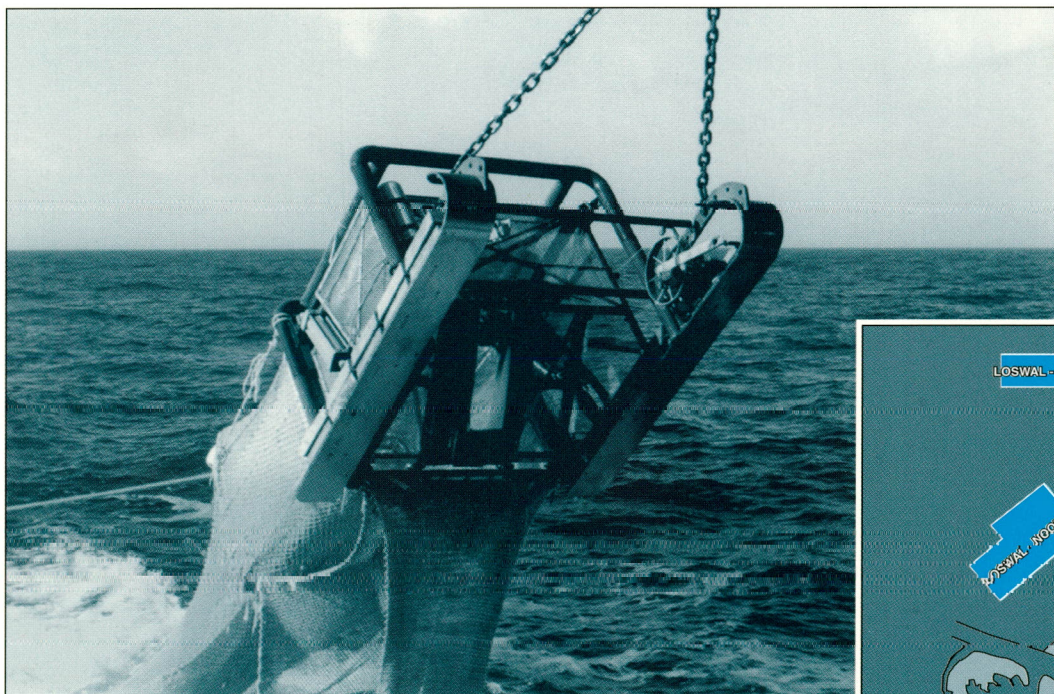


DI: 750130

NIOZ-RAPPORT 1997 - 3

# MACROBENTHOS OP LOSWAL NOORD NA 35 JAAR STORTINGEN VAN HAVENSLIB EN OP LOSWAL NOORDWEST VOOR AANVANG VAN STORTINGEN

R. Daan, M.J.N. Bergman & J.W. van Santbrink



©1997

This report is not to be cited without  
acknowledgement of the source.

Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ)  
P.O. Box 59, 1790 AB Den Burg, Texel  
The Netherlands

ISSN 0923 - 3210

Cover photo: M.J.N. Bergman

**MACROBENTHOS OP LOSWAL NOORD NA 35 JAAR STORTINGEN VAN HAVENSLIB EN  
OP LOSWAL NOORDWEST VOOR AANVANG VAN STORTINGEN.**

R. Daan, M.J.N. Bergman & J.W. van Santbrink

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Rijks Instituut voor Kust en Zee (RIKZ), Den Haag.

Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee

NIOZ-rapport 1997-3

## SAMENVATTING

Sedert 1961 zijn grote hoeveelheden havenslib uit het Rijnmondgebied in de Noordzee gestort in een gebied ten noorden van de monding van de Nieuwe Waterweg dat bekend staat onder de naam "Loswal Noord". De stortingen in dit gebied zijn per 1 juli 1996 beëindigd. Vanaf die datum is ten noorden van de oude Loswal een nieuw stortingsgebied aangewezen, dat Loswal Noordwest wordt genoemd. Met de ingebruikneming van het nieuwe stortingsgebied bestond de behoefte inzicht te krijgen in de milieueffekten van deze lozingen. Tevens rees de vraag in hoeverre sedimentcondities en bodemfauna zich na beëindiging van de stortingen op Loswal Noord herstellen. Teneinde inzicht te verschaffen in deze vragen is door Rijkswaterstaat (Rijks Instituut voor Kust en Zee en Directie Noordzee) een monitoringsprogramma gestart om fysische, chemische en ecologische veranderingen in de zeebodem tijdens en na de stortingen te volgen. In het kader van dit programma is in juni 1996 een uitgebreid bodemonderzoek uitgevoerd. Als onderdeel van dit onderzoek werd (door het NIOZ) een bodemfauna-bemonstering uitgevoerd met een recent ontwikkelde bodemschaaf (Triple-D). Met dit apparaat wordt in principe het grotere makrobenthos (grofweg zijn dit de bodemorganismen >1 cm) bemonsterd. Tijdens het monstereen komen echter ook vissen regelmatig in de schaar terecht.

Bij het bodemschaaf-programma ging het in feite om 2 deelprojecten. In de eerste plaats is de oude Loswal Noord alsmede een aantal referentiestations binnen een straal van  $\pm 12$  km bemonsterd. Op Loswal Noord zelf werden 2 stations bemonsterd, één op een perceel waar recent nog stortingen hadden plaatsgevonden (V53) en één op een perceel waar al enige jaren geen stortingen meer hadden plaats gevonden (station REF.1). Naast schaaraf trekken zijn op alle monsterstations ook sedimentmonsters genomen voor slibgehalte- en korrelgroottebepalingen. Dit deelproject had ten doel eventuele effecten op de bodemfauna vast te stellen op het moment dat de lozingen in dit gebied werden beëindigd en een indruk te krijgen van de ruimtelijke omvang van het gebied dat nog in de invloedssfeer ligt van Loswal Noord. In de tweede plaats is een  $t_0$ -bemonstering uitgevoerd van Loswal Noordwest. Hierbij is de bodemfauna bemonsterd op perceel V29, dat als eerste voor stortingen is aangewezen, en verder op een netwerk van stations dat vanuit perceel V29 parallel aan de reststroomrichting (noordoost) was geprojecteerd, tot op een afstand van 8 km. Ook hier werden op alle stations sedimentmonsters genomen. Doel van dit project was de uitgangssamenstelling van de bodemfauna in dit gebied te beschrijven in de nog ongestoorde situatie en vast te stellen of er eventueel natuurlijke gradiënten in het gebied voorkomen, opdat daar bij een toekomstige  $t_1$ -bemonstering en de interpretatie van daarbij te verzamelen gegevens rekening mee kan worden gehouden. In dit rapport wordt van de resultaten van de twee bovengenoemde deelprojecten verslag gedaan.

Sedimentanalyses wezen uit dat het sediment op het Loswal Noord perceel V53 aanmerkelijk anders van structuur was dan op referentiestations die duidelijk buiten de invloedssfeer van het voormalige stortingsgebied liggen. Hoge slibgehalten en een veel geringere mediane korrelgrootte illustreren dat het sediment op V53 veel fijner van structuur was dan op de middel- tot grofzandige referentiestations. In mindere mate werden verhoogde slibgehalten en kleinere mediane korrelgroottes ook aangetroffen op het Loswal-station REF.1 en op 3 stations op ca. 4 km van het stortingsgebied (REF.2,3 en 5). Met name voor de twee westelijke stations REF. 3 en 5 is het onduidelijk in hoeverre het slib hier afkomstig is van Loswal Noord.

Uit de resultaten van de bodemschaafbemonstering komt naar voren dat effecten op de bodemfauna zich voordoen op beide Loswal Noord stations (V53 en REF.1) en mogelijk op één station daarbuiten (REF.2). De bodemfauna op perceel V53 was zeer sterk verarmd in vergelijking tot de stations buiten de invloedssfeer van Loswal Noord. Zowel het geringe aantal soorten, de relatieve fauna-abundantie als lage specifieke dichtheden van alle vissoorten en vrijwel alle macrobenthossoorten onderscheidde deze lokatie significant van

alle overige stations. Ook op het Loswal-station REF.1 en het in de reststroomrichting gelegen station REF.2 werden relatief geringe faunadichtheden aangetroffen. Wat betreft REF.1 is beargumenteerd dat er op dit station vrijwel zeker nog een effect is van de voormalige stortingen. De afwijkende en overwegend lage dichtheden op station REF. 2 hoeven echter niet noodzakelijkerwijs te worden beschouwd als een Loswal-effekt. Dit station ligt ten opzichte van de "echte" referentiestations relatief dicht bij de kust en er zijn aanwijzingen dat er een natuurlijke gradiënt bestaat van afnemende faunadichtheden in de richting van de kust. Deze aanwijzingen zijn met name verkregen bij de bemonstering van het Loswal Noordwest gebied. Hier onderscheidde zich de meest oostelijk van perceel V29 gelegen stations, die op een zelfde afstand van de kust liggen als REF.2, als relatief arme stations, in die zin dat de meeste makrobenthossoorten hier in lagere dichtheden voorkwamen dan op verder van de kust af gelegen stations.

## 1 INLEIDING

Sedert 1961 wordt havenslib afkomstig uit het Rijnmondgebied in de Noordzee gestort in een 24 km<sup>2</sup> groot gebied ten noorden van de monding van de Nieuwe Waterweg dat bekend staat onder de naam "Loswal Noord" (zie Fig. 1). Tot voor kort vond hier jaarlijks 15 tot 20 miljoen m<sup>3</sup> baggerspecie zijn weg naar de zeebodem (SPANHOFF *et al.*, 1990). De stortingen vinden niet willekeurig binnen de grenzen van het gebied plaats, maar worden ruimtelijk gereguleerd. Loswal Noord is opgedeeld in kwadranten van 500 bij 500 m en periodiek worden nieuwe kwadranten aangewezen waarbinnen stortingen dienen plaats te vinden. Hiermee wordt echter niet bereikt dat het gestorte materiaal ook binnen het gebied blijft. Geschat wordt dat van het in de eerste 20 jaar gestorte materiaal 80% inmiddels uit het gebied is verdwenen, terwijl dit zou gelden voor 50% van het materiaal dat gestort is in de tachtiger jaren (SPANHOFF *et al.*, 1990). Voor meer informatie over de geschiedenis van de lozingen en het lot van het geloosde materiaal zij hier verwezen naar de hiervoor genoemde auteurs.

In de beginjaren bestond het gestorte materiaal voornamelijk uit zand. Geleidelijkaan werd slib een steeds belangrijker bestanddeel. Hiermee is zorg gerezen met betrekking tot de mogelijke milieueffekten van de stortingen, omdat contaminanten veelal geadsorbeerd voorkomen aan slibdeeltjes. Hoewel aanmerkelijk verontreinigde baggerspecie niet op Loswal Noord wordt gestort, vormt het storten van slib, wegens een zekere mate van accumulatie van contaminanten daarin, immers toch een mogelijke bron van verontreiniging van het mariene milieu. Met betrekking tot effecten van de lozingen op biota (met name op de in en op de zeebodem levende bodemgemeenschap) zijn echter tot op heden geen gerichte veldstudies uitgevoerd.

Met ingang van 1 juli 1996 zijn de stortingen op Loswal Noord beëindigd en is een nieuw gebied voor de storting van Rotterdams havenslib aangewezen. Dit gebied ligt ten noorden van de oude Loswal Noord en wordt Loswal Noord-west genoemd (Fig. 1). Met de ingebruikneming van het nieuwe stortingsgebied bestond de behoefte inzicht te krijgen in de vraag of en zo ja wat voor effecten deze stortingen op het bodemleven hebben. In engere zin luidde deze vraag welke effecten kunnen worden aangetoond op het makrobenthos, in het bijzonder op de wat grotere, relatief langlevende diersoorten die op en in de zeebodem leven: zijn er soorten die als gevolg van de lozingen in aantal afnemen ofwel direkt of indirekt van de veranderde omstandigheden profiteren en daardoor juist toenemen? Uitgaande van een bevestigend antwoord, lagen bovendien de volgende vraagstellingen voor de hand: Blijven meetbare effecten beperkt tot het stortingsgebied, zo nee tot hoever buiten het gebied is er sprake van uitwaaiing en, tenslotte, hoe snel treedt na beëindiging van de stortingen een volledig herstel van sedimentcondities, respektievelijk van een natuurlijke faunasamenstelling op. Op basis van deze vraagstellingen is in juni 1996 een bodembemonsterings-programma uitgevoerd rond en op zowel de oude Loswal Noord als de nieuwe stortlokatie. Hierbij is de bodemfauna bij beide lokaties bemonsterd met een "Triple-D" bodemschaaf (BERGMAN & SANTBRINK, 1994). De bemonstering rond Loswal Noord had ten doel vast te stellen of en welke effecten hier op de faunasamenstelling kunnen worden aangetoond rond het moment dat de stortingen in dit gebied werden beëindigd en een eerste indruk te krijgen van de ruimtelijke omvang van dergelijke effecten. Bij Loswal Noordwest ging het om een t<sub>0</sub>-bemonstering vlak voor met stortingen in dit gebied een aanvang werd genomen. Deze bemonstering had ten doel de samenstelling van de bodemfauna in de (veronderstelde) onaangetaste situatie te inventariseren en na te gaan of er eventuele natuurlijke gradiënten in de sedimentsamenstelling en/of die van de fauna in het gebied voorkomen. Voorkennis omtrent de aanwezigheid van dergelijke gradiënten werd noodzakelijk geacht, teneinde bij toekomstige monitoring eventuele door de stortingen geïnduceerde gradiënten van natuurlijke te kunnen onderscheiden. In dit rapport wordt verslag gedaan van de resultaten van het bodembemonsteringsprogramma dat met de Triple-D in 1996 is uitgevoerd en dat deel uitmaakt van een veel uitgebreider onderzoeksprogramma dat door het Rijksinstituut voor

Kust en Zee en Directie Noordzee (Rijkswaterstaat) rond beide Loswallokaties is geïnitieerd (STRONKHORST, 1996).

## 2 MATERIAAL EN METHODES

### 2.1 MONSTERMETHODE

Veldwerk vond plaats van 10 tot en met 20 juni 1996 aan boord van de RV Mitra. Het schip is voorzien van DGPS (Differential Global Positioning System) waarmee een optimale plaatsbepaling kon worden gerealiseerd. Makrofauna op en rond beide onderzoekslocaties werd bemonsterd met de recent ontwikkelde Triple-D bodemschaaf (BERGMAN & SANTBRINK, 1994). De schaar was uitgerust met een mes van 20 cm breed dat tot een diepte van 10 cm in de zeebodem doordringt en voorzien van een vangnet met een maaswijdte van 7x7 mm (14mm gestrekt). Met behulp van twee meetwielen aan de schaar kon de afgelegde afstand worden bepaald. Het stuurboordwiel, dat uitgevoerd was als schoepenwiel (voor optimale grip in zachte grond), was tijdens aanloop en "echte" trek aan de grond, het bakboordwiel alleen tijdens de echte trek. De schaar was zodanig ingesteld dat het mes na een aanloop van ca. 20 m (gemeten door het stuurboordwiel) door persluchtcilinders in de zeebodem werd gedrukt. De trek lengte met het mes in de zeebodem was afgesteld op 120 of 180 m. Als de schaar de ingestelde afstand (gemeten door het stuurboordwiel) had afgelegd, werd het mes met behulp van perslucht weer uit de bodem getrokken, waarna de schaar kon worden binnengehaald. De werkelijke trekafstand werd uiteindelijk afgelezen van het bakboordwiel dat uitsluitend draait zolang het mes in werking is. De schaaftrekken werden in stroom gevaren met een snelheid van 3 knopen (standaardlengte vislijn = 5 x waterdiepte). De vangsten werden aan boord gesorteerd en op 0.5 cm gemeten. Tenslotte werd in het midden van iedere schaaftrek een bodemonmonster genomen met een van Veen happer. Hieruit werden 2 kerntjes gestoken (diameter 34 mm, diepte 10 cm) die werden samengevoegd tot één mengmonster, dat werd ingevroren voor latere korrelgrootte-analyse. Deze analyses zijn uitgevoerd op het RIKZ te Middelburg.

### 2.2 MONSTERSTATIONS

In verband met de verschillende doelstellingen die aan de bemonstering van de twee lokaties ten grondslag lagen, was ook de bemonsteringsstrategie voor de twee lokaties verschillend. Bij beide lokaties is echter gekozen voor een "sjabloon-bemonstering". Dat wil zeggen dat telkens sets van 5 schaaftrekken werden gedaan op vaste afstanden van elkaar. De centrale lokatie rond welke het onderzoek naar de huidige effecten op Loswal Noord zich concentreerde was het perceel V 53 (Fig. 1). Dit perceel (500x500 m) behoort tot de meest recente waar nog Rotterdams havenslib is gestort. Binnen dit perceel werden 5 parallelle schaaftrekken gedaan op onderlinge afstanden van 80 m. Teneinde de fauna op station V53 te kunnen vergelijken met die in omliggende gebieden, die geacht werden minder, respectievelijk niet door de stortingen te zijn beïnvloed, werd nog een 7-tal stations gekozen waar telkens ook 5 parallelle schaaftrekken op 80 m van elkaar werden gedaan. Deze stations dragen de codes REF.1 t/m REF.6 en V29 (Fig. 1). Station REF.1 was een perceel binnen Loswal Noord, waar recent geen stortingen meer hebben plaats gevonden. De stations REF.2, REF.3 en REF.5 liggen buiten het stortingsgebied, maar op zodanige afstanden (2 tot 4 km) dat een zekere mate van beïnvloeding bij voorbaat niet kan worden uitgesloten. De stations REF.4, REF.6 en V29 lagen op dusdanige afstanden van Loswal Noord (7 tot 12 km), dat verondersteld werd dat deze buiten de invloedssfeer daarvan lagen. Station V29 is een perceel in het nieuwe stortingsgebied Loswal Noordwest, dat vóór de stortingen daar waren aangevangen nog kon fungeren als referentie-station voor Loswal Noord.

De centrale lokatie van waaruit een net van stations werd geprojecteerd voor de  $t_0$ -bemonstering van het stortingsgebied Loswal Noordwest werd gevormd door het perceel V29. Dit perceel was het eerste dat aangewezen was voor stortingen vanaf 1 juli 1996. Vanuit dit perceel werd een as uitgezet in de veronderstelde richting van de reststroom (RUIJTER *et al.*, 1987) met daarop dwarsraaiën op 0, 1, 2, 3, 5 en 8 km. Op iedere dwarsraai werden 5 stations gekozen, waarvan 1 op het kruispunt met de centrale as, 2 aan de zuidkant en 2 aan de noordkant hiervan, op 1 respectievelijk 2 km afstand (zie voor de stationscodering Fig. 1). Op elk station werd een enkelvoudige schaaf trek gedaan. Als  $t_0$ -monster van station 0-C geldt de middelste schaaf trek van de 5 die in perceel V29 zijn uitgevoerd.

### 2.3 DATAVERWERKING

De bodemschaaf is in principe ontworpen om kwantitatief het grotere makrobenthos te verzamelen. Onder makrobenthos wordt verstaan de op en in de bodem levende ongewervelde dieren. De belangrijkste vertegenwoordigers van het grotere makrobenthos worden gevonden onder de kreeftachtigen (*Crustacea*), de schelpdieren (*Mollusca*) en de stekelhuidigen (*Echinodermata*). Wormen (*Polychaeta*) worden met de bodemschaaf in het algemeen niet kwantitatief gevangen, omdat deze voor een belangrijk deel door de mazen van het vangnet ontsnappen of kapot gaan. Van alle makrobenthos soorten die zijn verzameld zijn slechts die grootteklassen in de dataverwerking opgenomen waarvan mag worden aangenomen dat deze kwantitatief in het vangnet achterblijven. Naast makrobenthos komen ook vissen in de schaaf terecht. Hoewel mag worden aangenomen dat vissen de schaaf veelal zullen ontwijken en dus niet kwantitatief worden verzameld, zijn ze wel in de dataverwerking opgenomen, omdat ervan is uitgegaan dat als gevolg van de standaard manier van bemonstering per soort een vast percentage in de schaaf terecht komt.

Verschillen tussen en overeenkomsten in faunasamenstelling op de verschillende bemonsterde stations werden in eerste instantie gekwantificeerd op basis van de Bray-Curtis index voor mate van gelijkheid (%). De index werd berekend op basis van  $\sqrt{}$ -getransformeerde soort-specifieke dichtheden (GRAY *et al.*, 1988), volgens

$$BI_{ik} = \frac{2 \sum_{j=1}^S \min(x_{ij}, x_{kj})}{\sum_{j=1}^S (x_{ij} + x_{kj})}$$

Hierin is

$BI_{ik}$ : de indexwaarde voor de gelijkheid tussen de stations i en k,

$x_{ij}$ : de ( $\sqrt{}$ -getransformeerde) dichtheid van de j-de soort op station i,

$x_{kj}$ : de ( $\sqrt{}$ -getransformeerde) dichtheid van de j-de soort op station k,

S: het totale aantal gevonden soorten.

Onder diverse gelijkheidsindices die uit de literatuur bekend zijn is de Bray-Curtis index aanbevolen als degene die de actuele mate van overeenkomst in fauna-samenstelling het best reflecteert (BLOOM, 1981). Stations zijn verder vergeleken op basis van soortenrijkdom en relatieve fauna-abundantie als beschreven door DAAN *et al.* (1992). Berekening van relatieve abundantie komt neer op een rangorde procedure. Voor alle afzonderlijke soorten is de gemiddelde dichtheid bepaald op elk van de (n) bemonsterde stations. Per soort krijgt elk station een rangnummer, dat ligt tussen 1 en n, namelijk 1 voor het station met de laagste dichtheid en n voor het station met de hoogste dichtheid. Als deze procedure voor alle soorten is uitgevoerd kan voor elk station een gemiddelde worden bepaald van de rangnummers van alle soorten. Een hoog, respectievelijk laag gemiddeld rangnummer betekent vervolgens dat



de meeste soorten op het betreffende station in relatief grote, respectievelijk lage aantallen voorkomen en de relatieve fauna-abundantie dus groot, respectievelijk laag is.

Op soortniveau werden verschillen in aantalsdichtheid tussen stations getest op statistische significantie op basis van variantie-analyse. Voor beide projecten (Loswal Noord en Loswal Noordwest) werden slechts die soorten in beschouwing genomen waarvan binnen het betreffende project minstens 50 exemplaren werden verzameld.

### 3 RESULTATEN

#### 3.1 LOSWAL NOORD

##### 3.1.1 SEDIMENTKARAKTERISTIEKEN

Tijdens het veldwerk werd onder meer administratie bijgehouden van uiterlijke sedimentkarakteristieken op basis van visuele inspectie van de van Veen monsters. Deze inspectie leerde dat het verzamelde sediment binnen het Loswalgebied (stations V53 en REF.1) duidelijk afweek van dat op de meeste stations daarbuiten. Het Loswal sediment was zwart en zag er fijn- (REF.1) tot zeer fijnkorrelig (V53) uit. Op de meeste andere stations zag het sediment er "middel-grofzandig" en lichtbruin uit. Alleen op station REF.2 was het sediment ook zwart en fijn-korrelig en maakte daarmee de indruk onder invloed te staan van de dumpingen op de oude Loswal.

Uit de sedimentanalyses (Tabel 1) bleek dat de slibfractie (partikelgrootte  $<63 \mu\text{m}$ ) op perceel V53 variabel maar onveranderlijk groot was in vergelijking tot de vooraf niet beïnvloed veronderstelde stations REF.4, REF.6 en V29 (Fig. 2). Ook op station REF.2 bleek een substantieel grotere slibfractie voor te komen. Relatief licht hogere slibfracties werden gevonden op de stations REF.1, REF.3 en REF.5. De fractie  $<63 \mu\text{m}$  omvat in feite grof en fijn slib inclusief de fijnste zandpartikels. Indien alleen de kleine slibfractie (fractie  $< 16 \mu\text{m}$ ) in beschouwing wordt genomen blijkt deze aanmerkelijk verhoogd op perceel V53 en in mindere mate ook op station REF.2 (Fig. 3). Op de stations REF.1, REF.3 en REF.5. blijkt deze fractie niet of nauwelijks aan de in zijn totaliteit iets verhoogde fractie  $<63 \mu\text{m}$  bij te dragen.

Het ruimtelijk patroon van slibgehalten op en rond de Loswal Noord lokatie weerspiegelt zich grofweg in het ruimtelijk patroon van mediane korrelgroottes van het sediment (Fig. 4). In vergelijking tot de stations REF.4, REF.6 en V29 werden kleinere mediane korrelgroottes aangetroffen op de stations V53, REF.1, REF.2 en REF.5 terwijl op station REF.3 intermediaire waarden werden gevonden.

##### 3.1.2 MAKROFAUNA

Een overzicht van de faunasamenstelling op Loswal Noord en de referentiestations is gegeven in Tabel 2.

Een vergelijking van de faunasamenstelling op de verschillende bemonsterde stations op basis van de Bray-Curtis index laat zien dat de stations REF.3, 5 en 6 onderling een grote gelijkheid vertonen (Tabel 3.). De faunasamenstelling op V29 wijkt niet sterk van die op deze stations af maar vertoont ook gelijkheid met die op REF.4. Duidelijk afwijkend van de eerst genoemde stations zijn de stations REF.1 en 2 en in het bijzonder V53. De vergelijking zoals hier gepresenteerd is gebaseerd op de gemiddelde ( $\sqrt$ -getransformeerde) soort-specifieke dichtheden op ieder station. Het algehele beeld blijft echter hetzelfde als een vergelijking wordt gemaakt tussen alle afzonderlijke schaaftrekken (Tabel 4.). Wel wordt hier duidelijk dat de onderlinge gelijkheid tussen de schaaftrekken van één station steeds groter is dan die tussen schaaftrekken van verschillende stations. Dit wijst erop dat er ruimtelijk systematische verschillen zijn tussen de stations al zijn deze relatief gering tussen de stations REF. 3, 5 en 6

en V29. Opvallend is verder dat de onderlinge gelijkenis tussen de schaaf trekken op V53 weliswaar groter is dan die met de trekken op andere stations, maar dat deze onderlinge gelijkenis toch relatief gering is. Met andere woorden, de faunasamenstelling op V53 is niet alleen duidelijk anders dan op de andere stations maar ruimtelijk ook relatief weinig homogeen.

De soortenrijkdom op de verschillende stations, uitgedrukt als het gemiddelde aantal soorten per schaaf trek, is voor makrobenthos geïllustreerd in Fig. 5. en voor vissen in Fig. 6. Variantie-analyse wees uit dat er zeer significante ( $p < 0.001$ ) verschillen waren in zowel de aantallen soorten makrobenthos als de aantallen soorten vissen tussen de stations. Een Tukey HSD test werd vervolgens uitgevoerd om alle stations paarsgewijs te vergelijken en te onderzoeken op onderling significante verschillen. Op de stations REF.3,4,5 en 6 en V29 lag het gemiddelde aantal makrobenthos-soorten per schaaf trek tussen de 15 en 20 en onderling verschilden deze stations niet significant in soortenrijkdom ( $p > 0.05$ ). Op de stations V53, REF.1 en 2 waren de aantallen soorten significant lager ( $p < 0.005$ ). REF.1 en 2 verschilden onderling niet significant, maar het aantal soorten per schaaf trek op V53 (gemiddeld  $< 5$ ) was zeer significant ( $p < 0.001$ ) lager dan op alle andere stations. Voor vissen lag de situatie enigszins anders. Op de stations REF.1 t/m 6 en V29 werden per trek 1 tot 7 soorten gevangen met gemiddelden die per station varieerden tussen 3 en 6. Er waren geen significante verschillen tussen deze stations ( $p > 0.05$ ). Op station V53 echter werden slechts in 1 trek 2 vissoorten aangetroffen. In de andere 4 trekken kwam geen vis voor. De soortenrijkdom op dit station was daarmee zeer significant geringer dan op alle andere stations ( $p < 0.001$ ).

De hierboven beschreven vergelijking van de soortenrijkdom op de verschillende stations op basis van het aantal soorten per schaaf trek is in feite niet geheel correct omdat de gemiddelde schaaf trek lengte niet hetzelfde is voor alle stations. Op de stations V53, REF.1 en REF.5 was de trek lengte gemiddeld ca. 140 m en op de andere stations ca. 200 m. Te verwachten valt dat met toenemende trek lengte het aantal soorten dat in de schaaf terecht komt groter wordt. Teneinde de vraag te beantwoorden in hoeverre de verschillen in trek lengte het aantal soorten per trek hebben beïnvloed zijn voor alle stations rarefaction-curves (aangepast naar SANDERS, 1968) gemaakt van aantallen soorten makrobenthos en vissen tegen toemende totale trek lengte (Fig. 7.). Deze curves suggereren dat de verschillen in trek lengte nauwelijks van invloed zijn geweest op het gevonden aantal soorten per trek. Voor V53 geldt dat bij een gemiddelde trek lengte van 200 m een gemiddeld aantal van 4 tot 5 makrobenthos-soorten per trek had mogen worden verwacht en gemiddeld maximaal 1 vissoort. Deze aantallen zijn nog steeds aanzienlijk lager is dan op alle andere stations. Voor REF. 1 zou het aantal makrobenthos-soorten nog steeds op een vergelijkbaar niveau liggen als op REF.2 en voor REF. 5 op een vergelijkbaar niveau als op de overige stations. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de statistische vergelijking van de soortenrijkdom op de verschillende stations niet wezenlijk een ander resultaat zou hebben gehad indien de trek lengtes op alle stations even groot zouden zijn geweest.

Voor makrobenthos werden significante verschillen gevonden in relatieve abundantie op de verschillende stations (ANOVA,  $p < 0.001$ ) (Fig. 8.). Een Tukey HSD-test toonde geen significante onderlinge verschillen aan tussen de stations REF.2 t/m 6 en V29. Op V53 was de relatieve abundantie zeer significant ( $p < 0.005$ ) lager dan op deze stations. V53 was echter niet significant verschillend van REF.1 ( $p > 0.05$ ). Op REF.1 was de relatieve abundantie significant lager dan op REF.3, 5 en 6 ( $p < 0.05$ ) maar niet significant verschillend van de overige stations ( $p > 0.05$ ). Fig. 9. laat zien dat ook vissoorten niet op alle stations gemiddeld even talrijk waren vertegenwoordigd (ANOVA,  $p < 0.005$ ). De stations REF.1 t/m 6 en V29 verschilden onderling niet significant, maar op V53 was de relatieve abundantie significant lager dan op elk van deze stations (Tukey-test,  $p < 0.05$ ).

Voor alle afzonderlijke soorten die min of meer frequent ( $\geq 50$  exemplaren) werden gevonden wees variantieanalyse uit dat er significante verschillen ( $p < 0.05$ ) in verspreidingsdichtheid bestonden binnen de groep van bemonsterde stations. De verschillen die geconstateerd zijn tussen afzonderlijke stations zijn getoetst op significantie ( $p < 0.05$ ) aan de hand van een Tukey HSD test. Dit leverde per soort de volgende resultaten op (zie ook Fig. 10A t/m W)

#### **Stekelhuidigen (*Echinodermata*):**

- Gewone zeester (*Asterias rubens*, Fig. 10A): werd op de stations V53, REF.1 en 4 in significant lagere aantallen aangetroffen dan op de overige stations; binnen de 2 groepen stations waren er geen significante verschillen.
- Hartegel (*Echinocardium cordatum*, Fig. 10B): er zijn 3 groepen stations waarbinnen geen significante verschillen voorkwamen, namelijk een groep van stations met lage dichtheden (V53, REF.1 en 2), een groep met relatief hoge dichtheden (REF.5, 6 en V29) en een groep met intermediaire dichtheden (REF.3 en 4). De onderlinge verschillen tussen stations uit verschillende groepen zijn zonder uitzondering significant.
- Kleine slangster (*Ophiura albida*, Fig. 10C): de stations V53 en REF.1 vertoonden significant lagere dichtheden dan de andere stations. Onderling verschilden deze 2 stations ook. Verder was de dichtheid op REF.6 significant lager dan op REF.5 en V29.
- Gewone slangster (*Ophiura texturata*, Fig. 10D): de dichtheden op V53 en REF.1 waren significant lager dan op de overige stations, uitgezonderd REF.6. Overigens waren de gemiddelde dichtheden op de verschillende stations zeer variabel. Waar in Fig. 10D de betrouwbaarheids grenzen van het gemiddelde op 2 stations elkaar niet overlappen was het verschil in dichtheid significant.

#### **Schelpdieren (*Mollusca*)**

- Venusschelp (*Chamaelea gallina*, Fig. 10E): deze soort werd niet gevonden op de stations V53, REF.1 en 2; deze stations verschilden significant van de overige stations waar gemiddelde dichtheden varieerden tussen 5 en 25 ind. 100 m<sup>2</sup>.
- Amerikaanse zwaardschede (*Ensis americanus*, Fig. 10F): de soort werd op de verschillende stations in uiterst variabele dichtheden gevonden en verschillen tussen stations waren overwegend significant; dichtheden waren het laagst op REF.4 en V53 (onderling niet significant verschillend) en het hoogst op REF.3 en 5 (onderling niet significant verschillend).
- Grote zwaardschede (*Ensis arcuatus*, Fig. 10G): deze soort werd niet gevonden op V53, REF. 1 en 2; toch verschilden deze stations alleen significant van de stations REF.4 en V29, waar de soort het meest talrijk voorkwam. Ook op REF.3 en 5 was de soort significant minder talrijk dan op deze laatste 2 stations.
- Kleine zwaardschede (*Ensis ensis*, Fig. 10H): er zijn 3 groepen stations waarbinnen geen significante verschillen voorkwamen, namelijk een groep van stations waar de soort niet werd aangetroffen (V53, REF.1 en 2), een groep met relatief hoge dichtheden (REF.3 en 6) en een groep met intermediaire dichtheden (REF.4, 5 en V29). De onderlinge verschillen tussen stations van verschillende groepen zijn zonder uitzondering significant.
- Tepelhoren (*Euspira poliana*, Fig. 10I): er is een groep stations met lage dichtheden (V53, REF.1 en 2) die onderling niet significant verschillen, maar zonder uitzondering wel van de overige stations, waar relatief hoge dichtheden werden gevonden. Binnen deze tweede groep was alleen het verschil tussen REF. 3 en 5 (net) significant.
- Nonnetje (*Macoma balthica*, Fig. 10J): deze soort werd uitsluitend gevonden op V53 en REF.1; de dichtheden op deze stations verschilden onderling overigens significant.
- Ovale strandschelp (*Spisula elliptica*, Fig. 10K): er is een groep van stations waar deze soort niet of nauwelijks werd gevonden (V53, REF.1,2,3 en 5) en een tweede groep van stations waarop beperkte aantallen werden gevonden (REF.4 en 6 en V29). De onderlinge verschillen tussen stations van verschillende groepen waren zonder uitzondering significant.
- Stevige strandschelp (*Spisula solida*, Fig. 10L): er is een groep van stations waar geen of slechts enkele exemplaren werden gevonden (V53, REF.1,2,3 en 5) en een groep stations met relatief hoge dichtheden (REF.4 en 6 en V29); binnen deze 2 groepen waren geen

signifikante verschillen, tussen de 2 groepen waren de verschillen zonder uitzondering significant.

- Halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*, Fig. 10M): afgezien van de 3 rijkste stations REF.3,5 en 6, die onderling niet significant verschilden was de omvang van de aangetroffen schelpenbanken van deze soort dermate variabel dat verschillen tussen stations vrijwel steeds significant waren. Op V53 waren de aantallen significant lager dan op alle andere stations.

#### **Kreeftachtigen (Crustacea)**

- Helmkrab (*Corystes cassivelaunus*, Fig. 10N): er zijn 5 stations waar deze soort niet of nauwelijks werd gevonden (V53, REF.1,2, en 4 en V29, onderling geen significante verschillen) en 2 stations waar de soort relatief talrijk voorkwam (REF. 3 en 5, idem). Op REF.6 werden intermediaire aantallen gevonden die noch van die op de arme stations, noch van die op de rijke stations significant verschilden.

- Garnaal (*Crangon crangon*, Fig. 10O): de soort was significant het meest talrijk op REF.2 en daarna op REF.1. Tussen de stations REF.3,4,5 en 6 en V29 waren geen significante verschillen. Station V53 waar de soort niet werd aangetroffen verschilde significant van alle overige stations.

- Heremietkreeft (*Eupagurus bernhardus*, Fig. 10P): werd niet op V53 gevonden; dit station verschilde significant van alle overige stations, die onderling niet significant verschilden.

- Nagelkrabbetje (*Thia scutellata*, Fig. 10Q): werd niet of nauwelijks gevonden op V53, REF.1 en 2; de dichtheden op deze stations waren significant lager dan op alle andere stations. Verder bestonden er nog significante verschillen tussen enerzijds REF.5 en anderzijds REF.4 en 6 en V29.

- Gewimperde zwemkrab (*Liocarcinus arcuatus*, Fig. 10R): werd op alle stations in geringe aantallen gevonden; significante verschillen waren er alleen tussen enerzijds REF.6 en anderzijds V53, REF.3 en 5 en V29.

- Blauwpootzwemkrab (*Liocarcinus depurator*, Fig. 10S): er is een groep stations met lage dichtheden (V53, REF.1 en V29) die onderling niet significant verschillen, maar zonder uitzondering wel van de overige stations. Binnen deze tweede groep was alleen het verschil tussen REF. 4 en 5 significant.

- Gewone zwemkrab (*Liocarcinus holsatus*, Fig. 10T): de dichtheid op station V53 was significant lager dan op alle overige stations; verder waren er alleen significante verschillen tussen enerzijds REF.4 en anderzijds REF.3 en 6.

#### **Vissen**

- Schar (*Limanda limanda*, Fig. 10U): deze soort werd niet gevonden op V53 en V29: deze stations verschilden significant van de overige stations, die onderling geen significante verschillen vertoonden.

- Schol (*Pleuronectes platessa*, Fig. 10V): werd niet aangetroffen op V53 en was het meest talrijk op REF.1; deze 2 stations waren de enige die onderling significant verschilden.

- Grondel (*Pomatoschistus spec.*, Fig. 10W): de lage dichtheid van deze soort op V53 maakte dat dit station significant verschilde van de overige stations, uitgezonderd REF.4 en V29; deze overige stations verschilden onderling niet significant.

## 3.2 LOSWAL NOORDWEST

### 3.2.1 SEDIMENTKARAKTERISTIEKEN

Op basis van visuele inspectie van de van Veen monsters waren er geen verschillen in het sedimenttype tussen de diverse stations die in de omgeving van Loswal Noordwest bemonsterd zijn, en kon het sediment onveranderlijk als middelgrof-zandig worden gekwalificeerd.

Uit de sedimentanalyses (Tabel 5) bleek dat het sediment i.h.a. een geringe fractie slib bevatte (Fig. 2). De fractie  $<63 \mu\text{m}$  was op de meeste stations in de orde van 6%. Iets hogere slibgehalten werden gevonden op de 8km-raai, die het dichtst bij de kust is gelegen en op station 5-E. Het gehalte aan fijn slib (fractie  $<16 \mu\text{m}$ ) lag met uitzondering van 2 stations (5-E en 8-D) consequent beneden de 2% (Fig. 3).

De mediane korrelgrootte lag in het algemeen tussen 300 en 400  $\mu\text{m}$  (Fig. 4). Het sediment kan daarom als middelgrof- tot grofzandig worden gekwalificeerd (GULLENTOPS *et al.*, 1977). Op de stations 1-A, 1-B en 5-E werden iets lagere waarden gevonden. Noch in de richting van de reststroom (centrale as), noch in de richting dwars daarop kan een gradiënt in de mediane korrelgrootte worden waargenomen.

### 3.2.2 MAKROFAUNA

Een overzicht van de faunasamenstelling op de dertig stations rond Loswal Noordwest is gegeven in Tabel 6.

Een vergelijking van de faunasamenstelling op de vijf oost-west raaien (Tabel 7.) op basis van de Bray-Curtis index laat zien dat er een zeer grote gelijkenis is tussen de middelste raaien B, C en D. De onderlinge gelijkenis tussen deze stations is steeds groter dan 80%. De twee buitenste raaien A en E hebben onderling de geringste gelijkenis. Toch kunnen deze raaien op basis van de index (68%) niet als onderling aanmerkelijk verschillend worden beschouwd. Bovendien hebben deze beide raaien met index-waarden van 71 tot 84% in behoorlijke mate gelijkenis met de drie middelste raaien. Dit betekent dat er op basis van de Bray-Curtis index langs de noord-zuid as geen steile gradiënt valt waar te nemen.

Een zelfde vergelijking van de fauna-samenstelling op de zes noord-zuid raaien laat een zeer grote mate van gelijkenis zien tussen de raaien 1,2 en 3 (Tabel 8.). De raaien 0 en 5 hebben echter een niet sterk verschillende faunasamenstelling. Raai 8 heeft duidelijk de meest afwijkende samenstelling. Het feit dat raai 8 en 0 onderling de geringste gelijkenis vertonen (50%) suggereert dat er een oost-west gradiënt in faunasamenstelling is.

Ook de mate van overeenkomst tussen de dertig afzonderlijke stations is berekend aan de hand van de Bray-Curtis index (Tabel 9.). Op en rond het perceel V29 blijkt een groot aantal stations te liggen die onderling sterk tot zeer sterk op elkaar gelijken. Met name de stations 0D, 1C, 1D, 1E, 2E en 3E hebben onderling zeer grote gelijkenis (index  $\geq 80\%$ ), maar in feite lijken met uitzondering van 0E, 2D, 3A en 3B alle stations op de westelijke raaien 0, 1, 2 en 3, alsook de stations 5C en 5D sterk op elkaar (index vrijwel steeds  $\geq 65\%$ ). Een tweede groep van onderling sterk tot zeer sterk op elkaar lijkende stations (index ook vrijwel steeds  $\geq 65\%$ ) wordt gevormd door de meer oostelijk gelegen lokaties 3A, 3B, 5A, 5B, 8D en 8E. Toch vertonen deze stations en ook de stations 0E, 2D en 5E nog steeds een redelijke mate van gelijkenis met de eerste groep stations (index vrijwel steeds  $\geq 50\%$ ). Duidelijk afwijkend zijn de meest oostelijk gelegen stations 8A, 8B en 8C. Onderling en ten opzichte van de nabij gelegen stations 5A en 5B hebben deze stations een nog redelijke mate van gelijkenis (index  $\geq 50\%$ ), maar de vergelijking met de overige stations levert vrijwel steeds een index op die kleiner is dan 50%. Het geringst is de gelijkenis tussen enerzijds de meest oostelijk gelegen stations 8A, 8B en 8C en anderzijds het meest westelijk gelegen station 0E. Dit wijst erop dat er in oost-west richting (of mogelijk loodrecht op de kust een gradiënt in faunasamenstelling bestaat).

In Tabel 10. zijn voor elk van de dertig stations de aantallen soorten makrobenthos en vissen per schaaftrek gegeven, alsook de totale aantallen op respectievelijk de 6 noord-zuid en 5 oost-west raaien.

In totaal werden 27 makrobenthos-soorten gevonden, waarvan er per station (één schaaf trek) gemiddeld 17 voorkwamen. Op station 0C in perceel V29 was het aantal precies gelijk aan dit gemiddelde. Op alle noord-zuid raaien (5 trekken per raai) lag het totale aantal soorten dicht rond het gemiddelde van 22 soorten, op alle oost-west raaien (6 trekken per raai) lag dit aantal dicht rond 23 soorten per trek. Op noord-zuid raai 8 was het gemiddeld aantal soorten per trek echter duidelijk lager dan op de overige raaien. Variantie-analyse en een post hoc uitgevoerde Tukey HSD test bevestigden dat het gemiddelde aantal op deze raai zeer significant ( $p < 0.001$ ) verschilde van de raaien 0 tot en met 3, maar net niet van raai 5 ( $p = 0.08$ ). Tussen de oost-west raaien bestonden geen significante verschillen ( $p = 0.91$ ).

In het gebied werden in totaal 12 vissoorten aangetroffen en per schaaf trek lag het gemiddelde op 6 soorten. Zowel op de oost-west raaien als bijna alle noord-zuid raaien lag het totale aantal soorten dicht rond het gemiddelde van 10 soorten. Alleen op de 0-raai was dit aantal met in totaal 6 soorten duidelijk lager. Ook het gemiddeld aantal per schaaf trek op deze raai was lager op deze raai. Variantie-analyse liet zien dat er significante ( $p < 0.005$ ) tussen de raaien bestonden. Een aanvullende Tukey HSD test wees uit dat de 0-raai significant verschilde van de 1- en 5-raai. Verder bleek het gemiddelde op de 3-raai ook significant lager dan op de 1-raai. Verder werden geen significante verschillen gevonden. Uitgerekend op station 0C in het perceel V29 leverde de schaaf trek maar 1 vissoort op, terwijl op alle andere stations tussen de 2 en 8 soorten per trek werden gevonden.

De relatieve abundantie van makrobenthos en vissen is berekend voor zowel de noord-zuid raaien als de oost-west raaien (Fig. 11.). Makrobenthossoorten bleken gemiddeld het meest talrijk op de meest westelijke noord-zuid raaien, maar de afname in relatieve abundantie die zich in oostelijke richting lijkt voor te doen lijkt niet substantieel. Variantieanalyse wees weliswaar uit dat er significante verschillen tussen de raaien waren ( $p < 0.05$ ), maar uit een aanvullende Tukey test bleek dat alleen raai 2 en 8 onderling significant verschilden ( $p < 0.005$ ). Een vergelijking van de relatieve abundantie op de oost-west raaien laat zien dat er een lichte toename was in soort-specifieke dichtheden in noordelijke richting. Uit variantieanalyse bleken er echter geen significante verschillen tussen de raaien te bestaan. Vissen kwamen gemiddeld het meest talrijk voor op de (meest westelijke) 0-raai. De relatieve abundantie op deze raai was significant lager dan die op de raaien 1,5 en 8 (Tukey test,  $p < 0.01$ ). Verder was de relatieve op de 1-raai significant hoger dan op de 3-raai ( $p < 0.05$ ). Het ruimtelijk patroon in relatieve abundantie suggereert geen overwegende oost-west gradiënt. Ook van zuid naar noord is er duidelijke geen monotone gradiënt. Het minst talrijk waren vissen gemiddeld op de centrale C-raai. De relatieve abundantie op deze raai was significant lager dan op de meest zuidelijke A-raai en de meest noordelijke E-raai.

Van 18 makrobenthossoorten en 2 vissoorten werden in totaal meer dan 50 exemplaren in de dertig schaaftrekken aangetroffen. Voor elk van deze 20 soorten is het ruimtelijke abundantiepatroon weergegeven in Fig. 12 A t/m T. Na gebruikelijke log-transformatie van de data (zie bijv. JONGMAN *et al.*, 1987) is aan de hand van variantie-analyse nagegaan of er in oost-west richting veranderingen in aantalsdichtheid waren (m.a.w. waren er significante verschillen ( $p < 0.05$ ) tussen de 6 noord-zuid raaien) en of er in noord-zuid richting veranderingen in aantalsdichtheid waren (m.a.w. waren er significante verschillen tussen de 5 oost-west raaien). Voor die soorten waarbij de analyse uitwees dat er qua aantalsdichtheid significante verschillen tussen de raaien bestonden werd vervolgens aan de hand van een Tukey HSD test vastgesteld welke raaien onderling significant verschilden. De resultaten hiervan zijn bij de betreffende figuur aangegeven.

Voor 9 soorten werd noch tussen de noord-zuid raaien, noch tussen de oost-west raaien een significant verschil gevonden. Deze soorten waren de gewone zeester (*Asterias rubens*), gewone slangster (*Ophiura texturata*), grote zwaardschede (*Ensis arcuatus*), kleine zwaardschede (*Ensis ensis*), heremietkreeft (*Eupagurus bernhardus*), blauwpootzwemkrab

(*Liocarcinus depurator*), gewone zwemkrab (*Liocarcinus holsatus*), de schar (*Limanda limanda*) en de grondel (*Pomatoschistus spec.*). Ofschoon bij sommige van deze soorten soms aanmerkelijke verschillen in aantalsdichtheid voorkwamen tussen afzonderlijke stations, wees niets op een systematische ruimtelijke gradiënt in hun abundantiepatroon. Bij slechts één soort, nl. de garnaal (*Crangon crangon*) werden verschillen in noord-zuid richting gevonden. Deze soort werd in significant hogere aantallen gevonden op de zuidelijke A-raai dan op de centrale C-raai en de 2 noordelijke raaien D en E. De aantallen op de B-raai waren intermediair, maar verschilden noch van de A-raai, noch van de C, D en E raai significant.

Bij 10 soorten was er sprake van statistische verschillen tussen de noord-zuid raaien. Deze soorten waren de hartegel (*Echinocardium cordatum*), kleine slangster (*Ophiura albida*), venusschelp (*Chamaelea gallina*), Amerikaanse zwaardschede (*Ensis americanus*), tepelhoren (*Euspira poliana*), ovale strandschelp (*Spisula elliptica*), stevige strandschelp (*Spisula solida*), halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*), helmkrab (*Corystes cassivelaunus*) en het nagelkrabbetje (*Thia scutellata*). Al deze soorten werden op de dichtst bij de kust gelegen 8km-raai in significant lagere aantallen gevonden dan op 1 of meer van de meer westelijke raaien. Voor 2 soorten (*C. gallina* en *E. poliana*) geldt dat de aantallen op de 8km-raai significant lager waren dan op alle overige raaien. Voor *E. poliana* geldt verder dat deze ook op de 5 km raai in significant lagere aantallen werd gevonden dan op de 0,1 en 2 km raaien. Bij deze soort is dus sprake van een overtuigende gradiënt van afnemende dichtheden in de richting van de kust.

#### 4 DISCUSSIE

De korrelgrootteanalyses hebben uitgewezen dat de sediment karakteristieken op zowel Loswal Noord (V53 en REF.1) als de stations in de directe omgeving daarvan (REF.2,3 en 5) duidelijk verschilden van die op de overige stations. De verschillen kwamen tot uitdrukking in een verhoogd slibgehalte en een kleinere mediane korrelgrootte. Daarbij was opvallend dat met name op REF.2 een uitgesproken hoog slibgehalte werd aangetroffen, hoger nog dan op het binnen de Loswal gelegen station REF.1. Gezien het feit dat de reststroom in het gebied in noordoostelijke richting gaat, ligt het voor de hand te veronderstellen dat het slib op REF.2 in hoofdzaak afkomstig is van Loswal Noord.

Minder voor de hand liggend is dit voor de stations REF.3 en 5. Hoewel ook deze stations mogelijk in de invloedssfeer van de oude Loswal liggen, kan althans een deel van dit slib marien van oorsprong zijn (wellicht afkomstig van baggerwerkzaamheden in de Euro-geul). Een verschil in herkomst van het slib op enerzijds REF.2 en anderzijds REF.3 en 5 zou kunnen betekenen dat ook de mate van verontreiniging van deze stations verschilt en daarmee verklaren dat REF. 2 in tegenstelling tot REF.3 en 5, maar net als de stations V53 en REF.1 een in diverse opzichten significant andere bodemfauna heeft dan de verderaf gelegen referentiestations (REF. 4, 6 en V29). Dit vormt echter nog geen bewijs dat de significante verschillen tussen enerzijds V53, REF.1 en 2 en anderzijds de overige stations geheel aan de voormalige havenslib-lozingen in dit gebied moeten worden toegeschreven.

De stations V53, REF.1 en 2 vertoonden - in deze volgorde - in afnemende mate statistische verschillen met de meer westelijk en noordelijk gelegen stations. Met name voor makrobenthos kwamen deze verschillen bijna onveranderlijk neer op een lagere rijkdom: minder soorten, lagere relatieve fauna-abundantie en voor diverse soorten lagere specifieke dichtheden. Van de 23 soorten die afzonderlijk statistisch zijn getoetst waren er 19, die op V53 in significant lagere dichtheid voorkwamen (en vaak zelfs afwezig waren) dan op 3 of meer van de referentiestations. Voor REF.1 gold dit voor 13 soorten en voor REF.2 voor 9 soorten. Ter vergelijking, onder de overige stations kwamen significante verschillen veel minder vaak voor: op REF.4 en V29 werden bij slechts 3 soorten significant lagere dichtheden gevonden dan op andere referentiestations, op REF.3 was dit bij 2 soorten het geval en op REF.5 bij

maar 1 soort; tenslotte, REF. 6 was voor alle soorten een rijk station met uitzondering van *Macoma balthica*, die uitsluitend op de Loswal-Noord stations V53 en REF.1 werd gevonden en kennelijk heeft geprofiteerd van de veranderde omstandigheden daar.

De zeer arme fauna op V53 is ongetwijfeld te wijten aan verstoorde sediment-omstandigheden en was ook te verwachten gezien de recente stortingen daar. Meer nog dan de statistische verschillen met de "echte" referentiestations vormt het feit dat er 13 soorten waren die op V53 in significant lagere aantallen werden gevonden dan op de nabij en even ver van de kust gelegen stations REF.1 en 2 een overtuigende aanwijzing dat hier sprake is van een Loswal-effekt en dat de lage faunadichtheid op V53 niet verklaard kan worden uit een eventuele gradiënt van afnemende faunadichtheden die zich in de richting van de kust van nature kan voordoen.

In zekere zin, maar duidelijk minder overtuigend, geldt een dergelijke redenering ook voor het Loswalstation REF.1. Voor 6 soorten werden op dit station significant lagere dichtheden gevonden dan op REF.2. Anderzijds werden bij 2 soorten (*Macoma balthica* en *Spisula subtruncata*) op REF.1 juist hogere dichtheden gevonden. Met name het voorkomen van *M. balthica* wijst hier echter op een Loswal-effekt gezien het feit dat deze soort verder uitsluitend op V53 werd gevonden.

Voor station REF.2 is er nauwelijks overtuigend bewijs dat er op dit station sprake is van een Loswal-effekt. In feite bestaat er een concrete aanwijzing dat de relatief lage dichtheden die op dit station bij een aantal soorten werden geconstateerd zeer wel zouden kunnen passen in een natuurlijke gradiënt van afnemende dichtheden in de richting van de kust. Deze aanwijzing is gevonden in het deelproject Loswal Noordwest, waar op de dichtst bij de kust gelegen 8 km raai veel soorten in significant lagere dichtheden voorkwamen dan op de meer westelijk gelegen raaien. Met name op de stations 8-A,B en C die op een vergelijkbare afstand uit de kust liggen als REF. 2 waren dichtheden doorgaans laag. Teneinde na te gaan of de 9 soorten, die op REF.2 statistisch minder talrijk waren dan op de referentiestations, wat betreft hun aantalsdichtheid ook significant verschilden van de stations 8-A,B en C, is daarom voor deze soorten nog een *ad hoc* variantieanalyse uitgevoerd. Hieruit bleek dat er slechts 1 soort was (*Ensis arcuatus*) die op de stations 8A,B en C significant meer voorkwam dan op REF.2. Hierbij dient echter te worden opgemerkt dat deze soort weliswaar afwezig was op REF.2, maar ook op de stations van de 8 km raai slechts in geringe aantallen werd gevonden. Bovendien waren er 4 soorten die niet alleen op REF.2 maar ook op 8-A,B en C ontbraken, terwijl deze soorten op de meer westelijke raaien van het onderzoeksgebied Loswal Noordwest wel werden gevonden. Dit wijst erop dat er wel degelijk een loodrecht op de kust gerichte gradiënt bestaat en dat de lage dichtheden op REF.2 niet noodzakelijkerwijs als een Loswaleffekt dienen te worden geïnterpreteerd.

De resultaten van het deelproject Loswal Noord kunnen de basis vormen voor een hypothese met betrekking tot de ontwikkelingen die zich na de ingebruikneming van Loswal Noordwest, *in casu* van het perceel V29 in de faunasamenstelling zullen gaan voordoen. Te verwachten valt dat in eerste instantie door bedelving een belangrijke afname in faunarijckdom zal plaatsvinden. Bij een  $t_1$ -bemonstering zal een dergelijke afname met name te constateren zijn op het station 0-C. In hoeverre een dergelijke afname zich ook op de nabij gelegen stations 0-B, 0-D en 1-C zal voordoen is niet te voorzien. Het is ook niet uitgesloten dat verderaf gelegen stations binnen de invloedssfeer van het nieuwe stortingsgebied zullen komen te liggen. De in dit rapport beschreven  $t_0$ -situatie biedt een uitgangspunt, waaraan toekomstige ontwikkelingen kunnen worden gerelateerd. Het belang van kennis van de  $t_0$ -situatie is hoofdzakelijk daarin gelegen, dat vooraf bekend is of er in het onderzoeksgebied natuurlijke gradiënten bestaan. Binnen het netwerk van stations dat bemonsterd is bij perceel V29 blijkt dit - zoals eerder aangegeven - inderdaad het geval te zijn: in de richting van de kust deed zich in het algemeen een afname voor in de dichtheden van makrobenthos. De gradiënt manifesteerde zich met name tussen de 5- en 8-km raai. Dit kan mogelijk een complicatie betekenen met betrekking tot de interpretatie van de bij een toekomstige  $t_1$ -bemonstering te



verzamenen gegevens, in die zin dat - althans voor een aantal soorten - wellicht moeilijker zal zijn vast te stellen tot hoever een eventueel uitwaaiings-effekt van lozingen op Loswal Noordwest zich in gewijzigde aantalsdichtheden manifesteren, die niet aan een natuurlijke oorzaak kunnen worden toegeschreven. Immers, wanneer we in de  $t_1$ -situatie de faunasamenstelling op perceel V29 (en de stations daaromheen) willen beoordelen op basis van een vergelijking met stations waar (vrijwel) zeker geen verstoring heeft plaatsgehad, dan dienen zulke stations bij voorkeur een vergelijkbare faunasamenstelling te hebben als op V29 verwacht zou mogen worden in de theoretische afwezigheid van enige verstoring (lees storting van havenslib). Bij de interpretatie van de  $t_1$ -gegevens dient er dus rekening mee te worden gehouden dat de stations op de 8 km raai van nature niet zo'n faunasamenstelling hebben.

 LITERATUUR

BERGMAN, M.J.N. & J.W. VAN SANTBRINK, 1994. A new benthos dredge ('Triple-D) for quantitative sampling of infauna species of low abundance. *Neth. J. Sea Res.* 33: 129-133.

BLOOM, S.A., 1981. Similarity indices in community studies: Potential pitfalls. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 5: 125-128

DAAN, R., H. VAN HET GROENEWOUD, S.A. DE JONG & M. MULDER, 1992. Physico-chemical and biological features of a drilling site in the North Sea, 1 year after discharges of oil-contaminated drill cuttings. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 91: 37-45.

GRAY, J.S., M. ASCHAN, M.R. CARR, K.R. CLARKE, R.H. GREEN, T.H. PEARSON, R. ROSENBERG & R.M. WARWICK, 1988. Analysis of community attributes of the benthic macrofauna of Frierfjord/Langesundfjord and in a mesocosm experiment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 46: 151-165.

GULLENTOPS, F., M. MOENS, A. RINGELE & R. SENGIER, 1977. Geologische kenmerken van de suspensies en de sedimenten. In: J. NIHOUL & F. GULLENTOPS (eds.): *Mathematisch model Noordzee*. Vol. 4. *Sedimentologie*.

JONGMAN, R.H.G., C.J.F. TER BRAAK & O.F.R. VAN TONGEREN, 1987. *Data analysis in community and landscape ecology*. Pudoc, Wageningen, The Netherlands: 1-299.

RUIJTER, W.P. DE, L. POSTMA & J.M. DE KOK, 1987. *Transport atlas of the southern North Sea*. Dutch Ministry of Transport and Public Works. Tidal Waters Division. The Hague, The Netherlands. p: 1-33.

SANDERS, H.L., 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *The American Naturalist*, 102: 243-282.

SPANHOFF, R., T.J. VAN DEN HEUVEL & J.M. DE KOK, 1990. Fate of dredged material dumped off the Dutch shore. *Twenty-second Coastal Engineering Conference*. Coastal Eng. Res Council/ASCE, July 2-6, 1990/Delft, The Netherlands.

STRONKHORST, 1996. Biologische, chemische en ecotoxicologische monitoring van de T<sub>0</sub>-situatie op Loswal N en NW, 1995-96. Werkdocument RIKZ/AB-96.129. RIKZ, Den Haag.

## Tabellen en Figuren



(van 5 waarnemingen = tracks)

Tabel 2: Gemiddelde dichtheden (aantallen per 100 m2) van makrobenthos en vissoorten op Loswal Noord en de referentiestations

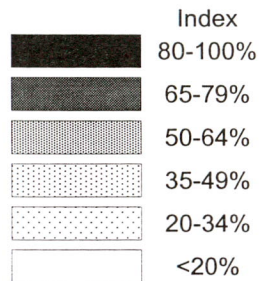
	V53	REF.1	REF.2	REF.3	REF.4	REF.5	REF.6	V29
<i>Asterias rubens</i>	2.5	0.8	42.9	44.0	1.5	21.9	17.0	6.5
<i>Echinocardium cordatum</i>			2.4	34.9	15.1	142.0	152.9	190.5
<i>Ophiura albida</i>		11.9	3003.9	4755.0	3575.6	7732.8	1122.6	6523.5
<i>Ophiura texturata</i>		0.7	413.6	31.3	13.1	316.7	5.3	31.6
<i>Angulus tenuis</i>							0.5	
<i>Chamaelea gallina</i>				7.6	10.6	12.0	19.5	25.6
<i>Ensis americanus</i>	0.8	11.9	36.3	1155.0	0.5	765.4	196.8	13.0
<i>Ensis arcuatus</i>				10.9	42.8	0.8	14.9	21.1
<i>Ensis ensis</i>				109.0	10.6	12.7	77.7	11.0
<i>Euspira poliana</i>	0.8	0.7	1.0	196.7	59.4	57.5	158.7	106.3
<i>Macoma balthica</i>	6.2	29.0						
<i>Mactra corallina</i>				1.5		1.5		
<i>Mytilus edulis</i>					0.5			
<i>Spisula elliptica</i>				1.5	20.6		9.1	48.7
<i>Spisula solida</i>					82.0	0.8	78.0	41.1
<i>Spisula subtruncata</i>	16.7	946.6	69.8	75367.3	461.5	35774.9	33673.7	4019.3
<i>Venerupis senegalensis</i>					1.5	1.5	1.0	
<i>Carcinus maenas</i>	0.4							
<i>Corystes cassivelaunus</i>		1.5	0.5	27.4	1.5	24.8	6.5	2.5
<i>Crangon almanni</i>			2.6					
<i>Crangon crangon</i>		77.9	249.9	12.7	15.1	12.0	5.5	10.5
<i>Eupagurus bernhardus</i>		7.4	11.8	9.7	7.6	4.5	10.0	9.0
<i>Liocarcinus arcuatus</i>	0.4	2.2	7.2	0.5	4.0	0.8	6.5	0.5
<i>Liocarcinus depurator</i>			20.6	21.3	9.1	45.1	17.5	2.0
<i>Liocarcinus holsatus</i>	2.0	15.6	21.3	46.1	11.6	25.6	46.6	18.5
<i>Macropodia spec.</i>		0.8			0.5			
<i>Processa spec.</i>						0.7		
<i>Thia scutellata</i>			0.5	22.8	46.8	11.3	95.7	104.5
Anemoon indet.								0.5
Platworm indet.					6.6			
<i>Sagartia spec.</i>	2.5	86.3	63.4	11.1	1.0	276.4		2.5
Weduwerroos	0.4	17.1	55.2	10.6	8.1	338.9	1.0	2.0
<i>Agonus cataphractus</i>		8.2	6.2	1.5	2.0	3.0	0.5	0.5
<i>Ammodytes tobianus</i>					18.6		1.5	0.5
<i>Arnoglossus laterna</i>		0.7	0.9		0.5	0.8		
<i>Buglossidium luteum</i>		1.5	1.0		1.5	6.0	10.5	
<i>Callionymus lyra</i>			1.0	4.5		0.8		
<i>Callionymus reticulatus</i>				0.5			1.0	
<i>Eutrigia gurnardus</i>								0.5
<i>Gadus morhua</i>		3.0	0.9	0.5				
<i>Limanda limanda</i>		5.2	8.5	6.1	17.0	7.5	14.0	0.5
<i>Merlangius merlangus</i>			0.5					
<i>Platichthys flesus</i>			0.5	0.5				
<i>Pleuronectes platessa</i>	0.4	9.6	4.4	5.1	3.5	3.0	0.5	3.0
<i>Pomatoschistus spec.</i>	0.4	16.3	11.7	30.5	4.5	9.8	12.5	4.5
<i>Scophthalmus maximus</i>					0.5			0.5
<i>Solea solea</i>		3.0	1.9	1.5	0.5	3.0	0.5	1.5
<i>Syngnathus rostellatus</i>								0.5
<i>Trachinus vipera</i>					0.5		0.5	0.5

	REF. 1	REF. 2	REF. 3	REF. 4	REF. 5	REF. 6	V29
V53	26	14	5	13	6	6	10
REF. 1		47	25	41	29	29	36
REF. 2			37	60	47	33	49
REF. 3				43	78	74	55
REF. 4					46	49	72
REF. 5						77	62
REF. 6							61

Tabel 3: Loswal Noord en referentiestationen

Bray-Curtis index voor de mate van gelijkheid (%) in de faunasamenstelling van de bemonsterde stations.

De index is berekend na wortel-transformatie van de soort-specifieke dichtheden.









1 track per meetpunt (n=1)

Tabel 6: Dichtheden (aantallen per 100 m2) van makrobenthos en vissoorten op de stations rond Loswal Noordwest.




	0A	0B	0C	0D	0E	1A	1B	1C	1D	1E	2A	2B	2C	2D	2E	3A	3B	3C	3D	3E	5A	5B	5C	5D	5E	8A	8B	8C	8D	8E	
	(V29)																														
<i>Asterias rubens</i>	2	2	8	5		18	10	20	5	5	20	12	20	33	3	22	12	15	5	2	3	15		8	58	2	5	2	35	10	
<i>Echinocardium cordatum</i>	28	172	182	37	163	33	20	101	23	20	22	94	100	96	15	47	30	100	37		10	32	53	138	25	2		2	5	20	
<i>Ophiura albida</i>	844	6993	7449	2956	3245	1256	5078	5247	1330	2166	3674	4605	4542	5081	4200	359	1648	2986	9098	3773	720	270	12336	2444	4097	260	108	87	3075	853	
<i>Ophiura texturata</i>	7	2	8	5	8	123	3	27	5	13	5		3	23	5	2	5	12	5	12	15	2	28	25	15	5	23	2	10		
<i>Angulus tenuis</i>																							5			15		2			
<i>Chamaelea gallina</i>	14	15	43	22	18	50	10	25	40	10	55	27	48	18	40	22	17	32	10	22		20	10	33	15				2	7	
<i>Ensis americanus</i>	26	15	5	20	53	784	1582	39	28	10	751	199	90	655	28	489	347	70	40	40	964	516	302	421	14461	260	141	40	1398	397	
<i>Ensis arcuatus</i>		22	33	35	3		83	15	25		10	27	15	10	20	20	50	5	20	15		10				20	5				
<i>Ensis ensis</i>	7	0	3	10	45	13	81	7	13	5	50	30	13		15	30	10	2			10									40	
<i>Euspira poliana</i>	42	162	142	60	123	65	48	173	58	40	17	32	83	272	43	17	10	42	77	67	5	2	10	30	10					2	
<i>Mactra corallina</i>																			2											2	
<i>Spisula elliptica</i>	2	12	89	7	5	8	3	15	28	23		5	33	10	38				5	15	17		10								
<i>Spisula solida</i>	12	5	38	12	13	5	5	59	81	60		20	60	20	88				10	10	62			43							
<i>Spisula subtruncata</i>	1140	3534	2895	2839	32852	2351	1819	3654	2043	1607	624	355	809	15817	1176	404	337	426	1204	1972	61	506	1240	1778	3716	170		57	1762	620	
<i>Venerupis senegalensis</i>													5																		
<i>Corystes cassivelaunus</i>		7	5	7	8	10	10	2	3	5	10	2	3	5	3	5		5	7	10	5	10	5	3	25					2	
<i>Crangon crangon</i>	35	12	10	5	5	13	10	5	3	13	42	12	8	3	10	20	5	7	5	17	41	22		3		255	45		5	10	
<i>Eupagurus bernhardus</i>	2	7	5	7	10	10		17	8	8	15	5	13	3	10	12		10	2	12	13	12	13		13	5	5		2	17	
<i>Liocarcinus arcuatus</i>					3											7					10	5	3						7	30	
<i>Liocarcinus depurator</i>	2			2	3	3	3	5	13	3	7	7	3	3	5	17	2	2	5	10	3	2		3	20			20	12		
<i>Liocarcinus holsatus</i>	7	15	18	12	38	23	20	15	10	15	10	7	10	28	8	15	15	12	10	10	18	10	5	15	25	7	10		20	17	
<i>Macropodia spec.</i>													3															5			
<i>Processa spec.</i>													3																		
<i>Thia scutellata</i>	5	40	144	45	88	28	30	108	58	13	20	72	65	76	50	10	22	25	62	45	15	10	20	55	8		23	2	2	30	
dwarsgestreepte anemoon		2			3		3	2														2									
slibanemoon		2		10		3	3							10		2	5	7	2				3		3						
wedueroos	2	5		5					5	8	5	5	13				2	2		2		2		5	3	2	3	2			
<i>Agonus cataphractus</i>							3		3					3		2		2													
<i>Ammodytes tobianus</i>									3	5					3					2						2	3				
<i>Arnoglossus laterna</i>								2	3	3	5					2						2			3					2	
<i>Buglossidium luteum</i>				8	3	3	2	8	8	2			5	5	8	5						5	3	3						7	
<i>Callionymus lyra</i>	2					3	3			8		5			3						2		3			5	3				
<i>Callionymus reticulatus</i>																2						2		3			5				
<i>Gadus morhua</i>						3					2					2	2				3	2		3				3		2	
<i>Limanda limanda</i>	2	7		5	8	5		2	3	5	7	2	3	3	5	2		2		10	5	12	5	10	8	5	x		17	10	
<i>Pleuronectes platessa</i>	2	2				3	3	5	5	8				3	3				2		2		3	5	8	5	5	2		5	
<i>Pomatoschistus spec.</i>	7	12		2	13	30	8	7	5		7	10	5	13	3	25	10	2	2	20	38	25	33	3	3	65	30	2	65	40	
<i>Solea solea</i>			3			5	3	7		5	2	2					2				3				5	2		2		5	
<i>Trachinus vipera</i>									3																						

	<b>E</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>B</b>
<b>A</b>	68	71	73	84
<b>E</b>		72	84	77
<b>C</b>			85	83
<b>D</b>				84

Tabel 7: Loswal Noordwest

Bray-Curtis index voor de mate van gelijkheid (%) in de faunasamenstelling op de 5 oost-west raaien

De index is berekend na wortel-transformatie van de soort-specifieke dichtheden

	Index
	80-100%
	65-79%
	50-64%

	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>8</b>	50	66	72	62	67
<b>0</b>		68	75	85	77
<b>5</b>			80	77	79
<b>3</b>				83	85
<b>2</b>					89

Tabel 8: Loswal Noordwest

Bray-Curtis index voor de mate van gelijkheid (%) in de faunasamenstelling op de 6 noord-zuid raaien

De index is berekend na wortel-transformatie van de soort-specifieke dichtheden

	8C	8A	5A	5B	3A	8E	3B	8D	2D	5E	0E	5C	0A	1A	2A	1B	5D	3D	3C	V29	2B	0B	2C	1E	1D	1C	3E	0D	2E
8B	53	64	61	56	49	47	47	38	26	24	21	33	44	42	43	31	39	30	41	22	40	29	34	36	37	30	40	32	35
8C		59	56	54	49	48	45	37	23	22	22	30	51	36	38	30	35	31	39	25	37	30	34	39	38	30	36	33	36
8A			65	64	61	56	59	49	32	32	26	42	53	48	51	41	46	39	46	31	50	37	41	44	44	36	44	40	43
5A				70	69	73	66	66	44	47	34	52	60	68	66	56	58	44	55	37	54	42	47	53	49	44	49	46	49
5B					87	80	73	60	49	47	41	54	66	71	74	59	63	51	64	44	62	51	61	59	62	54	47	58	58
3A						80	75	61	50	47	41	55	63	69	74	61	62	52	67	45	66	49	61	56	63	53	55	58	57
8E							74	67	50	50	46	60	70	72	74	63	66	55	64	47	66	52	63	64	67	56	59	59	63
3B								66	54	51	44	60	69	71	77	69	73	62	76	55	76	58	67	65	68	60	62	69	65
8D									62	69	51	66	60	74	76	77	78	62	65	59	64	61	63	67	61	64	72	69	65
2D										63	80	62	50	67	63	71	68	66	62	70	65	74	67	58	61	78	66	69	64
5E											51	58	47	63	64	68	62	55	54	57	55	62	55	56	53	65	60	62	56
0E												51	48	56	54	57	58	55	57	62	55	66	59	55	57	68	61	66	59
5C													58	64	68	70	69	82	65	69	68	73	68	62	57	68	67	64	70
0A														72	65	62	70	67	72	55	65	62	68	78	77	63	70	73	74
1A															75	76	78	64	69	65	66	67	68	74	77	71	72	76	69
2A																78	75	67	78	63	81	65	79	69	67	69	74	72	76
1B																	74	75	69	72	76	74	74	69	69	75	74	75	76
5D																		69	77	70	74	71	76	79	78	75	78	79	76
3D																			73	81	76	83	79	70	70	78	78	77	82
3C																				69	84	71	83	75	72	73	78	82	79
V29																					72	89	78	70	71	86	77	80	77
2B																						72	87	69	69	76	76	75	81
0B																							76	70	71	87	80	83	76
2C																								75	77	83	82	79	88
1E																									84	75	81	80	82
1D																										77	82	83	84
1C																											82	81	81
3E																												86	87
0D																													82

Tabel 9: Loswal Noordwest

Bray-Curtis index voor de mate van gelijkheid (%) in de faunasamenstelling aangetroffen op de 30 bemonsterde stations

De index is berekend na worteltransformatie van de soort-specifieke dichtheden.

Index



Tabel 10: Loswal Noordwest: aantallen soorten makrobenthos en vissen per station (1 schaaf trek van ca. 180 m) en per raai

aantal makrobenthos soorten (in totaal 27 soorten gevonden)

raai	0	1	2	3	5	8	totaal o-w raaien
<b>A</b>	17	18	17	18	14	12	22
<b>B</b>	20	19	18	16	20	11	23
<b>C</b>	17	19	21	20	13	9	25
<b>D</b>	20	19	18	19	16	13	22
<b>E</b>	19	18	18	17	15	16	23
<b>totaal n-z raaien</b>	22	21	22	22	23	21	

aantal soorten vissen (in totaal 12 soorten gevonden)

raai	0	1	2	3	5	8	totaal o-w raaien
<b>A</b>	4	7	6	7	6	7	11
<b>B</b>	3	6	4	4	6	5	10
<b>C</b>	1	6	3	3	6	3	9
<b>D</b>	2	7	5	4	5	4	11
<b>E</b>	3	8	6	3	5	5	9
<b>totaal n-z raaien</b>	6	11	10	11	9	10	

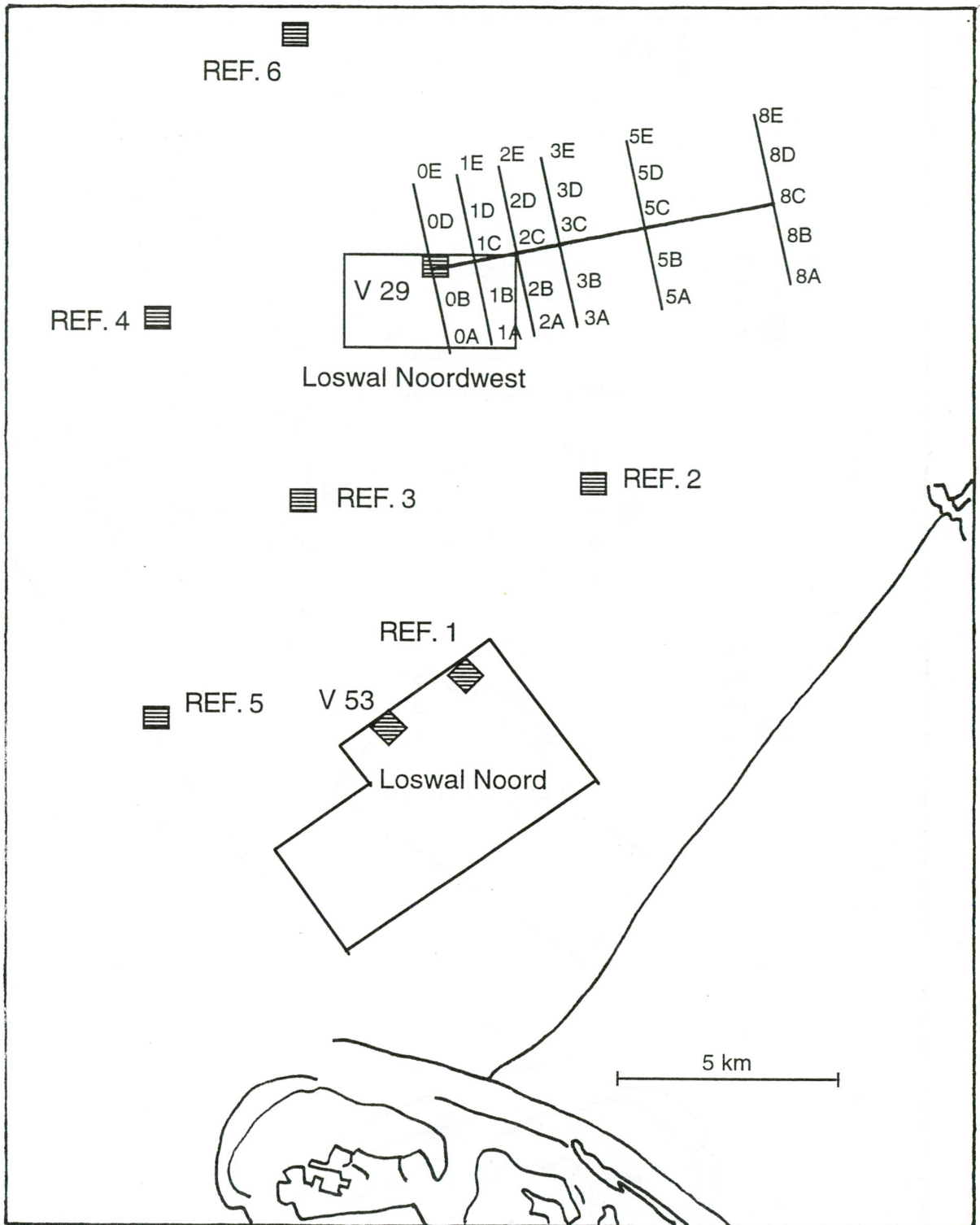


Fig. 1: Ligging van Loswal Noord en Loswal Noordwest en de monsterstations ten opzichte van de Zuid-Hollandse kust.

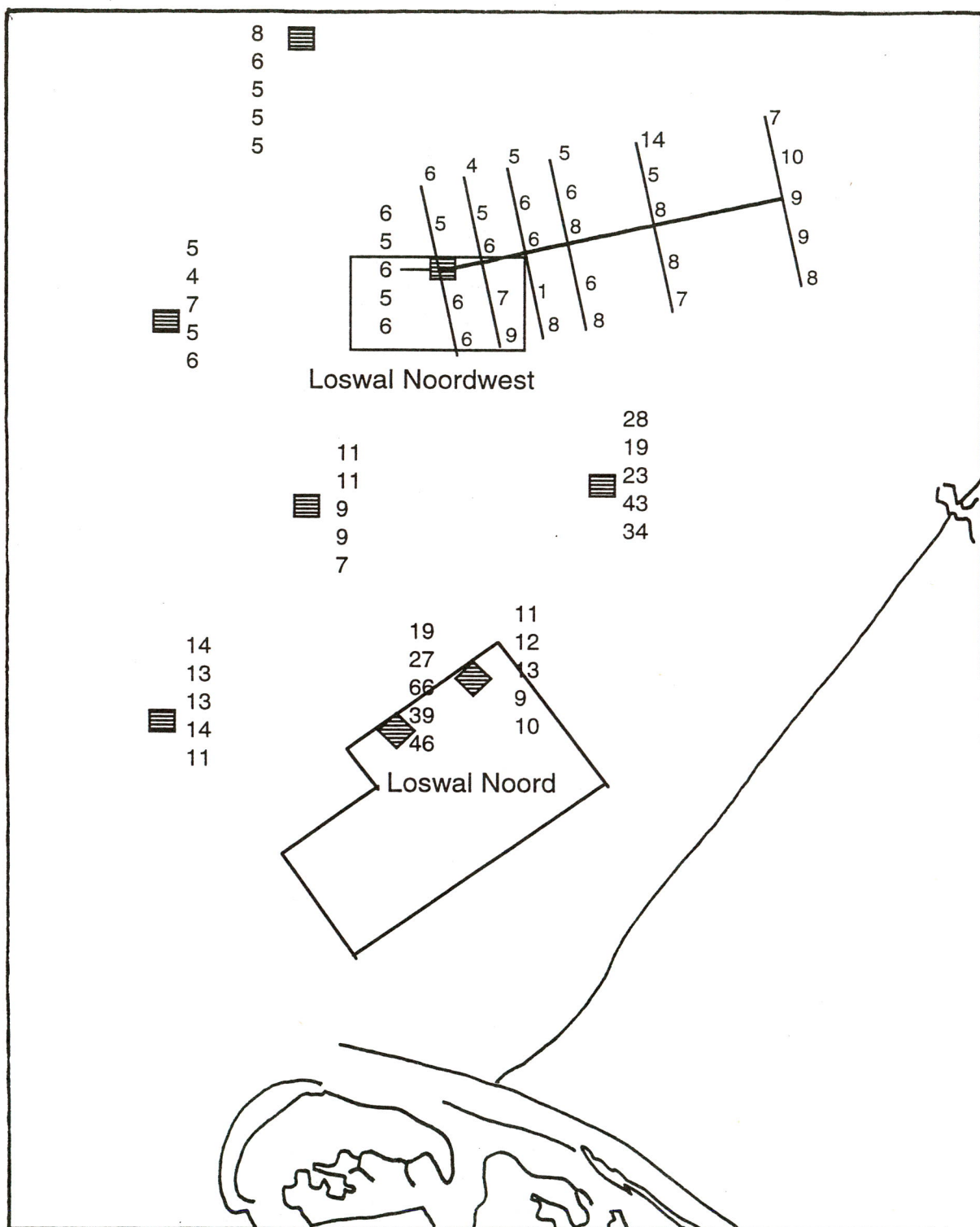


Fig. 2: Slibgehalten (totale fraktie <math><63 \mu\text{m}</math>, %) van het sediment op en rond Loswal Noord en Loswal Noordwest.

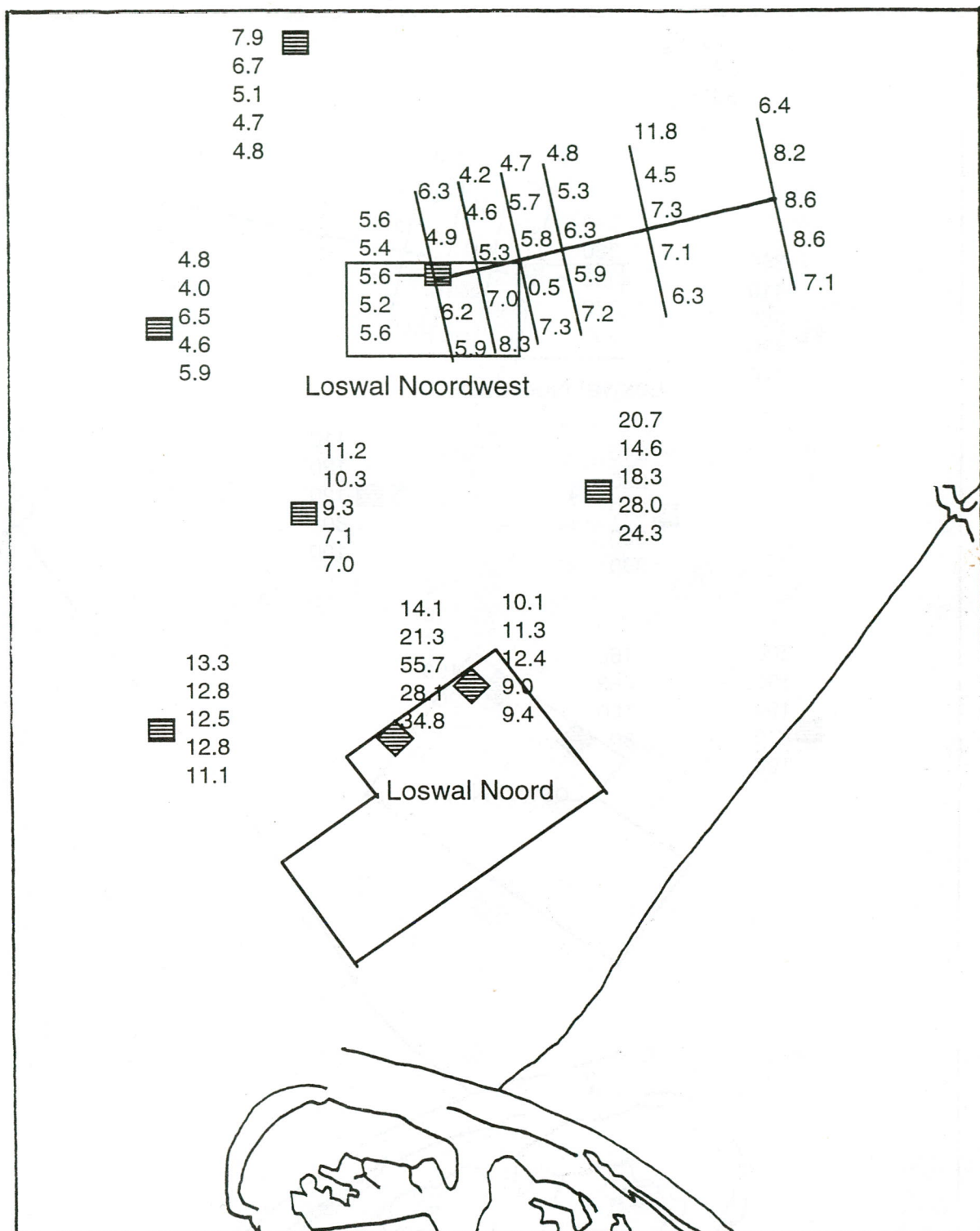


Fig. 3: Slibgehalten (totale fraktie  $< 16 \mu\text{m}$ , %) van het sediment op en rond Loswal Noord en Loswal Noordwest.

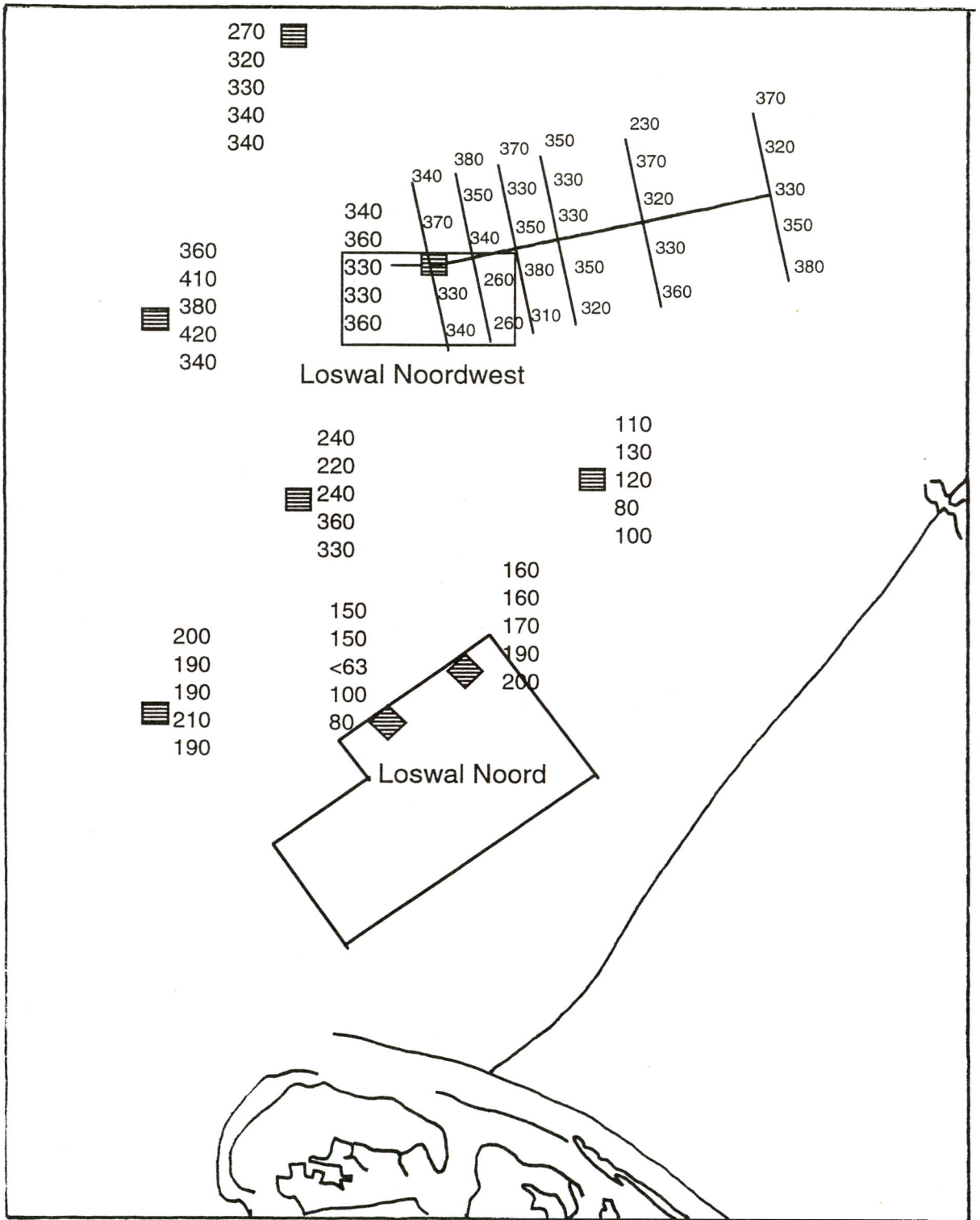


Fig. 4: Mediane korrelgrootte (µm) van het sediment (inclusief de slibfractie) op en rond Loswal Noord en Loswal Noordwest.



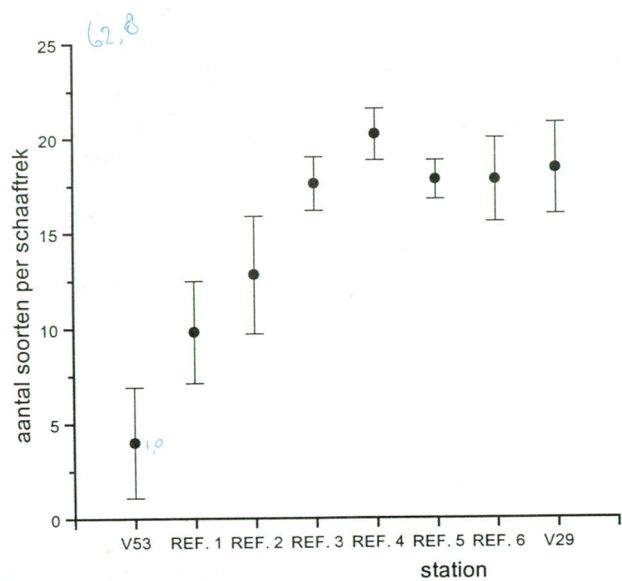


Fig. 5.: Makrobenthos Loswal Noord en referentiestations  
Gemiddeld aantal soorten per schaaftrek + 95%  
betrouwbaarheidsgrenzen.

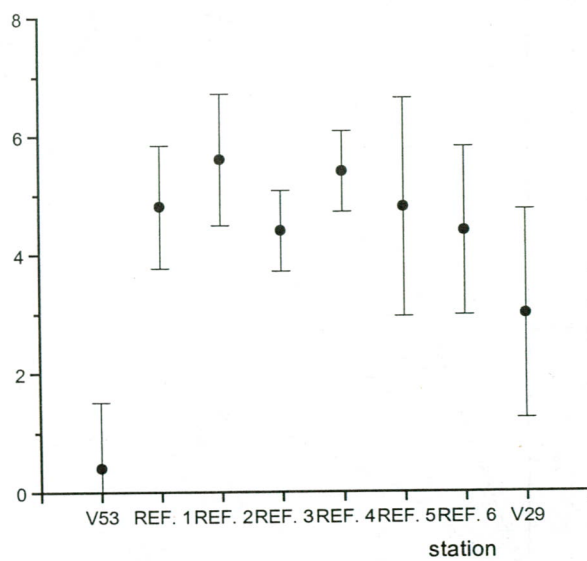


Fig. 6: Vissen op Loswal Noord en referentiestations  
Gemiddeld aantal soorten per schaaftrek + 95%  
betrouwbaarheidsgrenzen.

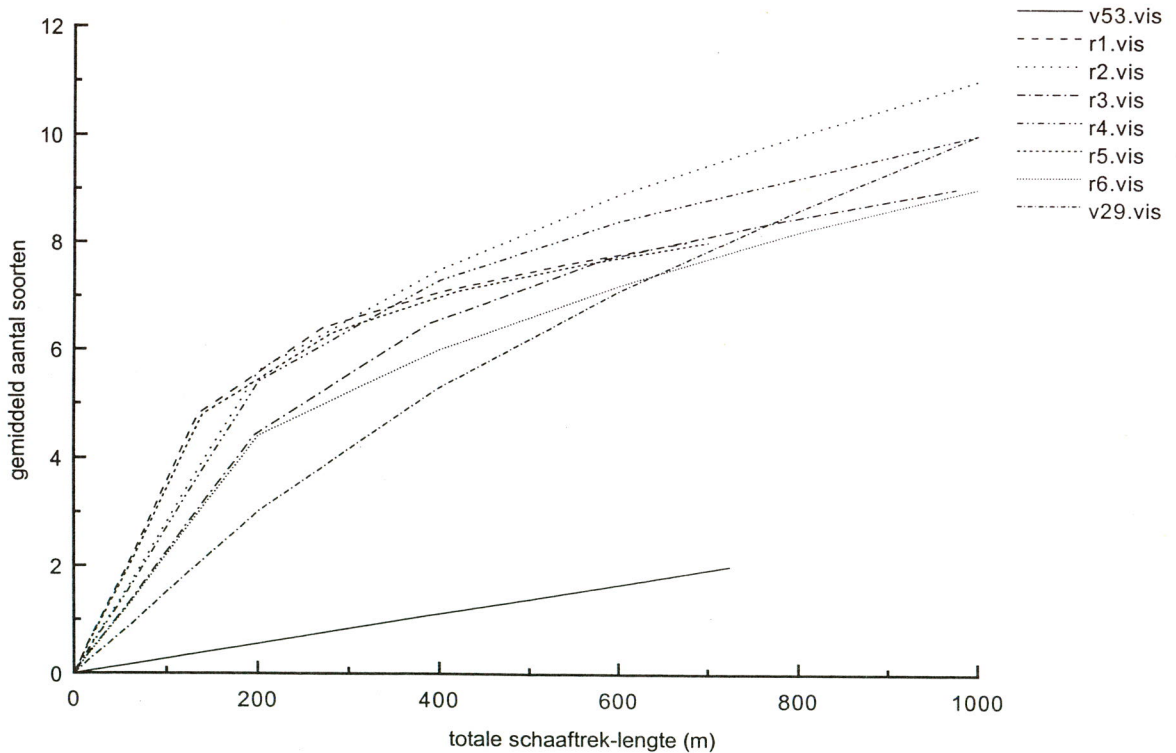
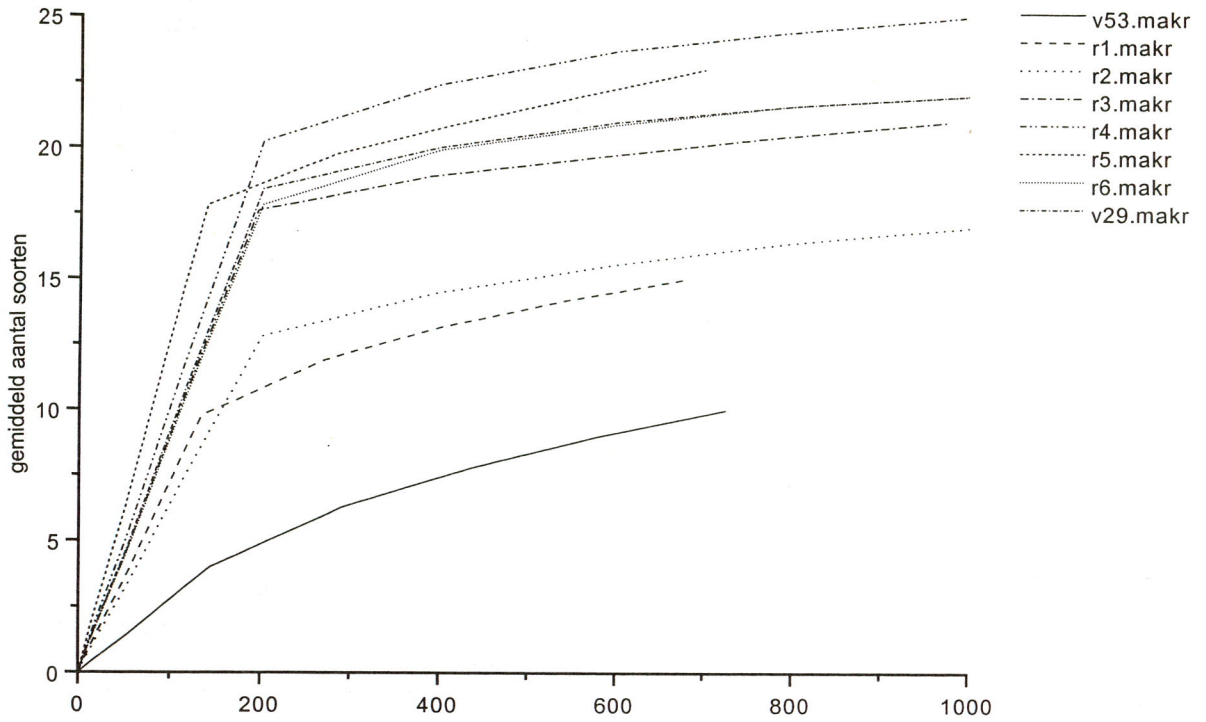


Fig. 7: Rarefaction curves voor makrobenthos (boven) en vissen (onder). Per station is het gemiddeld aantal soorten uitgezet dat is aangetroffen nadat een toenemend aantal schaaftrekken is uitgevoerd, resp. een toenemend aantal meters bodem met de schAAF is bemonsterd.

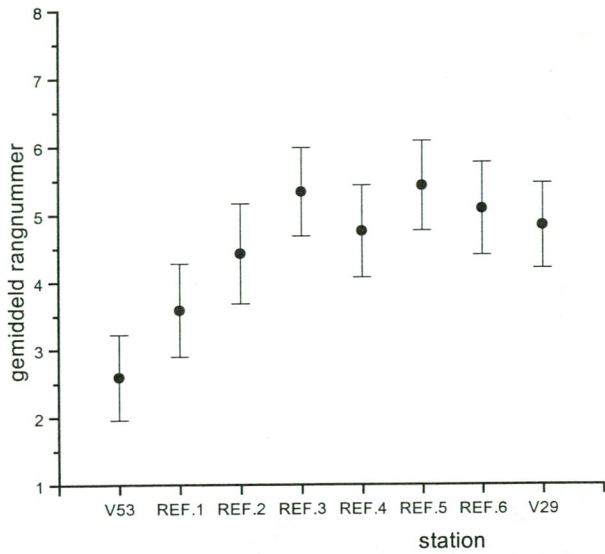


Fig. 8: Relatieve abundantie van makrobenthos op Loswal Noord en de referentiestations.

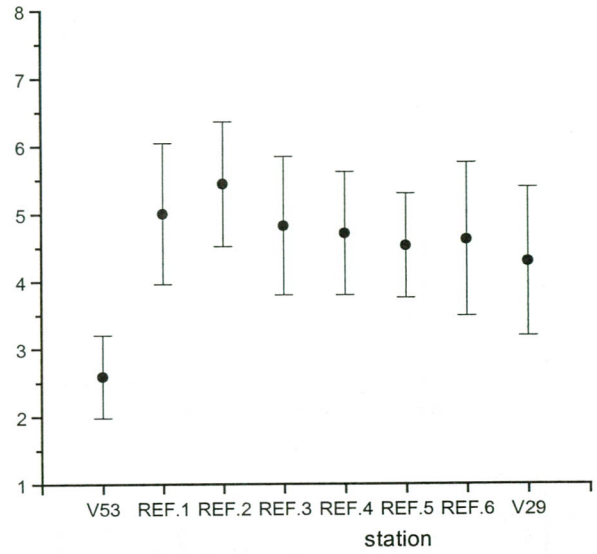


Fig. 9: Relatieve abundantie van vissen op Loswal Noord en de referentiestations.

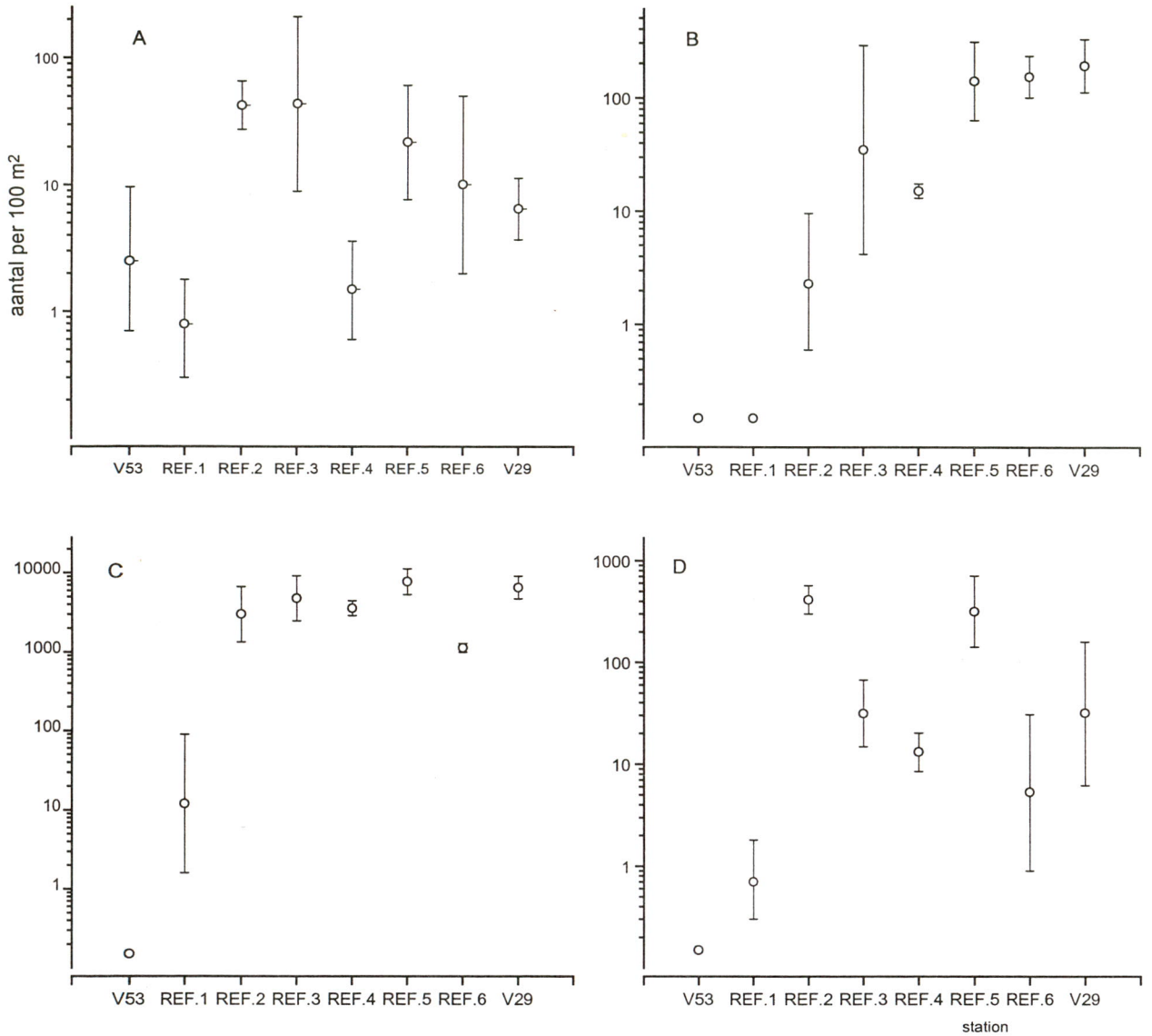


Fig. 10A-D: Gemiddelde dichtheden van 4 soorten stekelhuidigen (Echinodermata) op Loswal Noord en de referentiestations. De 95% betrouwbaarheidsgrenzen zijn aangegeven.

- A: gewone zeester (*Asterias rubens*)
- B: hartegel (*Echinocardium cordatum*)
- C: kleine slangster (*Ophiura albida*)
- D: gewone slangster (*Ophiura texturata*)

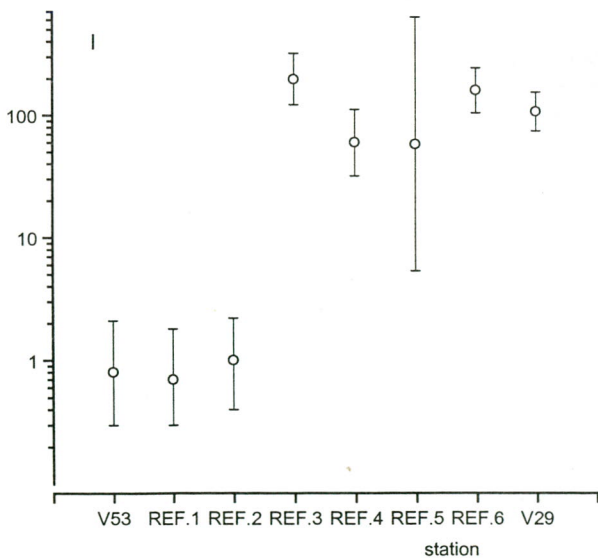
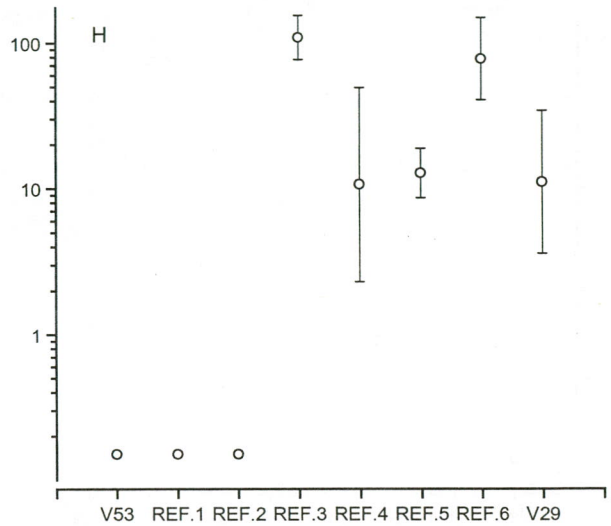
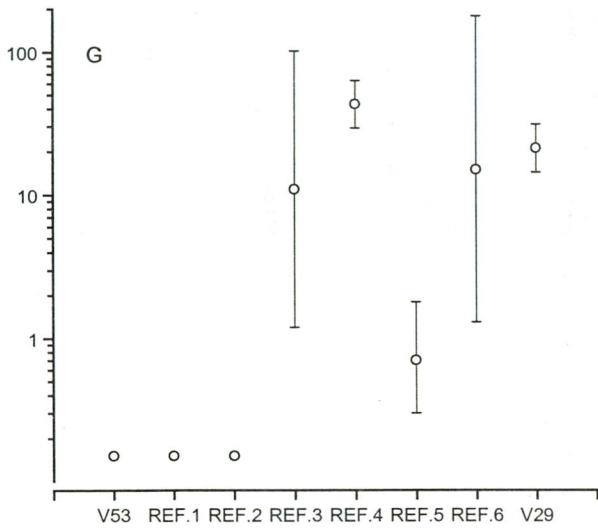
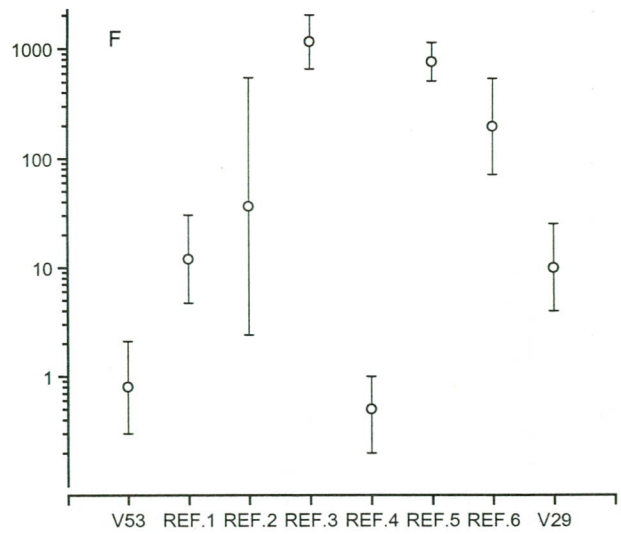
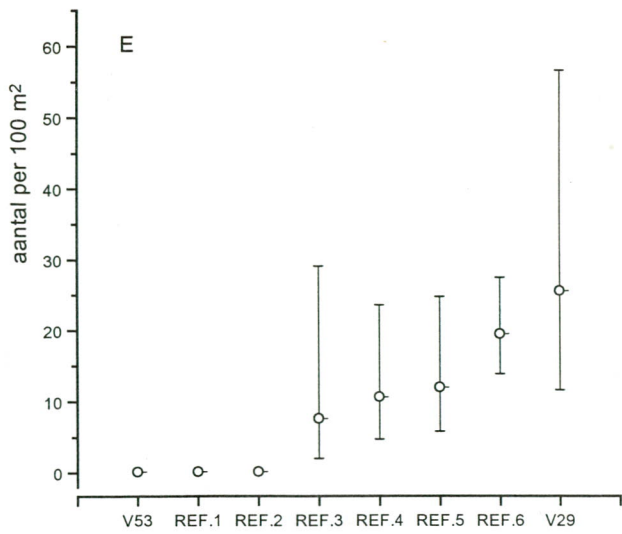


Fig. 10E-I: Gemiddelde dichtheden van schelpdieren (Mollusca) op LoswalNoord en de referentiestations. De 95% betrouwbaarheidsgrenzen zijn aangegeven.

E: venusschelp (*Chamaelea gallina*)

F: Amerikaanse zwaardschede (*Ensis americanus*)

G: grote zwaardschede (*Ensis arcuatus*)

H: kleine zwaardschede (*Ensis ensis*)

I: tepelhoren (*Euspira poliana*)

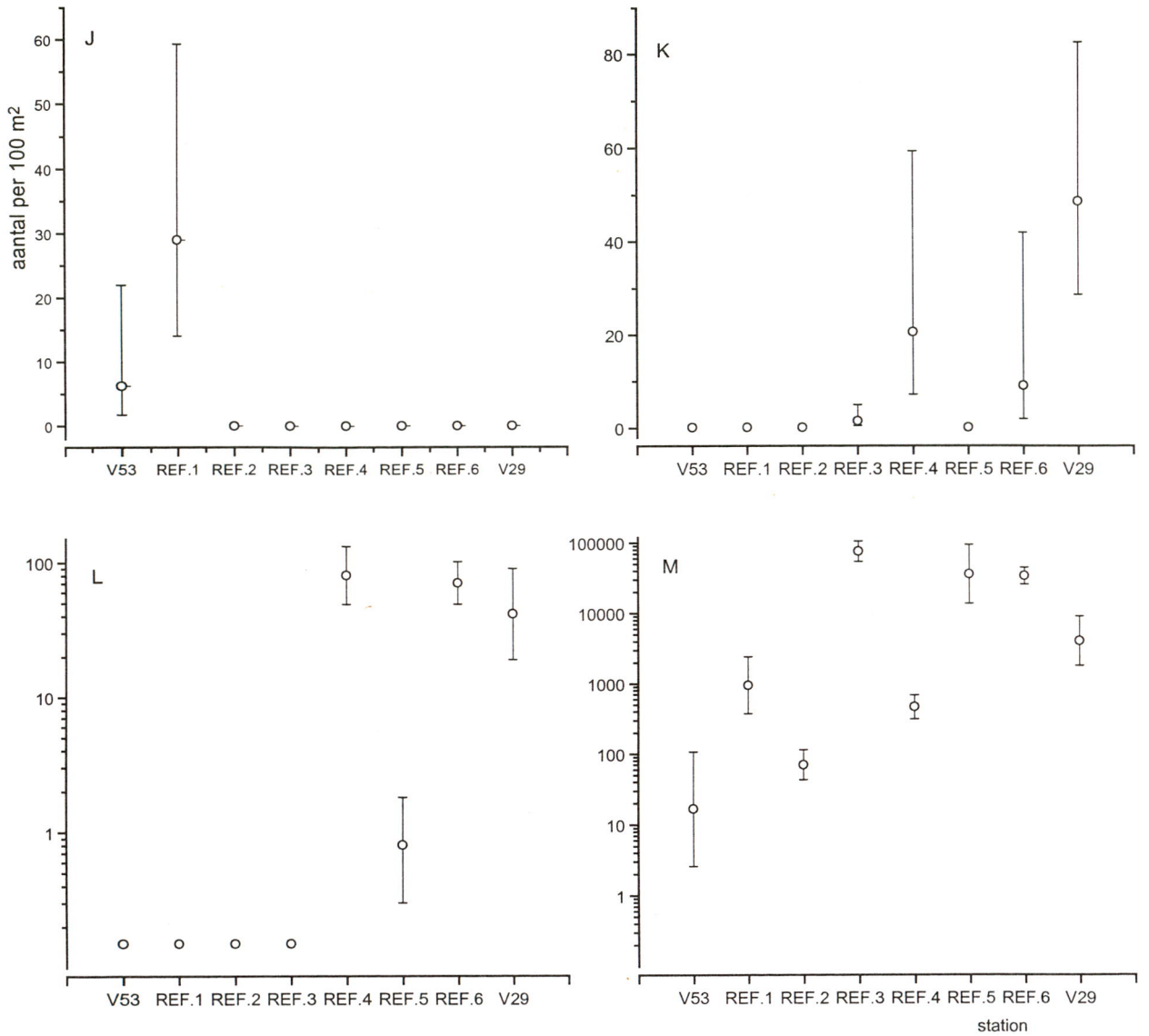


Fig. 10J-M: Gemiddelde dichtheden van schelpdieren (Mollusca) op Loswal Noord en de referentiestations. De 95% betrouwbaarheidsgrenzen zijn aangegeven.

J: nonnetje (*Macoma balthica*)

K: ovale strandschelp (*Spisula elliptica*)

L: stevige strandschelp (*Spisula solida*)

M: halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*)

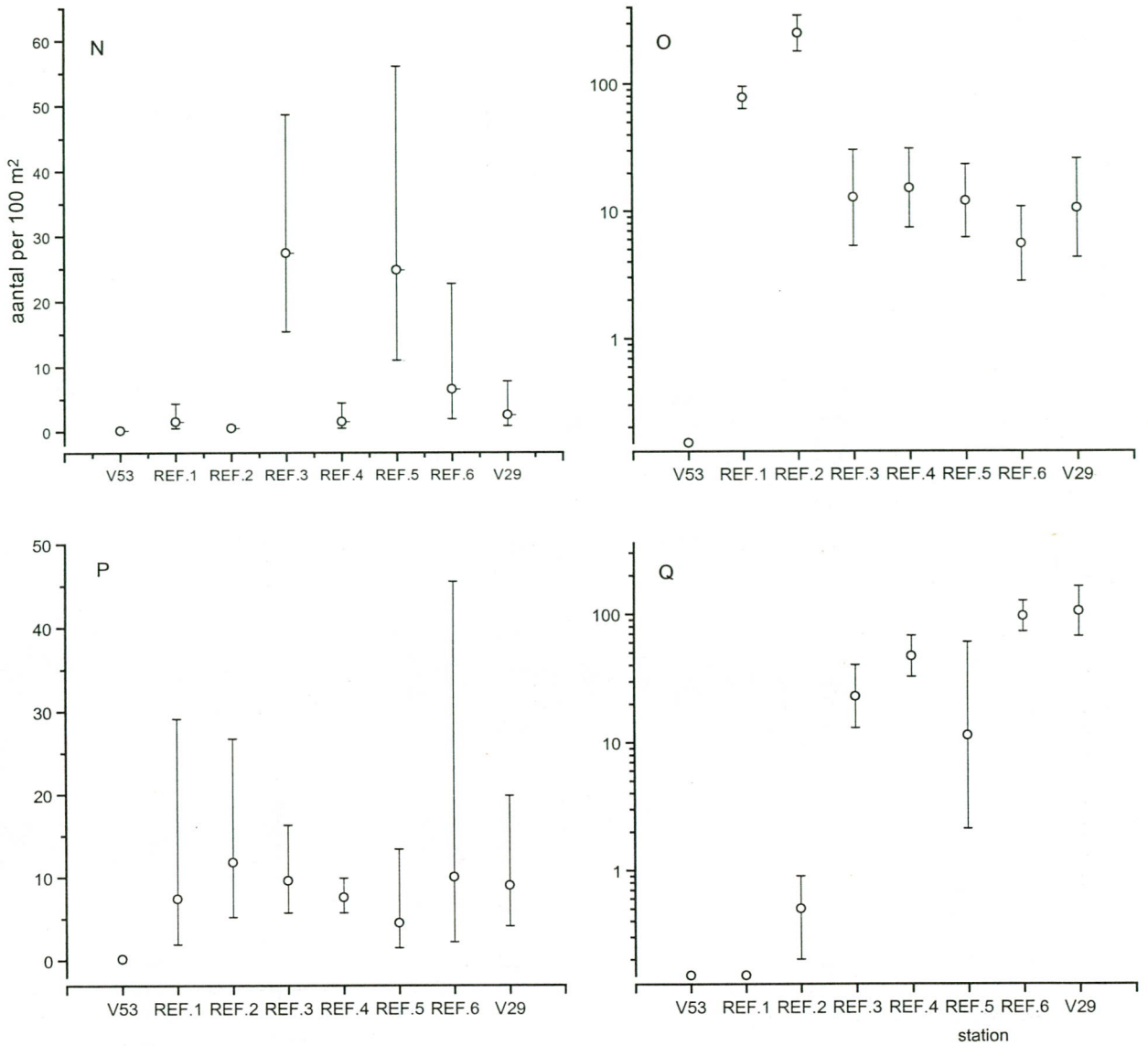


Fig. 10N-Q: Gemiddelde dichtheden van 4 soorten kreeftachtigen (Crustacea) op Loswal Noord en de referentiestations. De 95% betrouwbaarheidsgrenzen zijn aangegeven.

N: helmkrab (*Corystes cassivelaunus*)

O: garnaal (*Crangon crangon*)

P: heremietkreeft (*Eupagurus bernhardus*)

Qr: nagelkrabbetje (*Thia scutellata*)

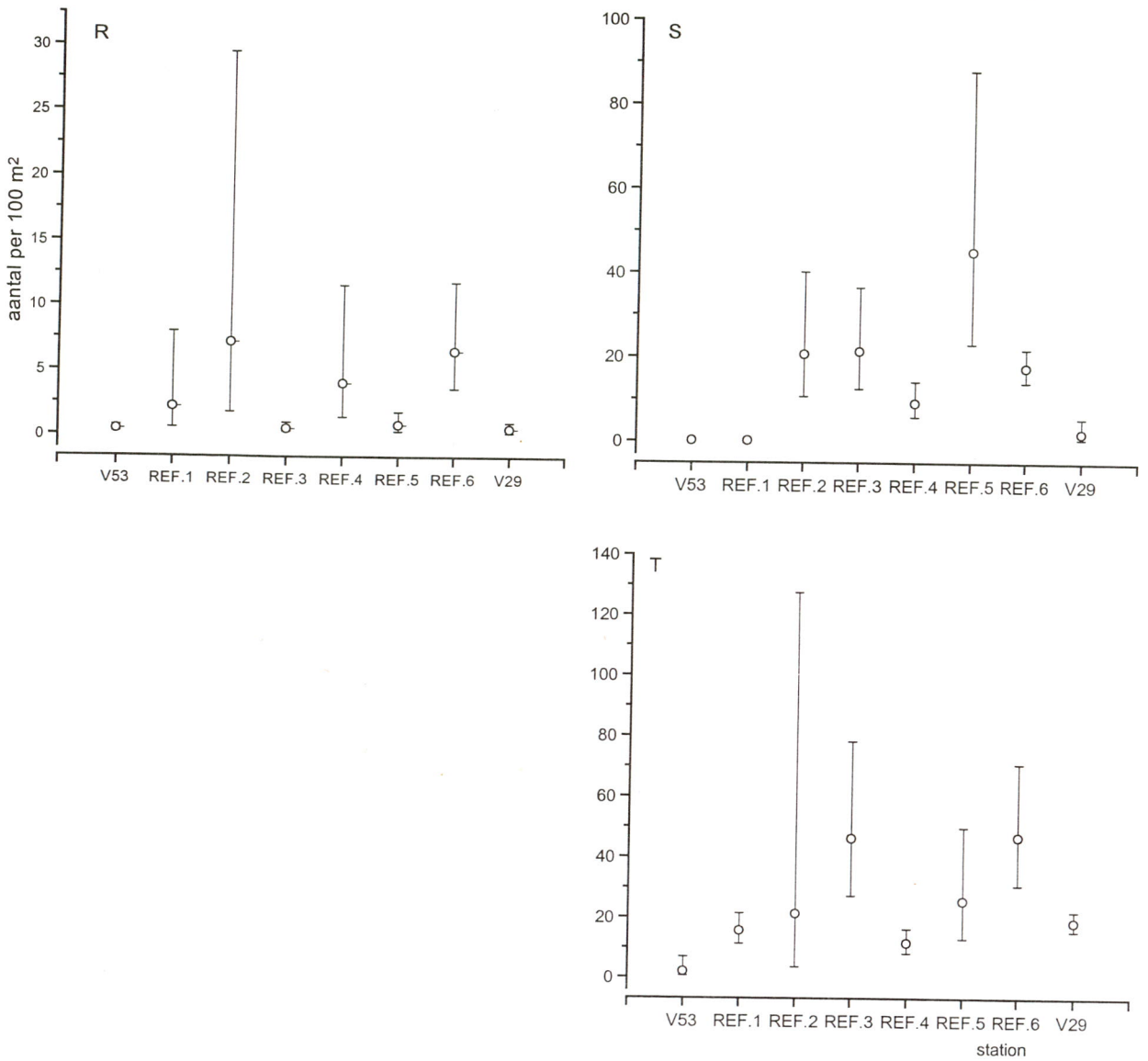


Fig. 10R-T: Gemiddelde dichtheden van 3 soorten kreeftachtigen (Crustacea) op Loswal Noord en de referentiestationen. De 95% betrouwbaarheidsgrenzen zijn aangegeven.

R: gewimperde zwemkrab (*Liocarcinus arcuatus*)

S: blauwpootzwemkrab (*Liocarcinus depurator*)

T: gewone zwemkrab (*Liocarcinus holsatus*)



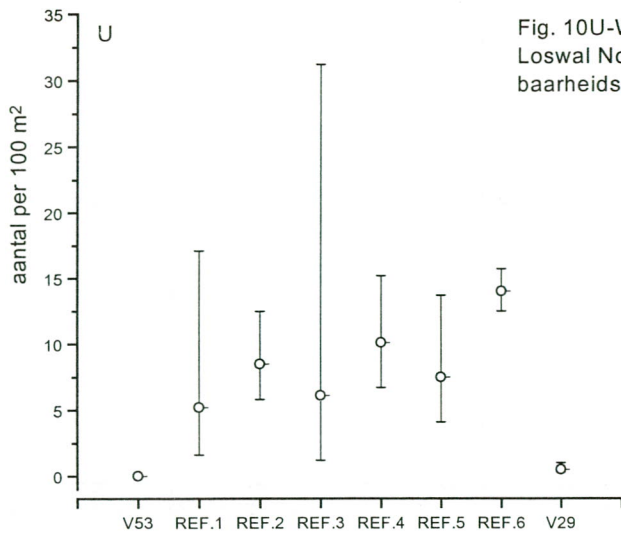
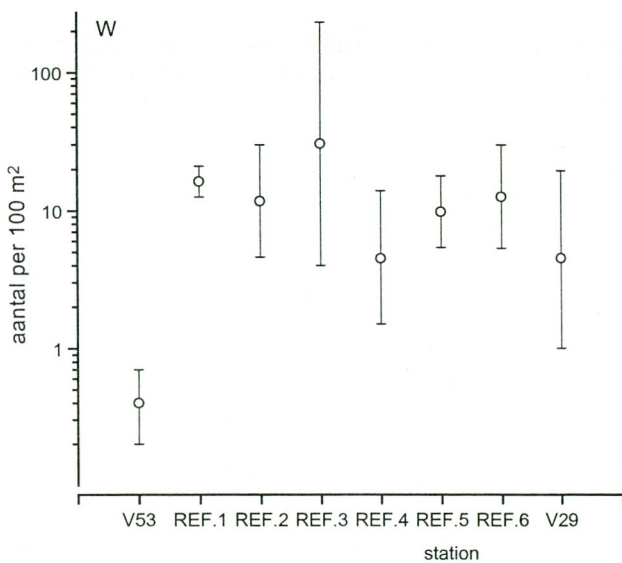
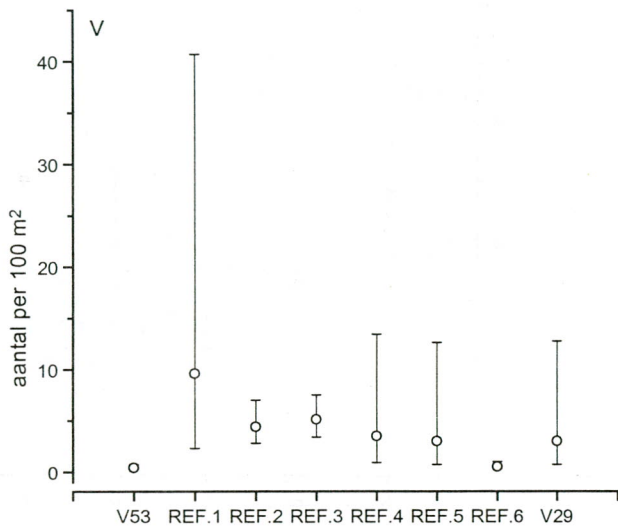


Fig. 10U-W: Gemiddelde dichtheden van 3 vissoorten op Loswal Noord en de referentiestationen. De 95% betrouwbaarheidsgrenzen zijn aangegeven.



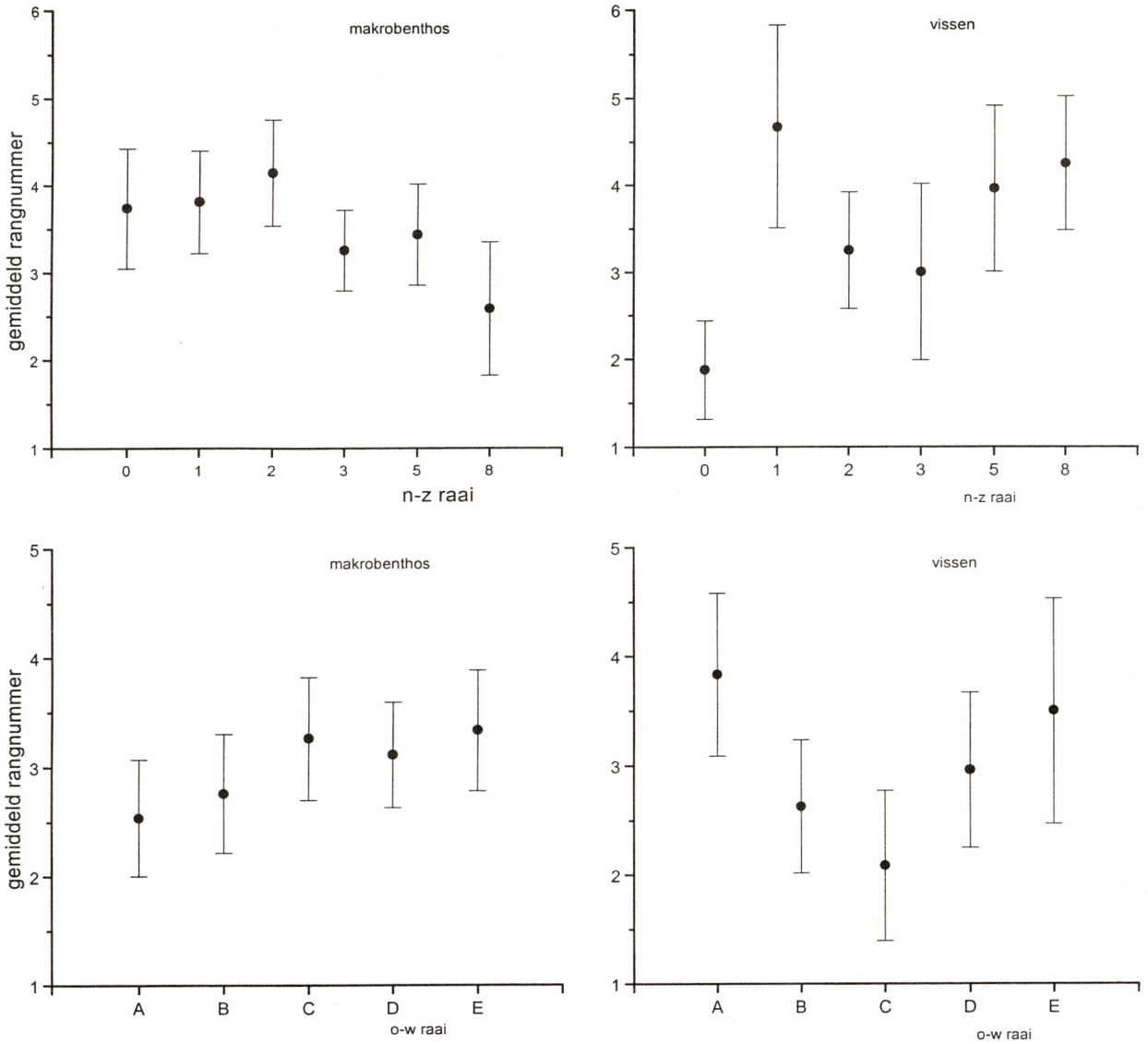


Fig. 11: Loswal Noordwest. Relatieve abundantie van makrobenthos op de noord-zuid raaien (linksboven), van vissen op de noord-zuid raaien (rechtsboven), van makrobenthos op de oost-west raaien (linksonder) en van vissen op de oost-west raaien (rechtsonder).

A <i>Asterias rubens</i> (gemiddeld 12 ind. per 100 m <sup>2</sup> )							ANOVA / Tukey HSD test
	0	1	2	3	5	8	
E	0	5	3	2	58	10	-
D	5	5	33	5	8	35	
C	8	20	20	15	0	2	
B	2	10	12	12	15	5	
A	2	18	20	22	3	2	

B <i>Echinocardium cordatum</i> (gemiddeld 54 ind. per 100 m <sup>2</sup> )							
	0	1	2	3	5	8	
E	163	20	15	0	25	20	raai 8 vs. 2
D	37	23	96	37	138	5	
C	182	101	100	100	53	2	
B	172	20	94	30	32	0	
A	28	33	22	47	10	2	

C <i>Ophiura albida</i> (gemiddeld 3360 ind. per 100 m <sup>2</sup> )							
	0	1	2	3	5	8	
E	3245	2166	4200	3773	4097	853	raai 8 vs. 0 en 2
D	2956	1330	5081	9098	2444	3075	
C	7449	5247	4542	2986	12336	87	
B	6993	5078	4605	1648	270	108	
A	844	1256	3674	359	720	260	

D <i>Ophiura texturata</i> (gemiddeld 13 ind. per 100 m <sup>2</sup> )							
	0	1	2	3	5	8	
E	8	13	5	12	15	0	-
D	5	5	23	5	25	10	
C	8	27	3	12	28	2	
B	2	3	0	5	2	23	
A	7	123	5	2	15	5	

Fig. 12A-D. Loswal Noordwest. Abundantiepatronen van 4 makrobenthossoorten rond het (omlijnde) perceel V29. De getallen geven aantallen individuen per 100 m<sup>2</sup> op elk van de stations. Rechts is voor iedere soort aangegeven welke raaien op basis van ANOVA/Tukey test onderling significant verschillen ( $p < 0.05$ )

E <i>Chamaelea gallina</i> (gemiddeld 21 ind. per 100 m <sup>2</sup> )		ANOVA / Tukey HSD test					
	0	1	2	3	5	8	
E	18	10	40	22	15	7	raai 8 vs. 0,1,2,3 en 5
D	22	40	18	10	33	2	
C	43	25	48	32	10	0	
B	15	10	27	17	20	0	
A	14	50	55	22	0	0	

F <i>Ensis americanus</i> (gemiddeld 806 ind. per 100 m <sup>2</sup> )							
	0	1	2	3	5	8	
E	53	10	28	40	14461	397	raai 0 vs. 5
D	20	28	655	40	421	1398	
C	5	39	90	70	302	40	
B	15	1582	199	347	516	141	
A	26	784	751	489	964	260	

G <i>Ensis arcuatus</i> (gemiddeld 15 ind. per 100 m <sup>2</sup> )							
	0	1	2	3	5	8	
E	3	0	20	15	0	0	-
D	35	25	10	20	0	0	
C	33	15	15	5	0	0	
B	22	83	27	50	10	5	
A	0	0	10	20	0	20	

H <i>Ensis ensis</i> (gemiddeld 13 ind. per 100 m <sup>2</sup> )							
	0	1	2	3	5	8	
E	45	5	15	0	0	40	-
D	10	13	0	0	0	0	
C	3	7	13	2	0	0	
B	0	81	30	10	10	0	
A	7	13	50	30	0	0	

Fig. 12E-H. Loswal Noordwest. Abundantiepatronen van 4 makrobenthosoorten rond het (omlijnde) perceel V29. De getallen geven aantallen individuen per 100 m<sup>2</sup> op elk van de stations. Rechts is voor iedere soort aangegeven welke raaien op basis van ANOVA/Tukey test onderling significant verschillen ( $p < 0.05$ )

I <i>Euspira poliana</i> (gemiddeld 55 ind. per 100 m <sup>2</sup> )							ANOVA / Tukey HSD test
	0	1	2	3	5	8	
E	123	40	43	67	10	2	raai 8 vs. 0,1,2,3 en 5 raai 5 vs. 0,1 en 2
D	60	58	272	77	30	0	
C	142	173	83	42	10	0	
B	162	48	32	10	2	0	
A	42	65	17	17	5	0	

J <i>Spisula elliptica</i> (gemiddeld 11 ind. per 100 m <sup>2</sup> )							
	0	1	2	3	5	8	
E	5	23	38	17	0	0	raai 8 vs. 0,1 en 2
D	7	28	10	15	0	0	
C	89	15	33	5	0	0	
B	12	3	5	0	10	0	
A	2	8	0	0	0	0	

K <i>Spisula solida</i> (gemiddeld 20 ind. per 100 m <sup>2</sup> )							
	0	1	2	3	5	8	
E	13	60	88	62	0	0	raai 8 vs. 1 en 2
D	12	81	20	10	43	0	
C	38	59	60	10	0	0	
B	5	5	20	0	0	0	
A	12	5	0	0	0	0	

L <i>Spisula subtruncata</i> (gemiddeld 2930 ind. per 100 m <sup>2</sup> )							
	0	1	2	3	5	8	
E	32852	1607	1176	1972	3716	620	raai 8 vs. 0
D	2839	2043	15817	1204	1778	1762	
C	2895	3654	809	426	1240	57	
B	3534	1819	355	337	506	0	
A	1140	2351	624	404	61	170	

Fig. 12I-L. Loswal Noordwest. Abundantiepatronen van 4 makrobenthosoorten rond het (omlijnde) perceel V29. De getallen geven aantallen individuen per 100 m<sup>2</sup> op elk van de stations. Rechts is voor iedere soort aangegeven welke raaien op basis van ANOVA/Tukey test onderling significant verschillen ( $p < 0.05$ )

M <i>Corystes cassivelaunus</i> (gemiddeld 5 ind. per 100 m <sup>2</sup> )							ANOVA / Tukey HSD test
	0	1	2	3	5	8	
E	8	5	3	10	25	2	raai 8 vs. 1 en 5
D	7	3	5	7	3	0	
C	5	2	3	5	5	0	
B	7	10	2	0	10	0	
A	0	10	10	5	5	0	

N <i>Crangon crangon</i> (gemiddeld 21 ind. per 100 m <sup>2</sup> )							
	0	1	2	3	5	8	
E	5	13	10	17	0	10	raai A vs. C, D en E
D	5	3	3	5	3	5	
C	10	5	8	7	0	0	
B	12	10	12	5	22	45	
A	35	13	42	20	41	255	

O <i>Eupagurus bernhardus</i> (gemiddeld 8 ind. per 100 m <sup>2</sup> )							
	0	1	2	3	5	8	
E	10	8	10	12	13	17	-
D	7	8	3	2	0	2	
C	5	17	13	10	13	0	
B	7	0	5	0	12	5	
A	2	10	15	12	13	5	

P <i>Liocarcinus depurator</i> (gemiddeld 6 ind. per 100 m <sup>2</sup> )							
	0	1	2	3	5	8	
E	3	3	17	10	20	12	-
D	2	13	5	5	3	20	
C	0	5	3	2	0	0	
B	0	3	3	2	2	0	
A	2	3	7	17	3	0	

Fig. 12M-P. Loswal Noordwest. Abundantiepatronen van 4 makrobenthosoorten rond het (omlijnde) perceel V29. De getallen geven aantallen individuen per 100 m<sup>2</sup> op elk van de stations. Rechts is voor iedere soort aangegeven welke raaien op basis van ANOVA/Tukey test onderling significant verschillen ( $p < 0.05$ )

Q <i>Liocarcinus holsatus</i>		(gemiddeld 14 ind. per 100 m <sup>2</sup> )						ANOVA / Tukey HSD test
	0	1	2	3	5	8		
E	38	15	8	10	25	17	-	
D	12	10	28	10	15	20		
C	18	15	10	12	5	0		
B	15	20	7	15	10	10		
A	7	23	10	15	18	7		

R <i>Thia scutellata</i>		(gemiddeld 39 ind. per 100 m <sup>2</sup> )						raai 8 vs. 0
	0	1	2	3	5	8		
E	88	13	50	45	8	30		
D	45	58	76	62	55	2		
C	144	108	65	25	20	2		
B	40	30	72	22	10	23		
A	5	28	20	10	15	0		

S <i>Limanda limanda</i>		(gemiddeld 5 ind. per 100 m <sup>2</sup> )						
	0	1	2	3	5	8		
E	8	5	5	10	8	10	-	
D	5	3	3	0	10	17		
C	0	2	3	2	5	0		
B	7	0	2	0	12	x		
A	2	5	7	2	5	5		

T <i>Pomatoschistus spec.</i>		(gemiddeld 17 ind. per 100 m <sup>2</sup> )						
	0	1	2	3	5	8		
E	13	0	3	20	3	40	-	
D	2	5	13	2	3	65		
C	0	7	5	2	33	2		
B	12	8	10	10	35	30		
A	7	30	7	25	38	65		

Fig. 12Q-T. Loswal Noordwest. Abundantiepatronen van 2 makrobenthossoorten en 2 vissoorten rond het (omlijnde) perceel V29. De getallen geven aantallen individuen per 100 m<sup>2</sup> op elk van de stations. Rechts is voor iedere soort aangegeven welke raaien op basis van ANOVA/Tukey test onderling significant verschillen ( $p < 0.05$ )

## CONTENTS

Samenvatting .....	1
1 Inleiding .....	3
2 Materiaal en methodes .....	4
2.1 Monstermethode .....	4
2.2 Monsterstations .....	4
2.3 Dataverwerking .....	5
3 Resultaten .....	6
3.1 Loswal Noord .....	6
3.1.1 Sedimentkarakteristieken .....	6
3.1.2 Makrofauna .....	6
3.2 Loswal Noordwest .....	9
3.2.1 Sedimentkarakteristieken .....	9
3.2.2 Makrofauna .....	10
4 Discussie .....	12
Literatuur .....	15
Tabellen en figuren .....	17