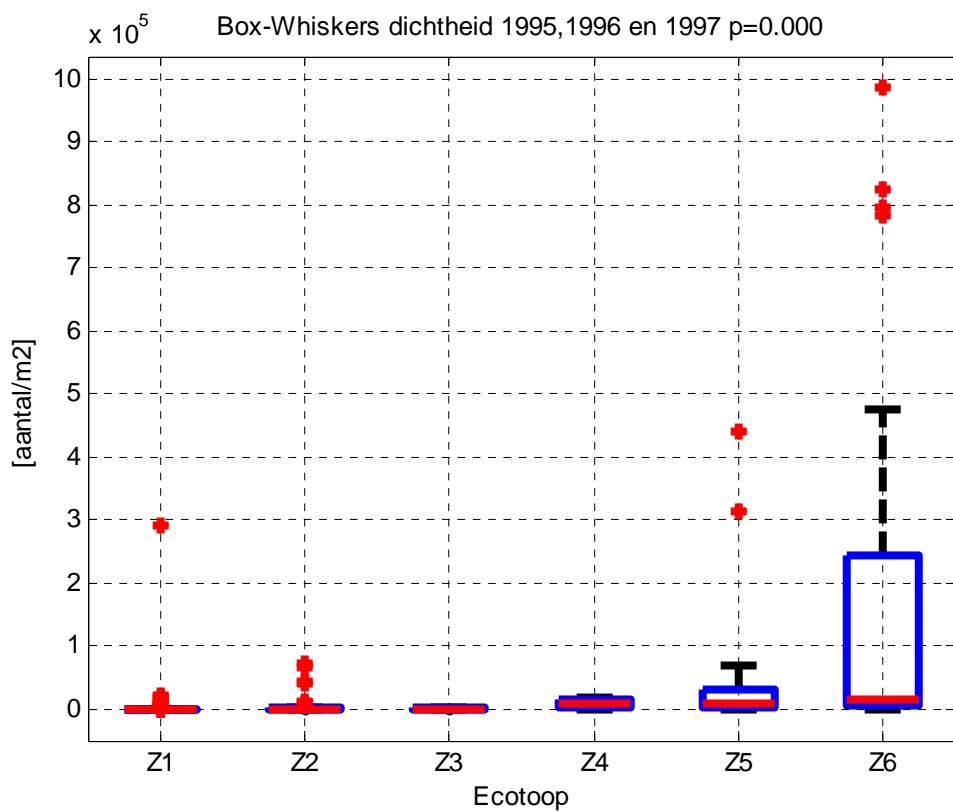
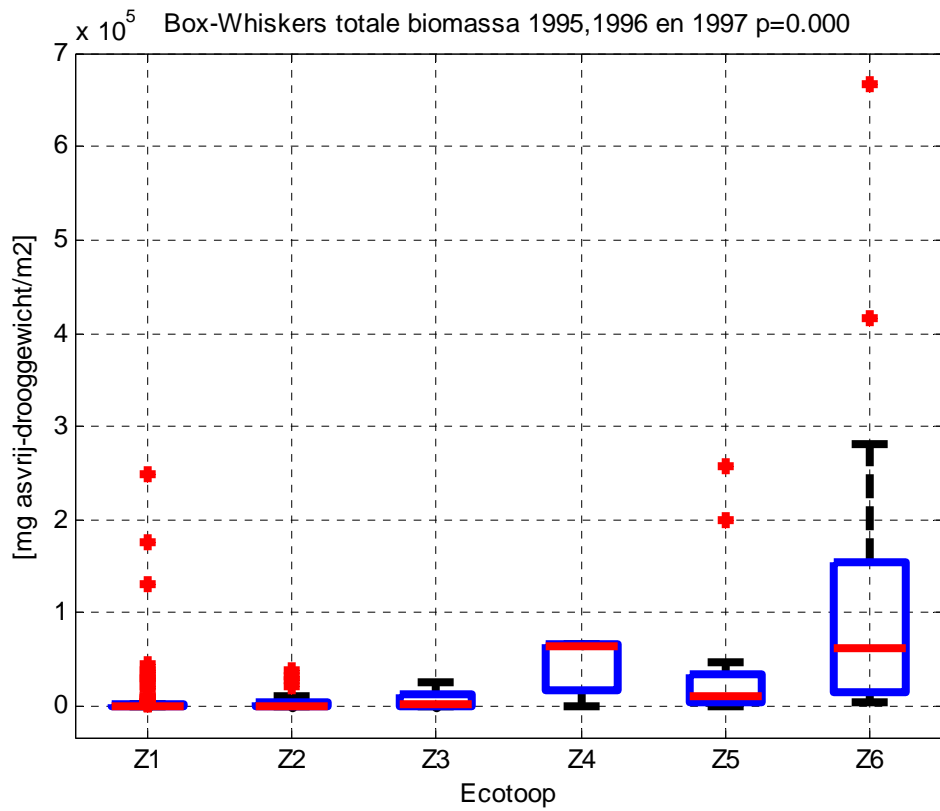


Box-Whiskers aantal soorten 2003,2004 en 2005 p=0.000

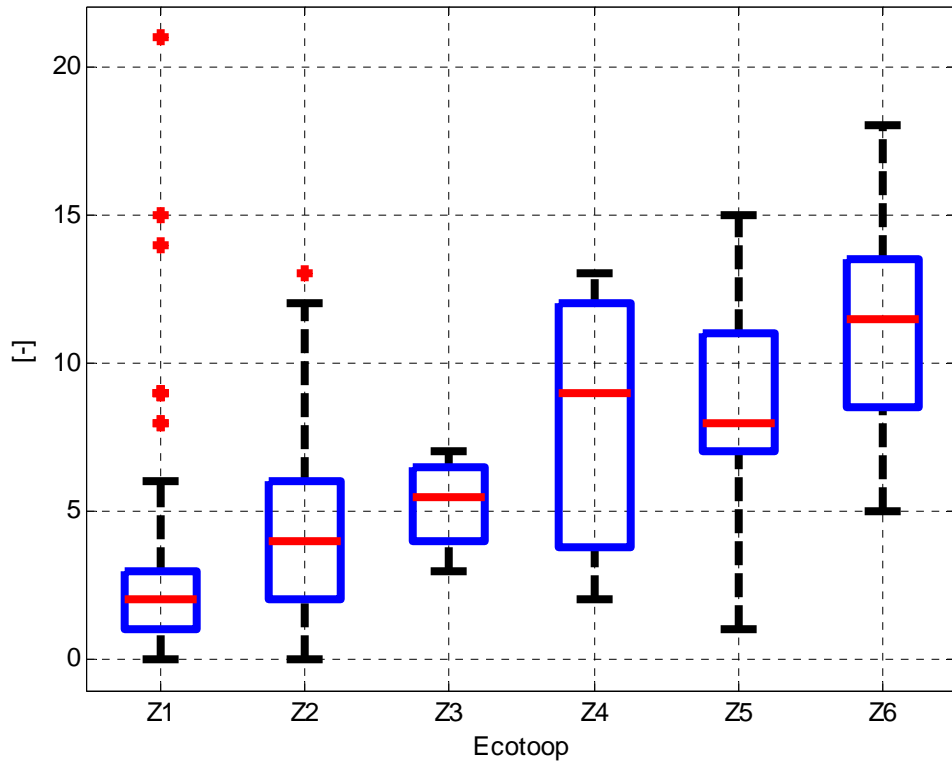


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 2003,2004 en 2005 p=0.000

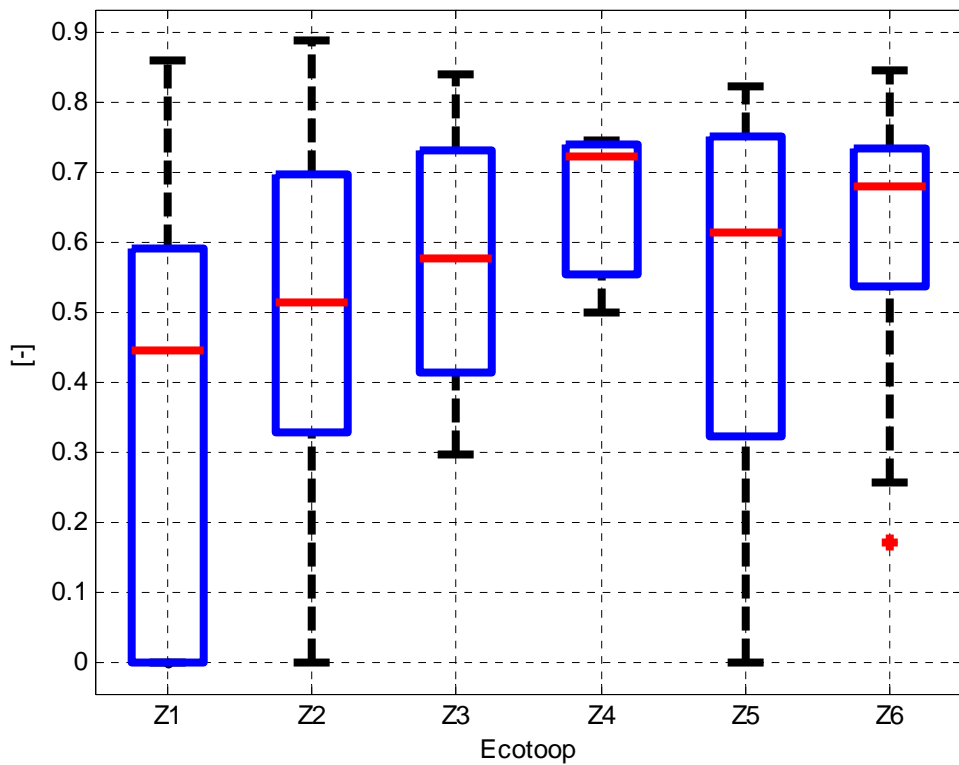


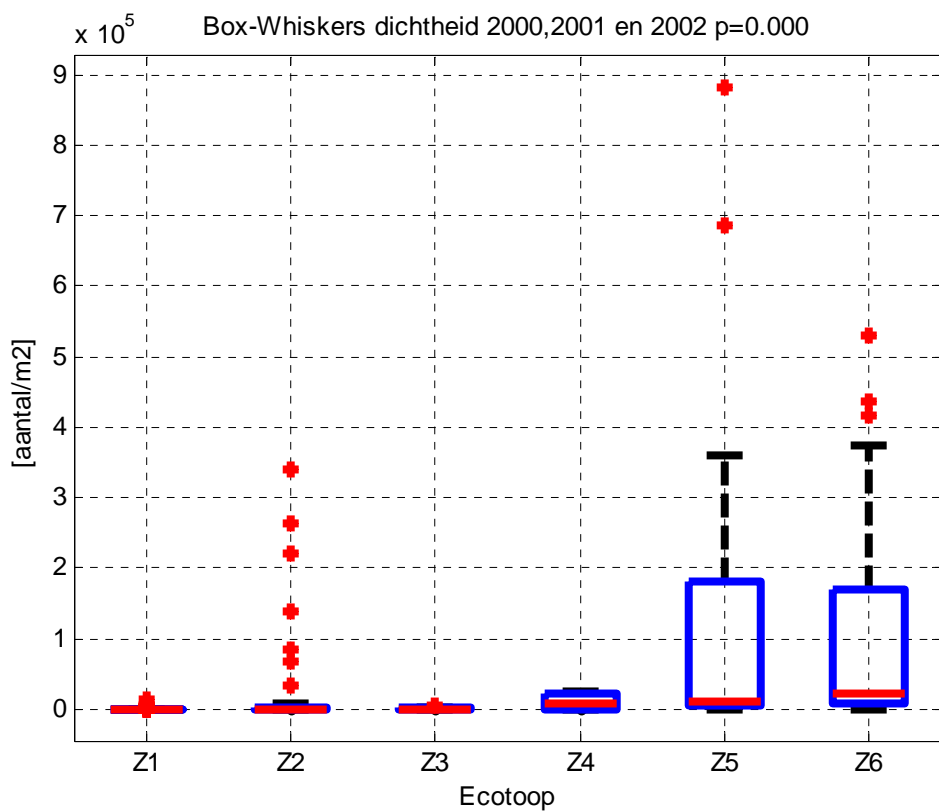
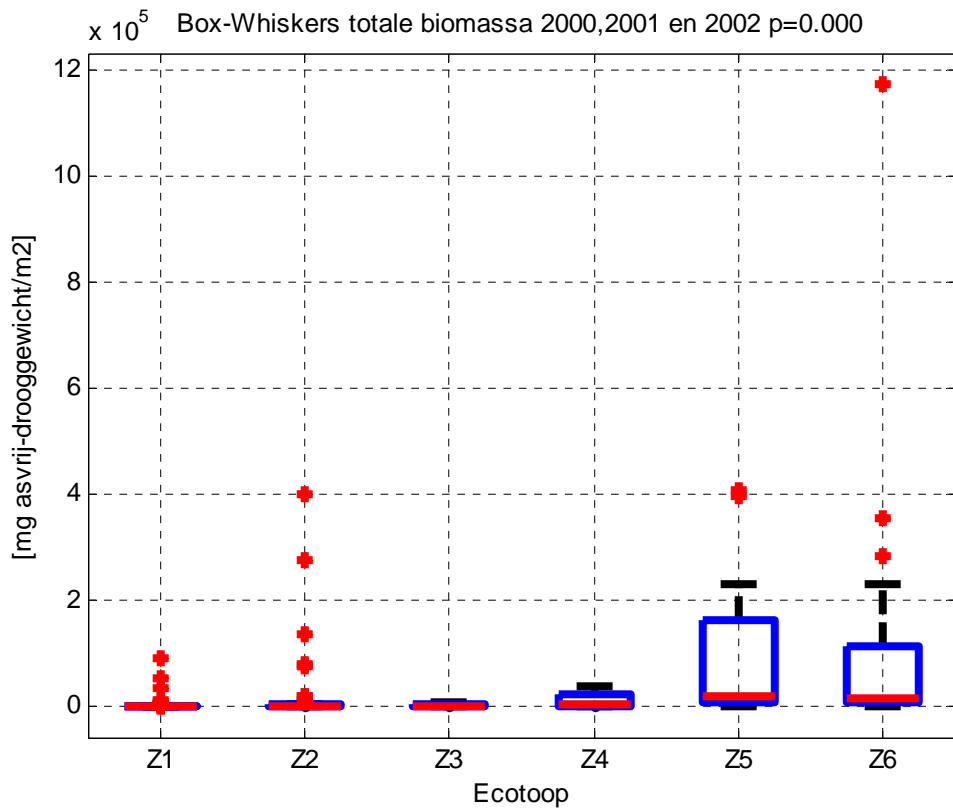


Box-Whiskers aantal soorten 1995,1996 en 1997 p=0.000

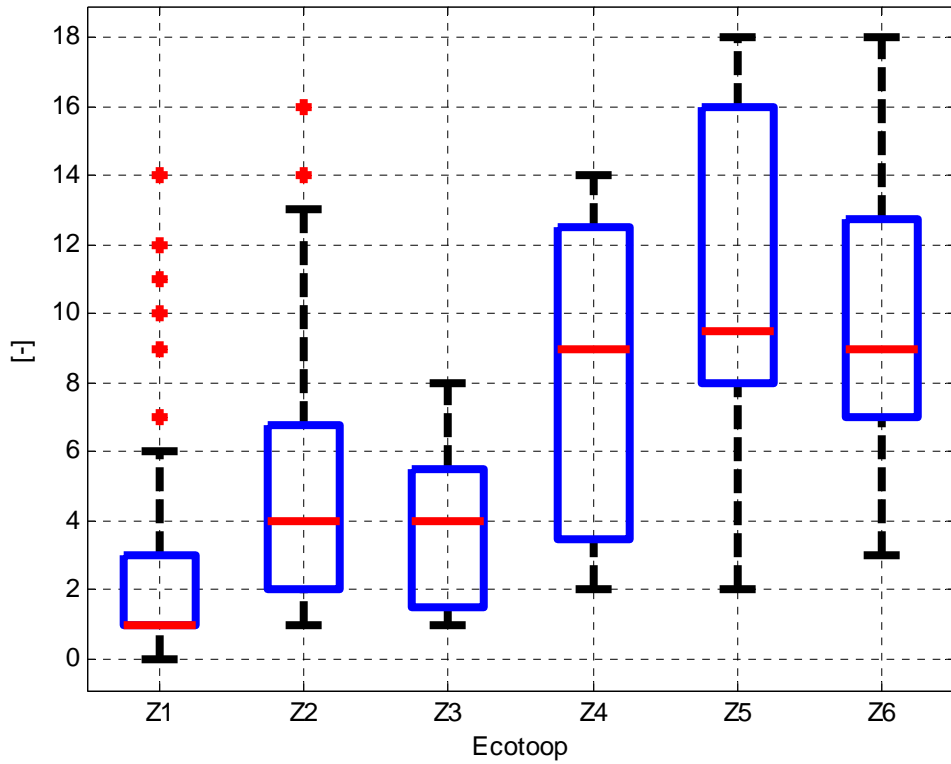


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 1995,1996 en 1997 p=0.000

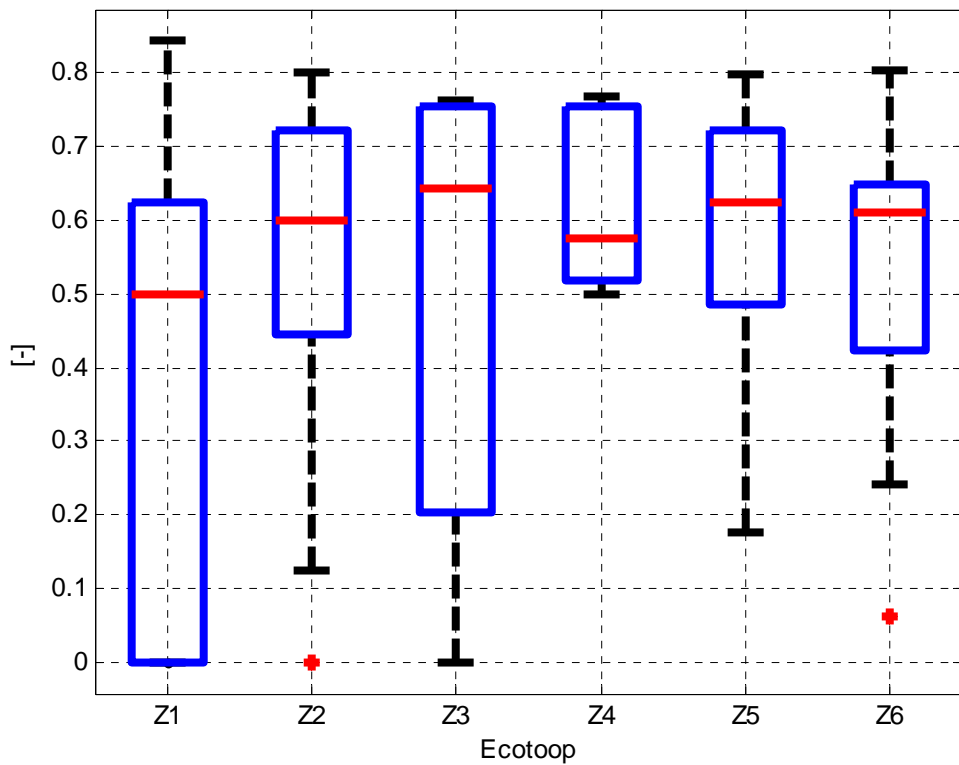


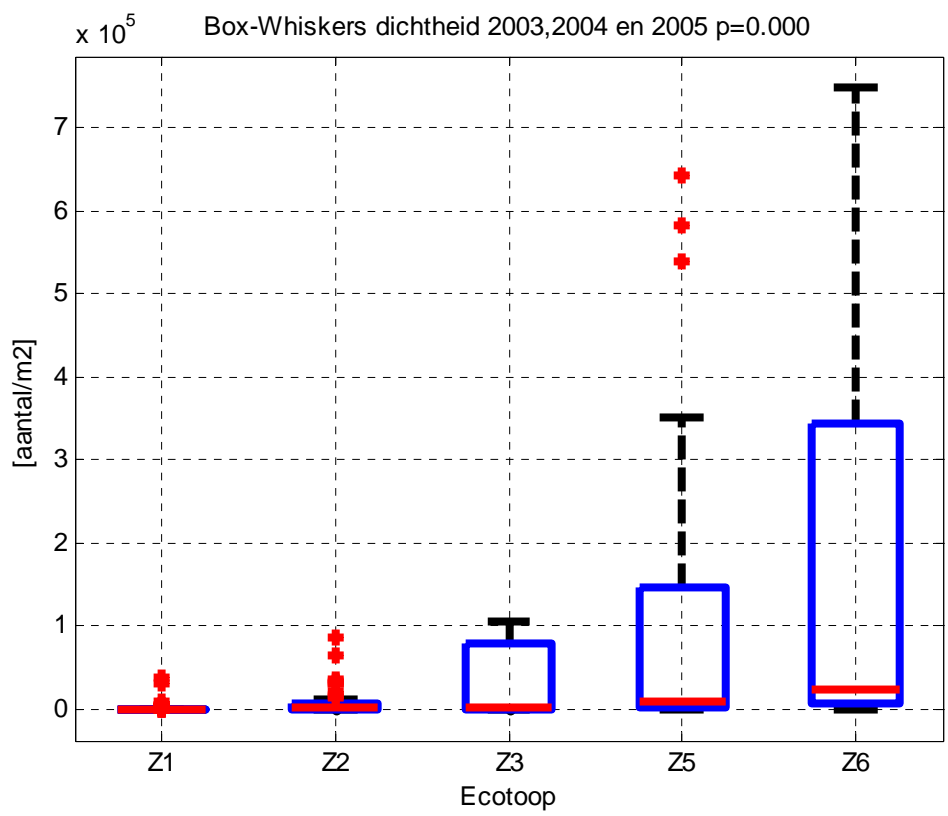
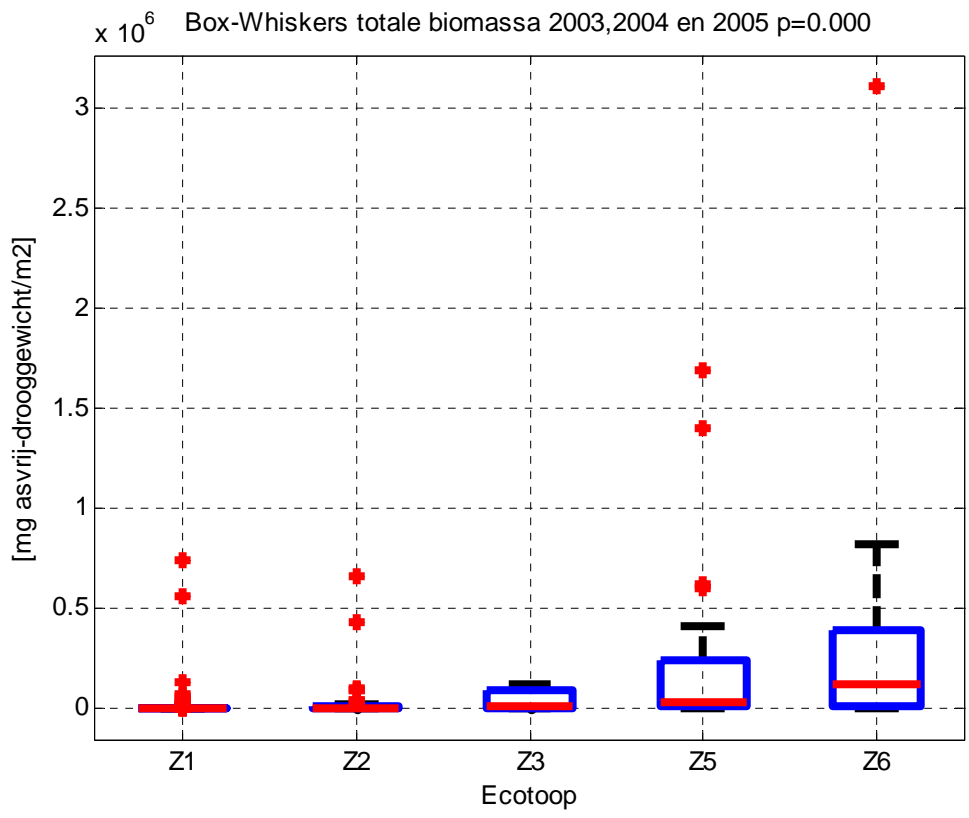


Box-Whiskers aantal soorten 2000,2001 en 2002 p=0.000

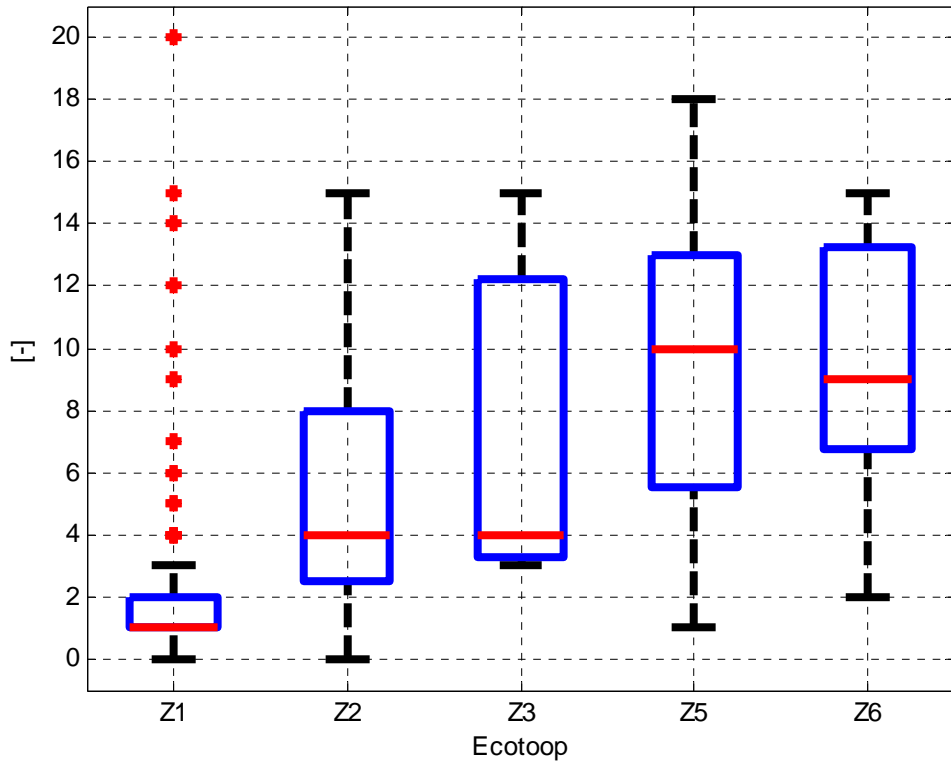


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 2000,2001 en 2002 p=0.001

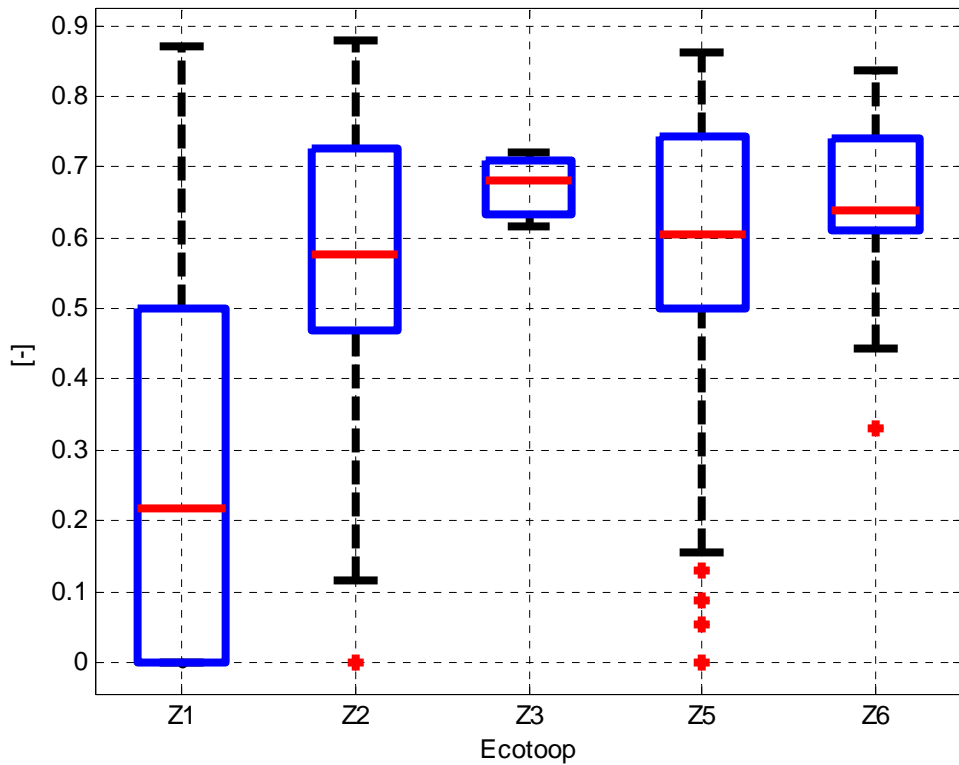




Box-Whiskers aantal soorten 2003,2004 en 2005 p=0.000



Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index) 2003,2004 en 2005 p=0.000



Bijlage 5: Toetsresultaten met gegevens 3-jaarsblokken

Per combinatie van deelgebied (brak en zout), 3-jaarsblok (aangegeven met het middelste jaar) en bodemdierkenmerk is weergegeven het resultaat van hetzij de Kruskal-Wallis-toets, of de Wilcoxon-rangsom-toets (deze laatste is alleen toegepast als de Kruskal-Wallis-toets een statistisch significant verschil aangaf) op verschillen tussen de ecotoopmedianen. Bij een statistisch significant verschil is de cel rood (donker) gekleurd en bij een statistisch niet significant verschil is de cel blauw (licht) gekleurd.

1996 - 3-jaarsblok

Ecotoop	Aantal	B1				B2				B3				B4				B5				B6				B7				B8							
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S				
B1	37																																				
B2	12																																				
B3	0																																				
B4	1																																				
B5	5																																				
B6	7																																				
B7	0																																				
B8	1																																				

2001 - 3-jaarsblok

Ecotoop	Aantal	B1				B2				B3				B4				B5				B6				B7				B8							
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S				
B1	32																																				
B2	10																																				
B3	3																																				
B4	1																																				
B5	1																																				
B6	12																																				
B7	0																																				
B8	0																																				

2004 - 3-jaarsblok

Ecotoop	Aantal	B1				B2				B3				B4				B5				B6				B7				B8							
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S				
B1	44																																				
B2	8																																				
B3	1																																				
B4	1																																				
B5	10																																				
B6	5																																				
B7	0																																				
B8	0																																				

1996 - 3-jaarsblok

Ecotoop	Aantal	Z1				Z2				Z3				Z4				Z5				Z6				Z7				Z8			
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S
Z1	217																																
Z2	47																																
Z3	4																																
Z4	3																																
Z5	14																																
Z6	32																																
Z7	1																																
Z8	2																																

2001 - 3-jaarsblok

Ecotoop	Aantal	Z1				Z2				Z3				Z4				Z5				Z6				Z7				Z8			
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S
Z1	204																																
Z2	51																																
Z3	8																																
Z4	5																																
Z5	18																																
Z6	23																																
Z7	1																																
Z8	2																																

2004 - 3-jaarsblok

Ecotoop	Aantal	Z1				Z2				Z3				Z4				Z5				Z6				Z7				Z8			
		b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S	b	d	s	S
Z1	209																																
Z2	64																																
Z3	3																																
Z4	2																																
Z5	37																																
Z6	17																																
Z7	2																																
Z8	2																																

Bijlage 6: Kengetallen bodemdierkenmerken per 3-jaarsblok

Kengetallen 3-jaarsblok: B-ecotopen totale biomassa 1996

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
B1	37	0	0	25	135	378	2500	15066	736	2493
B2	12	189	205	418	1591	14177	109273	119181	15093	33516
B3	0									
B4	1	3226	3226	3226	3226	3226	3226	3226	3226	0
B5	5	0	0	47	948	2978	5131	5131	1680	2134
B6	7	11589	11589	13622	41719	154268	278673	278673	86766	104353
B7	0									
B8	1	8292	8292	8292	8292	8292	8292	8292	8292	0

Kengetallen 3-jaarsblok: B-ecotopen totale biomassa 2001

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
B1	32	0	0	0	7	71	1158	2825	180	537
B2	10	0	0	243	1034	1979	36949	36949	4779	11375
B3	3	2	2	17	60	5636	7495	7495	2519	4309
B4	1	5652	5652	5652	5652	5652	5652	5652	5652	0
B5	1	3996	3996	3996	3996	3996	3996	3996	3996	0
B6	12	378	481	3585	12836	83797	210471	217588	49040	73870
B7	0									
B8	0									

Kengetallen 3-jaarsblok: B-ecotopen totale biomassa 2004

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
B1	44	7	13	67	170	1040	3111	99034	2882	14860
B2	8	101	101	288	5596	28668	54613	54613	15477	20132
B3	1	206	206	206	206	206	206	206	206	0
B4	1	19938	19938	19938	19938	19938	19938	19938	19938	0
B5	10	24	24	176	3700	54410	320773	320773	63646	114200
B6	5	5970	5970	9186	11955	242764	476910	476910	133962	203181
B7	0									
B8	0									

Kengetallen 3-jaarsblok: B-ecotopen dichtheid 1996

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
B1	37	0	0	67	333	600	2237	2533	510	649
B2	12	200	220	867	4133	37345	178189	182390	34861	62059
B3	0									
B4	1	1667	1667	1667	1667	1667	1667	1667	1667	0
B5	5	0	0	550	2267	5317	8067	8067	3093	3251
B6	7	4267	4267	20583	85347	239563	403865	403865	138458	150103
B7	0									
B8	1	20867	20867	20867	20867	20867	20867	20867	20867	0

Kengetallen 3-jaarsblok: B-ecotopen dichtheid 2001

Ecotoop	meetpt.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
B1	32	0	0	0	67	233	2100	36667	1398	6455
B2	10	0	0	1133	1433	5533	486315	486315	50838	153030
B3	3	67	67	67	67	5333	7088	7088	2407	4054
B4	1	11400	11400	11400	11400	11400	11400	11400	11400	0
B5	1	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	0
B6	12	600	853	9826	16333	117319	633022	677146	103339	194252
B7	0									
B8	0									

Kengetallen 3-jaarsblok: B-ecotopen dichtheid 2004

Ecotoop	meetpt.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
B1	44	67	67	133	267	600	1960	3133	489	636
B2	8	267	267	1833	12567	64434	313007	313007	58868	106884
B3	1	67	67	67	67	67	67	67	67	0
B4	1	104572	104572	104572	104572	104572	104572	104572	104572	0
B5	10	133	133	467	3100	35786	704496	704496	103505	225542
B6	5	11800	11800	17650	22067	408892	926765	926765	243300	393622
B7	0									
B8	0									

Kengetallen 3-jaarsblok: B-ecotopen aantal soorten 1996

Ecotoop	meetpt.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
B1	37	0	0.0	1.0	1.0	2.3	4.0	6	1.7	1.4
B2	12	1	1.1	2.5	4.0	6.5	11.8	12	4.9	3.3
B3	0									
B4	1	3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3	3.0	0.0
B5	5	0	0.0	0.8	4.0	6.8	9.0	9	4.0	3.7
B6	7	6	6.0	7.3	10.0	12.8	13.0	13	9.9	2.9
B7	0									
B8	1	10	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10	10.0	0.0

Kengetallen 3-jaarsblok: B-ecotopen aantal soorten 2001

Ecotoop	meetpt.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
B1	32	0	0.0	0.0	1.0	2.0	5.9	11	1.6	2.2
B2	10	0	0.0	3.0	4.5	7.0	8.0	8	4.5	2.5
B3	3	0	0.0	0.3	1.0	4.8	6.0	6	2.3	3.2
B4	1	5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5	5.0	0.0
B5	1	7	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7	7.0	0.0
B6	12	5	5.0	5.5	7.0	9.0	12.7	13	7.5	2.5
B7	0									
B8	0									

Kengetallen 3-jaarsblok: B-ecotopen aantal soorten 2004

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
B1	44	0	1.0	1.0	2.0	2.0	4.0	4	1.9	1.0
B2	8	2	2.0	4.0	5.0	9.0	10.0	10	6.0	3.0
B3	1	1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1	1.0	0.0
B4	1	8	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8	8.0	0.0
B5	10	2	2.0	4.0	6.0	11.0	12.0	12	6.9	3.8
B6	5	7	7.0	7.8	10.0	12.3	13.0	13	10.0	2.5
B7	0									
B8	0									

Kengetallen 3-jaarsblok: B-ecotopen diversiteit (Simpson's index) 1996

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
B1	31	0.00	0.00	0.00	0.15	0.52	0.64	0.67	0.26	0.27
B2	12	0.00	0.02	0.21	0.44	0.54	0.74	0.75	0.38	0.22
B3	0									
B4	1	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.00
B5	4	0.00	0.00	0.08	0.26	0.35	0.35	0.35	0.22	0.17
B6	7	0.10	0.10	0.37	0.62	0.72	0.76	0.76	0.53	0.24
B7	0									
B8	1	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.00

Kengetallen 3-jaarsblok: B-ecotopen diversiteit (Simpson's index) 2001

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
B1	23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.67	0.79	0.23	0.27
B2	9	0.09	0.09	0.41	0.46	0.67	0.78	0.78	0.51	0.21
B3	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.86	0.86	0.29	0.50
B4	1	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.00
B5	1	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.00
B6	12	0.19	0.19	0.37	0.69	0.76	0.83	0.83	0.59	0.23
B7	0									
B8	0									

Kengetallen 3-jaarsblok: B-ecotopen diversiteit (Simpson's index) 2004

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
B1	43	0.00	0.00	0.00	0.38	0.50	0.71	0.79	0.30	0.26
B2	8	0.19	0.19	0.37	0.53	0.64	0.77	0.77	0.51	0.19
B3	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B4	1	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.00
B5	10	0.40	0.40	0.50	0.60	0.69	0.77	0.77	0.60	0.12
B6	5	0.55	0.55	0.57	0.72	0.79	0.86	0.86	0.70	0.13
B7	0									
B8	0									

Kengetallen 3-jaarsblok: Z-ecotopen totale biomassa 1996

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
Z1	217	0	0	46	278	1037	16673	248032	4450	22963
Z2	47	0	0	190	953	5095	28914	38720	4706	8738
Z3	4	439	439	464	1072	13341	25027	25027	6902	12096
Z4	3	9	9	16061	64215	65692	66184	66184	43470	37650
Z5	14	141	144	3392	10273	34306	245569	256955	45082	79889
Z6	32	4214	5479	15384	61099	155387	403345	667003	114311	144351
Z7	1	7717	7717	7717	7717	7717	7717	7717	7717	0
Z8	2	5389	5389	5389	85527	165665	165665	165665	85527	113332

Kengetallen 3-jaarsblok: Z-ecotopen totale biomassa 2001

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
Z1	204	0	0	8	75	430	3178	91069	1396	7775
Z2	51	3	4	71	504	2350	132235	401449	20466	70232
Z3	8	63	63	86	198	4506	7409	7409	2131	3156
Z4	5	273	273	1634	2926	23441	38464	38464	12437	16270
Z5	18	22	943	7315	17631	160481	403930	408522	99545	134728
Z6	23	47	151	6914	14097	111610	642301	1174155	115987	252112
Z7	1	4172	4172	4172	4172	4172	4172	4172	4172	0
Z8	2	9356	9356	9356	9382	9408	9408	9408	9382	37

Kengetallen 3-jaarsblok: Z-ecotopen totale biomassa 2004

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
Z1	209	0	0	31	257	1174	11384	744057	8857	64950
Z2	64	0	24	372	1921	10771	93527	658121	27103	98167
Z3	3	1632	1632	3286	8249	94145	122777	122777	44219	68114
Z4	2	2332	2332	2332	3739	5145	5145	5145	3739	1989
Z5	37	105	369	5432	25536	235433	1122960	1691640	195189	368441
Z6	17	259	1442	8697	119392	392276	2308549	3111178	376546	754335
Z7	2	28975	28975	28975	184218	339461	339461	339461	184218	219546
Z8	2	313	313	313	15178	30044	30044	30044	15178	21023

Kengetallen 3-jaarsblok: Z-ecotopen dichtheid 1996

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
Z1	217	0	0	67	133	400	3643	290732	2081	19836
Z2	47	0	0	333	800	2683	48909	71698	6439	16192
Z3	4	267	267	433	1000	1500	1600	1600	967	636
Z4	3	133	133	2683	10333	16083	18000	18000	9489	8963
Z5	14	200	280	3600	10833	33000	414593	439604	67630	134637
Z6	32	1400	2320	7267	16567	244431	821894	986902	174344	285140
Z7	1	34267	34267	34267	34267	34267	34267	34267	34267	0
Z8	2	26333	26333	26333	138099	249864	249864	249864	138099	158060

Kengetallen 3-jaarsblok: Z-ecotopen dichtheid 2001

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
Z1	204	0	0	48	67	200	1487	13667	344	1158
Z2	51	16	64	150	600	3900	216314	341047	25444	69576
Z3	8	48	48	100	533	1867	6333	6333	1423	2122
Z4	5	133	133	233	9000	23967	26667	26667	11827	12499
Z5	18	133	1067	6200	12400	180428	803489	881854	153037	251803
Z6	23	267	960	7283	22067	170985	469425	530334	110983	171414
Z7	1	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	0
Z8	2	14400	14400	14400	17567	20733	20733	20733	17567	4478

Kengetallen 3-jaarsblok: Z-ecotopen dichtheid 2004

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
Z1	209	0	0	67	133	333	2083	37733	746	3513
Z2	64	0	113	333	1433	6033	33667	86956	7440	15290
Z3	3	333	333	750	2000	80170	106227	106227	36187	60662
Z4	2	2733	2733	2733	4433	6133	6133	6133	4433	2404
Z5	37	67	363	3300	9333	145778	566475	642155	117450	181149
Z6	17	200	433	8233	22800	344909	679202	748127	164833	244283
Z7	2	31733	31733	31733	162011	292290	292290	292290	162011	184241
Z8	2	2200	2200	2200	114924	227649	227649	227649	114924	159416

Kengetallen 3-jaarsblok: Z-ecotopen aantal soorten 1996

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
Z1	217	0	0.0	1.0	2.0	3.0	6.0	21	2.2	2.5
Z2	47	0	0.0	2.0	4.0	6.0	11.2	13	4.7	3.2
Z3	4	3	3.0	4.0	5.5	6.5	7.0	7	5.3	1.7
Z4	3	2	2.0	3.8	9.0	12.0	13.0	13	8.0	5.6
Z5	14	1	1.4	7.0	8.0	11.0	14.4	15	8.2	3.6
Z6	32	5	7.0	8.5	11.5	13.5	17.0	18	11.2	3.3
Z7	1	6	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6	6.0	0.0
Z8	2	7	7.0	7.0	11.5	16.0	16.0	16	11.5	6.4

Kengetallen 3-jaarsblok: Z-ecotopen aantal soorten 2001

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
Z1	204	0	0.0	1.0	1.0	3.0	5.0	14	1.9	2.1
Z2	51	1	1.0	2.0	4.0	6.8	13.0	16	4.9	3.7
Z3	8	1	1.0	1.5	4.0	5.5	8.0	8	3.9	2.5
Z4	5	2	2.0	3.5	9.0	12.5	14.0	14	8.2	5.1
Z5	18	2	3.2	8.0	9.5	16.0	17.6	18	11.1	4.8
Z6	23	3	3.7	7.0	9.0	12.8	15.4	18	9.3	3.8
Z7	1	6	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6	6.0	0.0
Z8	2	7	7.0	7.0	8.0	9.0	9.0	9	8.0	1.4

Kengetallen 3-jaarsblok: Z-ecotopen aantal soorten 2004

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
Z1	209	0	0.0	1.0	1.0	2.0	5.0	20	1.7	2.4
Z2	64	0	0.7	2.5	4.0	8.0	13.0	15	5.3	3.8
Z3	3	3	3.0	3.3	4.0	12.3	15.0	15	7.3	6.7
Z4	2	4	4.0	4.0	5.0	6.0	6.0	6	5.0	1.4
Z5	37	1	2.4	5.5	10.0	13.0	16.0	18	9.6	4.5
Z6	17	2	2.4	6.8	9.0	13.3	14.7	15	9.2	3.9
Z7	2	12	12.0	12.0	12.5	13.0	13.0	13	12.5	0.7
Z8	2	2	2.0	2.0	4.5	7.0	7.0	7	4.5	3.5

Kengetallen 3-jaarsblok: Z-ecotopen diversiteit (Simpson's index) 1996

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
Z1	178	0.00	0.00	0.00	0.44	0.59	0.74	0.86	0.35	0.28
Z2	44	0.00	0.05	0.33	0.51	0.70	0.83	0.89	0.51	0.24
Z3	4	0.30	0.30	0.41	0.58	0.73	0.84	0.84	0.57	0.22
Z4	3	0.50	0.50	0.56	0.72	0.74	0.75	0.75	0.66	0.14
Z5	14	0.00	0.04	0.32	0.62	0.75	0.82	0.82	0.53	0.26
Z6	32	0.17	0.26	0.54	0.68	0.74	0.81	0.85	0.62	0.18
Z7	1	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.00
Z8	2	0.12	0.12	0.12	0.44	0.77	0.77	0.77	0.44	0.46

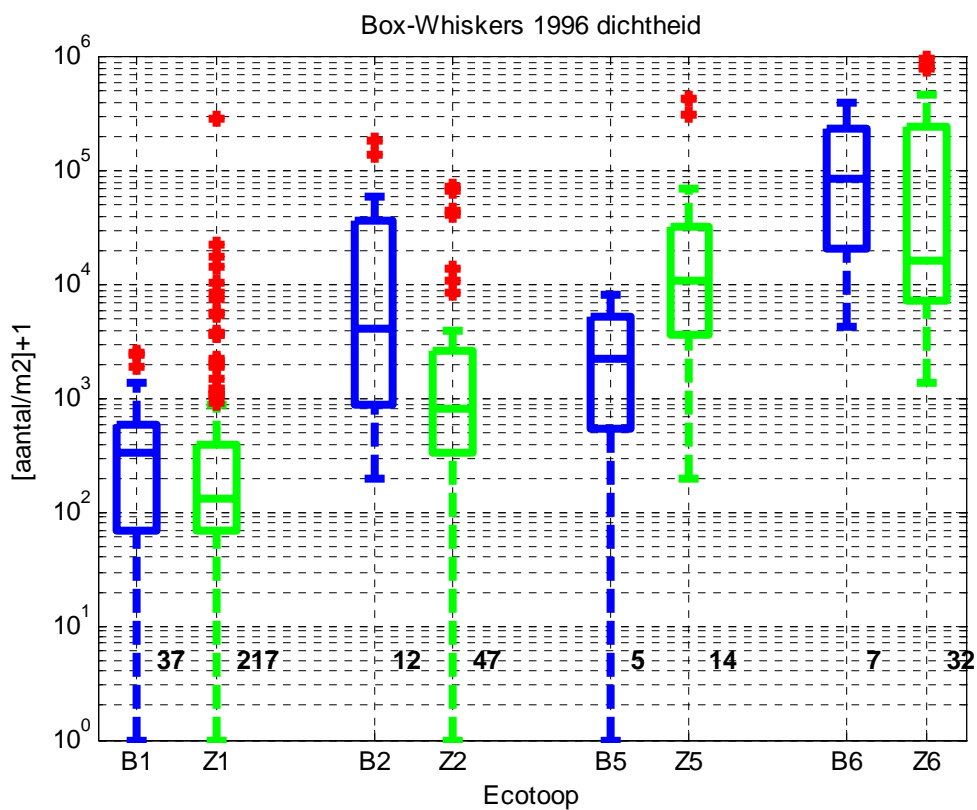
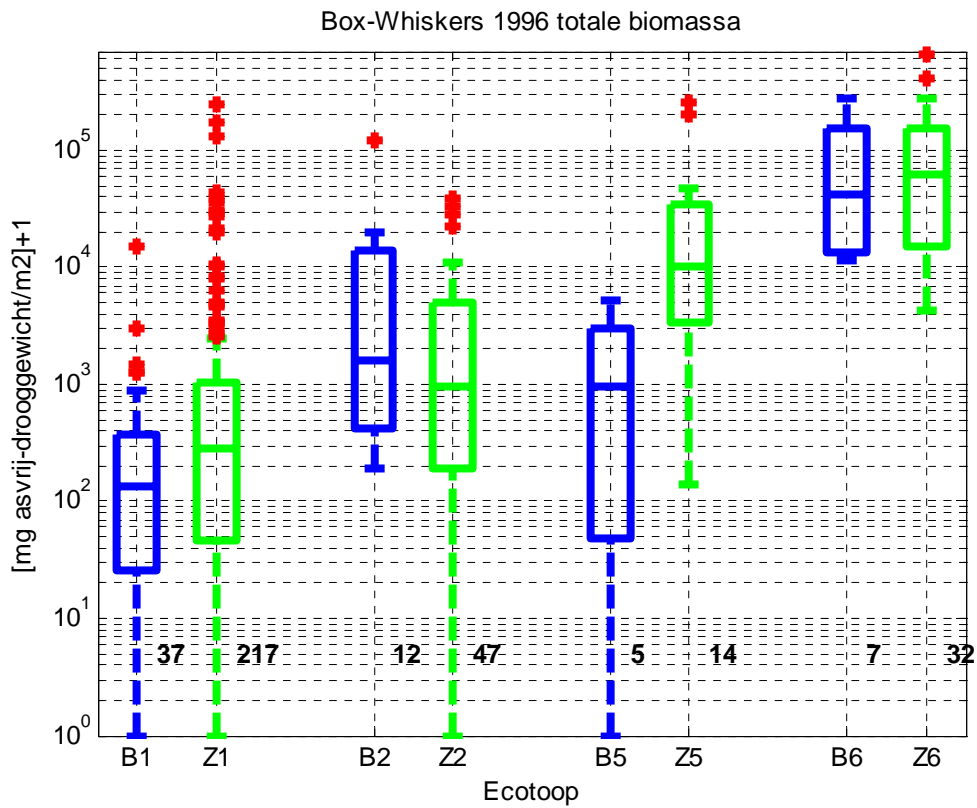
Kengetallen 3-jaarsblok: Z-ecotopen diversiteit (Simpson's index) 2001

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
Z1	158	0.00	0.00	0.00	0.50	0.63	0.79	0.84	0.37	0.30
Z2	51	0.00	0.00	0.44	0.60	0.72	0.79	0.80	0.52	0.25
Z3	8	0.00	0.00	0.20	0.64	0.75	0.76	0.76	0.50	0.33
Z4	5	0.50	0.50	0.52	0.58	0.75	0.77	0.77	0.62	0.13
Z5	18	0.18	0.19	0.48	0.62	0.72	0.79	0.80	0.57	0.20
Z6	23	0.06	0.18	0.42	0.61	0.65	0.79	0.80	0.54	0.19
Z7	1	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.00
Z8	2	0.37	0.37	0.37	0.44	0.51	0.51	0.51	0.44	0.10

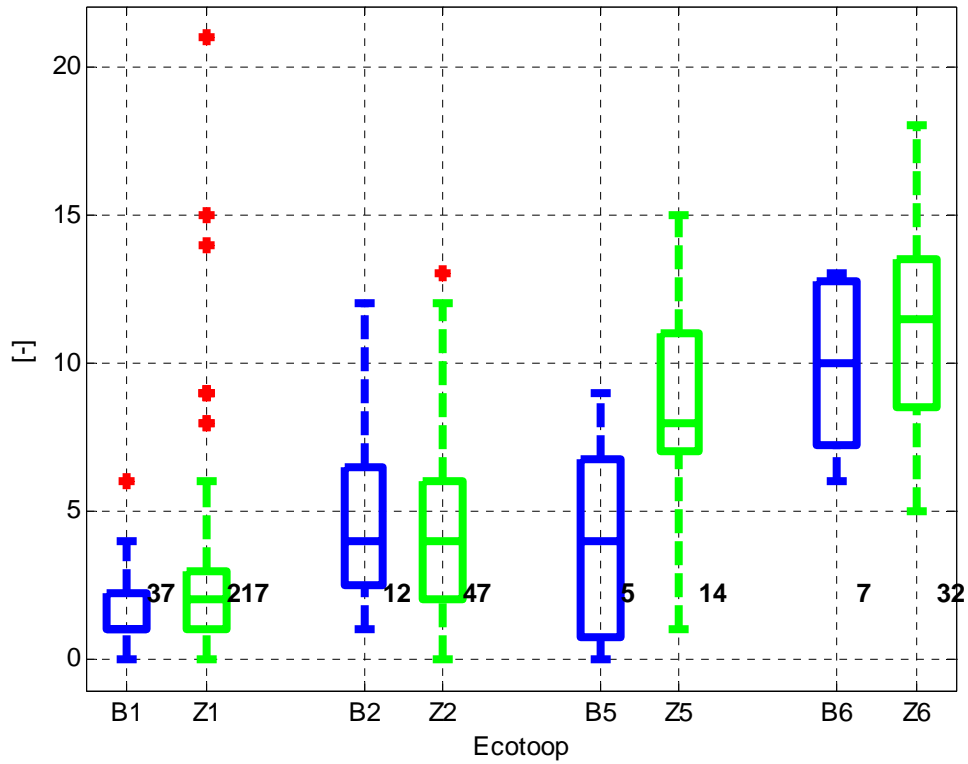
Kengetallen 3-jaarsblok: Z-ecotopen diversiteit (Simpson's index) 2004

Ecotoop	meetp.	min	P5	P25	P50	P75	P95	max	gemidd	st afw
Z1	167	0.00	0.00	0.00	0.22	0.50	0.75	0.87	0.27	0.28
Z2	61	0.00	0.14	0.47	0.58	0.73	0.82	0.88	0.56	0.21
Z3	3	0.62	0.62	0.63	0.68	0.71	0.72	0.72	0.67	0.05
Z4	2	0.47	0.47	0.47	0.55	0.63	0.63	0.63	0.55	0.11
Z5	37	0.00	0.06	0.50	0.61	0.74	0.82	0.86	0.56	0.23
Z6	17	0.33	0.37	0.61	0.64	0.74	0.82	0.84	0.65	0.14
Z7	2	0.80	0.80	0.80	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.01
Z8	2	0.06	0.06	0.06	0.41	0.77	0.77	0.77	0.41	0.50

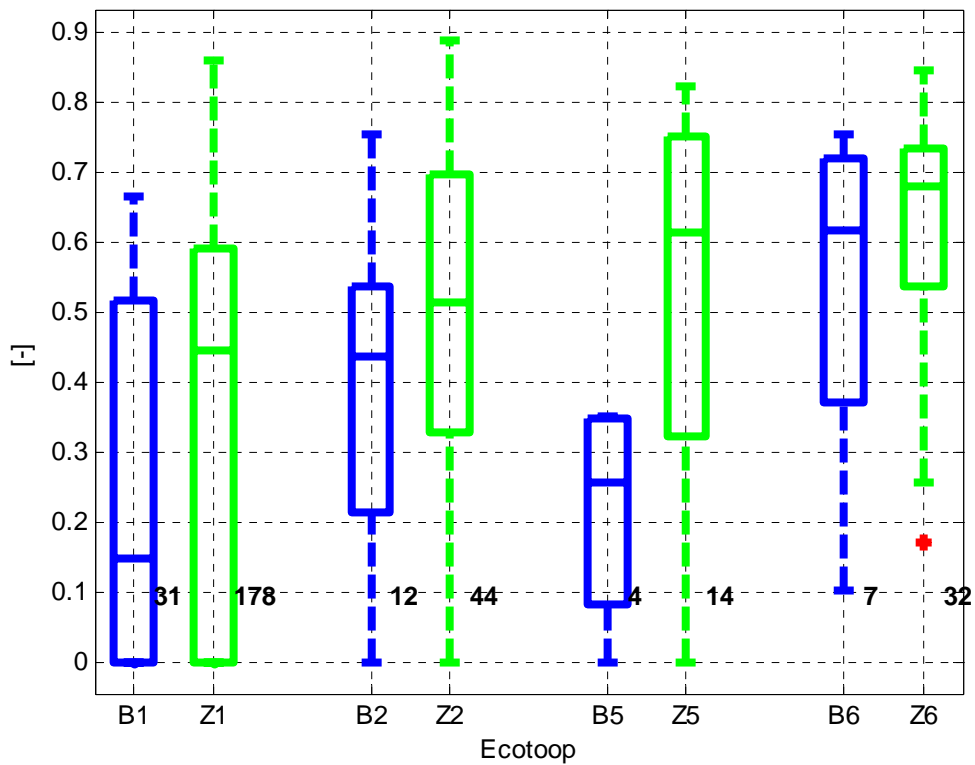
Bijlage 7: Box-whisker-plots brak-zout per 3-jaarsblok

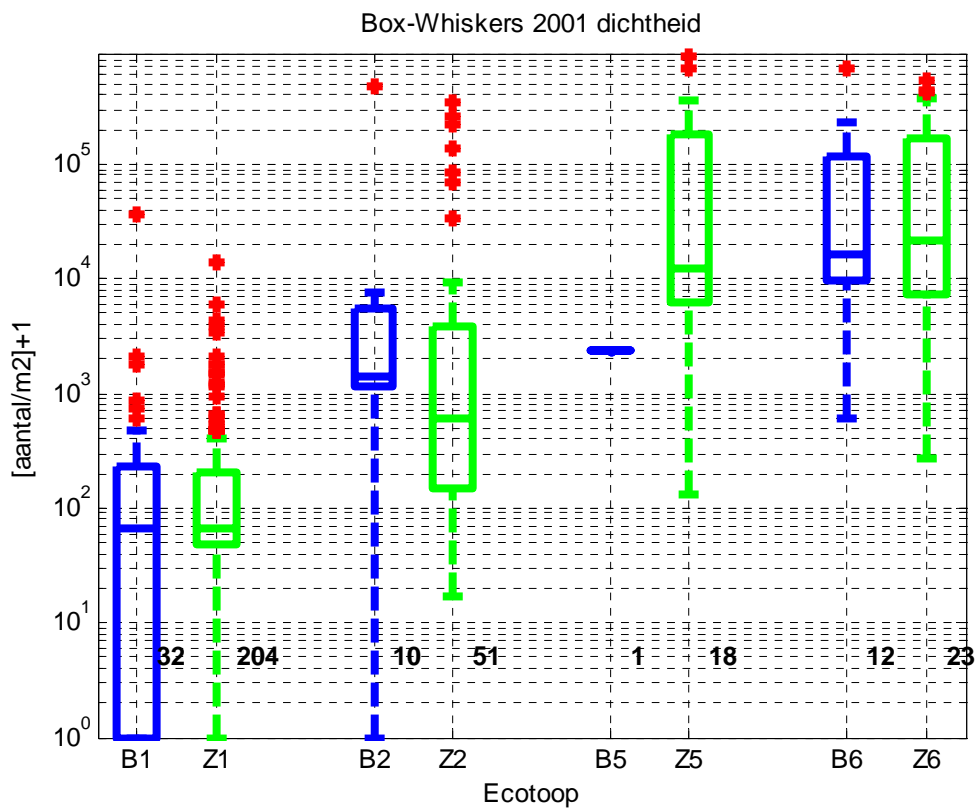
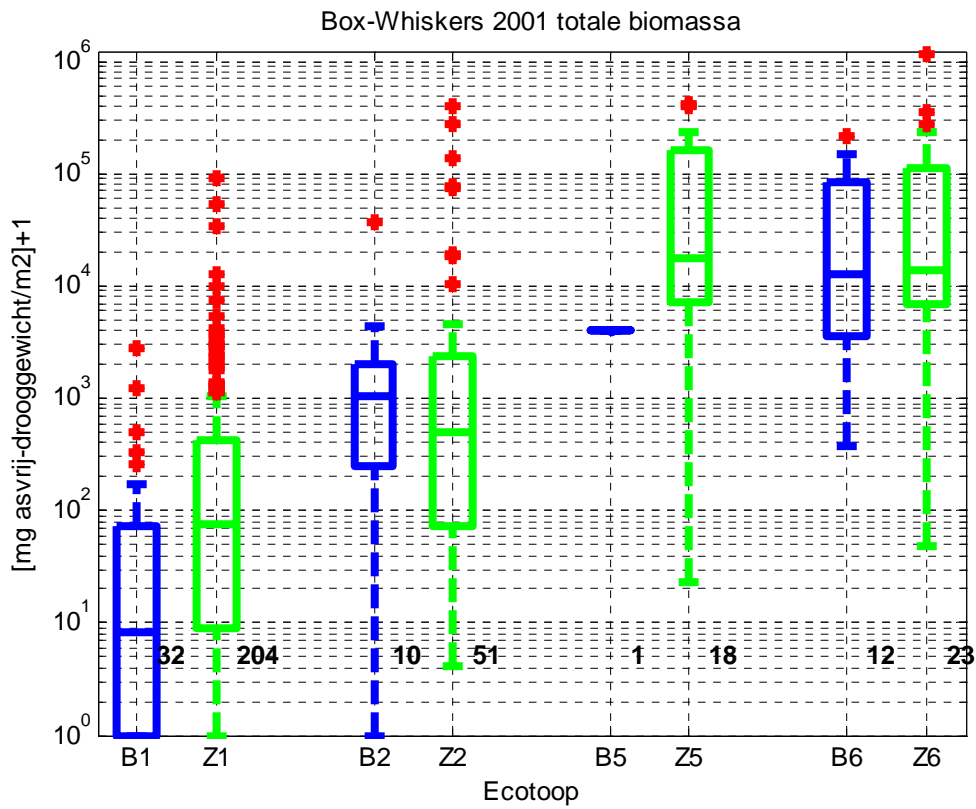


Box-Whiskers 1996 aantal soorten

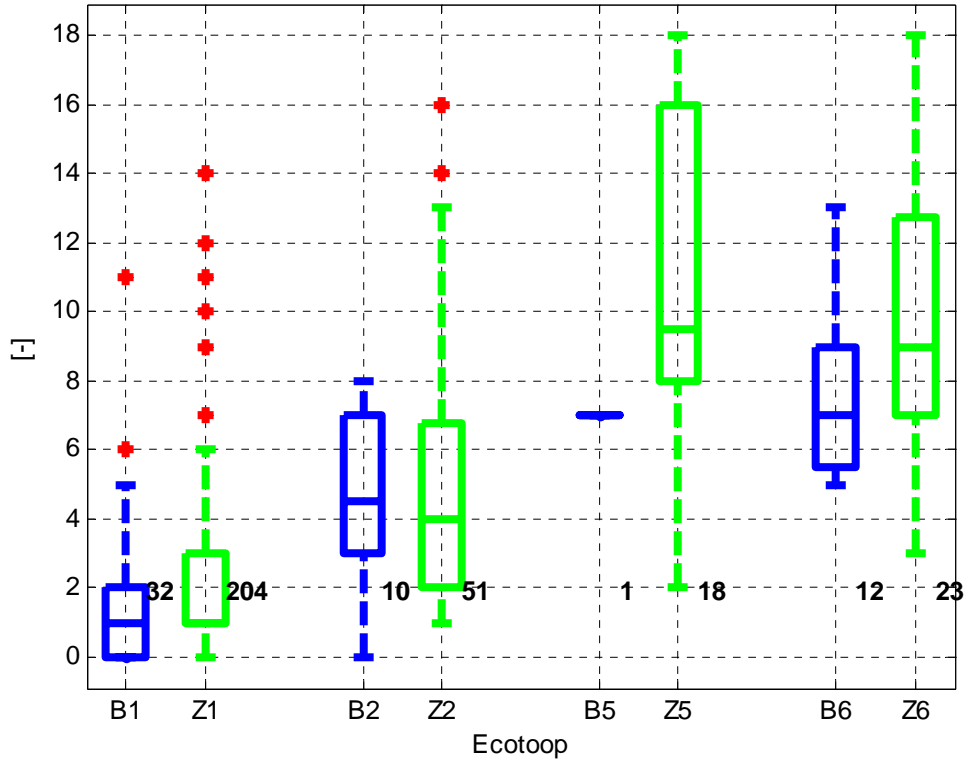


Box-Whiskers 1996 diversiteit (Simpson's index)

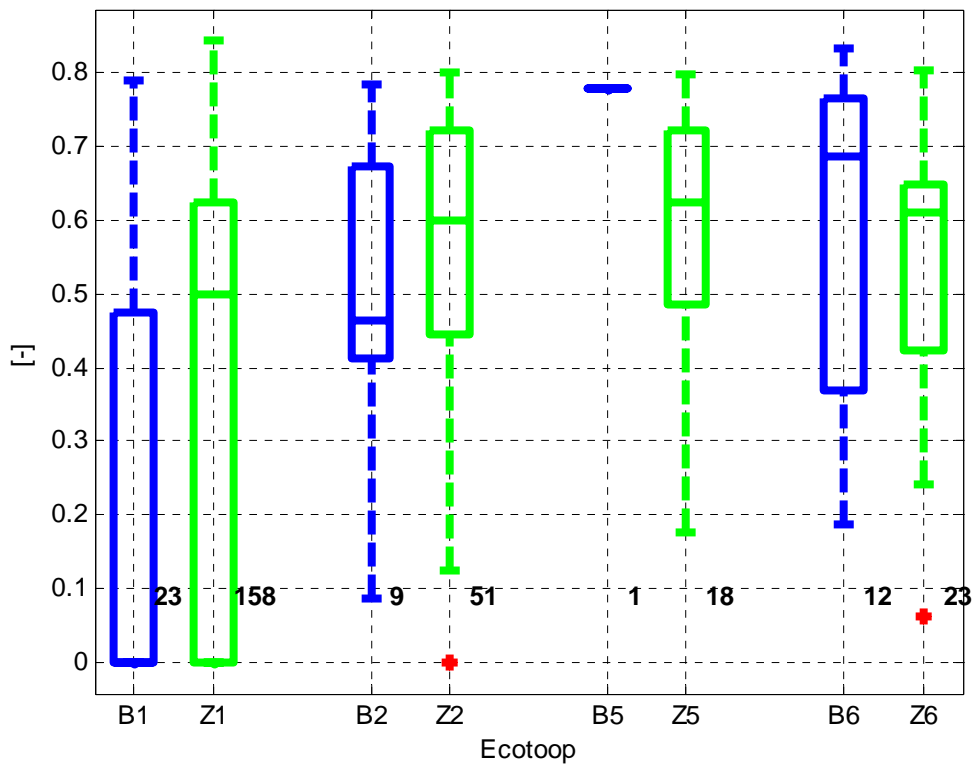




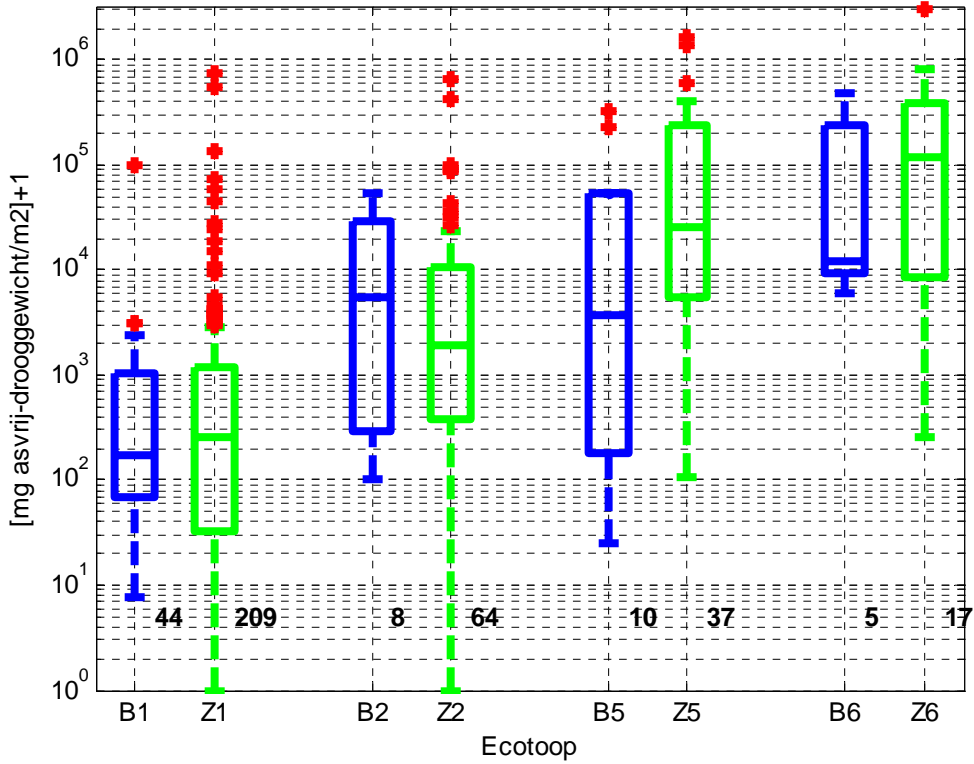
Box-Whiskers 2001 aantal soorten



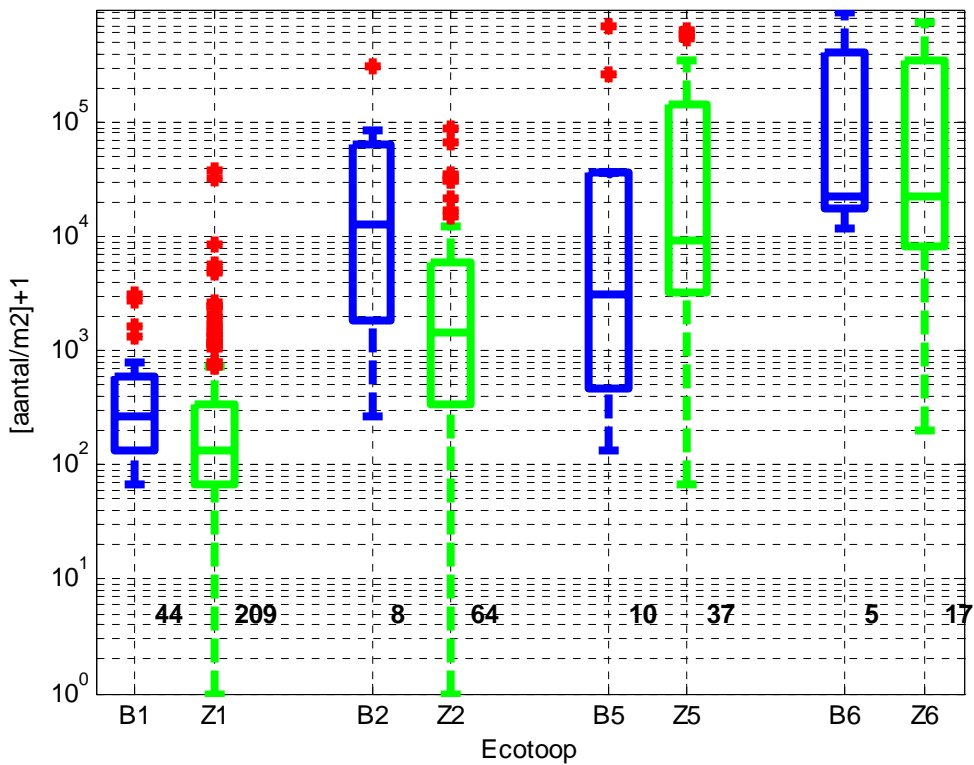
Box-Whiskers 2001 diversiteit (Simpson's index)



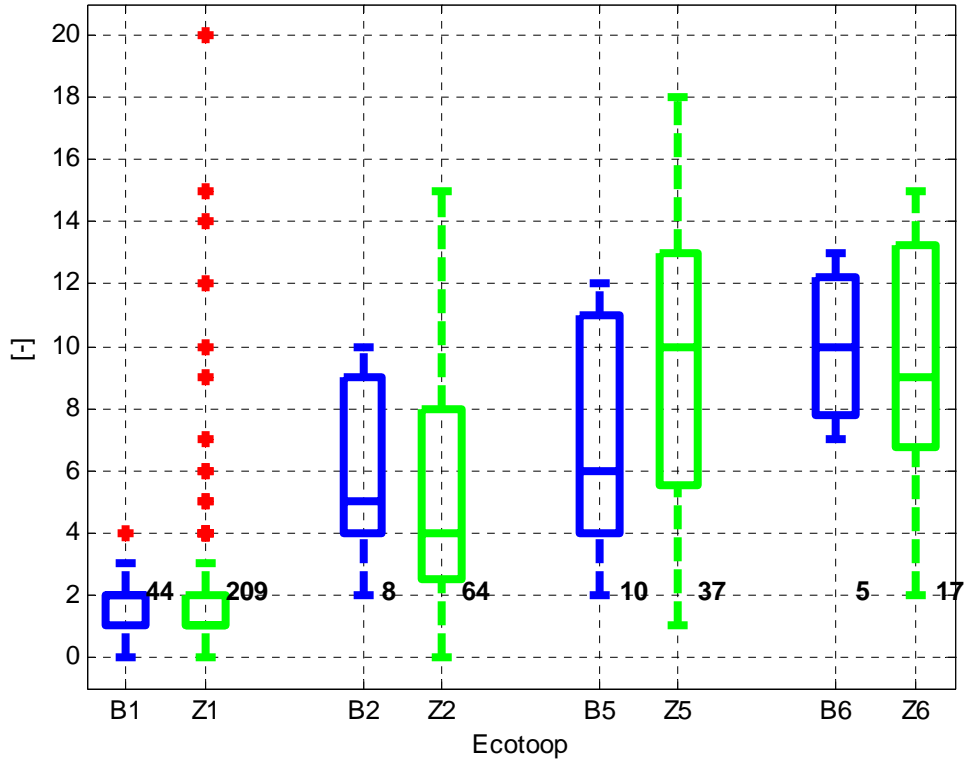
Box-Whiskers 2004 totale biomassa



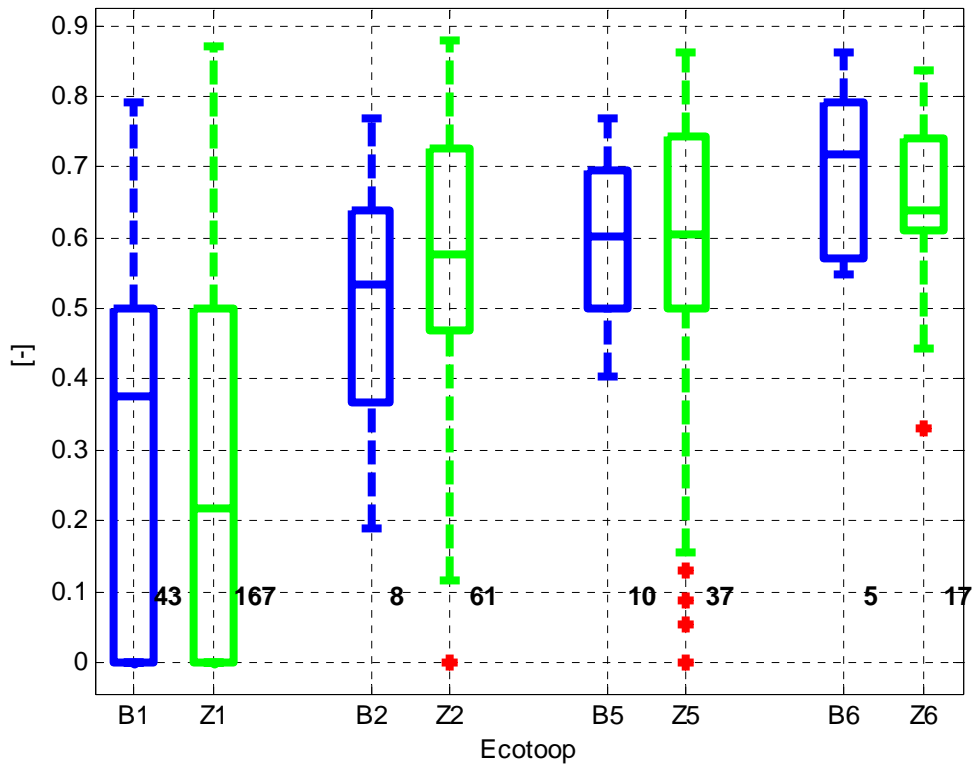
Box-Whiskers 2004 dichtheid



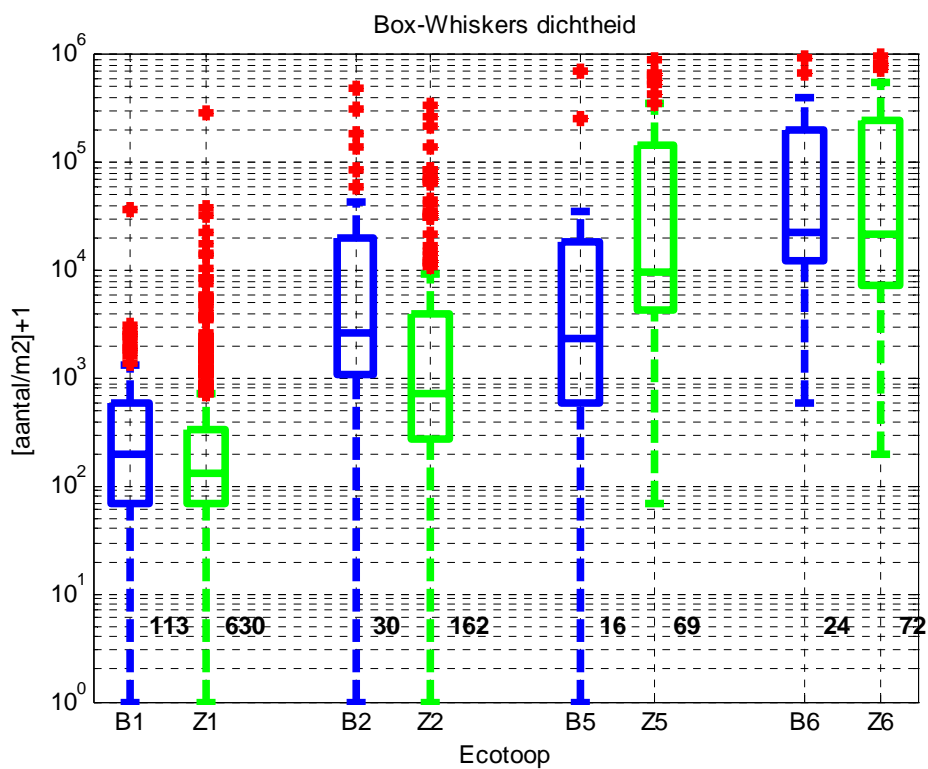
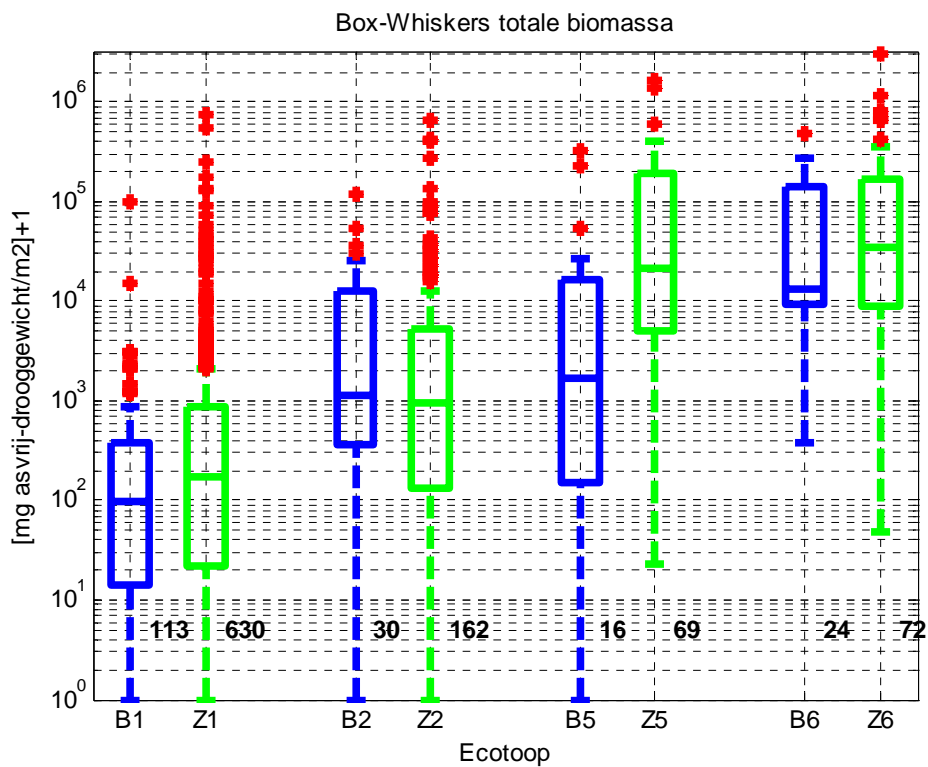
Box-Whiskers 2004 aantal soorten



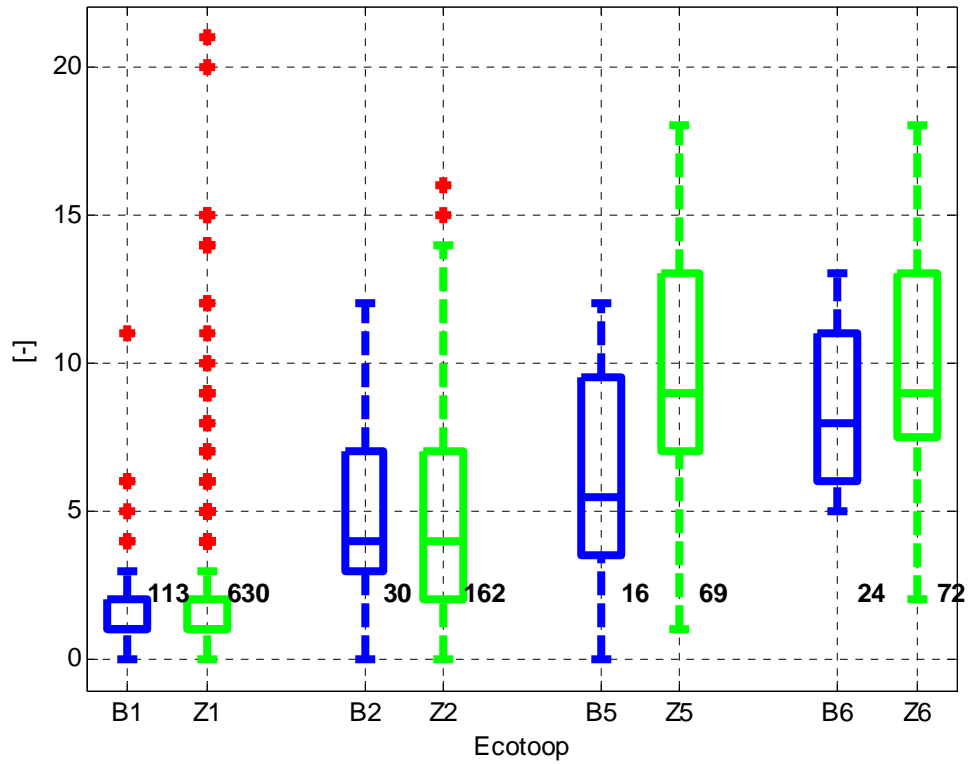
Box-Whiskers 2004 diversiteit (Simpson's index)



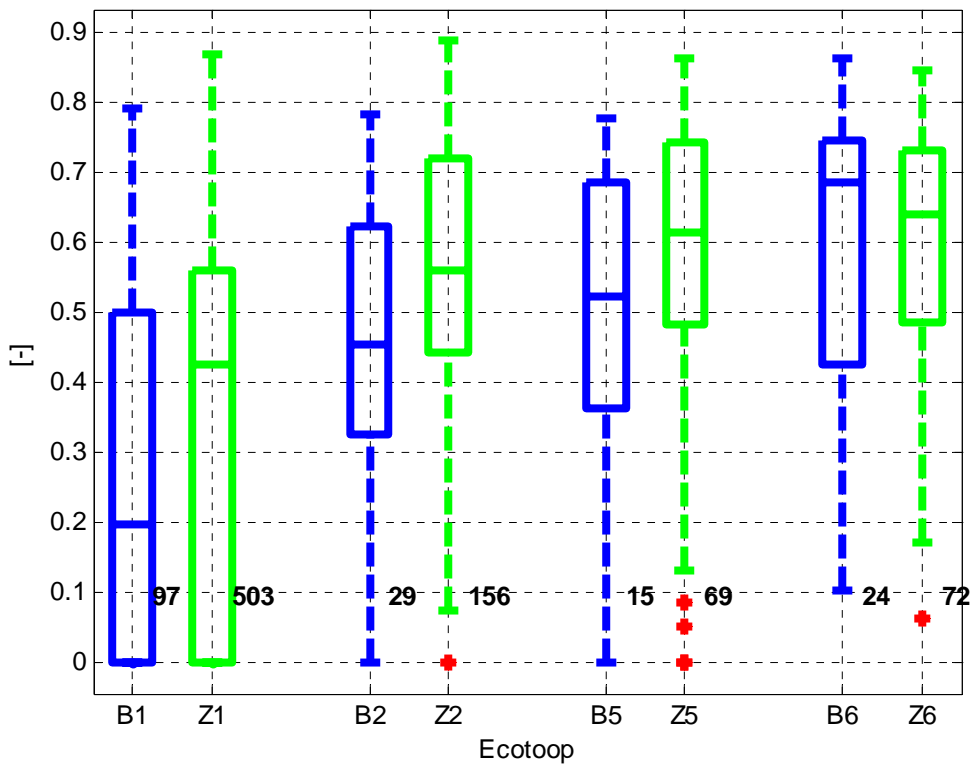
Bijlage 8: Box-whisker-plots brak-zout gecombineerde 3-jaarsblokken



Box-Whiskers aantal soorten

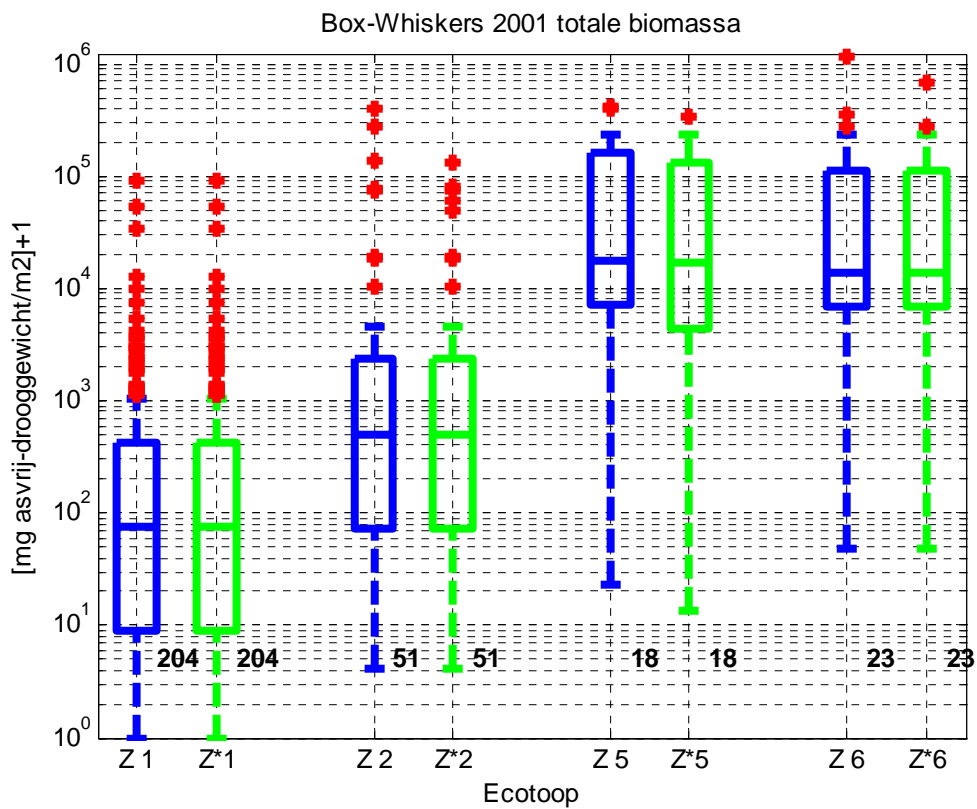
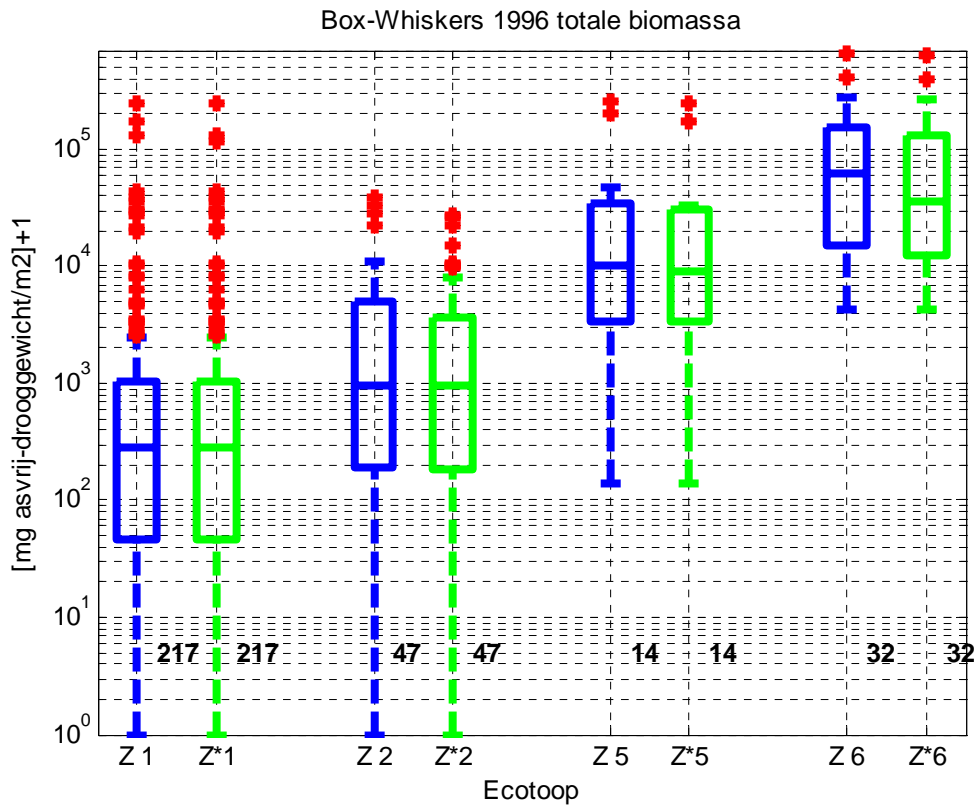


Box-Whiskers diversiteit (Simpson's index)



Bijlage 9: Box-whisker-plots biomassa mét en zonder kokkel

Biomassa zonder bijdrage kokkel is aangeduid met ster (*)



Box-Whiskers 2004 totale biomassa

