

“Ecologische monitoring kustverdedigingsproject Oostende (fase 1)”

Dossiernummer 202.290

—

EINDRAPPORT

maart 2003

Drs. Jeroen Speybroeck
Dr. Steven Degraer
Prof. Dr. Magda Vincx

opdrachtgever:

**Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Departement Leefmilieu en Infrastructuur
Administratie Waterwegen en Zeewezen
Afdeling Waterwegen Kust (AWK)
ir. Bernard de Putter, hoofd AWK**

contractant:

**Universiteit Gent
Vakgroep Biologie
sectie Mariene Biologie
Prof. Dr. M. Vincx**

INHOUD

Inhoud	2
1. Introductie	3
2. Materiaal en Methoden	4
2.1. Staalnamemethodiek	4
2.2. Biologisch laboratoriumonderzoek	6
2.3. Fysico-chemisch laboratoriumonderzoek	6
3. Resultaten en bespreking	8
3.1. Algemene bespreking abiotische gegevens	8
3.1.1. Mediane korrelgrootte	8
3.1.2. Slibgehalte	9
3.1.3. TOM	9
3.1.4. Hoogte	9
3.2. Bespreking macrobenthos	12
3.2.1. Algemeen	12
3.2.2. Totale densiteit	13
3.2.3. Diversiteit	14
3.2.4. Dominante soorten	16
3.2.5. Situering van de resultaten ten opzichte van gegevens van het Belgisch Continentaal Plat	23
3.2.6. Vergelijking van de bestudeerde stranden met andere strandzones langsheen de Vlaamse Kust	27
Samenvatting	36
Conclusie	40
Systematische soortenlijst	41
Illustraties van dominante soorten	44
Coördinaten van de staalnamepunten	46
Literatuur	47

In bijlage geleverd: Excel-file met alle data van uit project

1. INTRODUCTIE

Deze opdracht is een eerste stap in het duiden van de biologische effecten van een strandsuppletie die ter hoogte van Oostende-Bad zal uitgevoerd worden. Voorafgaand aan de strandwerken is het van groot belang de biologische t_0 -situatie, ofte de situatie vóór de impact, te documenteren om aldus een toekomstige karakterisatie en kwantificering van de biota (i.c. het macrobenthos) mogelijk te maken en dit volgens de principes van een *Before After Control Impact*-opzet.

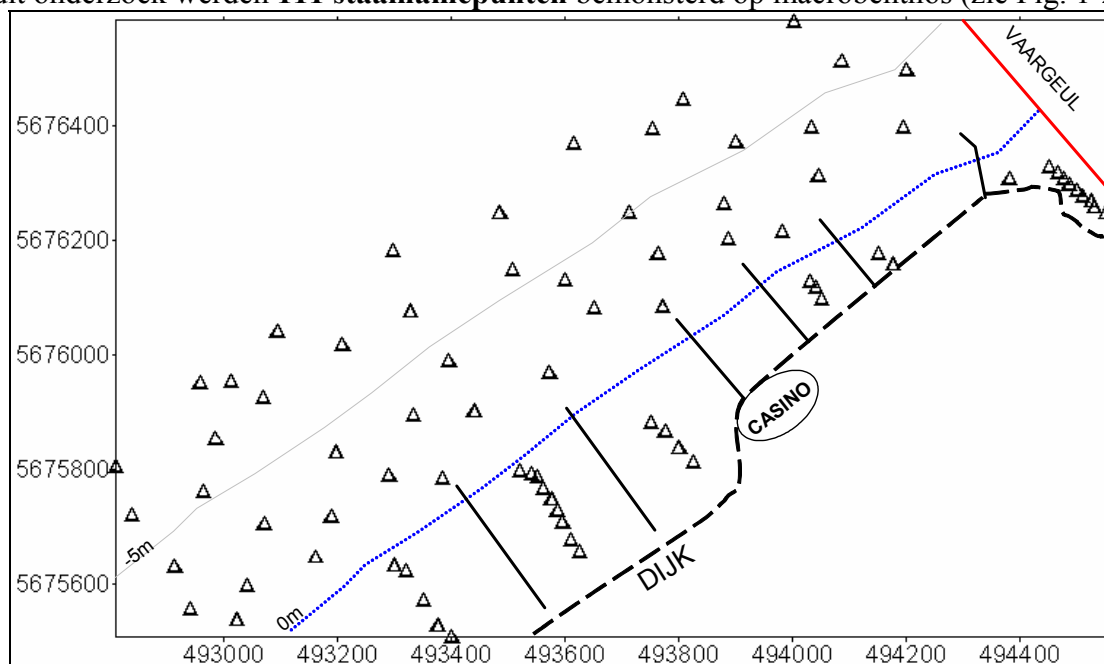
Bovendien diende ook een referentiesite te worden gekozen. Dit werd het strand en de vooroever van Middelkerke. Vergelijken van deze site met de site te Oostende moet toelaten de effecten van de ingreep te onderscheiden van algemene veranderingen en/of variaties die zich kunnen voordoen, bv. door variabele weersomstandigheden.

In dit rapport worden eerst een bespreking van de gevolgde **methodiek** gegeven. Vervolgens worden de **resultaten** van dit onderzoek weergegeven en besproken. Hierbij wordt aandacht besteed aan de verschillen tussen beide sites inzake diversiteit en densiteit aan macrobenthosorganismen en de omgevingsvariabelen die daar mee in verband kunnen gebracht worden. Bovendien worden beide sites ook gekaderd binnen de biologisch achtergrond van het macrobenthos van het Belgisch Continentaal Plat. In een laatste onderdeel worden de bevindingen samengevat en worden **conclusies** getrokken en enkele **aanbevelingen** geformuleerd.

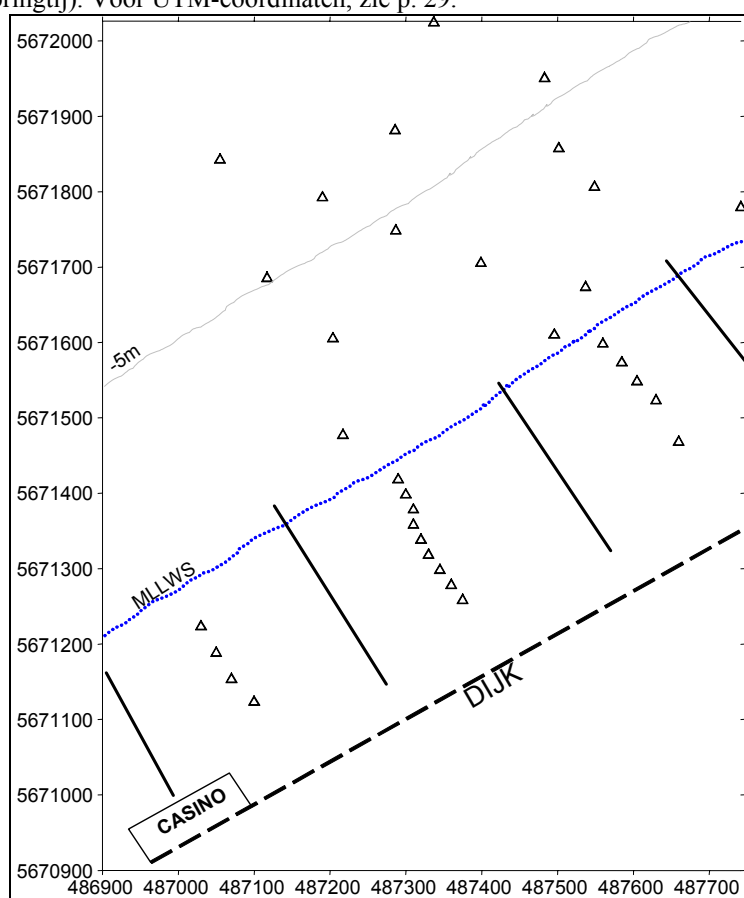
2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1. Staalnamemethodiek

In dit onderzoek werden **111 staalnamepunten** bemonsterd op macrobenthos (zie Fig. 1-2).



Figuur 1. Geografische situering van de staalnamepunten voor Oostende. Hoogten t.o.v. MLLWS (gemiddeld laag laag water bij springtij). Voor UTM-coördinaten, zie p. 29.



Figuur 2. Geografische situering van de staalnamepunten voor Middelkerke. Hoogten t.o.v. MLLWS (gemiddeld laag laag water bij springtij). Voor UTM-coördinaten, zie p. 29.

Intertidaal

Op het strand van Middelkerke-Bad werden 18 punten bemonsterd en 33 op het strand van Oostende-Bad. De strandstaalname werd over twee dagen uitgevoerd in november 2002 (28/11/02: 18 stalen; 29/11/02: 33 stalen). De stalen werden verzameld door het uitgraven van een metalen frame (staalnameoppervlak: 0.1026 m²) tot op een diepte van 15 cm. Alle stalen werden levend gezeefd over een zeef met maaswijdte 1 mm en bewaard in een 8 % formaldehyde-zeewater oplossing. Sedimentstalen werden verzameld d.m.v. een plexiglascore (diameter: 3.6 cm).

Er werd telkens gestart bij hoog water en het terugtrekkende water werd gevolgd tot aan de laagwaterlijn. Zo werd de intertidale zone volledig bemonsterd en dit telkens op de waterlijn. Hierbij werd zo goed mogelijk de benadering van een *stratified random sampling design* gevolgd door zigzaggend over het strand de waterlijn te volgen en met een bij benadering gelijk tijdsinterval de stalen te nemen.

Tijdens beide staalnamedagen werd getracht een zo groot mogelijk aantal monsters te verzamelen, waarbij een eventueel groter dan contractueel vastgesteld aantal monsters als bron van extra informatie werd gezien. Zo werden op het strand van Middelkerke 18 stalen genomen in plaats van de 15 contractueel vastgestelde.

Enerzijds door het hoger contractueel vastgestelde aantal te nemen stalen maar anderzijds -en voornamelijk- door de aard van het sediment van het strand van Oostende konden hier slechts 33 stalen binnen dezelfde vloed-ebovergang genomen worden in plaats van de 45 contractueel vastgestelde stalen.

Het hoge gehalte aan schelpfragmenten zorgde ervoor dat het zeven van de stalen tijdens de staalname bijzonder moeizaam verliep en heel wat tijd in beslag nam. Hierdoor kon het vooropgestelde aantal van 45 stalen niet gehaald worden.

Door tijdens de staalname telkens op de waterlijn te bemonsteren en door telkens het tijdstip van de bemonstering te noteren, kon nadien dankzij hulp van medewerkers van het VLIZ (Vlaams Instituut voor de Zee vzw) de reële hoogteligging van de staalnamepunten ten opzichte van het H-vlak (GLLWS = gemiddeld laag laag water bij springtij) bekomen worden. Het strandprofiel kon hieruit afgeleid worden, daar de helling op beide stranden nagenoeg constant (en achteraf zelfs quasi gelijk) bleek en er dus geen sprake was van de aanwezigheid van geulen of strandbanken.

Subtidaal

De subtidale staalname werd op twee dagen in oktober 2002 (08/10/02: 42 stalen; 11/10/02: 18 stalen) uitgevoerd aan boord van de OOSTENDE XI. De stalen werden verzameld met een Van Veen grijper (staalnameoppervlak: 0.1026 m²). Substalen voor sedimentbepaling werden met een plexiglascore (diameter: 3.6 cm) gehaald uit ieder staal dat met de Van Veen grijper werd genomen. Alle stalen werden levend gezeefd over een zeef met maaswijdte 1 mm en bewaard in een 8 % formaldehyde-zeewater oplossing.

In het subtidale deel van beide staalnamegebieden werden de staalnameplaatsen willekeurig gekozen om zodoende een *random sampling design* te bekomen en dit in overeenstemming met de omschrijving van de projectopdracht in het contract.

In totaal werden 60 stalen genomen, waarvan 15 op de vooroever van Middelkerke-Bad en 45 op de vooroever van Oostende-Bad.

Door tijdens de staalname telkens het tijdstip van de bemonstering te noteren en de feitelijke diepte op dat tijdstip te meten met beschikbare meetapparatuur op het schip, kon nadien dankzij hulp van medewerkers van het VLIZ (Vlaams Instituut voor de Zee vzw) de reële diepteligging van de staalnamepunten ten opzichte van het H-vlak (GLLWS = gemiddeld laag laag water bij springtij) bekomen worden.

2.2. Biologisch laboratoriumonderzoek

In het laboratorium werd het materiaal -dat restte na het zeven tijdens de staalname-onderzocht en werden alle macrobenthosorganismen uitgepikt. Vervolgens werden de organismen tot op soortniveau of tot op een zo fijn mogelijk hogerliggend taxonomisch niveau benoemd. De aldus bekomen aantallen van individuen per staal en per soort werden omgerekend naar het aantal individuen per m². Het is op basis van deze laatste waarden dat verdere analyses werden uitgevoerd.

Analyses werden uitgevoerd met de software van PC-ORD4.0 (ordinaties (DCA), verkennende TWINSPAN) en Statistica 5.5 (correlaties (Spearman Rangorde Correlatie), Mann-Whitney U test). Bij de keuze van de univariate statistische procedures werd voor niet-parametrische testen gekozen. Deze laten toe snel datasets te onderzoeken zonder voorwaarden te stellen aan de datamatrix en ze erkennen gegarandeerd de duidelijkste trends.

2.3. Fysico-chemisch laboratoriumonderzoek

De analyses van de sedimentstalen leverden een aantal gegevens op die in verband gebracht konden worden met de biologische data:

- verdeling van de korrelgrootte van het staal (in volumepercentages)

De verdeling wordt gegeven in een aantal klassen (fracties):

- < 4µm: kleifractie
- 4-63 µm: silt
- 63-125 µm: "very fine sands"; zeer fijn zand
- 125-250 µm: "fine sands"; fijn zand
- 250-500 µm: "medium sands"; zand met medium korrelgrootte
- 500-850 µm: "coarse sands"; grof zand

Deze verdeling werd bepaald met laserdiffractie in een Coulter LS Particle Size Analyzer (of Coulter-counter).

- massapercentages aan schelpengruis, grind of ander grof materiaal
 - 1000-2000 µm: "fine gravel"; fijn grind (i.c. voornamelijk schelpengruis)
 - > 2000 µm: "coarse gravel"; grof grind (i.c. voornamelijk schelpengruis)

Deze percentages werden bekomen door een substaal te zeven over een zeef met maaswijdte 2000 µm en vervolgens te zeven over een zeef met maaswijdte van 1000 µm. Het delen van de massa van deze fracties door de totale massa leverde massapercentages voor deze fracties.

- gehalte aan organisch materiaal (Total Organic Matter of TOM, in massapercentages)
Voor deze bepaling werd een substaal eerst twee dagen gedroogd bij 110°C om zodoende het staal volledig te ontwateren. Deze behandeling levert het droog gewicht van het substaal op (Dry Weight of DW). Vervolgens werd het organisch materiaal verbrand door twee uur te moffelen (i.e. asvrij verbranden) op 550°C. Het resterende materiaal na deze behandeling stemt overeen met het asgewicht (Ash Weight of AW). Het verschil tussen DW en AW levert het asvrij droog gewicht (Ash Free Dry Weight of AFDW). Na delen van dit verschil door het DW bekomt men een maat voor de TOM.

Noot

TOC en carbonaten werden niet bepaald. Dit hoeft echter geenszins afbreuk te doen aan de kracht van de resultaten, aangezien eerder onderzoek uitwees dat voor stranden de mediane korrelgrootte, de hoogte op het strand en ook het slibgehalte voor meer dan 80 procent de aanwezige gemeenschappen kunnen voorspellen (Degraer et al. (2002)). Hoewel meer organisch materiaal een hogere diversiteit betekent in deze t0-studie, is zonder in situ uitgevoerd experimenteel onderzoek –wat niet binnen het bestek van dit onderzoek viel en vooralsnog niet uitgevoerd werd- het niet mogelijk hier een echt causaal verband te leggen. Hogere gehalten aan organisch materiaal lopen logischerwijs parallel met hogere slibgehalten maar daarmee kunnen we geen uitspraak doen als zou bv. organisch materiaal in rechtstreeks causaal verband staan met de biota en slibgehalte slechts onrechtstreeks (dit is slechts een voorbeeld!). Dit alles lijkt een onvermijdelijk gevolg van het gebruik van multivariate statistiek (waarbij de biota tegenover mekaar worden geplaatst o.b.v. een set aan milieuvariabelen –cf. DCA-plot (onder 3.2.5.) - i.p.v. o.b.v. elke variabele afzonderlijk) én het ontbreken van experimentele gegevens.

Tenslotte werd bij de subtidale staalname de **grijze laag** gemeten met een meetlatje. Deze meting geeft de dikte van de zuurstofrijke bovenlaag aan waaronder zich een zwarte, sulfiderijke en anoxische laag bevindt en wordt aangeduid als RPD (redox potential depth). Op het strand was het om praktische redenen niet mogelijk deze meting uit te voeren. Wel kon bij het uitpikken van het macrobenthos bij sommige stalen een duidelijker donkere kleur vastgesteld worden.

3. RESULTATEN en BESPREKING

Algemeen werden alle in “materiaal en methoden” vermelde variabelen gebruikt bij de verwerking. Enkel de variabelen die significant correleerden met deze of gene biologische variabele worden verder besproken. Alle overige variabelen (= niet besproken en niet grafisch weergegeven) bleken niet in duidelijk verband te staan met de biologische data.

Bij het bespreken van de resultaten worden aantallen hieronder telkens weergegeven als het gemiddelde $\pm$ de standaardfout (i.e. de standaarddeviatie gedeeld door de vierkantswortel uit het aantal waarnemingen). De waarde van de standaardfout wordt bovendien vooraf gegaan door de afkorting “SF”. De afkorting “ind.” staat voor “individuen”.

Bij statistische testen worden de relevante parameters tussen haakjes aangegeven. Voor de Spearman Rank Order Correlation zijn dit de correlatiecoëfficiënt (r_s) en het significantieniveau (p) en voor de Mann-Whitney U test is dit het significantieniveau (p).

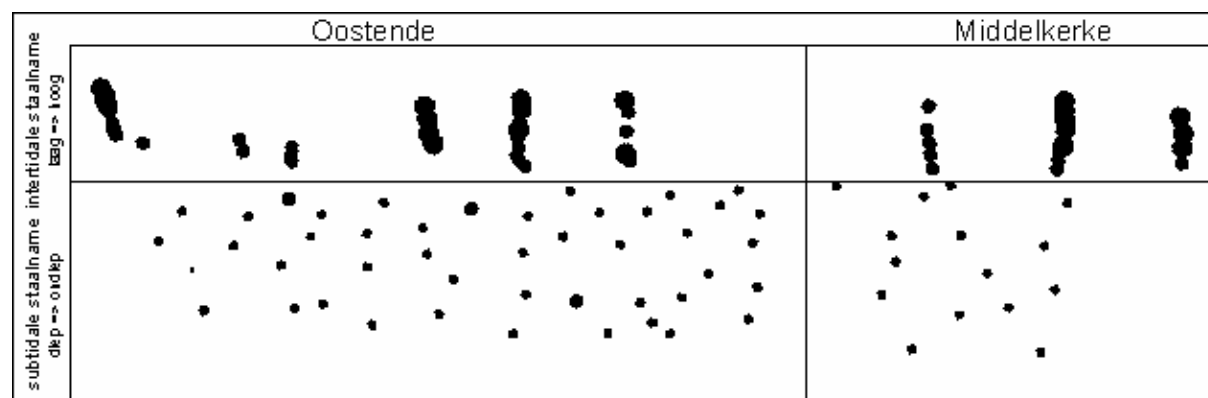
Verschillende variabelen worden hier geografisch weergegeven in een schematische voorstelling van het studiegebied. Hoewel de punten zich per zone (4 zones; 2 inter- en 2 subtidale zones) t.o.v. elkaar situeren op basis van hun reële ruimtelijke coördinaten, gaat het hier slechts om schematische voorstellingen van de verschillende variabelen. De feitelijke coördinaten worden in bijlage geleverd en zijn eveneens weergegeven in figuren 1 en 2. De X-as van deze “figuren met bollen” geeft van onder naar boven de landwaartse richting aan (dus van open zee naar binnenland) met halverwege de figuur als scheidingslijn een schematische situering van de GLLWS-lijn. De Y-as loopt van noordoost naar zuidwest, parallel met de kustlijn maar in de omgekeerde volgorde als op een noord geöriënteerde kaart. De verticale scheidingslijn tussen Oostende en Middelkerke scheidt beide kustzones en impliceert het weglaten van tussenliggende kustzones.

3.1. Algemene bespreking abiotische gegevens

Voordat in een volgende gedeelte (3.2.) de gegevens van het macrobenthos worden besproken, wordt in dit onderdeel een korte bespreking gegeven van de drie voornaamste omgevingsvariabelen waar -bij de macrobenthosbespreking- naar verwezen wordt.

3.1.1. Mediane korrelgrootte

De mediane korrelgrootte is in het subtidaal van Oostende $183 \pm \text{SF } 2,7 \mu\text{m}$ en in het subtidaal van Middelkerke $177 \pm \text{SF } 2,5 \mu\text{m}$. In het intertidaal van Oostende is dit $246 \pm 6.5 \text{ SF } \mu\text{m}$ en $254.5278 \pm \text{SF } 6.145814 \mu\text{m}$ in het intertidaal van Middelkerke (zie Fig. 3 voor verspreiding van de mediane korrelgrootte).



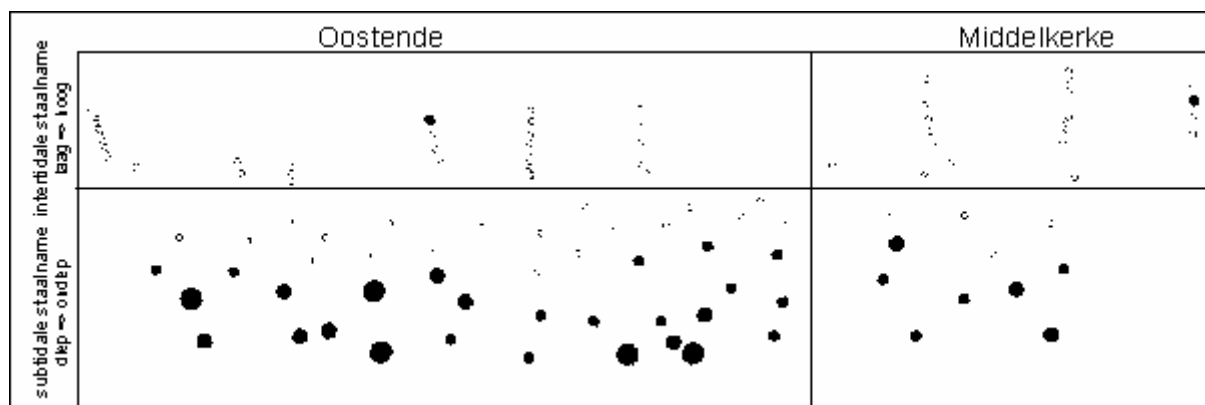
Figuur 3: Spreiding van de mediane korrelgrootte

Legende:

- = 100-150 μm ; ● = 150-200 μm ; ● = 200-250 μm ; ● = > 250 μm

3.1.2. Slibgehalte

Het slibgehalte is in het subtidaal van Oostende $7,3 \pm \text{SF } 1,4 \text{ m\%}$ en in het subtidaal van Middelkerke $3,9 \pm \text{SF } 1,4 \text{ m\%}$. In het intertidaal van Oostende is dit $0,009 \pm 0,009 \text{ SF m\%}$ en $0,028 \pm \text{SF } 0,028 \text{ m\%}$ in het intertidaal van Middelkerke (zie Fig. 4 voor verspreiding van het slibgehalte).



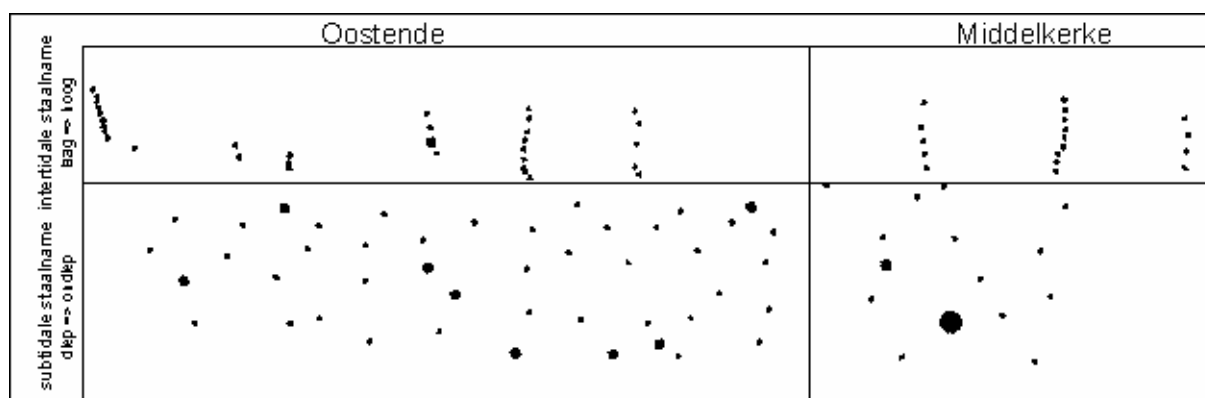
Figuur 4: Spreiding van slibgehalte.

Legende:

○ = 0-5 m%; ● = 5-10 m%; ● = 10-20 m%; ● = > 20 m%

3.1.3. TOM

Het gehalte aan organisch materiaal is in het subtidaal van Oostende $0,79 \pm \text{SF } 0,06 \text{ m\%}$ en in het subtidaal van Middelkerke $0,95 \pm \text{SF } 0,31 \text{ m\%}$. In het intertidaal van Oostende is dit $0,51 \pm 0,05 \text{ SF m\%}$ en $0,43 \pm \text{SF } 0,02 \text{ m\%}$ in het intertidaal van Middelkerke (zie Fig. 4 voor verspreiding van het gehalte aan organisch materiaal).



Figuur 5: Spreiding van TOM.

Legende:

● = 0-1 m%; ● = 1-3 m%; ● = 3-5 m%; ● = > 5 m%

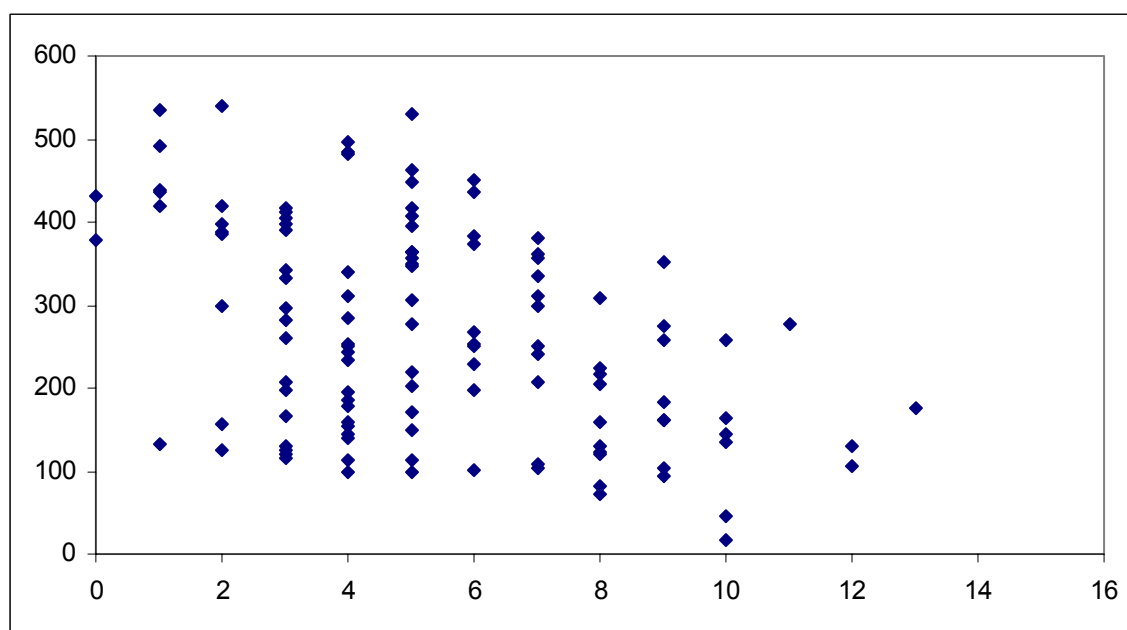
3.1.4. Hoogte

Naast de mediane korrelgrootte is de hoogte op het strand de voornaamste abiotische variabele met invloed op de macrobenthische gemeenschappen.

In het kader van dit onderzoek is dit op zich minder van belang aangezien elk strand gekenmerkt wordt door hoogteverschillen. Toch worden hieronder de voornaamste

karacteristieken van het macrobenthos in verband gebracht met de hoogte op het strand. De link tussen de mediane korrelgrootte en de biota zal in onderdeel 3.2. worden gelegd.

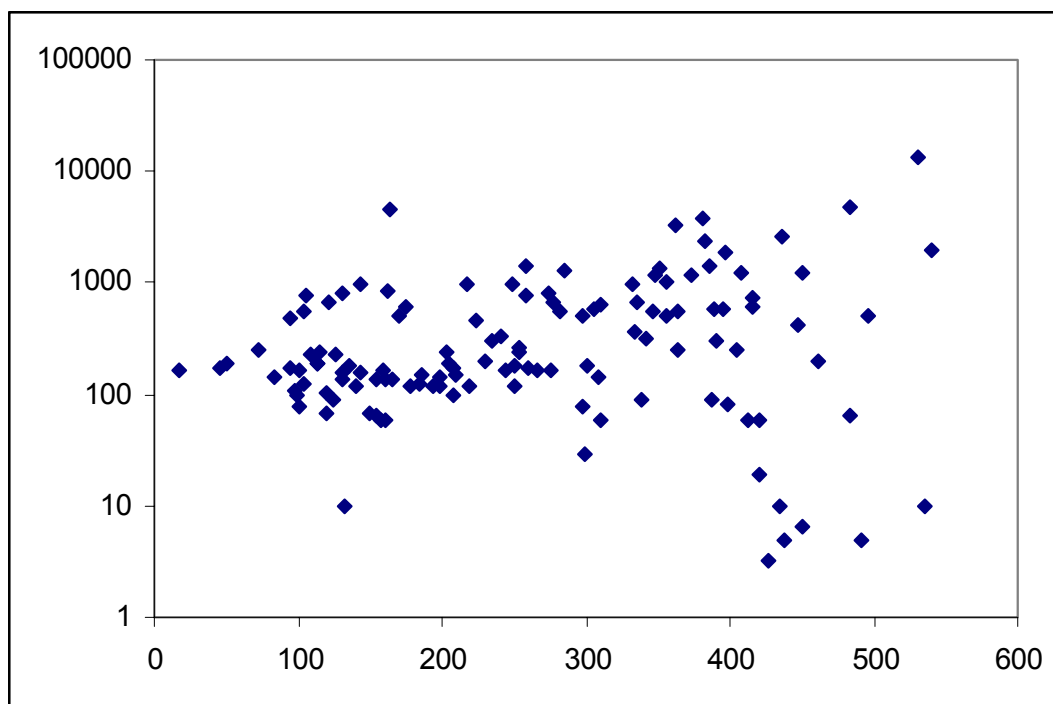
De hoogte en de soortenrijkdom op 12 stranden (incl. de twee stranden uit dit onderzoek) zijn significant negatief gecorreleerd (Spearman Rank Order Correlation; $r_s = -0.43$; $p < 0.01$) (zie Figuur A.). Naast de twee bestudeerde stranden gaat het om stranden ter hoogte van De Panne, de Schipgatduinen, de Zeebermduinen, de IJzermonding, Raversijde, de Spinoladijk, De Fonteintjes, Zeebrugge, Baai van Heist, de Zwinnebosjes.



Figuur A. Verband tussen de hoogte op het strand en de soortenrijkdom van stations van 12 stranden, incl. de stranden van Middelkerke en Oostende. De X-as toont het totaal aantal soorten per staal; de Y-as de hoogte op het strand in centimeter.

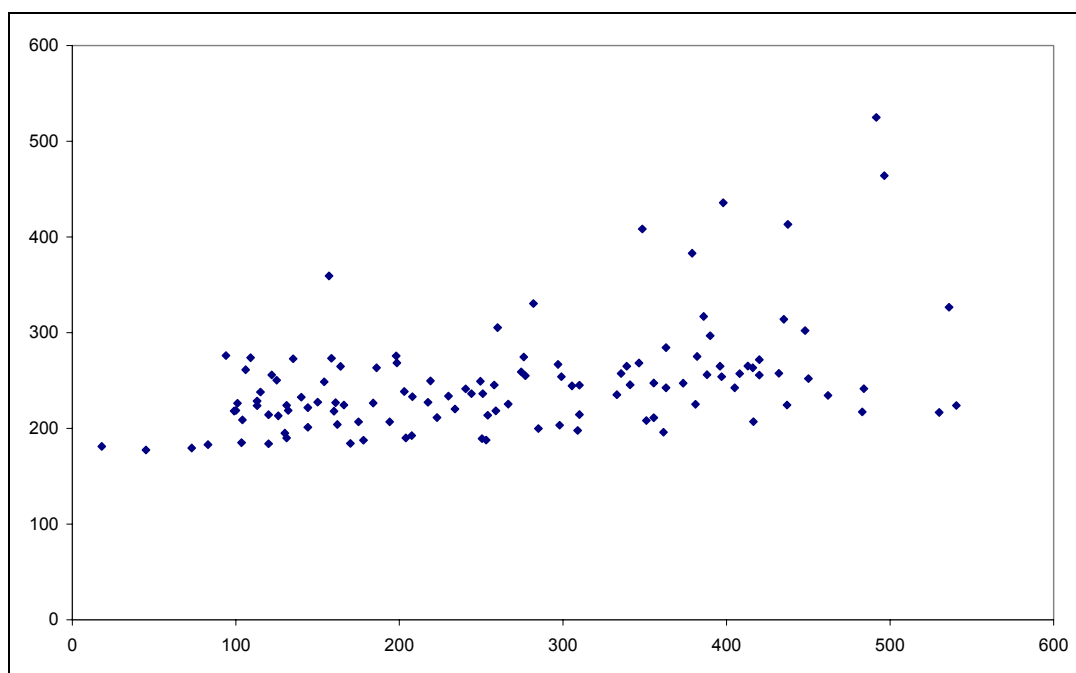
De 12 stranden zijn De Panne; Schipgatduinen; Zeebermduinen; IJzermonding; Middelkerke; Raversijde; Oostende; Spinoladijk; De Fonteintjes; Zeebrugge; Baai van Heist; Zwinnebosjes

De hoogte en de totale densiteit op de 12 beschouwde stranden (incl. de twee stranden uit dit onderzoek) zijn (net) niet significant gecorreleerd (Spearman Rank Order Correlation; $r_s = 0.15$; $p = 0.069$). Zowel de hoogste als de laagste densiteiten worden bereikt op de hogere gedeelten strand, terwijl de spreiding kleiner is op het laag strand (zie Figuur B.). Los van de armere stalen op het hoog strand, lijkt er min of meer een afname in densiteit te zijn met dalende hoogte maar dit kan niet hard gemaakt worden.



Figuur B. Verband tussen de hoogte op het strand en de totale densiteit van stations van 12 stranden, incl. de stranden van Middelkerke en Oostende. De X-as toont de hoogte op het strand in centimeter; de Y-as het totale macrobenthosdensiteit per staal.

Tenslotte wordt hier nog aangegeven dat de hoogte op het strand en de mediane korrelgrootte onderling significant positief gecorreleerd zijn voor de 12 beschouwde stranden (Spearman Ranking Correlation; $r_s = 0.43$, $p < 0.01$). Onze stranden hebben een fijnere korrel onderaan het intertidaal dan bovenaan maar op de hogere gedeelten van het intertidaal lijkt een grotere variatie op de mediane korrelgrootte aanwezig (zie Figuur C.). Deze grotere variatie kan eventueel een gevolg zijn van de frequentere anthropogene verschuivingen in mediane korrelgrootte ten gevolge van onder meer badstrandverhogingen en dergelijke.



Figuur C. Verband tussen de hoogte op het strand en de mediane korrelgrootte voor 12 stranden. De X-as toont de hoogte in centimeter; de Y-as toont de mediane korrelgrootte in micrometer.

3.2. Bespreking macrobenthos

3.2.1. Algemeen

De volledige dataset bevat 56 macrobenthische soorten (lijst p. 26; Tabel 1.).

Dit aantal werd bekomen na het verwijderen van soorten die niet tot het macrobenthos worden gerekend maar als “bijvangst” in de stalen aanwezig waren. Bovendien werden sommige niet tot op soort gedetermineerde taxa samengenomen met nauw verwante soorten die wel tot op soort gedetermineerd werden. Zo werden bv. de moeilijk te determineren soorten *Spio goniocephala*, *Spio filicornis* en individuen die tot één van beide soorten behoren maar waarvan niet kon uitgemaakt worden tot welke precies samengevoegd om in de analyse als één taxon behandeld te worden, nl. *Spio filicornis/goniocephala*.

Bovendien werd bij twee taxa het onderscheid tussen juvenielen en adulte dieren in rekening gebracht; *Nephtys* spp. (zandzagers) en *Donax vittatus* (Zaagje). Bij de andere soorten werden geen juvenielen aangetroffen of was dergelijk onderscheid niet mogelijk.

Tabel 1.: Soortenaantal van enkele deelgebieden

	Middelkerke	exclusief voor Middelkerke	Oostende	exclusief voor Oostende	totaal
intertidaal	12	2	22	11	23
subtidaal	37	6	42	11	49
totaal	42	8	53	21	56

In het **intertidaal** werden 23 soorten gevonden waarvan 12 soorten op het strand van Middelkerke en 22 soorten op het strand Oostende.

Een vergelijking van de intertidale zones van beide gebieden toont dat in Middelkerke 2 soorten werden aangetroffen die niet in de stalen van het strand van Oostende gevonden werden en dat -vice versa- van alle op het strand gevonden soorten 11 soorten enkel gevonden werden op het strand van Oostende.

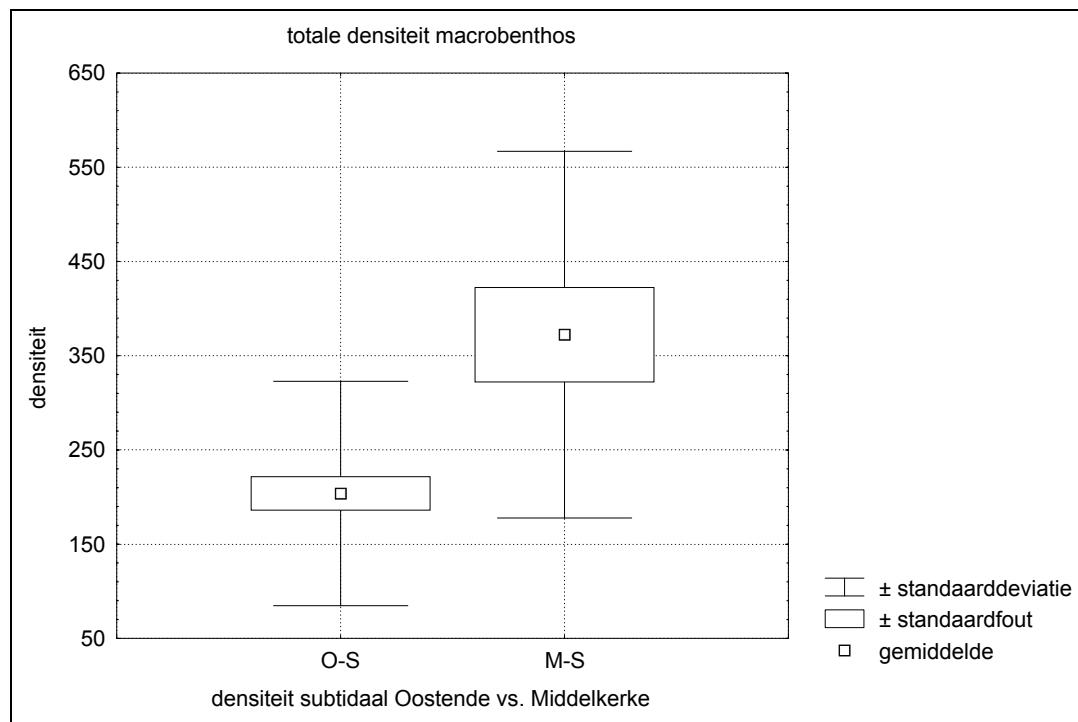
In het **subtidaal** werden 49 soorten gevonden, meer bepaald 37 soorten in het subtidaal van Middelkerke en 42 in het subtidaal van Oostende.

Een vergelijking van beide subtidale vooroeverzones toont dat in Middelkerke 6 soorten werden aangetroffen die niet in de stalen van het subtidaal van Oostende gevonden werden en dat -vice versa- van alle subtidaal gevonden soorten 11 soorten exclusief gevonden werden aan Oostende.

Bij vergelijkingen tussen de data van Middelkerke en Oostende is het van belang te weten dat de gegevens van Oostende op een groter aantal stalen berusten. Zoals reeds vermeld werden subtidaal voor Oostende en Middelkerke respectievelijk 45 en 15 stalen genomen, terwijl dit er voor het intertidaal respectievelijk 33 en 18 zijn. De kans om zeldzame soorten aan te treffen is dus groter in Oostende dan in Middelkerke en kan gedeeltelijk verantwoordelijk zijn voor de verschillende soortenaantallen die werden gevonden in deze twee gebieden.

3.2.2. Totale densiteit

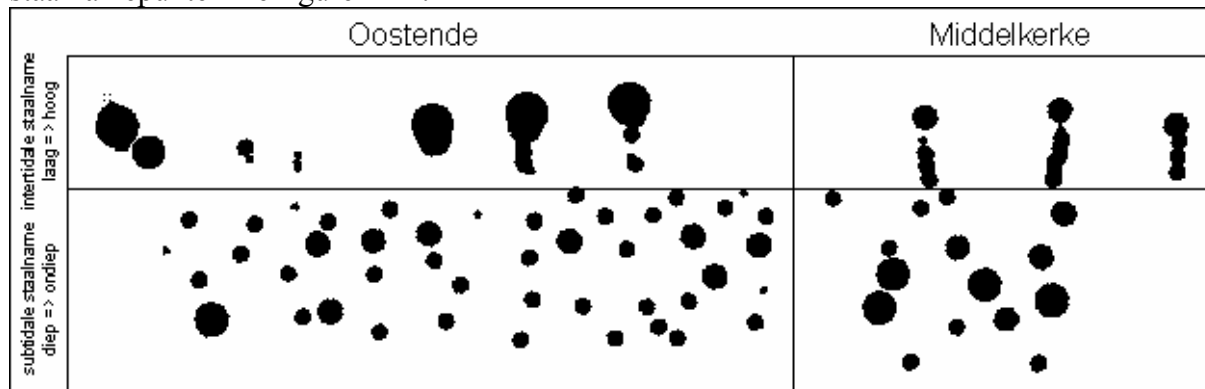
De totale macrobenthosdensiteit is significant hoger in het subtidaal van Middelkerke ($372 \pm \text{SF } 50$ individuen/m²) dan in het subtidaal van Oostende ($204 \pm \text{SF } 18$ ind./m²) (Mann-Whitney U Test; $p < 0,01$) (zie figuur 6.).



Figuur 6. Totale macrobenthosdensiteit voor de subtidaal zones.

Voor het intertidaal lijkt -op basis van de gemiddelde waarden- het omgekeerde het geval (Oostende: $343 \pm \text{SF } 84$ ind./m²; Middelkerke: $167 \pm \text{SF } 16$ ind./m²) maar dit onderscheid is niet significant (Mann-Whitney U Test; $p = 0,65$) en de intertidale zones zijn dan ook eerder vergelijkbaar qua totale densiteit aan macrobenthos.

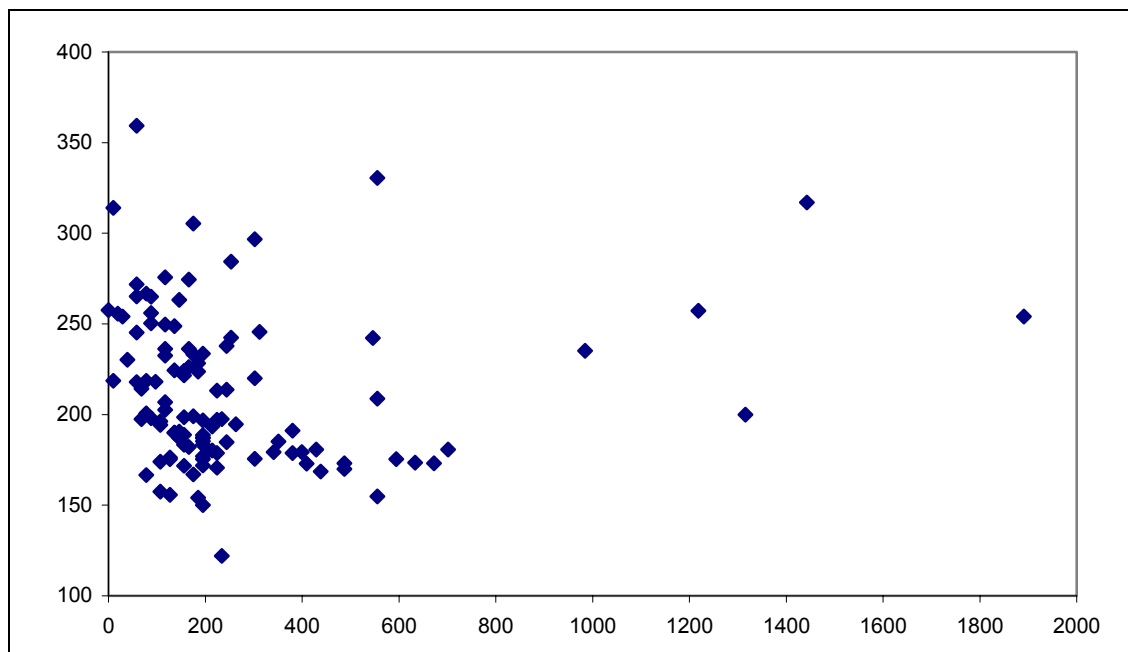
In onderstaande figuur wordt schematisch weergegeven hoe de densiteiten zijn verspreid binnen het onderzochte gebied. Er dient bij deze en volgende -soortgelijke- figuren benadrukt te worden dat het hier slechts om schema's gaat. Voor een geografische situering van de staalnamepunten zie figuren 1-2.



Figuur 7: Schematische weergave van de totale macrobenthosdensiteit.

Legende: ○ = 0 individuen/m²; ● = 1-99 individuen/m²; ● = 100-249 ind./m²; ● = 250-499 ind./m²; ● = > 499 ind./m²

Als we de volledige dataset beschouwen, is de totale macrobenthische densiteit per staal negatief gecorreleerd aan de mediane korrelgrootte van de zandfractie van het begeleidende sedimentstaal (Spearman Rank Order Correlation; $r_s = -0.76$; $p < 0.01$) (Fig. D).

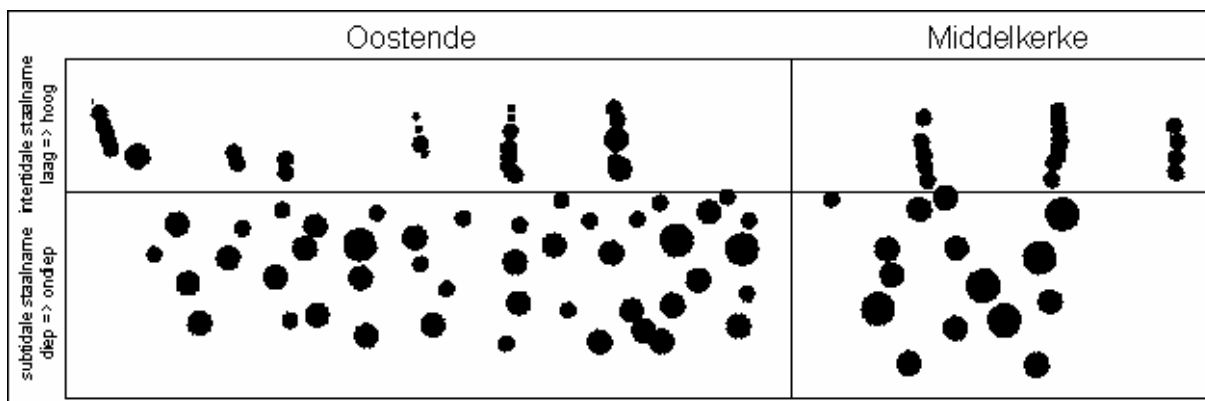


Figuur D. Verband tussen de mediane korrelgrootte en de totale densiteit van de stalen van het t0-onderzoek. De X-as toont het totaal aantal individuen per staal; de Y-as de mediane korrelgrootte in μm .

3.2.3. Diversiteit

Om de soortenrijkdom uit te drukken maakt men veelal gebruik van indices. De meest voor de hand liggende index wordt gegeven door het aantal soorten in een staal (diversiteitsindex N_o). Net zoals het geval was bij de totale densiteiten ligt ook het aantal soorten per staal significant hoger in het subtidaal van Middelkerke ($9,2 \pm \text{SF } 0,8$ soorten/staal) dan in het subtidaal van Oostende ($6,7 \pm \text{SF } 0,3$ soorten/staal) (Mann-Whitney U Test; $p < 0,01$).

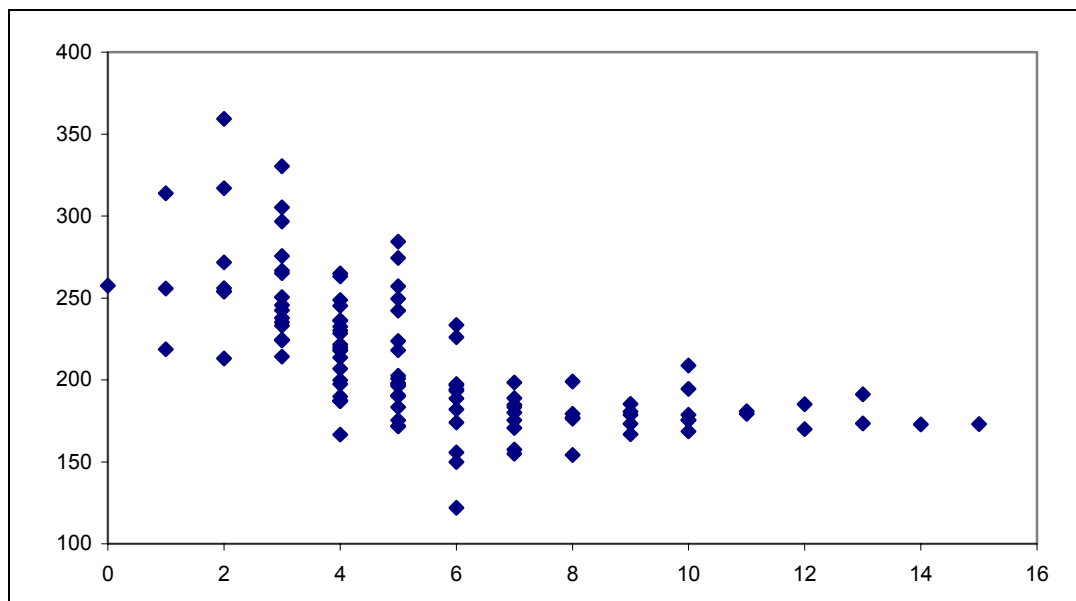
De soortenrijkdom in de beide intertidale zones is -eveneens zoals bij de totale densiteit- eerder vergelijkbaar; voor Middelkerke is dit $3,6 \pm \text{SF } 0,2$ soorten/staal; voor Oostende $3,4 \pm \text{SF } 0,3$ soorten/staal (Mann Whitney U Test; $p = 0,54$).



Figuur 8: Schematische voorstelling van de verspreiding van het aantal soorten in elk staal

Legende: $\circ$ = 0 soorten; $\bullet$ = 1-2 soorten; $\bullet$ = 3-5 soorten; $\bullet$ = 6-10 soorten; $\bullet$ = 11-15 soorten

Als we de volledige dataset beschouwen, is het aantal soorten per staal negatief gecorreleerd aan de mediane korrelgrootte van de zandfractie van het begeleidend sedimentstaal (Spearman Rank Order Correlation; $r_s = -0.76$; $p < 0.01$) (Fig. 9).



Figuur 9. Verband tussen de mediane korrelgrootte en de soortenrijkdom van de stalen uit dit onderzoek. De X-as toont de soortenrijkdom in aantal soorten per staal; de Y-as de mediane korrelgrootte in μm .

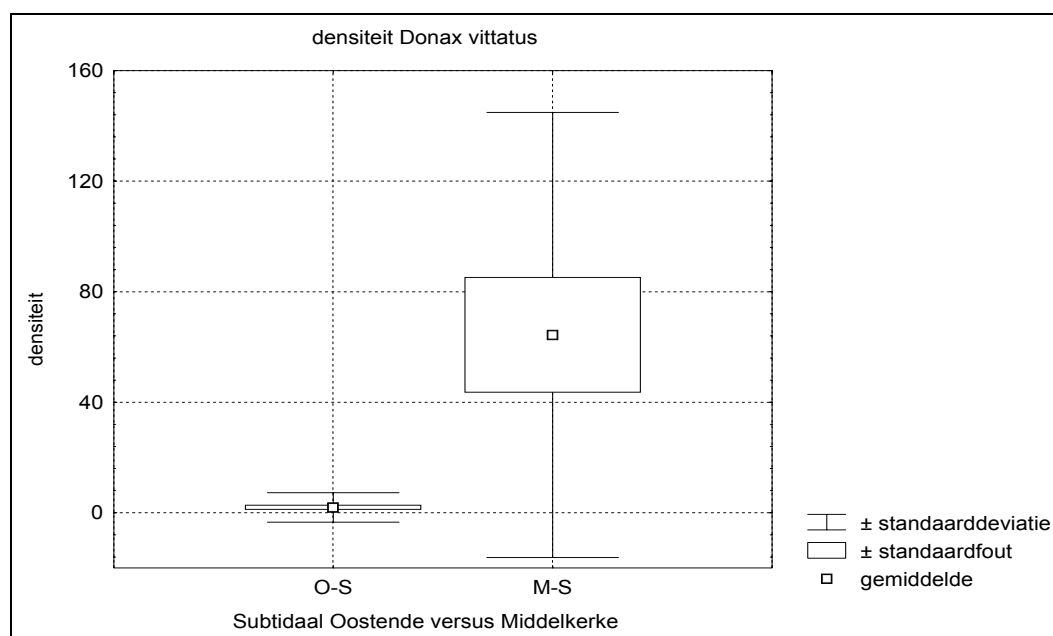
Het aantal soorten per staal is bovendien –nog steeds binnen de volledige dataset- positief gecorreleerd aan het gehalte organisch materiaal van het begeleidend sedimentstaal (Spearman Rank Order Correlation; $r_s = 0.57$; $p < 0.01$).

3.2.4. Dominante soorten

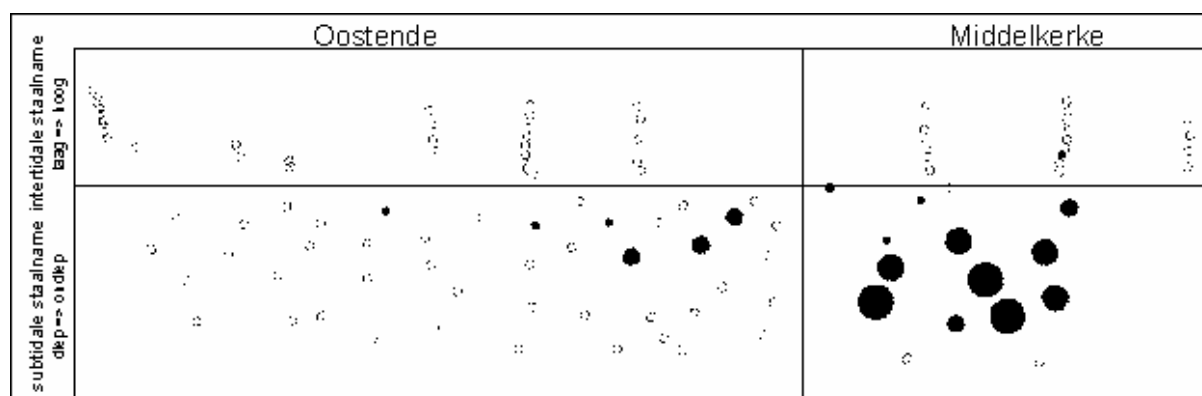
In dit onderdeel worden enkele dominante soorten in meer detail besproken. Deze soorten werden gekozen o.b.v. hun densiteiten -waaruit ze als dominant naar voor treden- voor de volledige dataset of voor slechts een gedeelte; hetzij in sub- of intertidaal, hetzij aan Oostende of aan Middelkerke.

Bivalvia (Tweekleppigen)

Donax vittatus (Zaagje) werd als adult significant meer aangetroffen in het subtidaal van Middelkerke ($64 \pm \text{SF } 21 \text{ ind./m}^2$) dan in het subtidaal van Oostende ($1,9 \pm \text{SF } 0,8 \text{ ind./m}^2$) (Mann-Whitney U Test; $p < 0,01$). Juvenielen van deze soort zijn wijder verspreid maar halen hun hoogste densiteiten eveneens voor Middelkerke (significant; Mann-Whitney U Test; $p < 0,01$). In de stalen van het intertidaal werd deze soort slechts met één adult aangetroffen, i.e. in een staal van het intertidaal van Middelkerke.



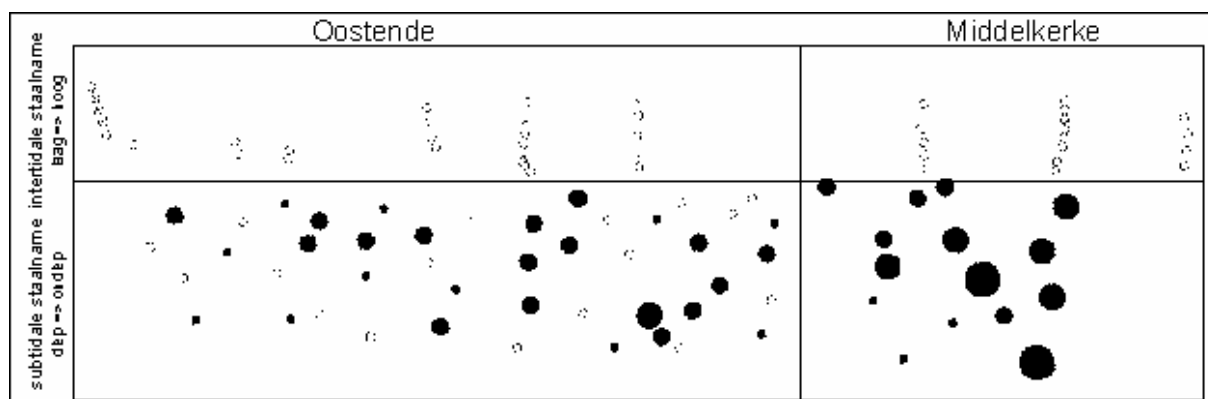
Figuur 10: *Donax vittatus*; densiteiten aan adulte dieren in het subtidaal van Oostende en Middelkerke



Figuur 11: Spreiding van de densiteiten van adulte *Donax vittatus*.

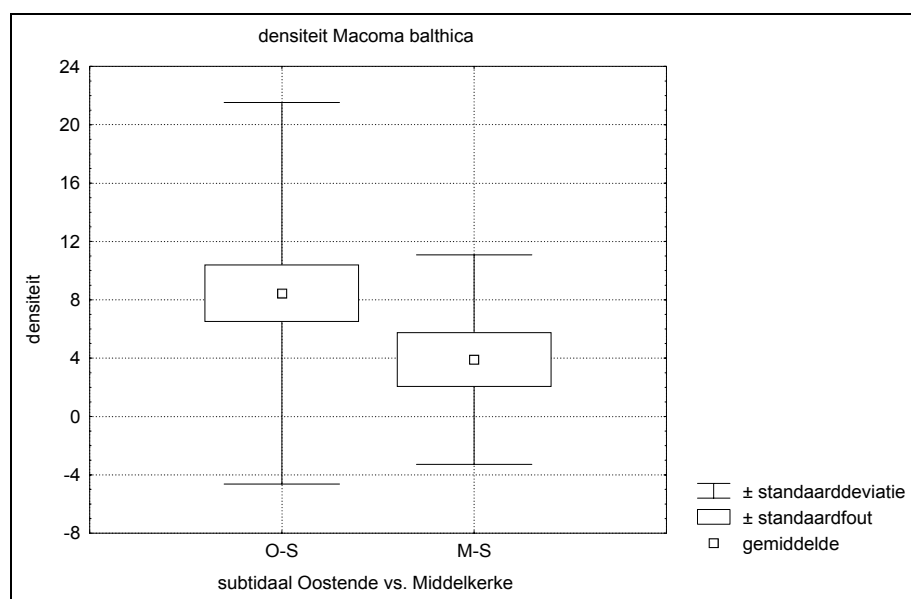
Legende bij deze figuur en volgende figuren met betrekking op één soort:

○ = 0 ind./m²; ● = > 0-10 ind./m²; ● = 10-50 ind./m²; ● = 50-100 ind./m²; ● = 100-500 ind./m²; ● = > 500 ind./m²

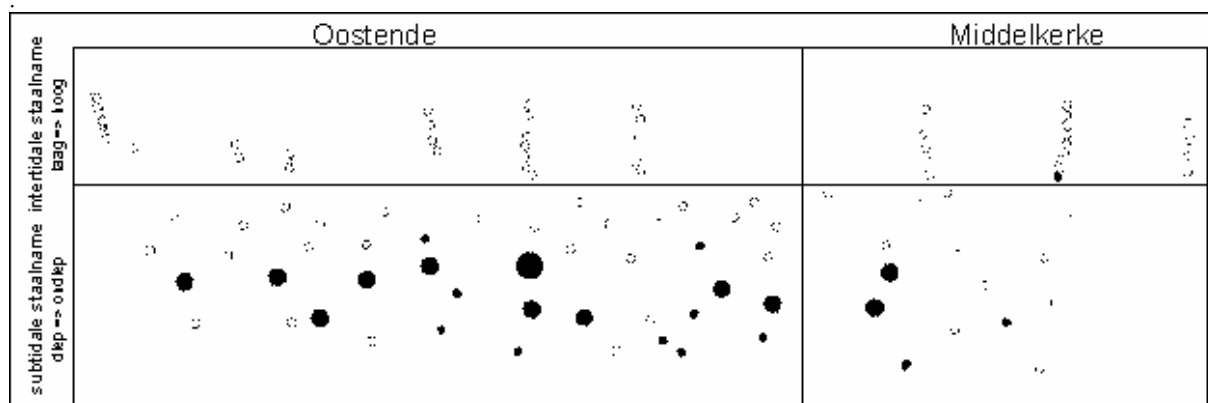


Figuur 12: Spreiding van de densiteiten van juveniele *Donax vittatus*. Legende: zie Figuur 11.

Een andere soort, *Macoma balthica* (Nonnetje), lijkt een min of meer complementaire verspreiding aan die van *Donax vittatus* te vertonen. Deze tweekleppige is afwezig in het intertidaal en het meest ondiepe gedeelte van het subtidaal, op één individu op het laag strand van Middelkerke na. De soort werd in hoofdzaak -doch niet significant (Mann-Whitney U Test; $p = 0,31$)- meer aangetroffen voor Oostende ($8,4 \pm \text{SF } 1,9$ ind./m² versus $3,9 \pm \text{SF } 1,9$ ind./m² ter hoogte van Middelkerke). Er dient vermeld dat van deze soort geen juveniele dieren werden gevonden.



Figuur 13. *Macoma balthica*; densiteiten aan adulte dieren in het subtidaal van Oostende en Middelkerke



Figuur 14: Spreiding van de densiteiten van *Macoma balthica*. Legende: zie Figuur 11.

In een poging tot het verklaren van de sterk verschillende verspreiding van deze twee bivalven is vooraf enige toelichting vereist bij ecologische verschillen tussen deze soorten. *Donax vittatus* is een filter-feeder. Dit wil zeggen dat deze soort voor zijn voedselvoorziening volledig afhankelijk van fijn organisch materiaal dat ze uit de watermassa filtert. *Macoma balthica* kan zich ook voeden door middel van een filterende voedselverzamelmethode maar is bovendien ook een facultatieve deposit-feeder. Dit laatste houdt in dat deze dieren zich kunnen voeden met organisch materiaal dat op de zeebodem is neergeslagen uit de watermassa.

Wat de quasi afwezigheid van adulten van *Donax vittatus* voor Oostende kan verklaren is de hogere gehalten aan slib die aldaar in de watermassa (en in het sediment) aanwezig zijn. Te veel slib in het water maakt een filterende voedingswijze onmogelijk omdat het slib het filtermechanisme letterlijk doet verstoppert. Juvenielen komen aan Oostende wél voor. Om dit te begrijpen is het van belang te weten dat deze soort pelagische (i.e. in de waterkolom rondzwemmende) of beter planktonische (i.e. passief zwevend in de waterkolom) larven heeft. Na een geslaagde voortplanting komt een massa larven in de waterkolom terecht. Na enige metamorfoses zinken ze uiteindelijk tot op de zeebodem en gaan ze over op een bentisch bestaan. Het voorkomen van grote aantallen juvenielen hoeft dus niet meteen op de directe nabijheid van adulten te wijzen. In de situatie voor Oostende valt te vermoeden dat de gevonden *Donax*-juvenielen het resultaat zijn van een influx aan jonge dieren die zijn oorsprong vindt in een gezonde adulte populatie die niet per se in het gebied hoeft te liggen. Bovendien is het onwaarschijnlijk dat deze juvenielen ooit het adulte stadium zullen bereiken, vanwege de ongunstige slibconcentraties.

Verder geven de significant hogere aantallen aan juvenielen van deze soort voor Middelkerke het effect weer van de *in situ* aanwezige vitale adulte populatie.

Door ruimere voedingsmogelijkheden kan *Macoma balthica* wel overleven in de slibrijke condities ter hoogte van Oostende.

Om deze verklaring te toetsen is het nodig de sedimentanalyse in rekening te brengen. Het onderscheid tussen de slibhoeveelheden van de subtidale zones van Middelkerke en Oostende is echter niet significant (Mann-Whitney U test; $p = 0.36$). Het verschil tussen de slibconcentraties voor het merendeel van de staalnamepunten van beide subtidale zones wordt namelijk onderdrukt door zowel de aanwezigheid van slibarme stalen voor Oostende als de aanwezigheid van slibrijkere stalen voor Middelkerke.

Wanneer de slibarme stalen van voor Oostende worden bekeken, valt duidelijk op dat deze punten de meest westelijk gelegen punten zijn. Dit geeft wellicht aan dat een verminderde toevoer van slib vanuit de havengeul van Oostende in oostelijke richting biologisch waarneembaar is. Bovendien zijn dit de punten waar wél adulte dieren van *Donax vittatus* werden gevonden.

Bij beschouwen van de stalen met hogere slibconcentraties van voor Middelkerke wordt een tegengesteld doch evenzeer sluitend beeld bekomen: hier wordt iets minder *Donax vittatus* gevonden en belangrijker is dat op deze punten voor Middelkerke *Macoma balthica* werd aangetroffen. Deze waarnemingen geven aan dat er een verband bestaat tussen het voorkomen van deze twee bivalven en de slibconcentraties.

Syntoop voorkomen van beide soorten is niet uitgesloten, aangezien *Macoma balthica* in principe ook in slibarme zones kan overleven. Dit spreekt uit de aanwezigheid van adulten van beide soorten uit enkele stalen en uit het ontbreken van een significante correlatie tussen de densiteiten van beide soorten (Spearman Rank Order Correlation; $p = 0.53$). Toch blijven de hoger vermelde verbanden valabel (cf. Fig. 15).

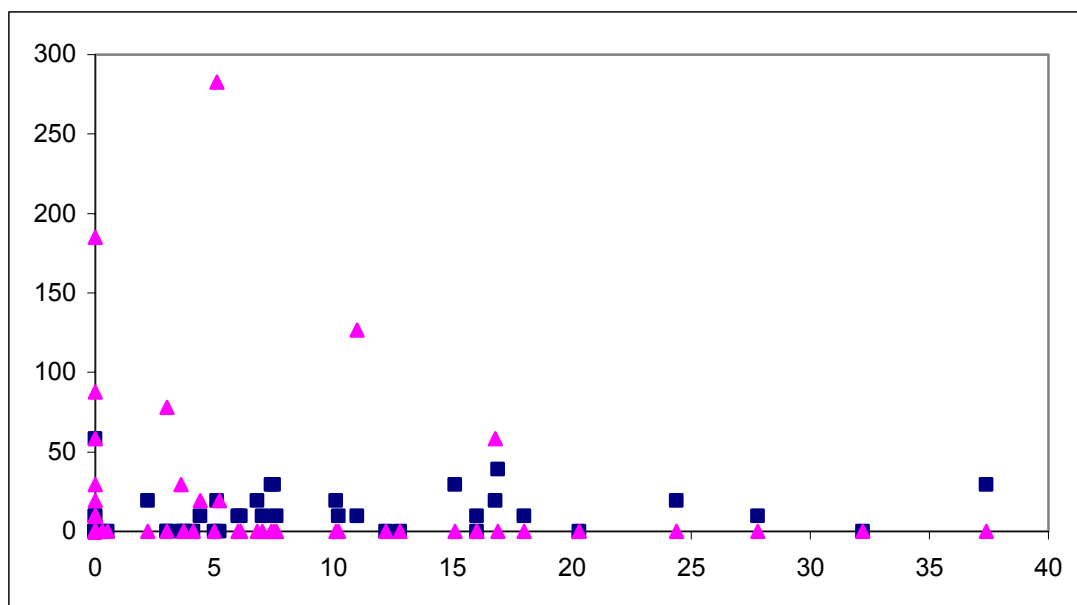


Fig. 15. Densiteit van *Donax vittatus* en *Macoma balthica* in functie van het slibgehalte. Op de Y-as worden densiteiten weergegeven (in aantal ind./staal); op de X-as is het slibgehalte weergegeven (in volumepercentage).

▲ = *Donax vittatus*; ■ = *Macoma balthica*

Polychaeta (Borstelwormen)

Scolelepis squamata (Gemshoornworm) werd -op twee individuen na- uitsluitend in het intertidaal aangetroffen. De densiteiten van deze soort kunnen erg hoog liggen. Voor Middelkerke betekent dit $71 \pm \text{SF } 18 \text{ SF ind./m}^2$ en voor Oostende $195 \pm 58 \text{ SF ind./m}^2$, met een maximum van 1384 ind./m² in één staal ter hoogte van Oostende. Ondanks het vrij grote verschil tussen de gemiddelde densiteiten van Oostende en Middelkerke is er geen significant verschil tussen de densiteiten in beide intertidale zones (Mann-Whitney U Test; $p = 0,87$). Opvallend bij deze soort is dat ze in dit onderzoek minder duidelijk als een typische “hoogstrandsoort” naar voor treedt dan kon verwacht worden op basis van een vergelijking met andere strandzones (zie onder 3.2.5.). Zo is er ook geen sprake van een duidelijke correlatie tussen de densiteiten van deze soort en de hoogte op het strand (Spearman Rank Order Correlation; $r_s = 0.12$; $p = 0.39$).

Toch worden de hoogste densiteiten op het hoog strand waargenomen (zie fig. 16).

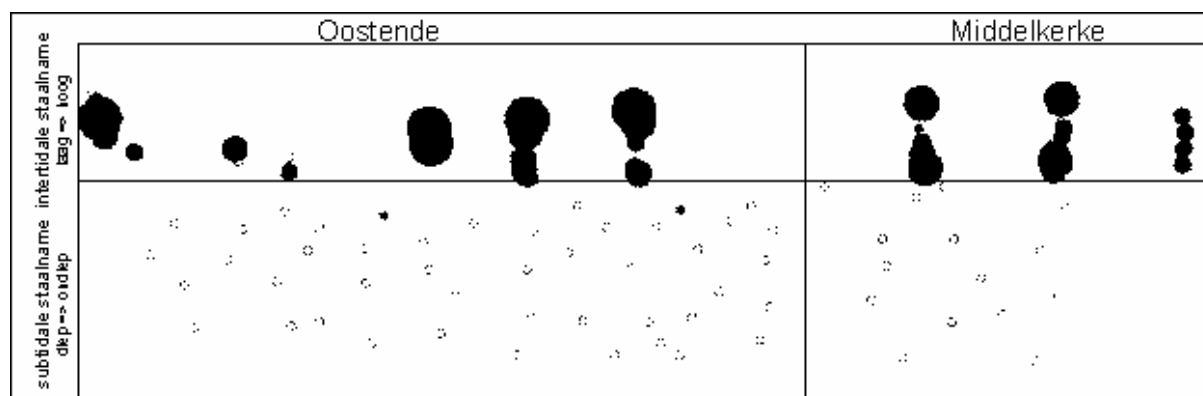
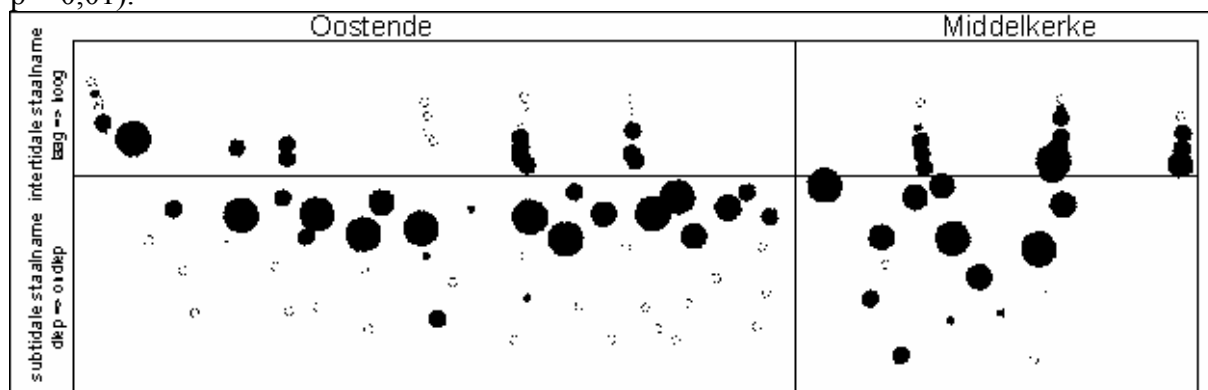


Fig. 16: Densiteiten van *Scolelepis squamata*. Legende: zie Figuur 11.

Nephtys cirrosa (een soort zandzager) komt in vrij hoge densiteiten voor op de onderste helft van het intertidaal maar bereikt zijn hoogste densiteiten in het ondiepe subtidaal. Daarom worden hier de volledige densiteiten -voor sub- en intertidaal tesamen- van zowel Oostende als Middelkerke vermeld; respectievelijk $30 \pm \text{SF } 5 \text{ ind./m}^2$ en $46 \pm \text{SF } 9 \text{ ind./m}^2$. Hoewel niet meteen duidelijk uit Figuur 17 af te leiden, is deze soort (voor sub- en intertidaal tesamen) significant talrijker aan Middelkerke dan aan Oostende (Mann-Whitney U Test; $p = 0,01$).



Figuur 17: Densiteiten van *Nephtys cirrosa*. Legende: zie Figuur 11.

Er is een negatieve correlatie tussen de densiteiten van deze soort en de hoogte op het strand (Spearman Rank Order Correlation; $r_s = -0.71$; $p < 0.01$).

Een nauw verwante soort, *Nephtys hombergii* (Zandzager), komt iets dieper voor en -op één individu na- enkel in het subtidaal. De soort bereikt haar hoogste densiteiten voor Oostende ($45 \pm \text{SF } 6 \text{ ind./m}^2$ versus $20 \pm \text{SF } 6 \text{ ind./m}^2$ voor Middelkerke). De densiteiten van deze soort liggen significant hoger ter hoogte van Oostende (Mann-Whitney U Test; $p = 0.046$).

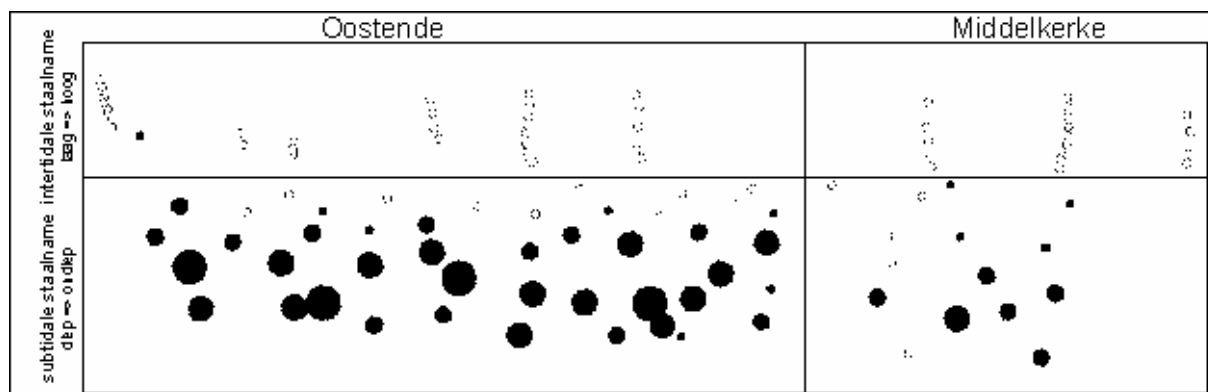


Fig. 18: Densiteiten van *Nephtys hombergii*. Legende: zie Figuur 11.

Er is een significante negatieve correlatie tussen de densiteiten van beide *Nephtys*-soorten (Spearman Rank Order Correlation; $r_s = -0.21$; $p = 0.03$). De twee soorten komen meestal niet samen in een zelfde staal voor; van de 111 stalen zijn er 67 (60 %) waar één van beide soorten voorkomt, 23 (21 %) waar beide ontbreken en slechts 21 (19 %) waar beide soorten samen voorkomen; van de stalen waar één soort of beide soorten voorkomen bevat ongeveer 75% slechts één -en niet beide- soorten.

Nephtys cirrosa staat bekend als een soort van zandbodems met lage slibgehalten (Van Hoey et al., ingediend). Dit wordt in dit onderzoek bevestigd door een negatieve correlatie tussen de densiteiten van *Nephtys cirrosa* en het slibgehalte (Spearman Rank Order Correlation; $r_s = -0.35$; $p < 0.01$). Zijn aanwezigheid op het laag strand en in de ondiepe delen van het subtidaal -waar slib uitgespoeld wordt om dieper in het subtidaal te worden afgezet- bevestigt dit algemeen beeld. *Nephtys hombergii* is daarentegen -ondanks zijn Nederlandse benaming- meer typisch voor slibrijke bodems en dit wordt hier bevestigd door een sterke positieve correlatie tussen de densiteiten van deze soort en het slibgehalte (Spearman Rank Order Correlation; $r_s = 0.79$; $p < 0.01$). Dat in de dataset van dit onderzoek de densiteiten van *Nephtys hombergii* en het slibgehalte duidelijk positief gecorreleerd zijn aan de diepte, benadrukt voor deze borstelworm ook het verspreidingszwaartepunt in de ondiepere delen van het subtidaal (Spearman Rank Order Correlations; resp. $r_s = 0.78$; $p < 0.01$ en $r_s = 0.77$; $p < 0.01$).

Het verschil in de ecologische preferenties van deze twee borstelwormen loopt enigszins parallel met een gelijkaardig verschil zoals eerder werd besproken voor de bivalven *Donax vittatus* en *Macoma balthica*. Het verschil lijkt bij de twee bivalven iets kleiner (cf. densiteiten niet significant negatief gecorreleerd). Dit is mogelijkwijs deels een gevolg van de hoger vermelde overlap in voedingspreferenties bij *Donax vittatus* en *Macoma balthica*.

Magelona johnstoni werd uitsluitend subtidaal aangetroffen in wisselende maar vrij aanzienlijke densiteiten (Oostende: $24 \pm \text{SF } 6,8$ ind./m²; Middelkerke $55 \pm \text{SF } 17$ ind./m² en $32 \pm \text{SF } 6,7$ ind./m² voor het gehele subtidaal gedeelte van de dataset). Deze soort lijkt iets prominenter aanwezig te zijn voor Middelkerke (Mann-Whitney U test; $p = 0.054$). Een zelfde trend lijkt ook te gelden voor enkele andere borstelwormen zoals bv. *Lanice conchilega* (Schelpkokerworm) (Mann-Whitney U test; $p = 0.068$).

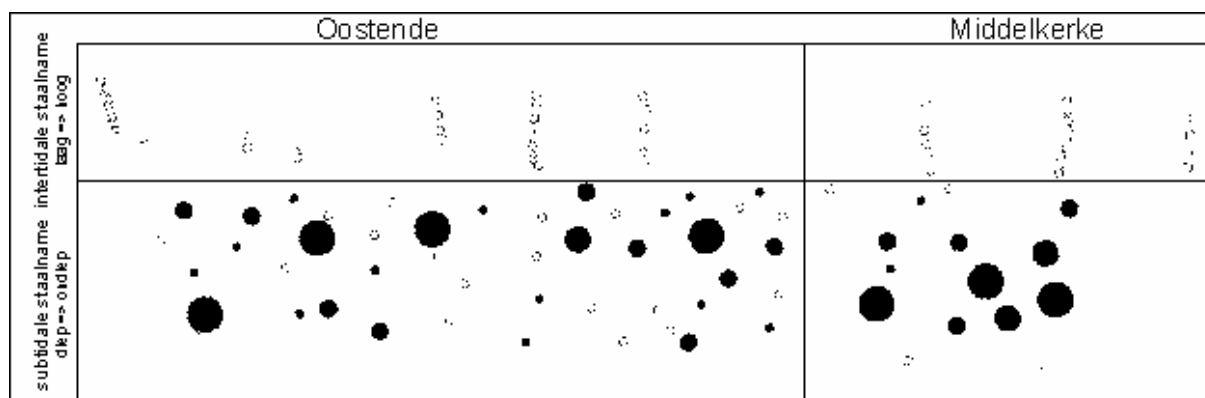


Fig. 19: Densiteiten van *Magelona johnstoni*. Legende: zie Figuur 11.

Isopoda (Pissebedden)

Eurydice pulchra (Agaatpissebed) komt -op twee individuen na- enkel in het intertidaal voor. De densiteiten verschillen niet significant tussen Oostende ($80 \pm \text{SF } 41,6 \text{ SF ind./m}^2$) en Middelkerke ($22 \pm \text{SF } 8,1 \text{ ind./m}^2$) (Mann-Whitney U Test; $p = 0,782591$) maar lijken wel iets hoger in Oostende. Deze zeepissebed wordt beschreven als een soort van het hoog strand (Budd, 2002). Dit wordt in dit onderzoek bevestigd door een positieve correlatie van de densiteiten van *Eurydice pulchra* met de hoogte op het strand (Spearman Rank Order Correlation; $r_s = 0.40$; $p < 0.01$).

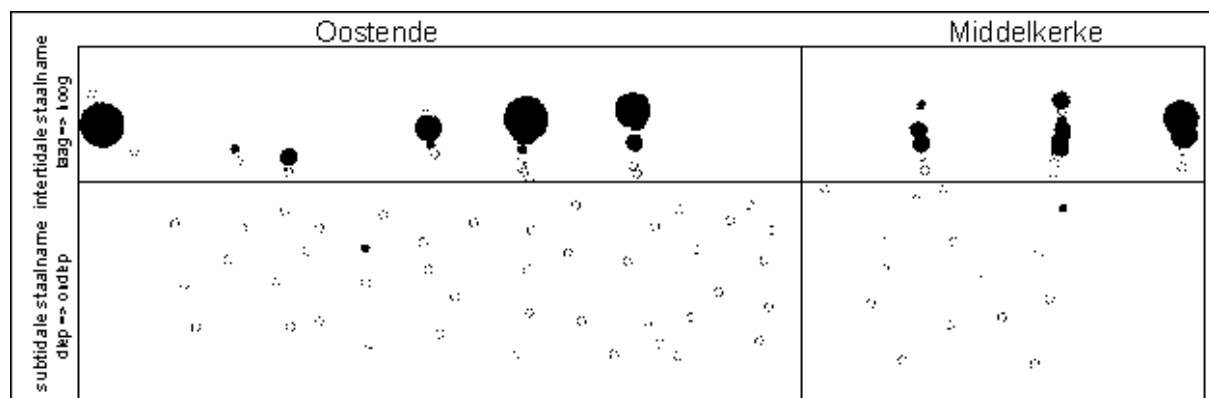


Fig. 20: Densiteiten van *Eurydice pulchra*. Legende: zie Figuur 11.

Bovendien zijn de densiteiten van *Eurydice pulchra* positief gecorreleerd met die van *Scolecipis squamata* (Spearman Rank Order Correlation; $r_s = 0.59$; $p < 0.01$). Zoals mocht blijken zijn beiden -in zekere mate- typische soorten van het hoog strand.

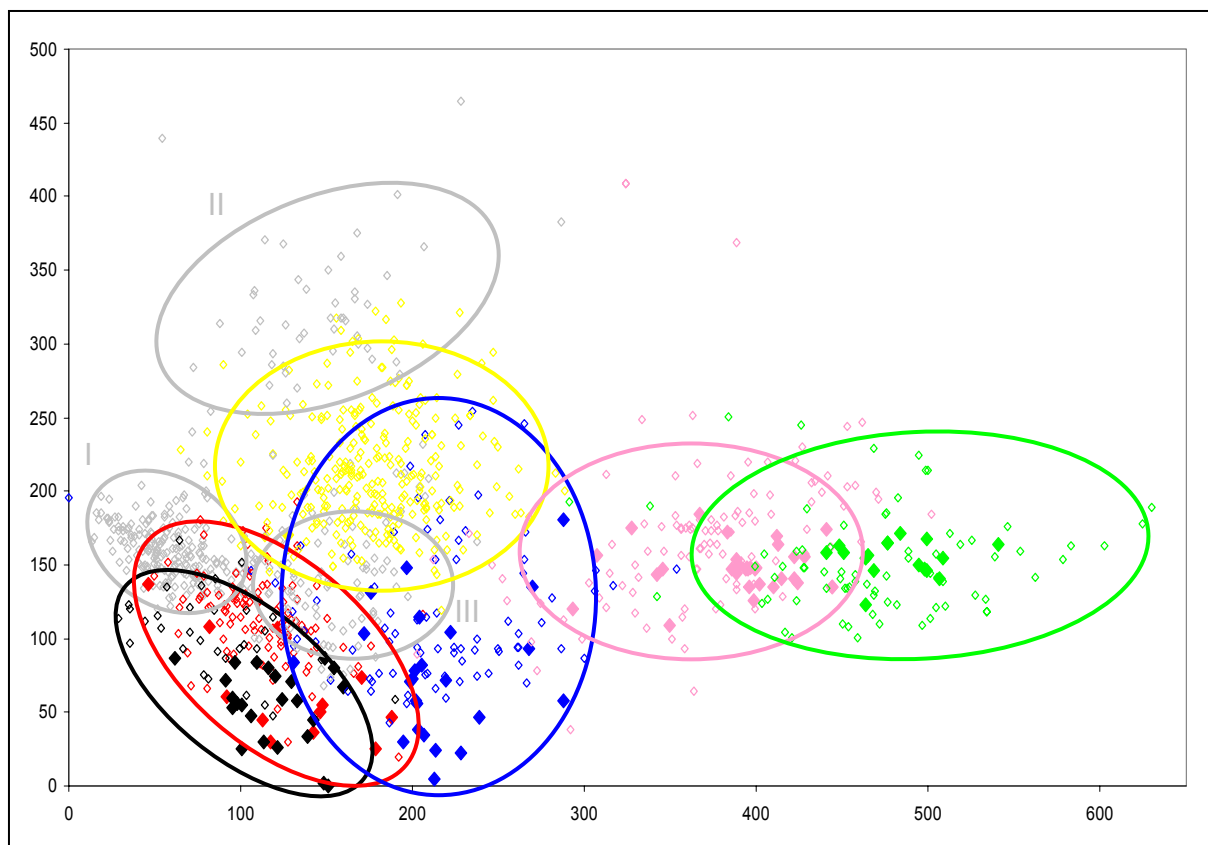
3.2.5. Situering van de resultaten ten opzichte van gegevens van het Belgisch Continentaal Plat

In Van Hoey et al. (ingediend) werd een analyse uitgevoerd voor de hele dataset aan macrobenthosstalen die momenteel aanwezig zijn in één centrale databank op het laboratorium van de Sectie Mariene Biologie (Microsoft Access-bestand, "MacroDat"). Deze analyse liet toe een aantal soortengemeenschappen af te bakenen alsook een aantal overgangsoortenassociaties. Bij het beschouwen van deze associaties is het van belang te beseffen dat hier geen sprake kan zijn van discrete grenzen tussen de verschillende associaties. De verschillende stalen situeren zich langs een gradiënt van veranderende soortensamenstelling én milieuvariabelen.

In onderstaande figuur worden de stalen van dit onderzoek gesitueerd ten opzichte van de associaties van Van Hoey et al. (ingediend).

Het onderscheid tussen de staalnamepunten in de afgebeelde plot is gebaseerd op de resultaten van een TWINSPAN-analyse waarbij enkel aan- of afwezigheid van soorten werd in rekening gebracht, een TWINSPAN-analyse op basis van specifieke dichtheden, een clusteranalyse en een DCA-ordinatie. Er is een negatief verband tussen de horizontale as en de diepte en het slibgehalte en er is een positief verband tussen de verticale as en de mediane korrelgrootte van het sediment.

De assen in Fig. 21. zijn de eerste twee ordinatie-assen van de DCA. De DCA-figuur geeft de ordening van de biologische data aan langs de twee belangrijkste assen van de ordinatie. De X-as is de voornaamste variatie beschrijvende as; de Y-as is de op één na voornaamste. Zoals vermeld in het onderschrift van de figuur, gebeurde het onderscheiden van de stations in feite niet enkel o.b.v. van een DCA-ordinatie maar ook o.b.v. TWINSPAN (2: één met aan-afwezigheid en één met gedefinieerde cutlevels) en Clusteranalyse. De feitelijke XY-waarden van elke station zijn zogenaamde Species Scores die gewogen gemiddelden zijn van de aanwezige soorten.



Figuur 21.: DCA-ordinatieplot van aangetroffen soortenassociaties langs de twee eerste ordinaatieassen. Het onderscheiden tussen stations is gebaseerd op TWINSpan, Clusteranalyse en DCA. Volle ruitjes duiden op de stalen van dit onderzoek, lege ruitjes duiden op andere stalen van het Belgisch Continentaal Plat. Aanwezige soortenassociaties: $\diamond$, SA 1; $\blacklozenge$, SA 2; $\blacklozenge$, SA 3; $\blacklozenge$, SA 4; $\blacklozenge$, SA 5; $\blacklozenge$, SA 6; zie tekst voor details. Overige soortenassociaties genummerd als I-III en aangeduid in het grijs; zie tekst voor details.

Uit het totale gamma aan soortenassociaties op het Belgisch Continentaal Plat werden de volgende aangetroffen in het onderzoek voor dit project:

SA 1 = *Macoma balthica*-gemeenschap

Deze gemeenschap werd nog niet onderscheiden in Van Hoey et al. (ingediend) maar werd beschreven in Degraer et al. (2002). Ze wordt gekenmerkt door hoge slibgehalten, een relatief lage diversiteit en een dominantie van *Macoma balthica*. Hiertoe behoren 22 van de 45 stalen van het subtidaal van voor Oostende en 2 van de 15 stalen van het subtidaal van voor Middelkerke.

SA 2 = *Magelona johnstoni*-overgangsassociatie

Dit is een overgangsassociatie tussen de *Nephtys cirrosa*-gemeenschap enerzijds en zowel de *Abra alba*-*Mysella bidentata*-gemeenschap als de *Macoma balthica*-gemeenschap anderzijds. Deze associatie wordt gekenmerkt door slibgehalten die intermediair zijn tussen de gehalten van die gemeenschappen van dewelke ze de overgang vormt.

Hiertoe behoren 7 van de 45 stalen van het subtidaal van voor Oostende en 5 van de 15 stalen van het subtidaal van voor Middelkerke.

SA 3 = overgangsassociatie tussen de *Nephtys cirrosa*-gemeenschap enerzijds en de *Scolecopsis squamata*-*Eurydice pulchra*-gemeenschap anderzijds maar ze staat dicht bij de *Nephtys cirrosa*-gemeenschap. (cf. Van Hoey SA7) Dit is een associatie die wordt gevonden op fijnzandige stranden met laag slibgehalte en ook in het ondiepe subtidaal.

Hiertoe behoort één van de 33 stalen van het intertidaal van Oostende, 8 van de 15 stalen van het subtidaal van voor Middelkerke en 15 van de 45 stalen van het subtidaal van voor Oostende.

SA 4 = overgangsassociatie (tussen *Nephtys cirrosa*- en *Ophelia limacina*-*Glycera lapidum*-gemeenschappen) (cf. Van Hoey SA5)

Hiertoe behoort slechts één staal, i.c. een staal uit het subtidaal van voor Oostende.

SA 5 = overgangsassociatie (tussen *Nephtys cirrosa*- en *Scolelepis squamata*-*Eurydice pulchra*-gemeenschappen; dichter bij *Scolelepis squamata*-*Eurydice pulchra*-gemeenschap) (cf. Van Hoey SA8 en SA9) Dit is net zoals SA 3 een associatie die wordt gevonden op fijnzandige stranden met laag slibgehalte. Deze associatie komt echter zelden in het subtidaal voor.

Hiertoe behoren 18 van de 33 stalen van het intertidaal van Oostende en 14 van de 18 stalen van het intertidaal van Middelkerke.

SA 6 = *Scolelepis squamata*-*Eurydice pulchra*-gemeenschap

Deze gemeenschap wordt getypeerd als een gemeenschap met zeer lage diversiteit en hoge (tot zeer hoge) densiteiten die wordt aangetroffen op het hoog strand met fijn tot medium korrelgrootten (mediaan: 248 µm). Deze en parallele gemeenschappen zijn algemeen op ultra-dissipatieve zandstranden wereldwijd (Degraer et al., 1999)

Hiertoe behoren 13 van de 33 stalen van het intertidaal van Oostende en 4 van de 18 stalen van het intertidaal van Middelkerke, alle gelegen in de bovenste helft van het intertidaal of het hoog strand.

Tenslotte wordt hier vermeld dat één staal (interkl19; een staal van helemaal bovenaan het Klein Strand te Oostende) in deze bespreking niet wordt meegenomen, omdat dit staal geen enkel macrobenthosorganisme bevatte.

Naast deze associaties worden in Van Hoey et al. nog drie verdere gemeenschappen erkend. Deze zijn op bovenstaande figuur aangegeven in het grijs. Geen enkel van de stalen in deze studie werd tot deze associaties gerekend.

SA I: *Abra alba* – *Mysella bidentata*-gemeenschap

Deze gemeenschap wordt gekenmerkt door hoge densiteiten en hoge diversiteit

SA II: *Ophelia limacina* – *Glycera lapidum*-gemeenschap

Deze gemeenschap wordt gekenmerkt door zeer lage densiteiten en zeer lage diversiteit.

SA III: *Nephtys cirrosa*-gemeenschap

Deze gemeenschap wordt gekenmerkt door lage densiteiten en lage diversiteit

Tabel 2.: Verdeling van de stalen over verschillende soortenassociaties; uitgedrukt in percentage van totaal aantal stalen per onderdeel van de dataset; onderdeel aangegeven in de kolomhoofding.

	Oostende intertidaal	Middelkerke intertidaal	Oostende subtidaal	Middelkerke subtidaal
SA 1			49 %	13 %
SA 2			16 %	33 %
SA 3	3 %		33 %	54 %
SA 4			2 %	
SA 5	56 %	78 %		
SA 6	41 %	22 %		

Uit Tabel 2. en hoger vermelde kenmerken van de associaties (inzake biologische aspecten en milieuvariabelen) blijkt dat de in 3.2.4. beschreven verschillen en gelijkenissen tussen de intertidale en subtidale zones grotendeels worden onderschreven.

De intertidale zones worden gekenmerkt door dezelfde associaties, hoewel het overwicht van de *Scolecopsis squamata-Eurydice pulchra*-gemeenschap iets groter lijkt in het intertidaal van Middelkerke dan in dat van Oostende.

In het subtidaal van Oostende behoort bijna de helft van de stalen tot de *Macoma balthica*-gemeenschap, terwijl in Middelkerke voornamelijk de overgangsassociatie tussen de *Nephtys cirrosa*-gemeenschap en de *Scolecopsis squamata-Eurydice pulchra*-gemeenschap (maar dichter bij de *Nephtys cirrosa*-gemeenschap) (= SA 3) werd gevonden.

3.2.6. Vergelijking van de bestudeerde stranden met andere strandzones langsheen de Vlaamse Kust

Noot vooraf ...

In deze paragraaf zullen de bestudeerde stranden -enkel het intertidaal- in meer detail vergeleken worden met andere strandzones langsheen onze kust. Subtidale gedeelten kunnen niet vergeleken worden omdat van de andere strandzones geen of slechts fragmentarische gegevens van de vooroeverzones beschikbaar zijn. In de rijke databank van het labo Mariene Biologie, UGent, ligt de nadruk op dieper gelegen subtidale staalnames. Bemonsteren van de vooroever impliceert praktische aspecten zoals de nood aan een schip dat zich vrij dicht tot bij de laagwaterlijn kan begeven. In figuren in dit onderdeel worden de stranden als discrete 'waarden' op de horizontale as weergegeven. De verschillende stations per strand worden langsheen de verticale as volgens hun hoogteligging geordend.

3.2.6.1. Zeldzaamheid en uniciteit van soorten

Belangrijk is te beseffen dat in de voorliggende –kleine- databank het moeilijk is een onderscheid te maken tussen wijd verspreide maar laag abundante soorten (= kans op niet bemonsteren is groot), toevalstreffers en eng verspreide maar net iets minder laag abundante soorten (ook hier is de kans op niet bemonsteren groot maar liggen andere oorzaken aan de basis). Bovendien is het doorheen onze volledige stranddatabank een moeilijkheid dat de staalnameintensiteit verschilt. Binnen het t0-onderzoek is zo bv. de kans op het vinden van een zeldzame soort net zoals het vinden van een grotere diversiteit groter in Oostende dan in Middelkerke vanwege het groter aantal stalen te Oostende.

Om de zeldzaamheid van soorten te bepalen worden 12 stranden beschouwd, waaronder de twee stranden van dit project. Zeldzame soorten definiëren op basis van enkel de stranden van dit project is vanwege de beperkte reikwijdte van de gegevens weinig zinvol.

Zeldzaamheid werd hier uitsluitend gedefinieerd op basis van de geografische spreiding van de soorten. Een soort wordt zeldzaam genoemd als ze in minder dan 2 procent van alle stalen van deze 12 stranden werd gevonden. Deze definitie maakt echter geen onderscheid tussen enerzijds soorten met beperkte verspreiding maar lokaal hoge densiteit en anderzijds soorten met een beperkte verspreiding maar die ook telkens in lage aantallen werden gevonden. Alle als zeldzaam benoemde soorten die in dit project werden gevonden behoren echter tot deze laatste groep. Dit betekent dat zowel in Oostende als Middelkerke soorten die een beperkte verspreiding op al onze stranden hebben niet in hoge densiteiten voorkomen, noch in Oostende of Middelkerke, noch elders.

In diezelfde laatste groep kunnen enerzijds soorten zitten die in het subtidaal minder of niet zeldzaam zijn en anderzijds ook soorten die wél eerder typische strandsoorten zijn maar laag abundant zijn en als de “echte” zeldzame strandsoorten zouden kunnen aangeduid worden. Het lijkt echter dat quasi alle zowel eng verspreide als laag abundante soorten op stranden soorten zijn die eerder typisch zijn voor subtidale zones. Anders gezegd, het bestaan van “echte” zeldzame strandsoorten lijkt amper of niet het geval. Dit strookt met de idee dat stranden gekenmerkt worden door een relatief lage diversiteit en dat een beperkt aantal soorten het grootste deel van de totale densiteiten bepaald.

Van de 45 macrobenthossoorten die tot dusver op (en in) onze stranden werden gevonden, worden er 13 op basis van de hoger vermelde “2%-regel” als zeldzaam benoemd. Van deze 13 soorten werden er vijf aangetroffen in de stalen van dit project. Van deze vijf werden er vier uitsluitend in Oostende gevonden. Het hoeft geen betoog dat hier opnieuw rekening moet gehouden worden met het verschil in staalnameintensiteit tussen beide stranden; meer stalen nemen verhoogt de kans op het vinden van zeldzame soorten.

Alle vier deze taxa (*Actiniaria* sp., *Lanice conchilega*, *Nephtys longosetosa*, *Podarkeopsis helgolandica*) werden enkel op het laag strand gevonden. Dit bevestigt, samen met wat gekend is over deze soorten in de literatuur en uit wat we weten van op het BCP, dat het hier om eerder typisch subtidale soorten gaat die dus logischerwijs minder abundant zijn op stranden en zich enkel in lage aantallen lokaal kunnen handhaven en niet hoger op het strand kunnen gevonden worden vanwege de toenemende fysische stress op hogere delen van het strand. Uitzondering dient hier gemaakt te worden voor stranden met zwinnen, omdat de langere retentie van water in deze geulen eerder subtidale soorten toelaat om op stranden hoger voor te komen. Op de stranden van Oostende en Middelkerke zijn geulen echter afwezig.

De vijfde zeldzame soort in dit onderzoek is *Corophium arenarium*. Deze soort werd op beide stranden telkens op één punt met één individu gevonden. Deze punten liggen eerder in het midden van het strand. Dit lijkt –voor alle dertien zeldzame soorten- de enige soort die misschien wel als “echte” zeldzame strandsoort zou kunnen aangeduid worden. Andere *Corophium*-soorten worden wel in hogere densiteiten gevonden op strandhoofden. Fouten in de determinatie van soorten van dit moeilijke genus zouden een hypothese als zouden de twee gevonden dieren verdwaalde strandhoofdbewoners zijn niet volledig uit. Toch wordt deze soort meestal getypeerd als een soort van intertidale zones. Dat ze in dit onderzoek op beide stranden werd gevonden en vooralsnog op geen enkel ander strand werd vastgesteld kan andermaal deels verklaard worden door een hogere staalnameintensiteit op de twee bestudeerde stranden. Anders gezegd, meer stalen nemen op andere stranden zou ook elders de vondst van deze soort kunnen opleveren maar de soort blijft hoedanook niet in hoge densiteit aanwezig én is wel –los van mogelijke determinatiefouten- met zekerheid aanwezig op beide bestudeerde stranden.

Een vergelijking tussen het aantal zeldzame soorten per strand toont dat het strand van Oostende het hoogste aantal zeldzame soorten (5) heeft van alle twaalf beschouwde stranden. Omdat hier opnieuw een vertekend beeld kan gegeven worden door de verschillen in staalnameintensiteit, wordt een poging tot corrigeren uitgevoerd door het aantal zeldzame soorten bevattende stations te beschouwen in dit aantal te delen door het totale aantal stations voor elk strand (zie Tabel A.).

Tabel A. Vergelijkende tabel voor het aantal zeldzame soorten van twaalf Vlaamse strandzones.
 Verklaring afkortingen: DP = De Panne; SG = Schipgatduinen; ZBD = Zeebermduinen; IJZ = Ijzermending;
 MK = Middelkerke; RA = Raversijde; OO = Oostende; SP = Spinoladijk; FO = De Fonteintjes;
 ZEEBR = Zeebrugge; BVH = Baai van Heist; ZW = Zwinnebosjes

Strand	aantal zeldzame soorten	aantal stations met zeldzame soorten	percentage van de stations met zeldzame soorten
DP	0	0	0
SG	0	0	0
ZBD	2	3	1
IJZ	1	1	33
MK	1	1	6
RA	0	0	0
OO	5	5	13
SP	2	3	60
FO	0	0	0
ZEEBR	3	2	20
BVH	0	0	0
ZW	1	1	9

Uit deze deling volgt het percentage van de stations dat zeldzame soorten bevat. Hoewel dit nog steeds afhankelijk is van de staalnameintensiteit, wordt meteen duidelijk dat Oostende hierdoor minder sterk als belangrijkste strand naar voor treedt maar wordt voorafgegaan door drie andere stranden.

Een andere mogelijkheid om te corrigeren voor de staalnameintensiteit is het beschouwen van de individuele stations en de spreiding van deze zeldzame soorten binnen deze stations (zie Fig D.). De figuur maakt ook meteen de verschillende aantallen in stations per strand duidelijk.

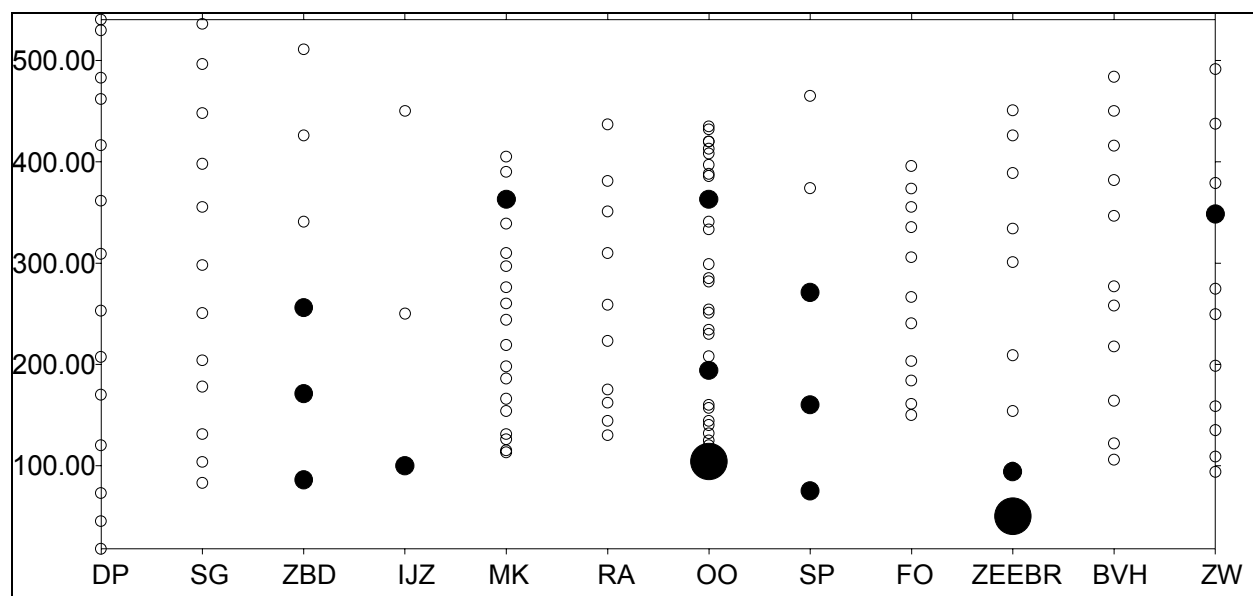


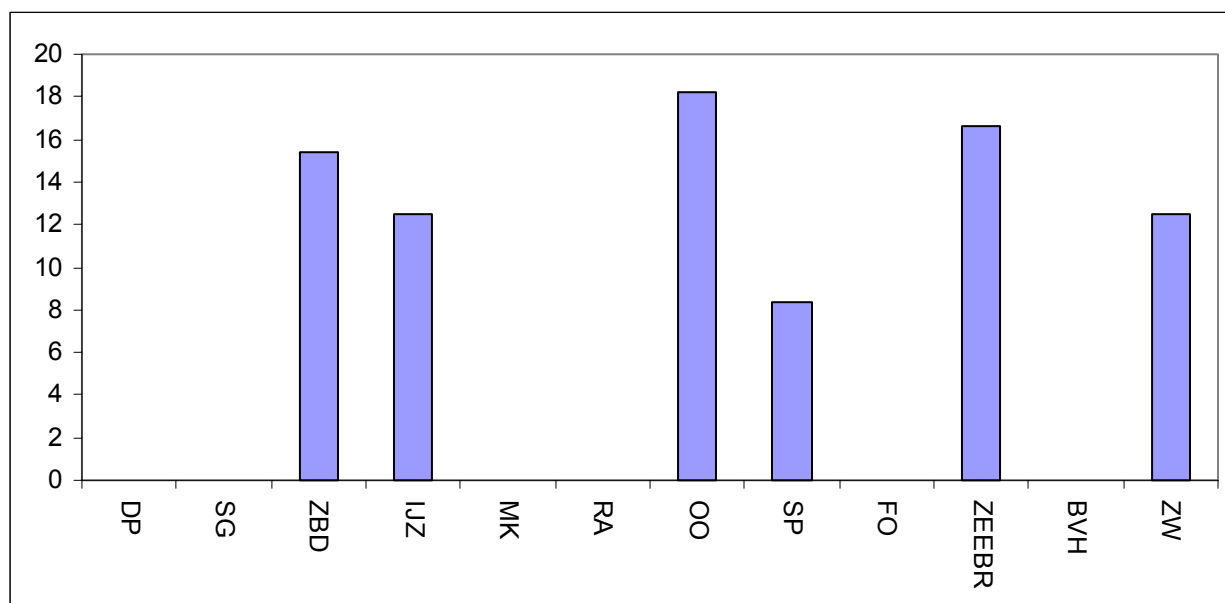
Fig. D. Spreiding van het aantal zeldzame soorten per station voor twaalf strandzones langs de Vlaamse Kust. Als zeldzame soorten worden die soorten beschouwd die in minder dan 2 procent van de stations worden aangetroffen. Op de X-as zijn de stranden weergegeven; op de Y-as de hoogte op het stand in centimeters.
 Verklaring afkortingen: DP = De Panne; SG = Schipgatduinen; ZBD = Zeebermduinen; IJZ = Ijzermending;
 MK = Middelkerke; RA = Raversijde; OO = Oostende; SP = Spinoladijk; FO = De Fonteintjes;
 ZEEBR = Zeebrugge; BVH = Baai van Heist; ZW = Zwinnebosjes

Legende: ○ = geen zeldzame soorten; ● = 1 zeldzame soort; ● = 2 zeldzame soorten

Het aantal zeldzame soorten in een station is niet significant gecorreleerd met de **mediane korrelgrootte** (Spearman Ranking Correlation: $r_s = -0.06$, $p = 0.946$) maar wel met de **hoogte** op het strand (Spearman Ranking Correlation: $r_s = -0.21$, $p = 0.015$). Mogelijkerwijs worden correlaties bemoeilijkt in deze door het groot aantal nulwaarden en het beperkte aantal mogelijke waarden (0, 1 of 2) voor het aantal zeldzame soorten in een station.

De kans op het vinden van zeldzame soorten (= met een beperkte verspreiding, cf. definitie zeldzame soorten) op stranden is dus duidelijk groter in het laag intertidaal.

Naast zeldzaamheid op basis van de spreiding over stalen, wordt hier ook vermeld dat een aantal soorten vooralsnog **uniek** lijken voor de twee onderzochte stranden. Met uniek wordt hier bedoeld dat deze soorten enkel op één welbepaald strand voorkomen en dus vooralsnog uniek zijn voor dat strand. Hierbij worden de gegevens van de staalnamestations van de twaalf beschouwde strandzones gegroepeerd per strand. Dit levert vier unieke soorten op voor Oostende en geen unieke soorten voor Middelkerke. Om hier een poging tot corrigeren te doen voor de verschillende staalnameintensiteit, wordt voor alle 12 stranden het aantal unieke soorten uitgezet als percentage van het totaal aantal soorten (zie Figuur E.)



Figuur E. Percentage aan unieke soorten van het totaal aantal soorten voor 12 stranden langs de Vlaamse Kust. Verklaring afkortingen: DP = De Panne; SG = Schipgatduinen; ZBD = Zeebermduinen; IJZ = Ijzermunding; MK = Middelkerke; RA = Raversijde; OO = Oostende; SP = Spinoladijk; FO = De Fonteintjes; ZEEBR = Zeebrugge; BVH = Baai van Heist; ZW = Zwinnebosjes

Slechts zes van de 12 stranden hebben één of meerdere unieke soorten. Oostende heeft, samen met Zeebrugge, het grootste aantal unieke soorten, zoals gezegd vier. Door een groter totaal aantal soorten haalt Zeebrugge echter niet het maximale percentage aan unieke soorten, maar wel Oostende (met 18 % tegenover 17 % voor Zeebrugge)

Naast deze unieke soorten is het ook zinvol hier te vermelden dat een aantal soorten die als dominant worden beschouwd (en elders in dit rapport in detail worden besproken) ook aanwezig zijn op de meeste stranden. Voorbeelden hiervan zijn *Scolecopsis squamata* en *Nephtys cirrosa*, die op alle 12 stranden gevonden werden, en *Eurydice pulchra* en *Bathyporeia sarsi* die slechts op één strand van de twaalf ontbraken.

3.2.6.2. Diversiteit

Om een gepaste vergelijking te maken tussen de diversiteit van verschillende stranden wordt best de gemiddelde diversiteit van een willekeurig staal van elk strand bekeken (zie Tabel B.).

Tabel B. Vergelijking van de gemiddelde diversiteit per station van 12 strandzones.

Strand	gemiddeld aantal soorten per station
DP	6,3
SG	5,5
ZBD	4,2
IJZ	4,7
MK	3,6
RA	9,0
OO	3,4
SPI	5,0
FO	6,5
ZEEBR	6,6
BVH	7,7
ZW	5,7

Door de variabele aard van de staalnames waaruit deze waarden komen is het nodig ook de spreiding rond dit gemiddelde (standaarddeviatie) in rekening te brengen (Figuur F.).

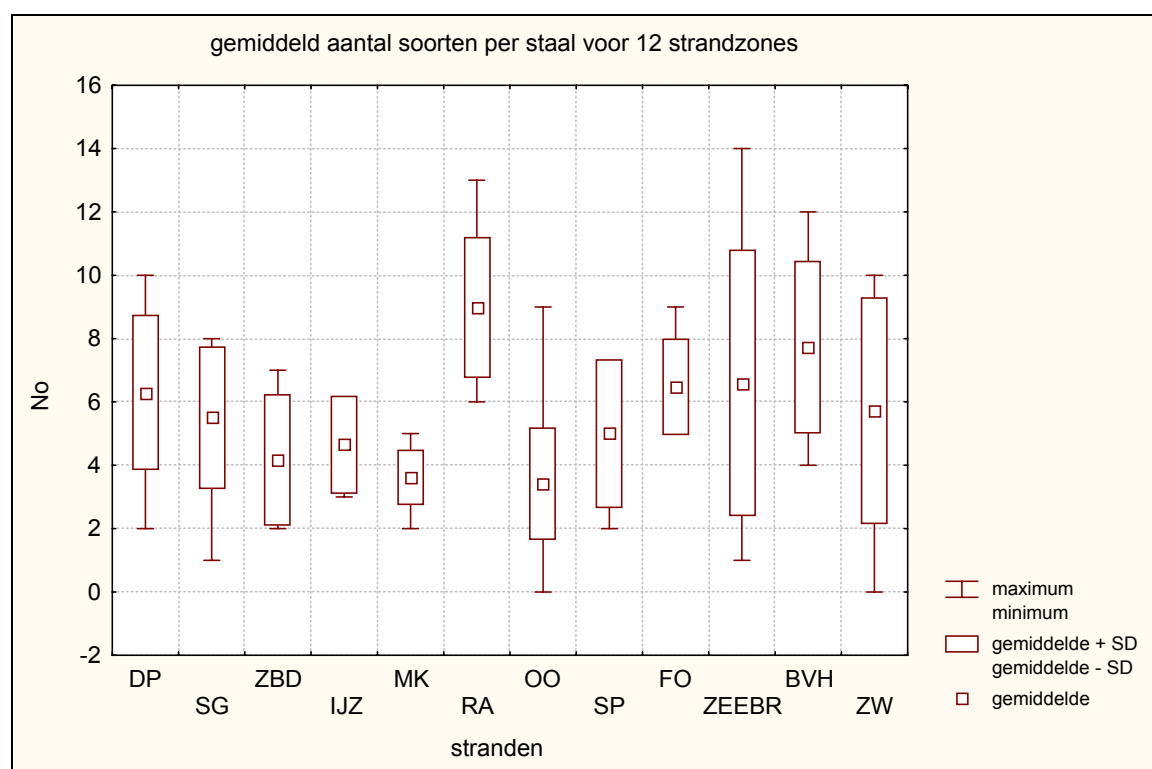


Fig. F. Soortenrijkdom per staal voor 12 Vlaamse stranden. Afkortingen: DP = De Panne; SG = Schipgatduinen; ZBD = Zeebermduinen; IJZ = Ijzermunding; MK = Middelkerke; RA = Raversijde; OO = Oostende; SP = Spinoladijk; FO = De Fonteintjes; ZEEBR = Zeebrugge; BVH = Baai van Heist; ZW = Zwinnebosjes

Bij deze vergelijking scoren Oostende en Middelkerke gemiddeld beiden lager dan de tien overige stranden en scoort Oostende zelfs het laagst. De deviatie op de gemiddelden laat echter amper toe significante verschillen tussen de stranden aan te duiden en in het geval van Oostende is dit duidelijk. Deze deviatie is een onvermijdelijk gevolg van het bepalen van de gemiddelden, aangezien de hoogtezonatie van macrobenthosgemeenschappen op het strand samenhangt met duidelijke verschillen in soortenrijkdom van stalen van boven of onder op stranden. Verder is het vergelijken van de 12 stranden slechts gebaseerd op eenmalige bemonstering. Een herhaling van de staalnames op elk strand zou toelaten tijdsreeksen op te stellen en aldus de stranden beter te typeren en dit zou wellicht een ander deel van de deviatie verkleinen.

Ook hier loont een illustratie van de diversiteit per station over de twaalf Vlaamse stranden de moeite om een duidelijker beeld te krijgen van de ruimtelijke spreiding van hogere en lagere diversiteiten (Fig. G.).

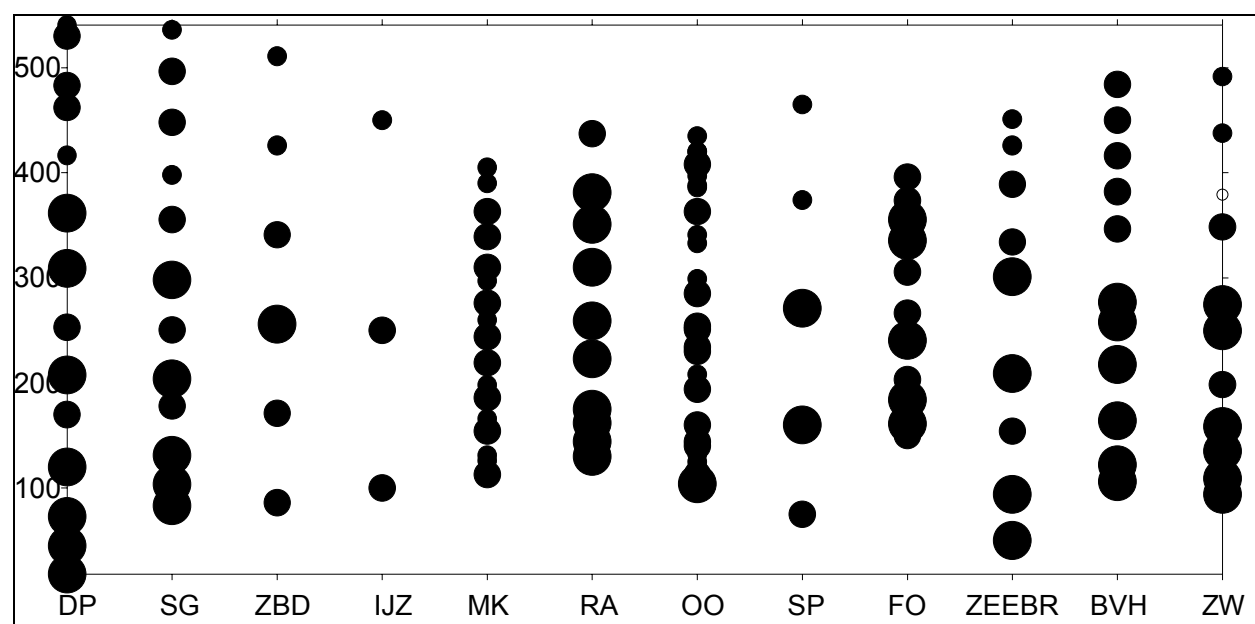
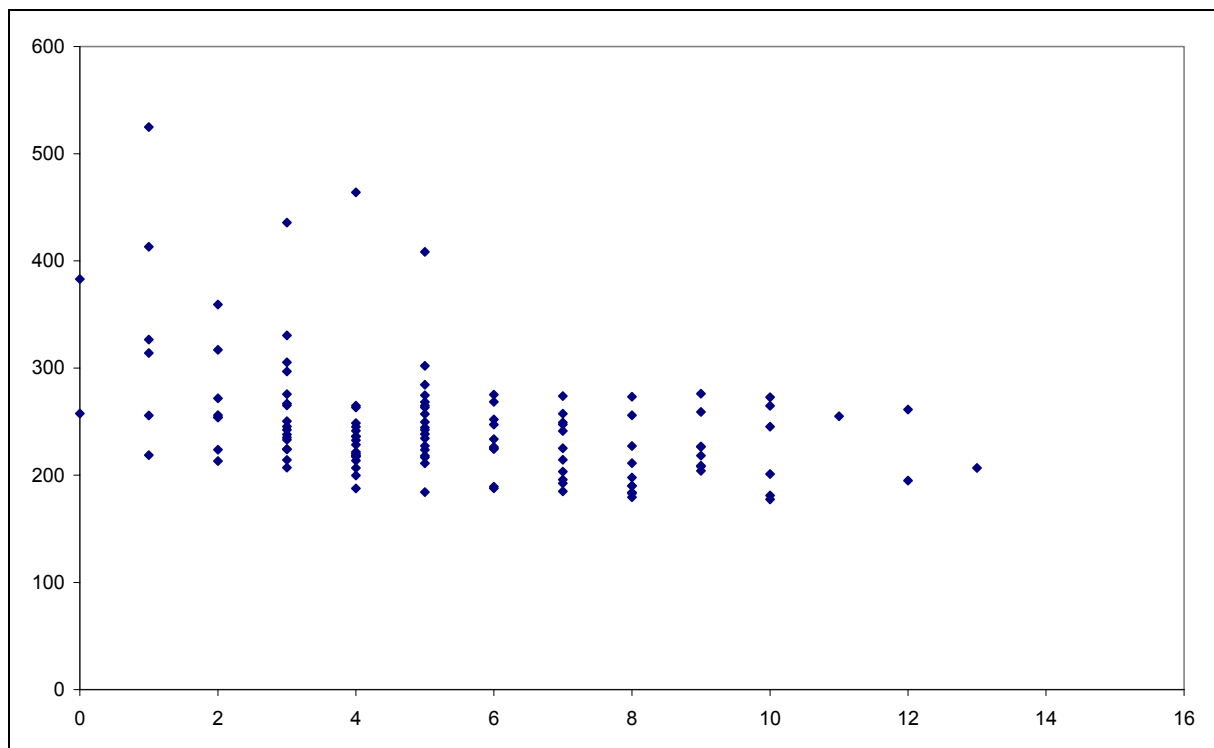


Fig. G. Spreiding van het aantal soorten per station voor twaalf strandzones langs de Vlaamse Kust. Op de X-as zijn de stranden weergegeven; op de Y-as de hoogte op het strand in centimeters.

Legende: ○ = 0 soorten; ● = 1-3 soorten; ● = 4-6 soorten; ● = 7-14 soorten

Net zoals voor de twee stranden van dit onderzoek, spreekt er uit de analyse van de 12 stranden een significante negatieve correlatie tussen de diversiteit en de mediane korrelgrootte (Spearman Rank Order Correlations; $r_s = -0.39$; $p < 0.01$) (zie Figuur H.).



Figuur H. Verband tussen de mediane korrelgrootte en de soortenrijkdom van de stalen uit dit onderzoek. De X-as toont de soortenrijkdom in aantal soorten per staal; de Y-as de mediane korrelgrootte in μm . Vergelijk met Figuur 9 voor hetzelfde verband enkel voor de twee stranden van dit onderzoek.

3.6.2.3. Densiteit

Hier gelden dezelfde opmerkingen als bij de vergelijking tussen stranden o.b.v. hun diversiteit. Ook de densiteiten variëren in zekere mate met de hoogte op elk strand (zie Figuur I.).

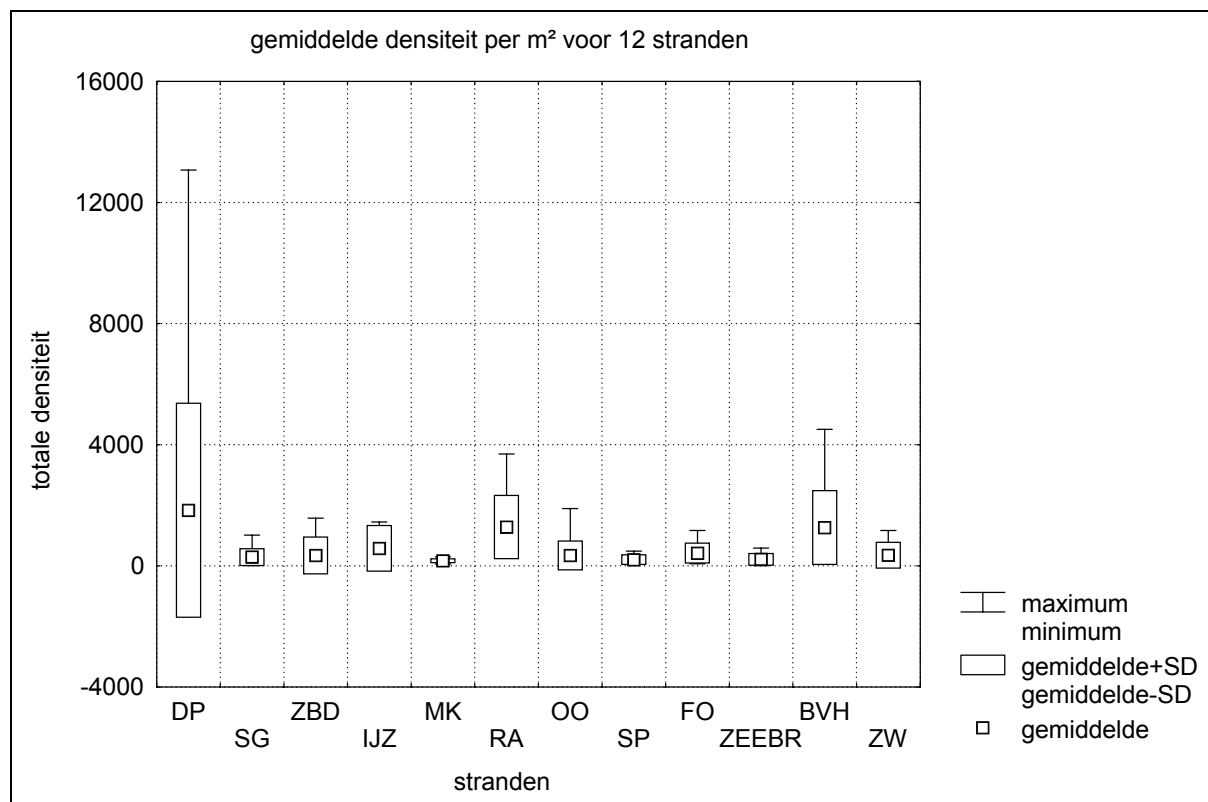


Fig. I. Gemiddelde densiteit per vierkante meter voor twaalf Vlaamse stranden.

Verklaring afkortingen: DP = De Panne; SG = Schipgatduinen; ZBD = Zeebermduinen; IJZ = Ijzermending; MK = Middelkerke; RA = Raversijde; OO = Oostende; SP = Spinoladijk; FO = De Fonteintjes; ZEEBR = Zeebrugge; BVH = Baai van Heist; ZW = Zwinnebosjes

Ook deze variabele wordt vervolgens weergegeven per station over de twaalf Vlaamse stranden om een duidelijker beeld te krijgen van de ruimtelijke spreiding van hogere en lagere densiteiten (Fig. J.).

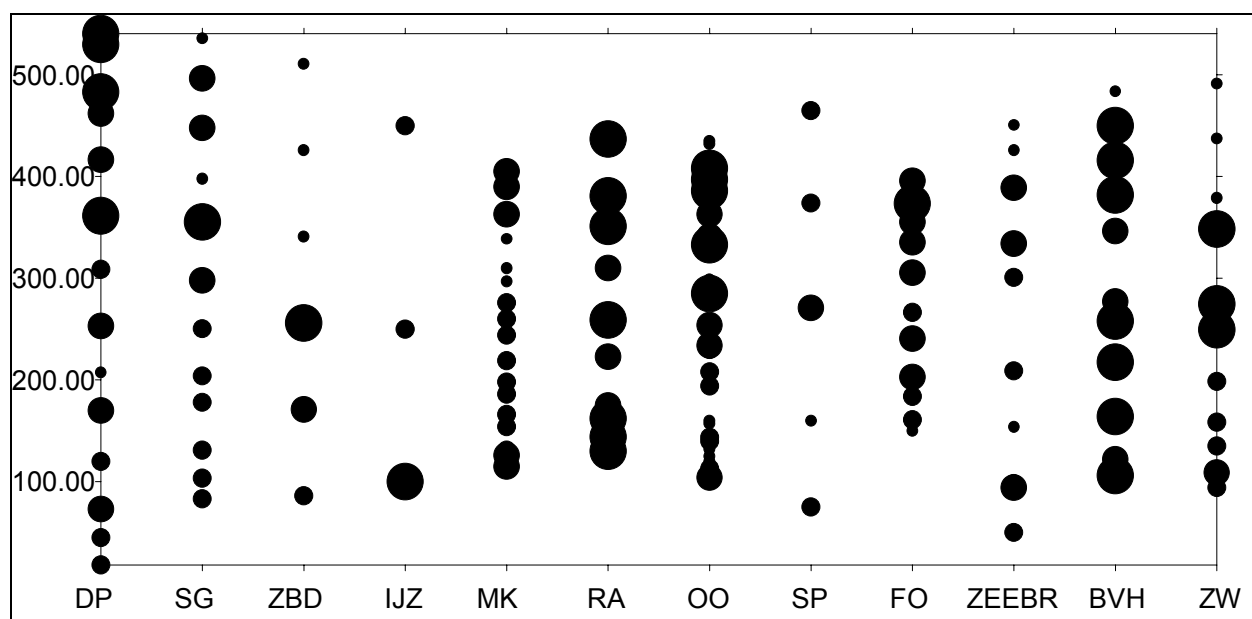
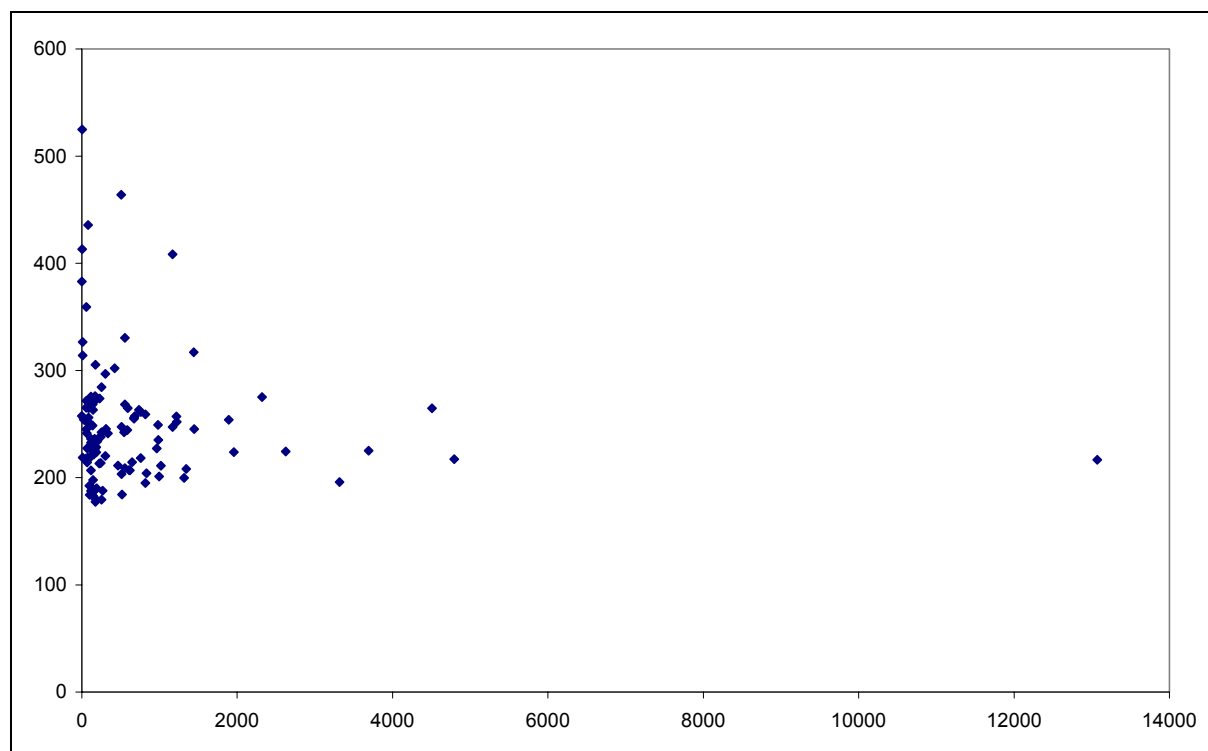


Fig. J. Spreiding van de totale macrobenthosdensiteit per station voor twaalf strandzones langs de Vlaamse Kust. Op de X-as zijn de stranden weergegeven; op de Y-as de hoogte op het stand in centimeters.

Legende: ● = 0-99 ind./m²; ● = 100-199 ind./m²; ● = 200-699 soorten; ● = 700-13079 soorten

In tegenstelling tot wat hoger werd aangetoond voor de twee in dit onderzoek bestudeerde stranden, lijkt er geen duidelijke correlatie te zijn tussen de totale macrobenthische densiteit en de mediane korrelgrootte voor de twaalf stranden tezamen (Spearman Rank Order Correlations; $r_s = -0.14$; $p = 0.14$). Dit zou te wijten kunnen zijn aan een grotere spreiding van de mediane korrelgrootten voor stations met lage macrobenthische densiteiten (zie Figuur K.).



Figuur K. Verband tussen de mediane korrelgrootte en de totale densiteit van stations van 12 stranden. De X-as toont het totaal aantal individuen per staal; de Y-as de mediane korrelgrootte in μm .

In Tabel C. worden de gemiddelde densiteiten per station voor elk van de 12 stranden gegeven. Zoals zichtbaar op Fig. I. is het door de grote spreiding van de waarden van de densiteiten echter nagenoeg uitgesloten significante verschillen tussen stranden te ontwaren. De grote spreiding op de densiteiten is een onvermijdelijk gevolg van het bepalen van een gemiddelde langsheen de hoogtegradiënt in het intertidaal, waarbij de specifieke verschillen in biologische kenmerken van verschillende hoogten worden samengenomen.

Tabel C. Vergelijking van de gemiddelde densiteit per station van 12 strandzones.

Strand	gemiddeld aantal organismen per station
DP	1834
SG	287
ZBD	338
IJZ	578
MK	167
RA	1280
OO	343
SPI	202
FO	418
ZEEBR	212
BVH	1265
ZW	351

SAMENVATTING

Samenvattend kan gesteld worden dat de intertidale zones van Oostende en Middelkerke min of meer vergelijkbaar zijn. Dit geldt voor de soortenrijkdom, de totale macrobenthosdensiteit en de afzonderlijke densiteiten van de soorten die op het strand werden aangetroffen. Naast *Eurydice pulchra* en *Scolelepis squamata* zijn ook de densiteiten van *Eteone longa* (een andere polychaet die uitsluitend op het hoog strand werd aangetroffen), *Cumopsis goodsiri*, *Bathyporeia pilosa*, *B. sarsi* en *Urothoe poseidonis* in het intertidaal van Oostende en Middelkerke niet significant verschillend (Mann-Whitney U test; alle $p > 0.05$). Zelfs voor *Arenicola marina*, die enkel -maar met grote standaarddeviatie- in Oostende werd aangetroffen, gaat deze algemene trend op. Toch lijkt de totale densiteit iets hoger in het intertidaal van Oostende.

Een uitzondering op de algemene trends vormt *Nephtys cirrosa* die in significant hogere densiteiten voorkomt op het strand van Middelkerke (Mann-Whitney U test; $p = 0.03$). De densiteiten van deze soort bieden echter geen ideale maatstaf om de intertidale zones te vergelijken omdat *Nephtys cirrosa* een eurytope soort is. Dit wil zeggen dat de soort een brede ecologische niche heeft en dus over een wijde range voorkomt voor verschillende habitatkenmerken.

Het is gekend dat de hoogte op het strand verband houdt met de soortensamenstelling en de densiteiten van elke soort van het aanwezige benthos, wat deels werd aangetoond onder 3.1.4. voor een aantal Vlaamse stranden. Hierbij wordt opgemerkt dat de tijdsduur van al dan niet droog staan van een bepaald punt op het strand wellicht ecologisch relevanter is dan de feitelijke hoogte waarop het punt ligt. Beter dan soorten eenzijdig te correleren aan de hoogte op het strand kan hun verspreiding langs de hoogte- of dieptegradiënt in detail bekeken worden. In Figuur 22. wordt de verandering van de densiteiten van de drie meest dominante soorten uit het intertidaal langsheen de hoogtetradiënt weergegeven voor beide stranden tesamen. Wanneer de stranden afzonderlijk bekeken worden, geeft dit telkens een sterk vergelijkbare figuur en het onderstaande geldt dus voor zowel het intertidaal van Oostende als voor dat van Middelkerke.

De figuur geeft de densiteitspieken van *Eurydice pulchra* en *Scolelepis squamata* op het hoog strand aan. *Scolelepis squamata* lijkt echter nog een tweede -kleinere- piek te kennen lager op het strand. Dit lijkt in tegenstrijd met de typering van deze soort als exclusieve “hoogstrandsoort”. Er dient echter vermeld dat de horizontale as slechts een gedeelte van de volledige hoogtetradiënt weergeeft, aangezien de stalen genomen werden bij dood tij. Bemonsteren tot op hoogte 0 (= gemiddeld laag laag water bij spring tij) was niet mogelijk op de gekozen staalnamedagen, aangezien de onderste 90 centimeter van het strand bij dood tij niet droog komen te staan. Dit zorgt er onder meer voor dat er geen beeld kan gegeven worden van het verdere verloop van de densiteit van *Scolelepis squamata* op het laag strand. De schijnbare tweede densiteitspiek is dus eventueel van minder relatief belang dan uit de figuur zou blijken. Tenslotte wordt hier andermaal vermeld dat de densiteiten van *Scolelepis squamata* en *Eurydice pulchra* positief gecorreleerd zijn (zie bespreking *Eurydice pulchra*).

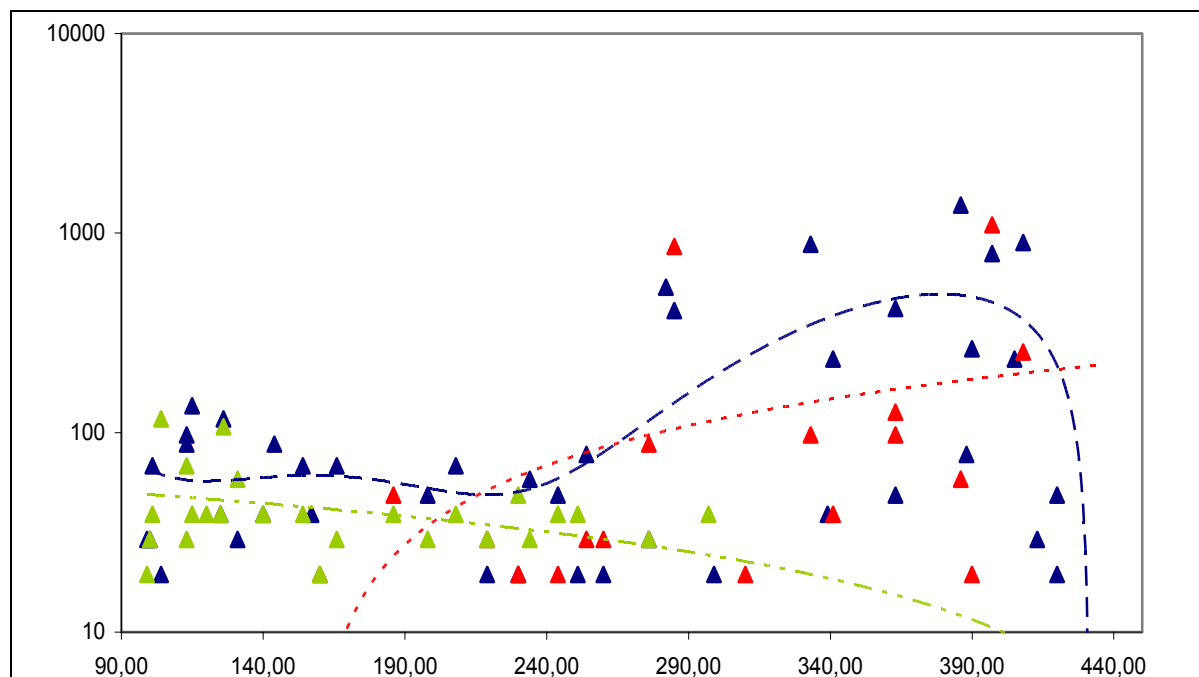


Fig. 22. Variatie van de densiteiten van drie soorten langs de hoogtegradiënt in het intertidaal van Oostende en Middelkerke tesamen. $\blacktriangle$ = *Scolelepis squamata*; $\blacktriangle$ = *Eurydice pulchra*; $\blacktriangle$ = *Nephtys cirrosa*. X-as geeft hoogte aan (in centimeters boven GLLWS); Y-as geeft densiteit aan (in aantal ind./m²).

Nephtys cirrosa werd aangetroffen even boven het midden van het strand en neemt in densiteiten toe naarmate de hoogte afneemt. Deze trend zet zich verder in het subtidaal, met maximale densiteiten in het ondiepe subtidaal (cf. Figuur 17.).

Voor het subtidale gedeelte van de stalen werden duidelijke verschillen tussen Oostende en Middelkerke gevonden. Soortenrijkdom en totale densiteit liggen hoger in Middelkerke. In Oostende zijn *Macoma balthica* en *Nephtys hombergii*, beiden geassocieerd met slibrijke omstandigheden, dominant aanwezig. In Middelkerke zijn *Donax vittatus* en *Nephtys cirrosa* de indicatoren van slibarme zandbodems. Vooral de twee bivalven en *Nephtys hombergii* onderbouwen dit onderscheid, aangezien *Nephtys cirrosa* aan Oostende ook in het ondiepe subtidaal en op het strand slibarme omstandigheden vindt.

Een indicatie van hoge slibdepositie en de vaak begeleidende depositie van organisch materiaal wordt vaak gegeven door de Redox Potential Discontinuity (RPD). Deze RPD wordt uitgedrukt als de diepte waarop zich de overgang tussen de geoxideerde -bruine- bovenlaag en de donkergrijze anoxische onderlaag bevindt en geeft dus de breedte van de geoxideerde laag aan. De donkere kleur van de anoxische laag wijst op de aanwezigheid van sulfiden, die ontstaan wanneer zwavelhoudende verbindingen door zuurstofgebrek niet tot sulfaat geoxideerd worden.

Hoewel bij het uitpikken van de stalen van het subtidaal de algemene indruk onstond dat de stalen van Oostende duidelijk donkerder gekleurd waren en hoewel er nog vaak uitgebreide slibresten aanwezig waren, bleek later dat dit onderscheid tussen Middelkerke en Oostende niet zo duidelijk is. Zoals reeds vermeld bij de bespreking van de *Nephtys*-soorten, zijn er zowel voor Oostende enkele slibarme staalnamepunten aanwezig (in het oostelijk gedeelte van het staalnamegebied) als enkele slibrijke punten voor Middelkerke. Er werd dan ook geen significant verschil gevonden tussen de slibgehalten of de RPD-waarden van het subtidaal van Oostende en Middelkerke.

De RPD-waarden zijn echter wel positief gecorreleerd aan slibgehalte en diepte (Spearman Rank Order Correlations; resp. $r_s = 0.27$; $p = 0.05$ en $r_s = 0.34$; $p = 0.01$). Bovendien zijn de RPD-waarden positief gecorreleerd met de densiteiten van *Nephtys cirrosa* (Spearman Rank Order Correlation; $r_s = 0.34$; $p = 0.01$) en -met iets lagere significantie- negatief gecorreleerd aan de densiteiten van *Nephtys hombergii* en *Macoma balthica* (Spearman Rank Order Correlations; resp. $r_s = -0.24$; $p = 0.08$ en $r_s = -0.27$; $p = 0.06$). De RPD-waarde kan eventueel een eerste ruwe indicatie zijn voor te verwachten densiteiten van deze soorten maar zeker niet voor alle soorten.

Hierbij kan de indruk gewekt worden dat het subtidaal van Middelkerke een slechte referentiesite is voor het subtidaal van Oostende. In feite is het juist de aparte situatie gecreëerd door de invloed van de havengeul die een eerder aparte situatie is en waarvoor een geschikte referentiesite vooralsnog niet voorhanden lijkt.

De **mediane korrelgrootte** van het sediment werd in verband gebracht met de soortenrijkdom (zie deel diversiteit). Fijner zand laat een grotere rijkdom toe. De mediane korrelgrootte lijkt in het subtidaal van Middelkerke iets kleiner ($176 \pm \text{SF } 2,5 \mu\text{m}$) dan in het subtidaal van Oostende ($183 \pm \text{SF } 2,7 \text{ SF } \mu\text{m}$). Dit verschil haalt echter net niet het 5%-significantieniveau (Mann-Whitney U test; $p = 0.067404$). Omdat bij wisselende hydrodynamiek en aldus slechte sortering van het sediment het sediment vaak niet unimodaal verdeeld is, is het soms aangewezen om met de modus te werken i.p.v. met de mediaan. Hoewel niet aangetoond is het mogelijk dat de havenactiviteiten aan Oostende voor een slechte sortering zorgen. Het verschil tussen de modale korrelgrootten ter hoogte van Oostende en Middelkerke is in ieder geval duidelijk meer significant (Mann-Whitney U test; $p = 0.01$).

Ter vergelijking wordt hier vermeld dat het verschil tussen de korrelgrootten in de intertidale zones van Middelkerke en Oostende veel lager significant is (voor de modus: Mann-Whitney U test; $p = 0.42$). Dit bevestigt dan ook de hypothese omdat hier gelijkaardige korrelgrootten samen gaan met een gelijkaardige samenstelling van het macrobenthos.

Bij gebrek aan in situ experimenten is de vraag naar kwantitatieve verbanden tussen korrelgrootte enerzijds en soortenrijkdom en –densiteit anderzijds vooralsnog niet te beantwoorden. Dat het verband bestaat is zeker en blijkt ook uit fig. 9. Men zou uit deze figuur een soort mathematische vergelijking kunnen destilleren waarbij het invoeren van een bepaalde korrelgrootte als onafhankelijke variabele een bepaalde waarde voor soortenrijkdom als afhankelijke variabele zou kunnen geven. Dit lijkt ons echter geenszins zinvol, noch op basis van deze figuur (te kleine databank), noch op basis van de volledige stranddatabank die we bezitten. In het beste geval zou men een –slechte- benadering krijgen van het wiskundig verband tussen beide grootheden maar zonder experimenteel werk wordt hier nergens de verstoring van een veranderende korrelgrootte in rekening gebracht.

Ook het gehalte aan **organisch materiaal** werd in verband gebracht met de diversiteit. Meer organisch materiaal betekent een hogere diversiteit, althans binnen de grenzen van de hier gevonden concentraties aan organisch materiaal. Een significant verschil tussen Oostende en Middelkerke werd niet gevonden, maar bij beschouwen van de data lijkt hier een analoge situatie aanwezig als met het beperkt aantal slibarme stalen voor Oostende en slibrijke stalen voor Middelkerke. Bovendien lijkt het om dezelfde stalen te gaan en halen in het subtidaal van Oostende vooral punten dicht bij de havengeul zowel hogere slibgehalten als hogere concentraties aan organisch materiaal. Het organisch materiaal lijkt telkens hoger op slibrijke punten -en dus vooral voor Oostende- en dit wordt bevestigd door een positieve correlatie tussen slib- en organisch materiaalgehalte (Spearman Ranking Order Correlation; $r_s = 0.62$; $p < 0.01$).

Een **vergelijking** van de twee bestudeerde stranden met 10 andere Vlaamse stranden werd gemaakt.

De gemiddelde **densiteiten** liggen binnen het normale range aan densiteiten gevonden op de andere stranden. Qua **diversiteit** scoren beide onderzochte stranden lager dan de 10 andere.

Los van eventueel nodige correcties voor diverse staalnameintensiteit worden er op het strand van Oostende echter wel vijf als zeldzaam benoemde soorten gevonden. Hiermee is Oostende het strand met het vooralsnog hoogste aantal **zeldzame soorten**.

CONCLUSIE

Aangezien er voor niet-terrestrische systemen in Vlaanderen vooralsnog geen referentiekader bestaat om gebieden een ecologische waarde toe te kennen (cf. Biologisch Waarderingskaart), is voorlopig het niet mogelijk specifieke stranden en vooroevers te vergelijken met andere stranden en vooroevers in termen van minder of meer ecologisch waardevol. Daarom is het slechts mogelijk enkele relatief subjectieve vergelijkingen en bedenkingen te maken.

Hoewel de stranden van Oostende en Middelkerke statistisch vergelijkbaar zijn lijkt de totale densiteit van de strandorganismen hoger in Oostende (Oostende: $343 \pm \text{SF } 84 \text{ ind./m}^2$; Middelkerke: $167 \pm \text{SF } 16 \text{ ind./m}^2$). Een hogere densiteit betekent dat er een grotere voedselvoorraad aanwezig is voor platvissen (waarvan geweten is dat de juveniele stadia zich specifiek voeden met strandorganismen) en steltlopers (waadvogels). Hierbij moet echter opgemerkt worden dat zelfs de totale densiteit te Oostende nog een stuk lager ligt dan de gemiddelde densiteit vermeld door Van Hoey et al. (ingediend).

Verder lijken een aantal soorten die in Oostende gevonden werden te ontbreken te Middelkerke. Het is mogelijk dat dit verschil wordt opgewekt door het verschillend aantal stalen maar dat hoeft niet zo te zijn. Zo lang er geen zicht is op de graad van zeldzaamheid van een bepaalde soort bv. over het volledige Belgisch Continentaal Plat kan niet gesteld worden of de vondst van deze of gene soort bijzonder is of niet. Daarom valt niet uit te sluiten dat in dit onderzoek eerder zeldzame soorten te Oostende werden gevonden.

De aparte omstandigheden in het subtidaal van Oostende zorgen ervoor dat hier een lagere diversiteit en densiteit aan macrobenthos aanwezig is dan in de veel andere vooroeverzones langs de Vlaamse Kust, waarvan het subtidaal van Middelkerke hier een min of meer goed voorbeeld is. Ook de zeldzaamheid van de aan Oostende gevonden associatie en van de samenstellende soorten moet echter in rekening gebracht worden. Het is voorlopig niet duidelijk of de aan Oostende gevonden associatie al dan niet uitzonderlijk en dus potentieel waardevol is maar dat mag niet betekenen dat het tegendeel een feit is.

De effecten van een zandsuppletie zijn voorlopig slecht gekend en worden in een volgend project in detail via literatuurstudie bestudeerd en verzameld. Een zandsuppletie heeft wellicht op korte termijn een sterke negatieve invloed op het macrobenthos. Sterfte treedt op bij de organismen die bedolven worden onder het toegevoegde zand. Herstel kan mogelijks vrij snel optreden voor soorten die over pelagische of planktonische ontwikkelingsstadia beschikken en waarvan adulte populaties nabij zijn. Het herstel kan echter uitblijven als de oorspronkelijke milieuomstandigheden grondig gewijzigd worden. Hierbij zijn voornamelijk de mediane korrelgrootte en het profiel van het strand (en de vooroever) van belang (zie ook Resultaten). Om een herstel van de oorspronkelijke fauna te bekomen wordt het aanwezige profiel best niet gewijzigd. Kiezen voor een grovere korrelgrootte betekent een verlies aan biologische waarde. Door de grotere ruimte tussen de korrels worden organismen makkelijker uitgespoeld en kunnen deze zich moeilijker vestigen in het zand. Vanuit ecologisch standpunt biedt de keuze voor een fijnere korrelgrootte dan de oorspronkelijk aanwezige echter een unieke kans om een rijkere fauna te bekomen.

Systematische soortenlijst - “t₀ Oostende”
Phylum Cnidaria (Neteldieren)
Classis Anthozoa (Bloemdieren) – Subclassis Hexacorallia (Zeeanemonen)

 Actinaria (of Actiniaria) sp. (i.c. wellicht Slibanemoon, *Sagartia troglodytes*)

Phylum Annelida (Ringwormen)
Classis Polychaeta (Borstelwormen)
Ordo Phyllodocida
Familia Polynoidae
Harmothoe glabra (een zeerups)

Familia Phyllodocidae
Eteone longa
Familia Hesionidae
Podarkeopsis helgolandica
Familia Syllidae
Autolytus prolifera
Familia Nereididae
Nereis longissima (een zeeduizendpoot of zager)

Familia Nephtyidae
Nephtys assimilis
Nephtys hombergii (Zandzager)

Nephtys cirrosa
Nephtys longosetosa
Familia Glyceridae
Glycera alba
Ordo Orbiniida
Familia Orbiniidae
Scoloplos armiger (Wapenworm)

Ordo Spionida
Familia Spionidae (Zandkokerwormen)
Spio filicornis/goniocephala
Spiophanes bombyx
Aonides oxycephala
Scolecopsis squamata (Gemshoorworm)

Ordo Magelonida
Familia Magelonidae
Magelona johnstoni
Ordo Cirratulida
Familia Cirratulidae

Cirratulidae sp.

Ordo Capitellida
Familia Capitellidae
Capitella capitata
Notomastus latericeus
Familia Arenicolidae
Arenicola marina (Zeepier of Wadpier)

Ordo Terebellida
Familia Terebellidae
Lanice conchilega (Schelpkokerworm)

Phylum Arthropoda – Crustacea (Geleedpotigen – Schaaldieren)**Classis Malacostraca****Ordo Cumacea (Zeekomma's)****Familia Diastylidae***Diastylis bradyi**Diastylis rathkei***Familia Bodotriidae***Cumopsis goodsiri***Ordo Mysida (Aasgarnalen)***Gastrosaccus* spp.**Ordo Isopoda (Pissebedden)****Familia Cirolanidae***Eurydice pulchra* (Agaatpissebed)**Ordo Amphipoda (Vlokkreeftjes)****Subordo Caprellidea (Spookkreeftjes) - Familia Pariambidae***Pariambus typicus***Familia Corophiidae***Corophium arenarium**Corophium volutator* (Langspriet)**Familia Gammaridae***Gammarus crinicornis***Familia Haustoriidae***Urothoe poseidonis***Familia Pontoporeiidae***Bathyporeia guilliamsoniana**Bathyporeia sarsi**Bathyporeia pilosa***Familia Atylidae***Atylus falcatus**Atylus swammerdami***Familia Melitidae***Melita obtusata***Familia Oedicerotidae***Pontocrates altamarinus**Pontocrates arenarius**Perioculodes longimanus***Familia Isaeidae***Microprotopus maculatus***Ordo Decapoda (Tienpotigen = krabben, kreeften, 'echte' garnalen, ...)****Familia Paguridae (Heremietkreeften)***Diogenes pugilator***Familia Portunidae (Strand- en Zwemkrabben)***Carcinus maenas* (Gewone strandkrab)*Portumnus latipes* (Breedpootkrab)

Phylum Mollusca (Weekdieren)**Classis Bivalvia (Tweekleppigen)****Familia Montacutidae**

Mysella bidentata (Tweetandmosseltje)

Familia Mactridae

Spisula subtruncata (Halfgeknotte strandschelp)

Familia Solenidae

Ensis directus = *E. americanus* (Amerikaanse zwaardschede)

Familia Tellinidae

Fabulina fabula (Rechtsgestreepte platschelp)

Macoma balthica (Nonnetje)

Familia Donacidae

Donax vittatus (Zaagje)

Familia Semelidae

Abra alba (Witte dunschaal)

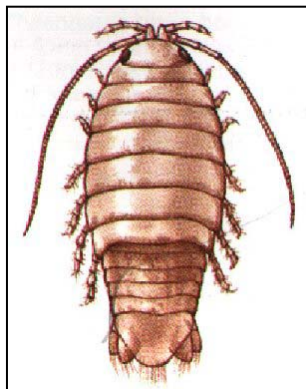
Classis Gastropoda (Slakken)**Familia Crepidulidae**

Crepidula fornicata (Muiltje)

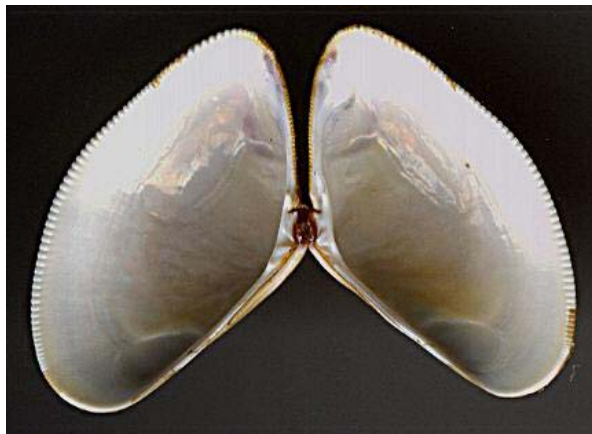
Phylum Echinodermata (Stekelhuidigen)**Classis Ophiuroidea (Slangsterren)****Familia Ophiolepidae**

Ophiura ophiura (Gewone slangster)

**Illustraties van dominante soorten aangetroffen in het project
“Ecologische monitoring kustverdedigingsproject Oostende (t0 situatie – fase 1)”**



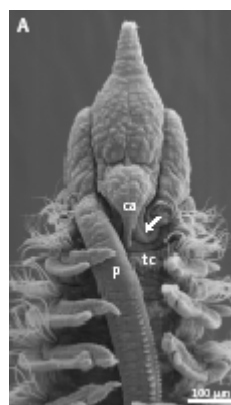
Eurydice pulchra



Donax vittatus



Macoma balthica



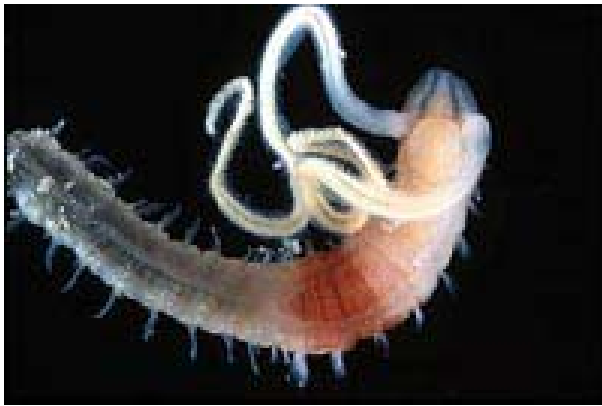
Scololepis squamata



Nephtys cirrosa



Lanice conchilega



Magelona johnstoni

Coördinaten van de staalnamepunten

De coördinaten zijn gegeven in UTM-code (Universal Transverse Mercator). De punten “inter1-inter18” bevinden zich in het intertidaal van Middelkerke; de punten “intercas” en “interkl” liggen in het intertidaal van Oostende. De punten “sub21-sub35” liggen in het subtidaal van Middelkerke; de punten “sub1-sub20” en “sub36-sub60” liggen in het subtidaal van Oostende.

station	Northing	Easting	station	Northing	Easting	station	Northing	Easting
inter1	5671470	487660	sub3	5676374	493900	sub56	5675720	493188
inter2	5671260	487375	sub4	5676448	493806	sub57	5675600	493040
inter3	5671125	487100	sub5	5676397	493753	sub58	5675560	492940
inter4	5671280	487360	sub6	5676371	493615	sub59	5676400	494194
inter5	5671525	487630	sub7	5676251	493711	sub60	5676500	494200
inter6	5671300	487345	sub8	5676151	493506			
inter7	5671155	487070	sub9	5676078	493328			
inter8	5671320	487330	sub10	5676020	493208			
inter9	5671550	487605	sub11	5676250	493485			
inter10	5671340	487320	sub12	5676184	493296			
inter11	5671190	487050	sub13	5676044	493093			
inter12	5671360	487310	sub14	5675954	492957			
inter13	5671575	487585	sub15	5675956	493012			
inter14	5671380	487310	sub16	5675929	493068			
inter15	5671225	487030	sub17	5675857	492985			
inter16	5671400	487300	sub18	5675807	492810			
inter17	5671600	487560	sub19	5675724	492837			
inter18	5671420	487290	sub20	5675765	492964			
intercas19	5675815	493825	sub21	5671844	487055			
intercas20	5675660	493625	sub22	5671687	487117			
intercas21	5675510	493400	sub23	5671794	487190			
intercas22	5675680	493610	sub24	5671883	487286			
intercas23	5675840	493800	sub25	5672026	487337			
intercas24	5675710	493595	sub26	5671952	487483			
intercas25	5675530	493375	sub27	5671859	487502			
intercas26	5675730	493585	sub28	5671808	487549			
intercas27	5675870	493775	sub29	5671750	487287			
intercas28	5675750	493575	sub30	5671607	487204			
intercas29	5675575	493350	sub31	5671707	487399			
intercas30	5675770	493560	sub32	5671675	487537			
intercas31	5675885	493750	sub33	5671479	487217			
intercas32	5675790	493550	sub34	5671612	487496			
intercas33	5675625	493320	sub35	5671781	487742			
intercas34	5675795	493540	sub36	5675540	493022			
intercas35	5675635	493300	sub37	5675650	493161			
intercas36	5675800	493520	sub38	5675788	493383			
interkl19	5676250	494550	sub39	5675972	493572			
interkl20	5676260	494530	sub40	5676086	493770			
interkl21	5676270	494525	sub41	5676204	493887			
interkl22	5676280	494510	sub42	5676218	493982			
interkl23	5676290	494500	sub43	5675633	492913			
interkl24	5676300	494485	sub44	5675708	493070			
interkl25	5676310	494475	sub45	5675832	493196			
interkl26	5676320	494465	sub46	5675898	493333			
interkl27	5676330	494450	sub47	5675992	493395			
interkl28	5676100	494050	sub48	5676134	493600			
interkl29	5676160	494175	sub49	5676400	494032			
interkl30	5676120	494040	sub50	5676315	494044			
interkl31	5676180	494150	sub51	5676267	493878			
interkl32	5676310	494380	sub52	5676179	493762			
interkl33	5676130	494030	sub53	5676084	493650			
sub1	5676585	494001	sub54	5675904	493439			
sub2	5676515	494085	sub55	5675792	493290			

Literatuur

Budd, G.C., 2002. *Eurydice pulchra*. An isopod. *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Sub-programme* [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. [cited 25/03/03].

Degraer, S., I. Mouton, L. De Neve, M. Vincx (1999). Community structure and intertidal zonation of the macrobenthos on a macrotidal, ultra-dissipative sandy beach: summer-winter comparison. *Estuaries* 22(3B): 742-752.

Degraer, S., Van Lancker, V., Moerkerke, G., Van Hoey, G., Vanstaen, K., Vincx, M. & Henriët, J.-P. (2002). *Evaluation of the ecological value of the foreshore: habitat-model and macrobenthic side-scan sonar interpretation: extension along the Belgian Coastal Zone*. Final report. Ministry of the Flemish Community, Environment and Infrastructure. Department. Waterways and Marine Affairs Administration, Coastal Waterways, 49 pp.

Van Hoey, G., S. Degraer, M. Vincx (ingediend). The macrobenthic communities of the Belgian Continental Shelf.

[illegible]

0	0	0	0	0	9,746588694	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,746588694	282,6510721
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58,47953216
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,746588694
9,746588694	0	0	0	0	0	0	0	0	0	185,1851852
0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,746588694	87,71929825
0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,746588694	58,47953216
9,746588694	0	0	0	0	0	0	9,746588694	0	0	9,746588694
9,746588694	0	0	0	0	0	9,746588694	0	0	0	29,23976608
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,746588694
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,746588694
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9,746588694	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19,49317739	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9,746588694	0	0	0	0	0	0	9,746588694	0	0	19,49317739
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,49317739
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9,746588694	0	0	0	0	0	0	0	0	9,746588694	0
0	0	0	0	0	0	0	9,746588694	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	9,746588694	0	0	0
9,746588694	0	0	0	0	0	0	0	0	19,49317739	0
9,746588694	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9,746588694	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,746588694
0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,49317739	9,746588694
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,49317739
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	9,746588694	0	0	0	0	0

[illegible]

[illegible]

[illegible]

0	0	0	9,746588694	0	0	38,98635478	29,23976608	0	0	0
107,2124756	0	0	19,49317739	0	0	19,49317739	58,47953216	0	48,73294347	0
9,746588694	0	0	9,746588694	0	0	0	0	0	0	0
38,98635478	0	0	0	0	0	77,97270955	38,98635478	0	0	0
116,9590643	0	0	0	0	0	77,97270955	0	0	48,73294347	0
97,46588694	0	0	0	0	0	136,4522417	0	0	9,746588694	0
38,98635478	0	0	0	0	0	175,4385965	0	0	9,746588694	0
9,746588694	0	0	0	0	0	77,97270955	0	0	0	0
38,98635478	0	0	0	0	0	87,71929825	0	0	9,746588694	0
0	0	0	0	0	0	97,46588694	0	0	9,746588694	0
0	0	0	19,49317739	0	0	136,4522417	0	0	0	0
9,746588694	0	0	0	0	0	19,49317739	0	0	0	0
9,746588694	0	0	0	0	0	116,9590643	0	0	0	0
29,23976608	0	0	0	0	0	48,73294347	0	0	0	0
9,746588694	0	0	0	0	0	9,746588694	0	0	0	0
0	0	0	0	9,746588694	0	68,22612086	0	0	0	0
0	0	0	9,746588694	0	0	165,6920078	0	0	9,746588694	0
9,746588694	0	0	0	0	0	38,98635478	0	0	0	0
29,23976608	0	9,746588694	29,23976608	0	19,49317739	0	0	0	58,47953216	0
116,9590643	0	0	9,746588694	0	0	77,97270955	0	0	48,73294347	0
38,98635478	0	0	0	0	0	0	19,49317739	0	87,71929825	0
87,71929825	0	0	9,746588694	0	0	194,9317739	0	0	29,23976608	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	38,98635478	0
0	0	0	0	0	0	9,746588694	97,46588694	0	58,47953216	0
9,746588694	0	0	0	0	0	0	19,49317739	0	48,73294347	0
19,49317739	0	0	0	0	0	107,2124756	29,23976608	0	0	0
165,6920078	0	0	0	0	0	38,98635478	29,23976608	0	48,73294347	0
0	0	0	9,746588694	0	0	107,2124756	58,47953216	0	9,746588694	0
146,1988304	0	0	0	0	0	146,1988304	0	0	19,49317739	0
0	0	0	0	0	0	175,4385965	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	87,71929825	0	0	9,746588694	0
9,746588694	0	0	0	0	0	165,6920078	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	87,71929825	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	48,73294347	68,22612086	0	9,746588694	0
19,49317739	0	0	0	0	0	29,23976608	29,23976608	0	38,98635478	0
0	0	0	0	0	0	0	19,49317739	0	38,98635478	0

[illegible]

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	9,746588694	0	0	0	0	0	0	0	0	19,49317739
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	9,746588694	9,746588694	0	0	0	0
0	0	0	9,746588694	0	9,746588694	0	0	0	0	0
0	0	0	9,746588694	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	9,746588694	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	19,49317739	0	0	0	0	0
0	0	9,746588694	0	0	9,746588694	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	29,23976608	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	9,746588694	0	0
0	0	0	0	0	38,98635478	0	0	0	0	0
0	0	0	0	9,746588694	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	9,746588694	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,746588694
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,49317739
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,746588694
0	0	0	0	0	9,746588694	0	0	0	0	9,746588694
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,49317739
9,746588694	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	9,746588694	0	0	0	0	19,49317739
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38,98635478
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	9,746588694	0	0	0	0	9,746588694
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	9,746588694	0	0	0	0	0	0	0

Spiofilli/gonio	Spissubt	Urotpose	#spp./staal	totale densiteit	Mediaan	< 4 µ m	4 - 63 µ m	63 - 125 µ m	125 - 250 µ m	250 - 500 µ m	500 - 850 µ m
0	0	0	3	253,411306	242,4	0	0	0,7	53,6	45,57	0,13
0	0	0	3	302,1442495	296,7	0	0	0,3	31,1	59,49	9,11
0	0	0	5	253,411306	284,4	0	0	0,7	36,7	49,7	12,9
0	0	0	4	87,71929825	264,9	0	0	1,1	43,5	42,2	13,2
0	0	0	4	58,47953216	245,2	0	0	1,3	50,8	39,63	8,27
0	0	0	3	77,97270955	266,7	0	0	1,2	43,2	40	15,6
0	0	0	5	165,6920078	274,5	0	0,5	3	38,7	43,8	14
0	0	0	3	175,4385965	305,3	0	0	1	34,6	39,9	24,5
0	0	0	4	165,6920078	236,2	0	0	1,6	55	40,03	3,37
0	0	0	5	116,9590643	249,6	0	0	1,9	48,2	34,7	15,2
0	0	0	3	116,9590643	275,7	0	0	1,2	39,8	46,5	12,5
0	0	0	4	146,1988304	263,2	0	0	1,5	44,1	39,6	14,8
0	0	0	3	136,4522417	224,5	0	0	2	59,9	34,54	3,56
0	0	0	4	136,4522417	248,7	0	0	1,7	48,8	36,7	12,8
0	0	0	3	155,9454191	224,1	0	0	2,8	57,7	27,1	12,4
0	0	0	2	224,17154	213,1	0	0	3,3	64,7	28,48	3,52
0	0	0	3	243,6647173	237,9	0	0	2,2	52,6	31,4	13,8
0	0	0	4	185,1851852	228,4	0	0	2,7	56,1	27,1	14,1
0	0	0	1	9,746588694	313,9	0	0,3	1,1	29,4	48,3	20,9
0	0	0	2	58,47953216	271,8	0	0	0,3	41	48,1	10,6
0	0	0	5	1218,323587	257,2	0	0	1	45,7	50,26	3,04
0	0	0	2	1890,838207	254	0	0	1	47,3	42,5	9,2
0	0	0	2	1442,495127	316,9	0	0	0,4	28,5	51,9	19,2
0	0	0	5	545,8089669	242,3	0	0	1	52,9	42,77	3,33
0	0	0	3	311,8908382	245,6	0	0	1,1	51	44,57	3,33
0	0	0	2	29,23976608	254	0	0	1,1	47,4	40,4	11,1
0	0	0	3	555,5555556	330,5	0	0	0,6	28,1	45,9	25,4
0	0	0	4	116,9590643	236,2	0	0	1,6	55,1	39,93	3,37
0	0	0	6	194,9317739	233,6	0	0	1,7	56,4	39,07	2,83
0	0	0	3	175,4385965	233,2	0	0	1,6	56,8	38,69	2,91
0	0	0	2	58,47953216	359,3	0	0	0,7	28,6	37,8	32,9
0	0	0	4	116,9590643	232,6	0	0	1,7	56,9	38,33	3,07
0	0	0	3	87,71929825	250,4	0	0	1,7	48,2	34,1	16
0	0	0	5	185,1851852	223,7	0	0	2,1	60,7	34,18	3,02
0	0	19,49317739	6	165,6920078	226,2	0	0	2,6	57,4	28,2	11,8
0	0	0	4	77,97270955	218,7	0	0	2,3	63,7	31,52	2,48
0	0	0	0	0	257,6	0	0	1,1	46,1	37,2	15,6
0	0	0	1	19,49317739	255,7	0	0	0,8	47	38,9	13,3
0	0	0	3	58,47953216	265,1	0	0	0,7	43,7	39,2	16,4
0	0	0	2	87,71929825	256	0	0	1	46,8	36,5	15,7
0	0	0	3	984,4054581	235,2	0	0	1,7	54,9	31	12,4
0	0	0	4	1315,789474	199,9	0	0	3,8	74,2	20,59	1,41
0	0	0	4	243,6647173	213,7	0	0	2,6	66,3	28,48	2,62
0	0	0	4	302,1442495	220,1	0	0	2,3	62,9	31,93	2,87
0	0	0	4	116,9590643	206,9	0	0	3	70,9	24,84	1,26
0	0	0	4	58,47953216	218	0	0	1,9	65,9	31,34	0,86
0	0	0	4	155,9454191	221,7	0	0	2,1	62,4	33,8	1,7
0	0	0	1	9,746588694	218,7	0	0	2,2	64,3	32,09	1,41
0	0	0	3	68,22612086	214,2	0	0	2,5	66,7	29,27	1,53
0	0	107,2124756	9	555,5555556	208,8	0	0	3,3	68,2	26,74	1,76
0	0	0	5	97,46588694	218,1	0	0	2,2	64,4	31,81	1,59
0	0	0	9	672,5146199	173,2	3,5	12,5	8,4	62,9	12,05	0,65
0	0	0	6	233,9181287	122	6,3	31,1	13,7	43,73	5,17	0
0	0	0	6	194,9317739	150	3,5	13,4	4,9	14,2	57,47	6,53
0	9,746588694	0	5	126,705653	175,5	2	10,2	10	64,8	13	0
0	0	0	10	302,1442495	175,6	2,7	12,4	9,7	61,8	13,4	0
0	0	0	9	175,4385965	166,9	3,4	16,9	10,8	56,4	11,35	1,15
0	0	0	6	126,705653	155,7	5	19,4	10,2	56,66	8,74	0
0	0	9,746588694	5	155,9454191	171,7	3,3	14,7	8,7	59,9	12,02	1,38
0	0	0	8	175,4385965	199,1	1,3	5,5	5,7	64	22,5	1
0	0	0	5	116,9590643	202,6	2,4	5,1	3,8	63,5	24,1	1,1
0	0	0	6	194,9317739	196,7	1,2	4,8	5,7	66,8	21,5	0
0	0	0	5	107,2124756	196,3	1,2	6,4	7,7	60,1	22,67	1,93
0	0	0	8	185,1851852	154,1	5,6	26,6	7,6	48,9	11,3	0
0	0	0	7	107,2124756	157,5	4,3	23,5	9	51	12,19976	0,00024
0	0	0	7	194,9317739	177	2,1	13,9	10,9	55,8	16,59	0,71
0	0	0	6	233,9181287	197,4	1	4	6,7	65,6	22,04	0,66
0	0	0	6	194,9317739	188,6	1,9	8,3	6,7	64,9	18,2	0
0	0	0	7	155,9454191	183,4	1,1	5,9	8,6	69,5	14,9	0
0	0	0	5	87,71929825	198	1,4	6	5,7	63,1	22,74	1,06
19,49317739	0	0	9	263,1578947	194,6	0,5	1,7	6,6	70,7	20,29	0,21
9,746588694	9,746588694	0	7	194,9317739	175,4	2	10,8	8,8	65,7	12,7	0
0	0	38,98635478	10	594,5419103	175,4	0,7	2,3	12,7	70,4	13,9	0
29,23976608	0	9,746588694	15	487,3294347	173,1	2,3	8,7	10,5	64,2	12,69	1,61
0	0	0	10	224,17154	178,8	0,7	2,9	10,9	71,9	13,6	0

0	9,746588694	0	8	126,705653	176,4	1,1	5	10,3	70,5	13,1	0
0	0	9,746588694	13	633,5282651	173,5	1	4,1	12,8	69,3	12,8	0
0	0	0	7	555,5555556	154,9	3,2	13,6	13,6	59,84	7,37	2,39
0	0	0	7	224,17154	170,7	0	0,003	12,297	81,11	6,59	0
38,98635478	0	0	11	701,754386	180,8	0	0,01	11,29	74,6	14,1	0
19,49317739	0	29,23976608	11	487,3294347	170	0	0	12,4	80,37	7,23	0
19,49317739	0	0	10	438,5964912	168,6	0	0,004	13,796	80,53	5,67	0
0	0	0	7	155,9454191	188,8	0	0	5,3	80	14,7	0
48,73294347	0	19,49317739	12	350,877193	185,1	0	0	6,8	79,1	14,1	0
0	0	29,23976608	6	214,4249513	193,4	0	0	5,1	76,6	17,77	0,53
0	0	0	4	194,9317739	187,3	0	0	7,4	76,1	15,59	0,91
0	0	0	4	68,22612086	197,5	0	0	4,3	74,7	19,55	1,45
0	0	0	4	146,1988304	187,1	0	0	6	80,4	13,6	0
0	0	0	4	136,4522417	189,9	0	0	5,2	80,2	14,6	0
0	0	0	4	38,98635478	230,2	0	0	2,4	55,2	26,6	15,8
0	0	0	5	107,2124756	194,3	0	0	4,8	76,1	18,02	1,08
9,746588694	0	0	7	243,6647173	184,7	0	0	5,9	82,6	11,5	0
0	0	0	5	77,97270955	200,7	0	0	4,3	70,6	22,92	2,18
9,746588694	0	9,746588694	13	380,1169591	191,2	0,8	2,9	6,7	69,8	18,92	0,88
29,23976608	0	9,746588694	14	409,3567251	173	0,8	3,6	10,3	76,36	8,94	0
0	0	0	7	214,4249513	180,2	1,2	4	10	69,3	15,5	0
9,746588694	0	19,49317739	9	428,8499025	180,7	0	0,01	10,59	76,4	13	0
0	0	0	9	194,9317739	185,3	0	0	8	77,3	14,7	0
0	0	0	5	194,9317739	172	1,8	8,3	10,5	67,4	12	0
0	0	0	6	107,2124756	174	0,8	3,3	9,7	77,15	9,05	0
19,49317739	0	0	5	194,9317739	183,4	0	0,004	8,096	78,8	13,1	0
0	0	0	9	380,1169591	178,8	0	0	8,8	80	11,2	0
0	0	48,73294347	11	341,1306043	179,3	0	0,01	9,79	80	10,2	0
9,746588694	0	0	8	399,6101365	179,3	0	0,01	9,49	80,3	10,2	0
0	0	0	5	224,17154	197,2	0	0	4,4	75,2	19,25	1,15
0	0	0	5	136,4522417	190,1	0	0	6,3	75,1	16,59	2,01
0	0	0	4	194,9317739	187,1	0	0	6,3	79,7	14	0
9,746588694	0	0	7	155,9454191	198,5	0	0	4,1	74,5	20,77	0,63
9,746588694	0	0	5	146,1988304	190,6	0	0	6,2	75,4	16,79	1,61
0	0	0	6	165,6920078	182,1	0	0	8,3	79	12,7	0
0	0	0	4	77,97270955	166,6	0,7	2,3	13,7	77,13	6,17	0

1000 - 2000 µm	> 2000 µm	modus	M-M ratio	RPD (cm)	OM (m%)	Northing
0,23409396	0,276331096	235,6	0,999		0,239573024	5671470
1,570547881	1,279330054	291,9	1,019		0,302245928	5671260
4,44816626	2,902904247	262,3	1,047		0,438126544	5671125
3,026397854	0,847616829	235,6	1,07		0,410433584	5671280
1,617567247	0,930260168	235,6	1,058		0,318185203	5671525
7,436330647	7,385332718	235,6	1,081		0,500134754	5671300
4,929309426	2,742157602	235,6	1,033		0,391151473	5671155
9,571058222	7,009595158	235,6	1,07		0,552517509	5671320
1,620709223	2,784554829	211,6	1,029		0,397305726	5671550
4,190225363	1,99459928	211,6	1,102		0,485627369	5671340
2,074070869	0,681861616	262,3	1,046		0,352925441	5671190
3,558829814	1,964905643	235,6	1,078		0,434095708	5671360
1,929815459	1,724692575	211,6	1,042		0,396108921	5671575
3,348526674	2,178425456	211,6	1,087		0,459019691	5671380
2,713794221	2,212768255	211,6	1,115		0,531005885	5671225
5,575323853	3,376991827	211,6	1,042		0,486540599	5671400
4,686007872	4,170117097	211,6	1,11		0,541199206	5671600
6,300205241	5,537662098	211,6	1,12		0,539402456	5671420
14,49270895	15,60366025	262,3	1,042		0,71539904	5675815
3,048240411	2,122973507	262,3	1,052		0,43433669	5675660
2,278264559	1,193131778	235,6	1,013		0,496974175	5675510
2,794729566	2,136439884	235,6	1,06		0,342627842	5675680
10,39780064	10,66459834	291,9	1,043		0,495799477	5675840
3,429612452	2,363844589	235,6	1,027		0,371572434	5675710
1,360407259	6,431016135	235,6	1,024		0,386830023	5675530
4,026312269	15,1330957	235,6	1,071		0,423504849	5675730
14,64809329	8,93771795	262,3	1,046		1,835761138	5675870
2,138357877	2,119585152	211,6	1,029		0,380970196	5675750
1,642478082	1,65227201	211,6	1,026		0,354017917	5675575
2,635155423	2,579844814	211,6	1,026		0,21386055	5675770
23,20888324	26,09469315	235,6	1,01		0,631156212	5675885
2,167738676	5,687195032	211,6	1,028		0,323716821	5675790
3,616452267	2,305014485	211,6	1,108		0,305246423	5675625
3,820484236	3,780410501	211,6	1,035		0,295773083	5675795
3,685762161	6,327088557	211,6	1,103		0,378515956	5675635
4,218150491	4,701147867	211,6	1,029		0,330564058	5675800
14,27217655	18,66010351	235,6	1,101		0,531589768	5676250
12,86890652	12,08690573	236,5	1,089		0,418186832	5676260
14,93011508	17,59376023	235,6	1,1		0,740131579	5676270
17,63291767	31,44860572	235,6	1,106		0,630440018	5676280
13,25445588	20,90390789	211,6	1,101		0,588595521	5676290
5,770640454	13,748785	190,1	1,019		0,555637837	5676300
9,557241487	20,74804068	211,6	1,031		0,781464773	5676310
8,720062819	11,40735982	211,6	1,032		0,509312631	5676320
8,055662033	11,77912428	211,6	1,016		0,876019924	5676330
2,448408534	3,415120597	211,6	1,011		0,366618128	5676100
3,48764525	2,953217948	211,6	1,021		0,422542131	5676160
3,047149712	3,831359318	211,6	1,018		0,402478936	5676120
2,672325479	2,264175488	211,6	1,02		0,358937198	5676180
7,605259045	10,73528056	211,6	1,023		0,457973631	5676310
2,207058357	2,64952746	211,6	1,021		0,413979881	5676130
0,073854195	4,682284935	170,8	0,522	7	0,730549186	5676585
0,5039183	1,537142419	190,1	0,674	1	1,216499583	5676515
0,0220022	1,289420609	170,8	0,644	5	0,947565778	5676374
0,135612043	0,355581183	190,1	0,756	0	0,643729589	5676448
0,212963531	0,633902259	190,1	0,7	2	0,597154499	5676397
0,190495562	2,542157411	190,1	0,644	6	0,861301675	5676371
0,120587461	0,33151732	190,1	0,574	4	0,6905485	5676251
0,214785822	0,078866669	190,1	0,669	0	1,545423343	5676151
0,920656848	0,217909583	211,6	0,843		0,59256333	5676078
0,951831666	1,327687115	211,6	0,792	2	0,688101791	5676020
1,307560858	4,478170497	211,6	0,859	3	0,776608569	5676250
1,567158134	5,047391445	211,6	0,861	0	2,549588434	5676184
0,167239197	0,184189116	190,1	0,505	1	1,332234518	5676044
0,407819537	0,569622649	190,1	0,561	1	0,69681677	5675954
0,234307834	0,281823634	190,1	0,723	0	2,00991359	5675956
0,32375864	4,417861445	211,6	0,886		0,824759548	5675929
0,241894518	0,938147572	190,1	0,773	8	0,787312912	5675857
0,064631138	0,087864553	190,1	0,855	6	0,865618763	5675807
2,230704998	2,220267207	211,6	0,844	2	0,753529143	5675724
0,123952655	0,41783447	190,1	0,95	2	0,373532802	5675765
0,148937244	0,211541374	190,1	0,755	3	0,925759358	5671844
0,452715136	6,115888915	170,8	0,938	0,5	0,680791667	5671687
0,096963186	0,553555089	170,8	0,781	1	0,686750387	5671794
0,548737293	1,128759084	190,1	0,922		5,285263436	5671883

0,092536341	0	170,8	0,877	5	0,62193605	5672026
0,69943574	2,857992531	170,8	0,895	1	0,646339188	5671952
0,462274709	3,283528488	170,8	0,716	1	1,012441195	5671859
0,17552184	0,430510711	170,8	0,996	7	0,647684324	5671808
0,304006429	7,043199874	190,1	0,997	5	0,520908142	5671750
0,038139599	2,976511687	170,8	1,002	7	0,572766983	5671607
0,604233494	5,407225072	170,8	0,991	8	0,602082881	5671707
0,378018286	0,78240994	190,1	1,002	1	0,545331577	5671675
0,220763251	0,204943083	190,1	1,005	3	0,584427826	5671479
0,298828551	0,440633766	190,1	1,007	2	0,338482967	5671612
0,86193186	1,992296145	190,1	1,014	3	0,613918958	5671781
2,281258832	4,141577031	190,1	1,02	7	1,476869818	5675540
1,797756646	1,562836119	190,1	0,999	4	0,455317287	5675650
1,370948371	7,212177922	190,1	0,998	6	0,450509409	5675788
24,87613444	16,23211915	211,6	1,136	10	0,882908279	5675972
3,666730188	4,900225955	190,1	1,015	4	0,519375371	5676086
0,273599077	0,231032366	190,1	0,999		0,561556927	5676204
5,371876463	5,684707025	190,1	1,035	6	1,085842968	5676218
3,059291039	1,457339374	190,1	0,926	5	0,570736057	5675633
0,951151133	0,525285307	170,8	0,911		0,592435909	5675708
1,723511678	1,752206603	190,1	0,887	4	0,535897022	5675832
0,626215791	0,532568931	190,1	0,995		0,466852049	5675898
0,447855254	0,30055898	190,1	1	3	0,835901075	5675992
4,180503241	3,499137537	170,8	0,804	2	1,240723205	5676134
0,561229668	0,454471982	170,8	0,918	3	0,705439423	5676400
0,752596158	0,877779729	190,1	0,999		0,533784784	5676315
1,357275839	0,802990105	170,8	1,005	3	0,525396352	5676267
0,373790064	0,470375743	190,1	0,991		0,498322523	5676179
0,312207524	0,652702306	190,1	0,993	2	0,422910076	5676084
0,940273534	3,750181871	190,1	1,013	3	0,436934958	5675904
6,85504184	6,923609751	190,1	1,029	4	0,538188534	5675792
0,531445345	0,327622957	190,1	0,999		0,415198621	5675720
1,489761568	2,145774562	190,1	1,01	2	0,460663611	5675600
2,005737843	2,216340316	190,1	1,023	3	0,501177216	5675560
1,80546581	2,643409272	190,1	1,002	4	0,589399004	5676400
0,165763757	0,351871247	170,8	0,935	3	0,616895834	5676500

Easting	Height above GLLWS (cm)
487660	405
487375	390
487100	363
487360	339
487630	310
487345	297
487070	276
487330	260
487605	244
487320	219
487050	198
487310	186
487585	166
487310	154
487030	131
487300	126
487560	115
487290	113
493825	435
493625	420
493400	408
493610	397
493800	386
493595	363
493375	341
493585	299
493775	282
493575	251
493350	230
493560	208
493750	157
493550	140
493320	125
493540	113
493300	101
493520	100
494550	432
494530	420
494525	413
494510	388
494500	333
494485	285
494475	254
494465	234
494450	194
494050	160
494175	144
494040	132
494150	120
494380	104
494030	99
494001	-585
494085	-435
493900	-415
493806	-561
493753	-539
493615	-573
493711	-439
493506	-490
493328	-527
493208	-546
493485	-563
493296	-592
493093	-594
492957	-600
493012	-585
493068	-561
492985	-554
492810	-589
492837	-559
492964	-520
487055	-621
487117	-468
487190	-537
487286	-564

487337	-624
487483	-507
487502	-362
487549	-201
487287	-388
487204	-211
487399	-186
487537	-145
487217	-151
487496	-87
487742	-66
493022	-136
493161	-122
493383	-126
493572	-120
493770	-125
493887	-172
493982	-108
492913	-394
493070	-333
493196	-414
493333	-336
493395	-398
493600	-431
494032	-349
494044	-205
493878	-315
493762	-316
493650	-259
493439	-174
493290	-147
493188	-166
493040	-117
492940	-150
494194	-154
494200	-360

Abraalba	Abra alba
Actispec	Actiniaria sp.
Aonioxyc	Aonides oxycephala
Arenmari	Arenicola marina
Atylfalc	Atylus falcatus
Atylswam	Atylus swammerdami
Autoprol	Autolytus prolifera
Bathguil	Bathyporeia guilliamsoniana
Bathpilo	Bathyporeia pilosa
Bathsars	Bathyporeia sarsi
Capcapi	Capitella capitata
Carcmaen	Carcinus maenas
Cirraspe	Cirratulidae sp.
Coroaren	Corophium arenarium
Corovult	Corophium volutator
Crepfor	Crepidula fornicata
Cumogood	Cumopsis goodsiri
Diasbrad	Diastylis bradyi
Diasrath	Diastylis rathkei
Diogpugi	Diogenes pugilator
Donnvitt	Donax vittatus
Dovijuv	Donax vittatus juveniel
Ensidire	Ensis directus
Eteolong	Eteone longa
Eurypulc	Eurydice pulchra
Fabufabu	Fabulina fabula
Gammcrin	Gammarus crinicornis
Gastspec	Gastrosaccus sp.
Glycalba	Glycera alba
Harmglab	Harmothoe glabra
Laniconc	Lanice conchilega
Macobalt	Macoma balthica
Magejohn	Magelona johnstoni
Meliobtu	Melita obtusata
Micrmacu	Microtopus maculatus
Mysebide	Mysella bidentata
Nemespec	Nemertinea sp.
Nephassi	Nephtys assimilis
Nephcirr	Nephtys cirrosa
Nephjuv	Nephtys sp. Juveniel
Nephlong	Nephtys longosetosa
Nephomb	Nephtys hombergii
Nerelong	Nereis longissima
Notolat	Notomastus latericeus
Ophiophi	Ophiura ophiura
Paritypi	Pariambus typicus
Perilong	Perioculodes longimanus
Podahelg	Podarkeopsis helgolandica
Pontalta	Pontocrates altamarinus
Pontaren	Pontocrates arenarius
Portlati	Portumnus latipes
Scolarmi	Scoloplos armiger
Scolsqua	Scolecopsis squamata
Spiobomb	Spiophanes bombyx
Spiofilil/gonio	Spio filicornis/goniocephala
Spissubtr	Spisula subtruncata
Urothpose	Urothoe poseidonis
#spp./staal	aantal soorten per staal
totale densiteit	
Mediaan	mediane korrelgrootte
< 4 µm	
4 - 63 µm	
63 - 125 µm	
125 - 250 µm	
250 - 500 µm	
500 - 850 µm	
1000 - 2000 µm	
> 2000 µm	
modus	modale korrelgrootte
M-M ratio	gemiddelde/mediaan
RPD (cm)	grijze laag (overgang oxisch/anoxisch)
OM (m%)	organisch materiaal (TOM)
Northing	UTM
Easting	UTM
Height above GLLWS (cm)	hoogte (of negatieve diepte) boven gemiddeld laag laag water bij spring tij