

1792

ARKIV
EKSEMPLAR

0-
81112
III

O-81112

Overvåking av sjøområdet utenfor

Utnes, Hisøy

Delrapport 5

Bløtbunnsfauna 1981-1983

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.:	0-81112
Undernummer:	III
Løpenummer:	1792
Begrenset distribusjon:	

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen
Postboks 333	Grooseveien 36	Rute 866	Breiviken 2
0314 Oslo 3	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5035 Bergen - Sandviken
Telefon (02)23 52 80	Telefon (041)43 033	Telefon (065)76 752	Telefon (05)25 53 20

Rapportens tittel: OVERVÅKING AV SJØOMRÅDET UTENFOR UTNES, HISØY. Delrapport 5. Bløttbunnsfauna 1981 - 1983.	Dato: 7. nov. 1985
	Prosjektnummer: 0-81112
Forfatter (e): Per Bie Wikander	Faggruppe: Hydroøkologisk
	Geografisk område: Aust-Agder
	Antall sider (inkl. bilag): 49

Oppdragsgiver: Interkommunalt selskap for tekniske anlegg i Arendal/Grimstad regionen (ITA)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt:

Det er foretatt en kvantitativ og kvalitativ analyse av faunaen på stasjonene i tid og rom. Materialet fra 1981 (preliminær undersøkelse 5 stasjoner) viste til dels meget høy diversitet, lavest på stasjonen nærmest utslippet. Stasjonsnettet i 1983 ble redusert til to. Diversiteten på stasjonen nær utslippet viste en markert økning i forhold til 1981. Mulige årsaker er påpekt i rapporten. Samtlige stasjoner hadde et betydelig innslag av forurensningsømfintlige arter.

4 emneord, norske:
1. Overvåkning
2. Utnes - Hisøy
3. Kommunale utslipp
4. Bunnfauna

4 emneord, engelske:
1. Monitoring
2. Utnes - Hisøy
3. Municipal Sewage
4. Benthos

Prosjektleder:

Per Bie Wikander

For administrasjonen:

Jon Knudsen

ISBN 82-577-0991-3

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
SØRLANDSAVDELINGEN

O-81112

Overvåkning av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy.
Delrapport 5. Bløtbunnsfauna 1981 og 1983.

Grimstad, 7. nov. 1985

Prosjektleder: Per Bie Wikander
Medarbeidere: Brage Rygg
Pirkko Rygg
Øystein Stokland

FORORD

I forbindelse med utslippet fra det interkommunale kloakkrenseanlegget ved Utnes på utsiden av Hisøya er ITA (Interkommunalt selskap for tekniske anlegg i Arendal/Grimstadregionen) pålagt å overvåke forurensningsforholdene i det aktuelle utslippsområdet.

I brev av 31. okt. 1980 henvendte ITA seg til NIVA hvor instituttet ble bedt om å utarbeide et programforslag.

I samarbeid med fylkesmannen ble det i mars 1981 fremlagt et programforslag. Dette omfattet både hydrografi og bunnfauna.

Foreliggende rapport omhandler bunnfauna-delen av prosjektet til og med prøvetakingen vinteren 1983/84. Prøvetakingen av bunnfauna startet opp allerede november 1981, før lokalavdelingen var opprettet. I løpet av 1982 ble prosjektet overført til lokalavdelingen.

Ved prøveinnsamlingen i 1981 ble NIVA's eget fartøy "H.H. GRAN" brukt, med cand. real. Torgeir Bakke som toktleder. I 1983 ble fiskeskøyta "VILLFUGL" av Hesnesøy brukt og undertegnede var toktleder.

Det biologiske materialet er identifisert dels av cand. scient. Øystein Stokland, Rogalandsforskning, dels av Nat. kand. Pirkko Rygg og cand real. Brage Rygg, begge NIVA.

Per Bie Wikander

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	1
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	3
1.1. <u>Formål</u>	3
1.2. <u>Konklusjoner</u>	3
1.3. <u>Sammendrag</u>	
2. INNLEDNING	6
2.1. <u>Anvendbarhet av bløtbunnfaunaundersøkelser i resipientvurderinger</u>	6
2.2. <u>Områdebeskrivelse</u>	7
2.3. <u>Bakgrunn for, og formål med undersøkelsen</u>	9
3. MATERIALE OG METODER	10
4. RESULTATER OG DISKUSJON	12
4.1. <u>Faunaens artssammensetning</u>	12
4.2. <u>Likhet i fauna mellom de enkelte stasjonene</u>	19
4.3. <u>Artsmangfold</u>	21
4.4. <u>Log-normal-fordeling av individantall blant arter</u>	28
5. LITTERATUR	37
6. VEDLEGG	40

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

1.1. Formål

På oppdrag fra Interkommunalt selskap for tekniske anlegg i Arendal/Grimstad-regionen (ITA) pågår en overvåkingsundersøkelse av sjøområdet ved Utnes, Hisøy. Målsettingen for undersøkelsen er dels å påvise eventuelle forurensningsvirkninger av utslippet fra det interkommunale kloakkrenseanlegget på Utnes, dels å gi grunnlag for å bedømme sjøområdet hygieniske tilstand.

Bløtbunnsdelen av prosjektet har til hensikt å påvise hvorvidt utslippet forårsaker en partikulær organisk belastning/overbelastning av bunnsedimentene, som igjen kan forbruke dypvannets oksygenforråd. M.h.t. spesifikk problemstilling for bunnfaunaundersøkelsene, se pkt. 2.1.

1.2. Konklusjoner

I 1981 påvistes en moderat påvirkning av utslippet i dets nærsone. Situasjonen i 1983 viste en vesentlig forbedring. Årsakene kan være sammensatte. Utenfor utslippets nærsone er det ikke grunnlag for å hevde at utslippet har medført noen forverring av bunnmiljøet i området.

1.3. Sammendrag

Foreliggende rapport omhandler analyser av bunnfaunaen fra tokt i nov. 1981 og nov. 1983.

Toktet i 1981 hadde karakter av en preliminær undersøkelse for å bli kjent med området og på dette grunnlag velge det endelige stasjonsnett. Dette toktet omfattet fem stasjoner (se fig. 1). Undersøkelsen i 1983 omfattet kun to stasjoner hvorav en ikke var med i 1981, nemlig Sømskilen (St. 9). Sømskilen ble allikevel valgt for å få informasjon om Nidelvas påvirkning av området.

Prøvetaking har funnet sted kun en gang hvert år og ble utført ved hjelp av en 0.1 m² Petersen bunngrabb. Det ble tatt fem replikater pr. stasjon, hvorav tre ble opparbeidet av materialet fra 1981, mens alle fem ble opparbeidet av 1983-materialet. Prøvene ble vasket gjennom perforerte stålplatesikter med hulldiameter på h.h.v. 5,0 og 1,0 mm.

På hver stasjon ble det tatt en delprøve av sedimentet for eventuelt senere analyse mhp. TOC (totalt organisk carbon) etc.

De faunistiske data har blitt bearbeidet mhp. Hurlbert's og Shannon Wiener's diversitetsindekser, samt likhetsanalyser mellom alle par av stasjoner og log-normalfordeling.

Det er også foretatt en inndeling og analyse av forurensnings-tolerante og -ømfintlige arter på stasjonene.

Basert på Rygg (1985a) samt forfatterens egen erfaring er det foreliggende artsmaterialet gruppert i kategoriene "svært forureningstolerante", "forurensningstolerante" og "forurensningsømfintlige" arter.

Forurensningsømfintlige arter forekom på samtlige stasjoner med en relativ representasjon fra ca 39 til ca 55 %. Stasjon 5 (ved utslippet) hadde ca 40 % slike arter i 1981 og 44 % i 1983. Høyest andel forurensningsømfintlige arter ca 55 % fantes på St. 8 (utenfor det primære influensområde) og det laveste på St. 3 med ca 40 % (Stølsvikbassenget). De resterende prosentandeler besto da følgelig av tolerante og svært forurensningstolerante arter.

De fleste parkombinasjoner av stasjonene viste forholdsvis lav likhet (prosent similaritet). St. 5-81 og 5-83 hadde som ven-

tet høyest likhet (60 %). Lavest likhetskoeffisient hadde gjennomgående de stasjonspar som involverte St. 9, Sømskilen (fra 8 til 20 %). Dette reflekterer spesielle forhold på St. 9, som ligger i et sterkt avstengt basseng som mottar betydelige organiske tilførsler fra Nidelva. Med unntak av paret 5-81/5-83 var gjennomsnittlig likhet mellom alle par av stasjoner ca 21% med 8 % som laveste og 41 % som høyeste.

Høyt artsmangfold (diversitet) indikerer liten eller ingen forurensningsvirkning.

M.h.p. diversitet (Hurlbert $E(S_n = 100)$) ble det konstatert en markert økning på St. 5 fra 1981 til 1983 (fra 14,20 til 25,30). Det er usikkert om denne er signifikant eller er en følge av flekkvis fordeling av faunaen. Lavest diversitet over hodet hadde St. 5-81 og som ifølge Rygg (1984) må karakteriseres som moderat. Verdiene forøvrig varierte mellom 20,20 (St. 9-83) til 41,20 (St. 4A-81). Sistnevnte verdi er usedvanlig høy. M.h.p. Shannon-Wiener's diversitetsindeks lå St. 9-83 lavest med 2,37. Dernest kom St. 5-81 med 2,60 som frem til 1983 viste en økning til 3,80. Innenfor denne skalaen var det fremdeles St. 4A-81 som hadde høyest diversitet med 5,13.

God tilpassing til log-normal-fordelingen tyder på at faunaen ikke er påvirket av organisk belastning.

Stasjonene 3-81, 8-81, 4A-81 og 7-81 viste til dels svært god tilpassing til log-normal-fordelingen.

Dårligst tilpassing til log-normal-modellen viste St. 5-81 og 5-83 (nær utslippet). Avvikene som ble påvist var imidlertid ikke fremkalt av forurensningsindikerende arter.

2. INNLEDNING

2.1. Anvendbarhet av bløtbunnsfaunaundersøkelser i resipient- vurderinger

Organismesamfunnet på bløt bunn (som vi som oftest finner i fjorder) er sammensatt av en lang rekke arter som ernærer seg av det organiske materiale som produseres i vannmassen og sedimentenerer.

Fordelen med bunnundersøkelser ligger fremfor alt i det forhold at de aller fleste organismene er gravende eller fastsittende og derfor ikke kan unnsnippe dersom miljøet blir dårlig. Arter går enten til grunne eller overlever. De fleste artene er flerårige, hvorav noen oppnår høy alder, samtidig som de har bestemte krav til miljøet. Hvilke arter som fins, artenes innbyrdes mengde og individtettheten bestemmes i stor grad av faktorer som: næringstilgang, sedimentets beskaffenhet, type av sedimenterende organisk materiale, oksygeninnholdet over og under sedimentoverflaten, temperatur, miljøgifter, nedslamming og andre forstyrrelser.

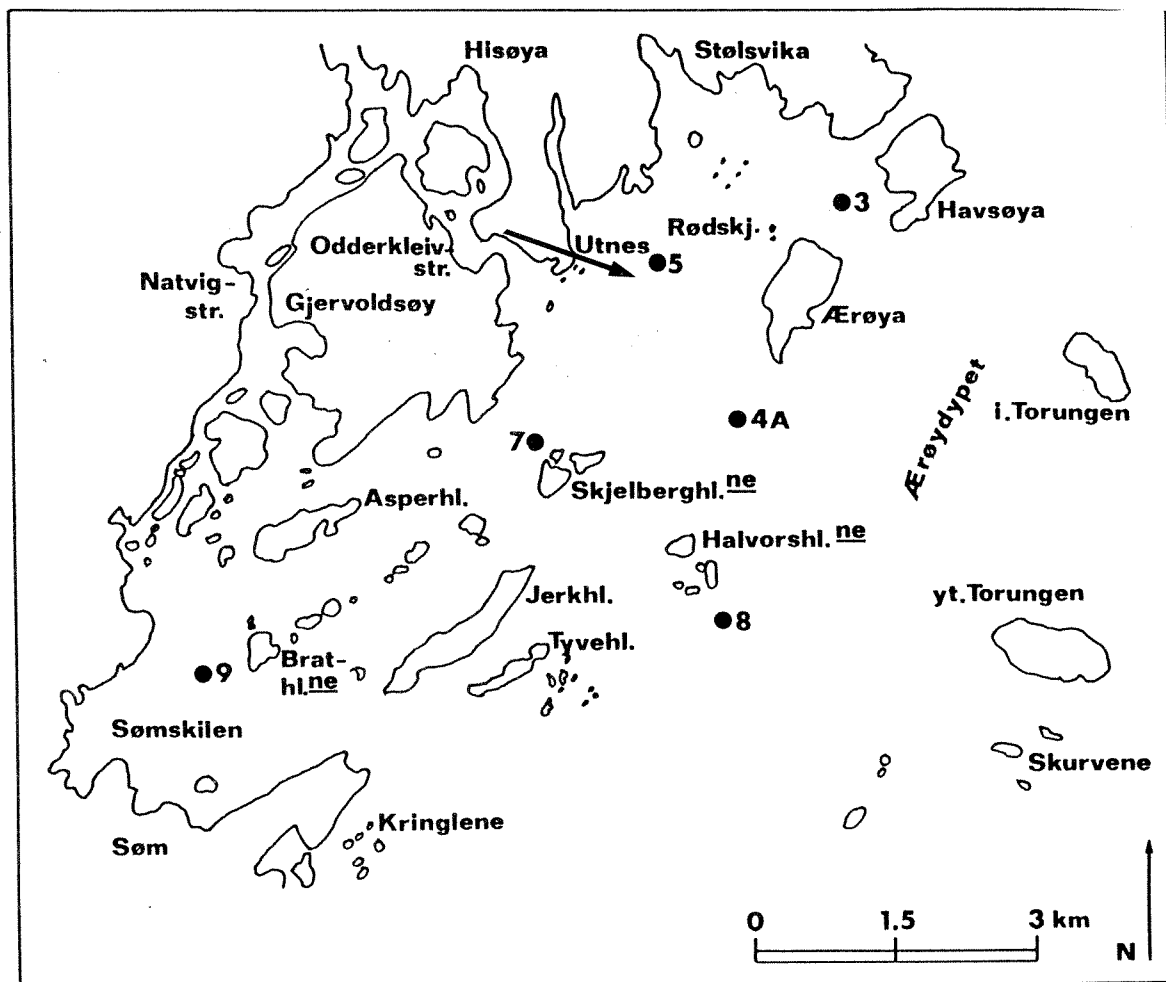
Normale, balanserte samfunn opptrer når stabile, naturgitte betingelser rå, og fysiske og kjemiske faktorer (f, eks. oksygenkonsentrasjon, saltholdighet, grumsing) ikke er ekstreme. Forurensningspåvirkninger og andre forstyrrelser med kort tidsskala kan føre til avvikende arts- og individsammensetning i faunasamfunnet. Fordi marine bløtbunnsamfunn normalt er artsrike og likeartede over store områder, er det lett å oppdage uregelmessigheter i dem. Derfor er de velegnet som indikatorsamfunn ved bedømmelse av forurensningstype og -grad.

I de senere årene er det utviklet statistiske bearbeidelsesmetoder som produserer utsagnskraftige grafiske fremstillinger når det gjelder graden av miljøforstyrrelse (Pearson, T.H., J. Gray, P. J. Johannessen 1983; Rygg 1984). Det er disse metoder som er anvendt i den foreliggende rapport.

2.2. Områdebeskrivelse

Undersøkellesområdet omfatter strekningen mellom Havsøya og Sømskilen, inkl. selve Sømskilen. Figur 1 viser en oversikt over området med prøvetakingsstasjonene inntegnet.

Området består av tre separate basseng. Det østligste er det minste i utstrekning og utgjør farvannet mellom Stølsvika-Havsøya og Ærøy med nordenforliggende skjær (Rødskjær bl.a.). Disse nordenforliggende skjær utgjør en rygg/terskel som avgrenser dette bassenget mot det vestenfor liggende, nemlig selve Utnesbassenget. "Stølsvikbassenget" har et største dyp på ca 30 m og kommuniserer - uten terskel - med det dype åpne farvannet vest for Torungene (Ærøydypet) St. 3 (se fig. 1) antas å være representativt for dette området.



Figur 1. Oversiktskart med målestasjonenes plassering. Utslippsted er angitt med en pil.

Det andre bassenget er selve Utnesbassenget mellom Ærøya - Rødskjær og Skjelbergholmene. Største dyp er ca 37 m. Terskeldypet 35 m. Området mottar betydelige mengder ferskvann via Odderkleivstrømmen som er det ene av Nidelvas tre utløp. Det er dette bassenget som mottar avløpsvannet fra Utnes kloakkrensaneanlegg. Utslipppet omfatter ca 12 000 p.e. via diffusor som før utslipp gjennomgår mekanisk rensing i mikrosil med spalteåpning på 0.2 mm. Utslipppet går ut på ca 30 m dyp ved St.5 (se fig. 1).

Dette bassenget munner også ut i det dype og vidt utstrakte farvannet SV for Torungene (Ærøydypet). Stasjonene 4 A, 5 og 7 ligger innenfor dette bassengets avgrensninger (se fig. 1).

Det østligste området i undersøkelsen er Sømskilen som mot S, V og N er avgrenset av landmassen, mot Ø av et skjærgårdsområde som utgjør terskelen hvis største dyp er 6 - 7 m i en meget trang passasje. Det øvrige terskelområde er ca 3 m dypt eller grunnere. I Sømskilen munner det andre av Nidelvas tre utløp ut (Natvigstrømmen). St. 9 er plassert i dette bassenget.

Til sammen renner ca 60% av Nidelvas vannføring ut i Utnesområdet, altså via Natvig- og Odderkleivstrømmen. De resterende ca 40 % går til Arendals havnebasseng. Middelvannføringen er $123 \text{ m}^3/\text{S}$, med sterkeste vannføring i oktober - november.

Fremherskende vinder er kystparallelle (sørvestlige) om sommeren, men overveiende nordøstlige om vinteren. Utenfor de ytre øyer går den norske kyststrømmen mot sydvest, men påvirker også de innenforliggende områdene.

Registreringer foretatt av strømretningen i Havsøysund under prøvetaking viser en overvekt av vestgående strøm; ca 64 % av observasjonene (Magnusson 1976).

NIVA's hydrografiske observasjoner har vist at oppholdstiden for vannmassene innenfor Ærøya varierer fra en uke til 14 døgn. Den hyppige vannutskiftingen skyldes den kombinerte effekten av varierende vindforhold og kyststrømmen (Se Magnusson 1976).

2.3. Bakgrunn for og formål med undersøkelsen.

På oppdrag fra Interkommunalt selskap for tekniske anlegg i Arendal/Grimstad-regionen (ITA) pågår en overvåkingsundersøkelse av sjøområdet ved Utnes, Hisøy. Målsettingen for undersøkelsen er dels å påvise eventuelle forurensningsvirkninger av utslippet fra det interkommunale kloakkrensaneanlegget på Utnes, dels å gi grunnlag for å bedømme sjøområdets hygieniske tilstand.

Undersøkelsen bygger på et programforslag utarbeidet av fylkesmannen i Aust-Agder i samarbeid med NIVA, datert mars 1981.

Overvåkingsundersøkelsen omfatter følgende delprosjekter: undersøkelse av vannkvaliteten i overflate- og dypvann, sedimentprøver og biologiske prøver på bløtbunn, samt avløpsvannets mengde og sammensetning.

Foreliggende rapport omhandler bløtbunnsfaunaen i det som antas å være kloakkutslippets influensområde. Rapporten tar for seg og sammenligner resultatene fra to års prøvetakinger, nemlig den preliminnære fra 1981 og den første ordinære fra 1983.

Målet med undersøkelsen er altså å påvise eventuelle utviklingsdendser m.h.p. det totale miljø som kan relateres til utslippet. Av tidligere innsamlede data fra Utnesområdet har Statens Biologiske Stasjon Flødevigen (SBSF) foretatt en fysisk-kjemisk undersøkelse av resipienten og kystområdet i 1974-79 (Danielsen & Iversen 1976, 1978) og Sand (1978, 1979).

I tillegg har NIVA foretatt strømundersøkelser ved Utnes i 1975 (Magnusson 1976).

Overvåkingen i regi av NIVA, Sørlandsavdelingen startet opp i 1982 og foreligger hittil i følgende delrapporter: Boman (1982), Olsen (1984) og Næs (1985) (overflatevann), samt Boman & Wikander (1983) (dypvann).

3. MATERIALE OG METODER

Prøvetakingen fant sted fra forskningsfartøyet "H. H. GRAN" 26. nov. 1981 og fra fiskeskøyta "VILLFUGL" 19. nov. 1983. Denne årstid ble valgt fordi det da er en lav aktivitet av planktoniske bunndyrlarver som søker mot bunnen. Massenedslag av slike arter kan gi fortolkningsmessige problemer under bearbeidelsen av materialet.

Prøvene ble tatt med en Petersen bunngrabb (fig. 2).

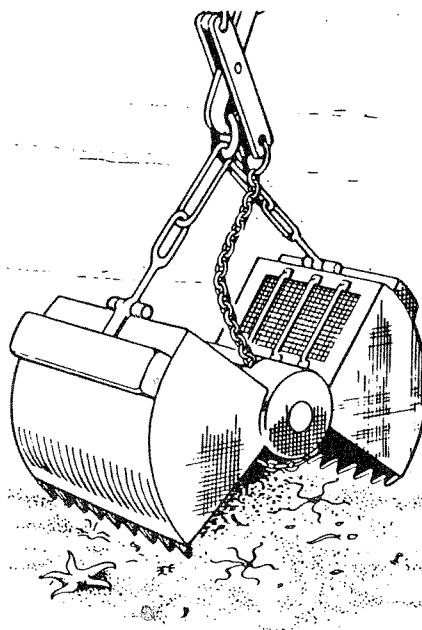


Fig. 2. Petersen bunngrabb

En slik grabb hugger ut 0.1 m^2 av sjøbunnen og samler således et like stort areal hver gang. Dette muliggjør en direkte sammenligning mellom stasjonene, samt en kvantitativ bearbeidelse av data. Etter som organismene i bunnen ikke er jevnt fordelt, ble det tatt flere, gjentatte grabbhugg pr. stasjon (replikater) for å fange opp variasjonen.

Stasjonsnettets fremgår av Figur 1. Prøvetakingen i 1981 var som nevnt en preliminær, orienterende prøvetakingsrunde på hvis grunnlag det endelige stasjonsnett skulle fastsettes. Dette har hatt som praktisk resultat at det ikke er et identisk sett med stasjoner som ble gjenstand for prøvetaking i 1981 og i 1983. Følgende stasjoner ble prøvetatt i 1981: 3, 4A, 5, 7 og 8. Når den egentlige overvåkning skulle settes igang i 1982 var det av interesse å redusere antall stasjoner til et minimum, av økonomiske grunner, samtidig som stasjonsnettets burde være essensielt i relasjon til overvåkningens formål. På denne bakgrunn ble det bestemt at to stasjoner skulle prøvetas under overvåkningen. Prioriteringen falt på St 5 (ved utslipp) og St. 9 (i Sømskilen). St 9 er derfor ny i forhold til 1981, men ble valgt ut fra behovet for å evaluere Nidelvas betydning for miljøet i området. Den andre grenen av Nidelva munnar som nevnt ut i det egentlige Utnesbasseng hvor St 5 ligger.

Stasjon 8 ligger utenfor det som antas å være det primære influensområdet for utslippet, og fungerer derfor som referansestasjon.

Hver prøve ble vasket gjennom et sett med stålplatesikter med perforerte huller med henholdsvis 5,0 og 1,0 mm diameter. Sikterestene ble fiksert i etanol for senere mikroskopisk bearbeidelse i laboratoriet.

Når det gjelder den videre statistiske bearbeidelse av materialet, har vi funnet det mest hensiktsmessig å introdusere disse metoder under følgende kapittel: "RESULTATER OG DISKUSJON".

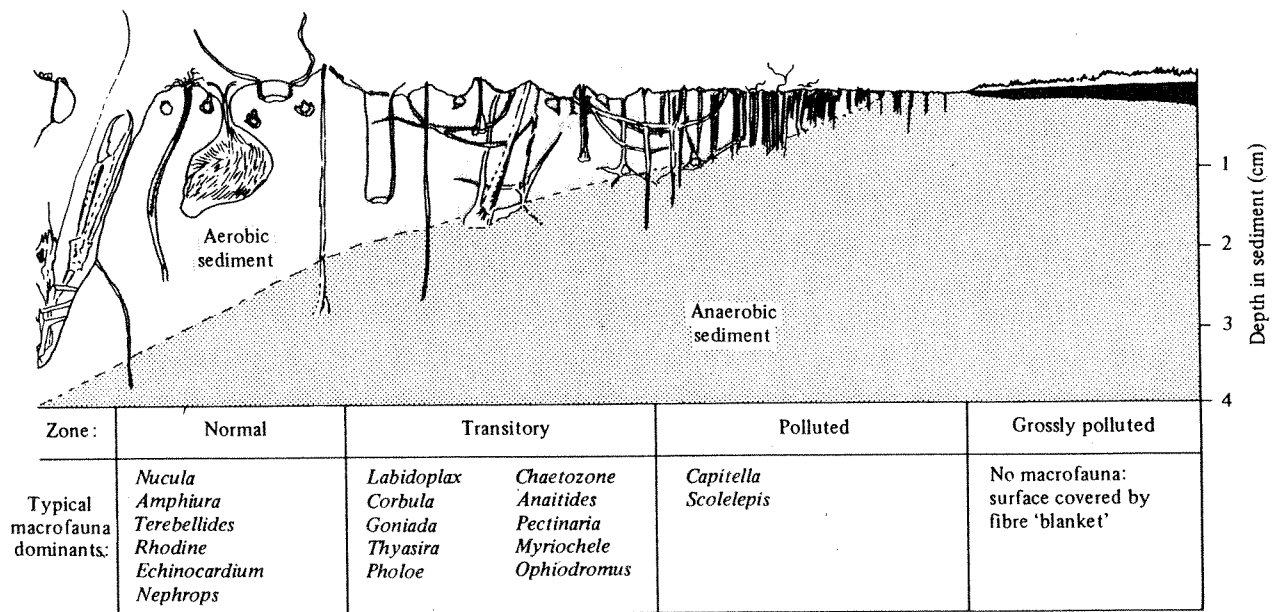
4. RESULTATER OG DISKUSJON

4.1. Faunaens artssammensetning

Hvilke arter som finnes på den enkelte stasjon er bl.a. en funksjon av det gjennomsnittlige miljøet på stasjonen over tid. Viktige elementer i miljøet er naturgitte (f.eks. sedimentenes beskaffenhet), andre er betinget av sivilisatoriske situasjoner på land; industriutslipp, kommunale utslipp osv.

Toleranse overfor forurensning kan variere svært fra art til art og man snakker om forurensningstolerante og forurensningsømfintlige arter. Ved en tiltagende forurensning vil de ømfintlige slås ut og de tolerante kan da ta deres plass. Ved tiltagende forurensning er det derfor vanlig å påvise økt tetthet blant de forurensningstolerante artene. Dette betyr at artsmangfoldet (diversiteten) har en tendens til å gå ned ved en tilstand av forurensning, mens den som oftest er høy under naturlige, upåvirkede forhold. Et annet aspekt er at enkelte av livsformene på bløtbunn kan oppnå en svært høy alder, 15 - 50 år; særlig blant muslingene). Dersom slike arter påvises samtidig som man vet at disse er forurensningsømfintlige, kan man slutte at miljøet på stasjonen har vært tilfredsstillende over meget lang tid.

Ved bunnfaunaundersøkelser vil det videre være mulig å påvise omfanget av influensområdene fra større utslipp. En slik situasjon er skjematisk illustrert i figur 3.



Figur 3. Fremstilling av hvordan bunnfaunaen endrer seg med avstand fra utslipp. (Etter Pearson & Rosenberg 1978).

Tabeller i vedlegg inneholder en fullstendig liste over alle arter som ble påvist i prøvene for 1981 og 1983.

I tabellform er det i det følgende foretatt en gruppering av arter og deres forekomst på stasjonene. I tabell 1 er listet opp de arter som er meget tolerante for forurensning.

I Tabell 2 de artene som er moderat tolerante, mens det i Tabell 3 er tatt med et utvalg av arter som er forurensningsømfintlige og som man ikke kan vente å påvise på stasjoner som er markert forurenset.

Tabellene 1-3 inneholder ikke alle artene i materialet, men et utvalg som er typiske for den angitte toleransekategori. Artsutvalget er basert på analyser av et meget stort materiale fra norske fjorder og er i hovedsak hentet fra Rygg (1985a).

Tabell 1. Forekomst av svært forurensningstolerante og opportunistiske arter i materialet fra Utnes.

+: til stede. 0: ikke tilstede.
 N: Båndorm. B: Børstemark. M: Muslinger
 O: Fåbørstemark.

ART	Gruppe	FOREKOMST						
		3-81	8-81	4a-81	5-81	5-83	7-81	9-83
Nemertinea	N	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anaitides groenlandica</i>	B	0	0	0	+	0	0	+
<i>Capitella capitata</i>	B	+	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetozone setosa</i>	B	+	+	+	+	+	+	+
<i>Eteone longa</i>	B	0	0	0	0	+	0	0
<i>Glycera alba</i>	B	+	+	+	+	+	+	0
<i>Goniada maculata</i>	B	+	+	+	+	+	+	0
<i>Heteromastus filiformis</i>	B	+	0	0	+	+	0	+
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	B	0	0	0	+	+	+	0
<i>Pholoe minuta</i>	B	+	+	0	+	+	0	+
<i>Polydora</i> spp.	B	+	0	0	0	0	0	0
<i>Prionospio malmgreni</i>	B	0	0	0	0	+	0	0
<i>Tubificoides</i> Spp.	B	+	0	0	0	0	0	0
<i>Corbula gibba</i>	M	0	+	0	+	+	+	+

Ved fortolkningen av materialet skal man være varsom med å legge stor vekt på det forhold at meget forurensningstolerante arter forekommer på en stasjon. Artenes tilstedeværelse indikerer nødvendigvis ikke at det hersker en forurenset tilstand. Disse artenes relative mengde gir imidlertid sterkere indikasjoner om tilstand. Det vil si dersom disse artene dominerer faunabildet, er det større grunnlag for å trekke den konklusjon at området er forurenset. Sterkere indikasjoner på miljøtilstand vil man kunne få ved å se hvorvidt forurensningsømfintlige ar-

Tabell 2. Forekomst av forurensningstolerante arter i materialet fra Utnes.

+: til stede 0: ikke tilstede
 B: Børstemark S: Snegl M: Muslinger

ART	Gruppe	FOREKOMST						
		3-81	8-81	4a-81	5-81	5-83	7-81	9-83
<i>Chone</i> spp.	B	+	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera capitata</i>	B	0	0	+	0	0	0	0
<i>Nereimyra punctata</i>	B	0	0	+	0	0	0	0
<i>Oweniidae</i> spp.	B	+	+	+	0	0	0	0
<i>Polyphysia crassa</i>	B	0	0	0	0	0	+	0
<i>Scalibregma inflatum</i>	B	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sosane gracilis</i>	B	+	0	+	0	0	+	0
<i>Spaerodorum flavum</i>	B	0	0	0	+	+	0	0
<i>Thyasira sarsi/flexuosa</i>	M	+	+	+	+	+	+	+
<i>Philine scabra</i>	S	0	+	+	+	+	+	+

ter er tilstede på en stasjon eller ikke. I tabell 4 er det ført opp de vanligste artene i materialet (de artene som ble påvist i et individantall på 10 eller mer på minst en stasjon). I tabellen er det også tatt med en karakteristikk mht toleranse eller ømfintlighet overfor forurensning. Karakteristikken i parentes er basert på forfatterens egen erfaring og ikke basert på analysen til Rygg (1985a).

Tabell 3. Forekomst av forurensningsømfintlige arter i materialet fra Utnes

+: til stede 0: ikke til stede
 B: Børstemark M: Muslinger SS: Slangestjerner
 SP: Sjøpølser

ART	Gruppe	FOREKOMST						
		3-81	8-81	4A-81	5-81	5-83	7-81	9-83
<i>Brada villosa</i>	B	0	0	0	0	+	+	0
<i>Notomastus latericeus</i>	B	0	+	0	+	0	0	0
<i>Ophelina</i> spp	B	+	+	+	0	0	0	0
<i>Paraonis lyra</i>	B	+	0	+	0	0	0	0
<i>P. gracilis</i>	B	+	+	+	0	+	0	0
<i>Pectinaria</i> spp	B	+	0	+	0	0	+	0
<i>Phylo norvegica</i>	B	+	+	+	0	0	+	0
<i>Harmothoë</i> spp	B	0	0	+	0	0	0	0
<i>Rhodine</i> spp	B	+	+	0	+	+	+	0
<i>Samythella vanelli</i>	B	0	+	0	0	0	0	0
<i>Synlemis klatti</i>	B	0	0	0	0	+	0	0
<i>Diplocirrus glaucus</i>	B	+	+	0	+	+	+	+
<i>Laonice cirrata</i>	B	0	+	+	0	0	0	0
<i>Lumbrinereis</i> spp	B	0	+	+	0	0	0	0
<i>Prionospio cirrifera</i>	B	+	+	0	+	0	+	+
<i>Terebellides stroemi</i>	B	+	+	+	0	+	+	0
<i>Abra nitida</i>	M	0	0	0	+	+	0	+
<i>Nuculoma tenuis</i>	M	0	0	+	+	+	0	+
<i>Mysella bidentata</i>	M	0	0	0	+	+	+	+
<i>Amphiura chiajei</i>	SS	0	0	0	+	+	0	0
<i>A. filiformis</i>	SS	0	+	+	+	+	+	0
<i>Labidoplax buskii</i>	SP	0	0	+	+	+	+	+
SUM TIL STEDE		9	12	11	9	11	9	5

Tabell 4. De vanligste artene i Utnesbassenget og Sømskilen.
Det er tatt med arter som ble påvist i minst 10 individer på minst en av stasjonene

N: Båndorm F: Flatmark B: Børstemark
O: Fåbørstemark P: Pølseormer K: Krepsdyr
S: Snegl M: Muslinger SS: Slangestjerner
KB: Kråkeboller SP: Sjøpølser
T: Svært tolerante overfor forurensning
MT: Moderat tolerante for forurensning
Ø: Forurensningsømfintlige
?: Har ikke vært gjenstand for analyse mhp. toleranse

ART	Gruppe	FOREKOMST							Karakteristikk
		3-81	8-81	4A-81	5-81	5-83	7-81	9-83	
<i>Nemertinea</i> indet	N	20	18	14	48	30	48	3	T
<i>Turbellaria</i> indet	F	0	0	0	0	10	2	0	?
<i>Pholoe minuta</i>	B	2	2	0	9	11	0	4	T
<i>Glycera alba</i>	B	7	5	6	19	15	7	0	T
<i>Goniada maculata</i>	B	2	8	5	12	16	11	0	T
<i>Prionospio cirrifera/malmareni</i>	B	17	87	0	313	80	48	2	Ø
<i>Scalibregma inflatum</i>	B	3	1	1	13	1	17	1	MT
<i>Brada villosa</i> '	B	0	0	0	0	13	5	0	Ø
<i>Sosane sulcata</i>	B	2	26	16	0	1	6	0	?
<i>Trichobranchus roseus</i>	B	0	0	0	0	12	0	0	?
<i>Spiophanes bombyx</i>	B	0	0	18	22	0	0	0	?
<i>Tubificoides benedii</i>	O	168	0	0	0	0	0	3	T
Sipunculida	P	2	4	2	26	6	11	0	(MT)
Paguridae	K	10	5	1	1	23	0	0	(Ø)
<i>Galathea intermedia</i>	K	0	0	1	0	12	0	0	(Ø)
<i>Cylichna cylindracea</i>	S	0	0	0	2	14	0	0	(MT)
<i>Philine scabra</i>	S	0	1	1	8	27	13	1	MT
<i>Nuculoma tenuis</i>	M	0	0	1	1	10	0	2	(MT)
<i>Thyasira sarsi/flexuosa</i>	M	4	6	3	36	14	27	2	MT
<i>Myrella bidentata</i>	M	0	0	0	921	201	1	6	Ø
<i>Corbula gibba</i>	M	0	1	0	11	7	2	5	T
<i>Amphiura filiformis</i>	SS	0	1	1	334	409	14	3	Ø
<i>Echinocardium cordatum</i>	KB	0	3	0	1	69	40	143	(MT)
<i>Labidoplax buskii</i>	SP	0	0	5	48	62	61	1	(MT)

Tabell 5. Prosentvis fordeling av svært forurensningstolerante (T), moderat tolerante (MT) og forurensningsømfintlige (Ø) arter basert på tabell 3, 4 og 5

STASJON	PROSENTFORDELING		
	Ø	MT	T
3-81	39,1	21,8	39,1
8-81	54,5	18,2	27,3
4A-81	50,0	31,8	18,2
5-81	40,9	18,2	40,9
5-83	44,0	16,0	40,0
7-81	45,0	25,0	30,0
9-83	39,7	21,4	42,0

Tabell 5 viser med andre ord at det relativt sett er fler forurensningsømfintlige arter enn de svært tolerante på samtlige stasjoner med unntak av St 3, hvor der er like mange av begge kategorier.

4.2. Likhet i fauna mellom de ulike stasjonene.

En høy grad av likhet i faunabildet mellom to stasjoner reflekterer et ensartet miljø mellom de samme stasjoner. Som nevnt tidligere er miljøet dels naturbetinget og dels påvirket av utslipp. De viktigste miljøfaktorene i denne sammenheng er sedimentologiske parametre, dvs. sedimentets finhet og innhold av organisk stoff, samt oksygenmiljøet i vannsøylen over (som bl.a. er en funksjon av organiske tilførsler).

I det følgende er det beregnet likheten i prosent mellom alle mulige parkombinasjoner mellom samtlige syv stasjoner. Ved beregningen er det brukt følgende formel:

$$PS = \sum \min(Pa_i, Pb_i)$$

etter RENKONEN (1938),

hvor PS = likhet i prosent mellom to stasjoner (similaritet)

Pa_i = Antall individer av arten i , i prosent av totalt antall individer på stasjonen a

Pb_i = Antall individer av arten i , i prosent av totalt antall individer på stasjonen b

$\min(Pa_i, Pb_i)$ betyr at når arten i finnes på begge stasjoner, summerer man konsekvent den laveste av de to prosentverdier.

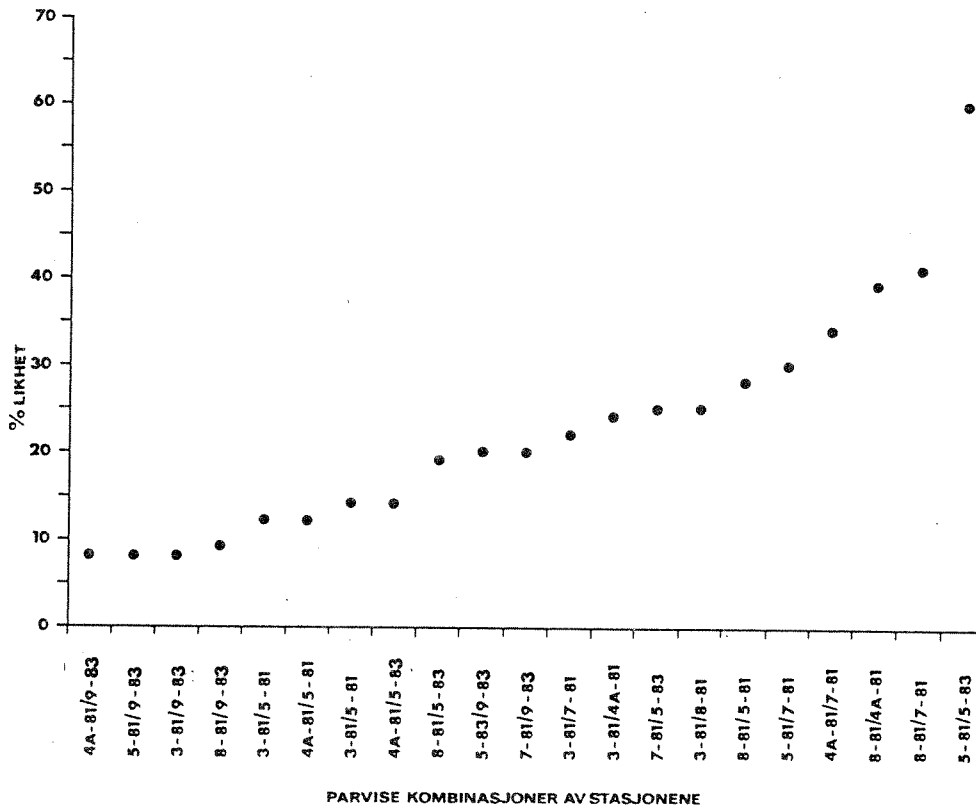
Ved total likhet er PS = 100, ved total ulikhet er PS = 0.

Figur 4 viser en matrise med alle parkombinasjoner av stasjonene og deres likhetsverdier i prosent.

	3-81	8-81	4A-81	5-81	7-81	5-83
9-81	8	9	8	8	20	20
5-83	12	19	14	60	25	
7-81	22	41	34	30		
5-81	14	28	12			
4A-81	24	39				
8-81	25					

Figur 4. Matrise som viser likheten i prosent (PS) mellom alle mulige parkombinasjoner mellom stasjonene.

Et klarere bilde av likhetsforholdene kommer forhåpentligvis frem i figur 5 hvor likhetskoeffisientene er sortert etter stigende verdi.



Figur 5. PS-koeffisientene fra Fig. 4 ordnet etter stigende verdi.

Vi ser av figur 5 at blant de laveste likhetsverdiene som ble beregnet, forekommer St. 9-83 forholdsvis ofte i parkombinasjonene. Dette har sin forklaring bl.a. i at denne stasjonen var den mest artsfattige. Selv om også denne er en bløtbunnstasjon, så har den på grunn av sin artsfattigdom forholdsvis få arter felles med flere av de andre.

En kan forøvrig konkludere med at likheten mellom stasjonene generelt sett er forholdsvis lav, noe som tyder på at de ulike stasjonene skiller seg fra hverandre miljømessig uten at dette forhold tillater en å trekke konklusjoner m.h.p. forurensningsgrad eller belastning.

Det er ikke uventet at paret 5-81 og 5-83 hadde høyest similaritetskoeffisient. Prøvene er jo tilstrebet tatt på samme geografiske punkt, det er bare et tidsrom som skiller dem.

4. 3. Artsmangfold

Høyt artsomangfold (diversitet) henger bl.a. sammen med normale miljøforhold. Organisk belastning og fysiske og kjemiske stressfaktorer fører til at opportunistiske arter øker sine individantall og blir dominerende i samfunnet, mens mer ømfintlige arter slås ut. Resultatet er at artsomangfoldet blir lavere.

Artsomangfoldet er definert som artsantall som funksjon av individantall og kan fremstilles som en kurve i et diagram med individantallet langs x-aksen og artsantallet langs y-aksen. Betrakter man figur 6, kan det altså regnes ut en kurve mellom plottene og origo. Plottene i fig. 6 utgjør kurvenes endepunkter.

Generelt øker individantallet i takt med prøvestørrelsen, mens artsantallet ikke øker i samme grad. Stigningen på kurven avtar derfor etter hvert som individantallet øker. Høyt artsantall i forhold til individantall betyr høyt artsomangfold. Dette gir brattere kurve enn lavt artsomangfold. Vi bruker en logaritmisk x-akse for å få en god fremstilling av kurven.

Kurvene beregnes etter formelen:

$$E(S_n) = \sum_i \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right] \quad (\text{Hurlbert 1971})$$

hvor:

N_i = Antall individer av i'te art

N = Det samlede antall individer i prøven

$E(S_n)$ = Det forventede antall arter i en delprøve på n individer fra en prøve som totalt inneholder N individer og S arter.

$E(S_n)$ er altså et tallmessig uttrykk for det antall arter man statistisk kan forvente å finne i en delprøve av en gitt størrelse (n individer, når n alltid er mindre enn N).

$E(S_n)$ kan således beregnes for alle verdier mindre enn N .

Diversiteten vil da fremkomme som en kurve. Kurven beskriver artsantallet som en funksjon av individantallet.

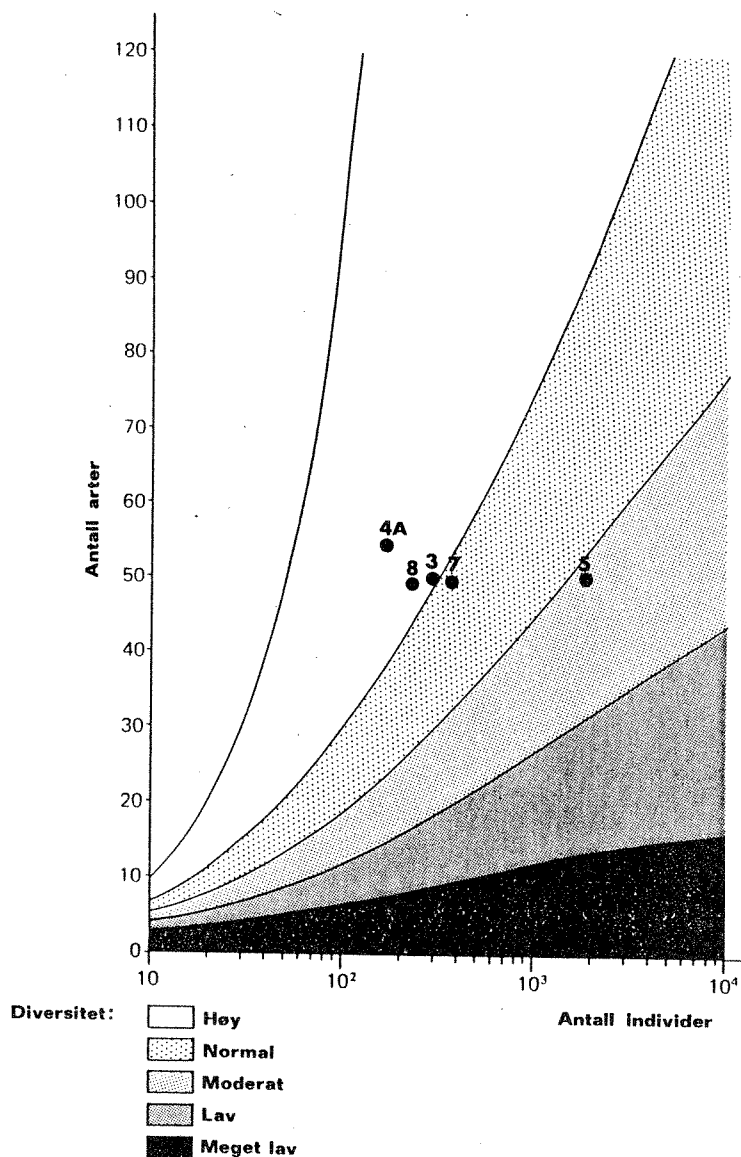
Klassifisering av artsmangfoldet etter et system foreslått av Rygg (1984) er vist i figur 6 for materialet fra 1981 og i figur 7 for materialet fra 1983. Klassifiseringen er angitt ved ulike typer skravering som symboliserer forhold fra meget høyt artsmangfold til meget lavt. Plottene i figur 6 og 7 angir endepunktene til diversitetskurvene som er omtalt ovenfor.

Forstyrrede områder vil ha endepunktene for sine diversitetskurver i sonene for "moderat", "lavt" eller "meget lavt" artsmangfold.

Vi ser av figur 6 og 7 at artsmangfoldet i området er fra "høyt" til "moderat".

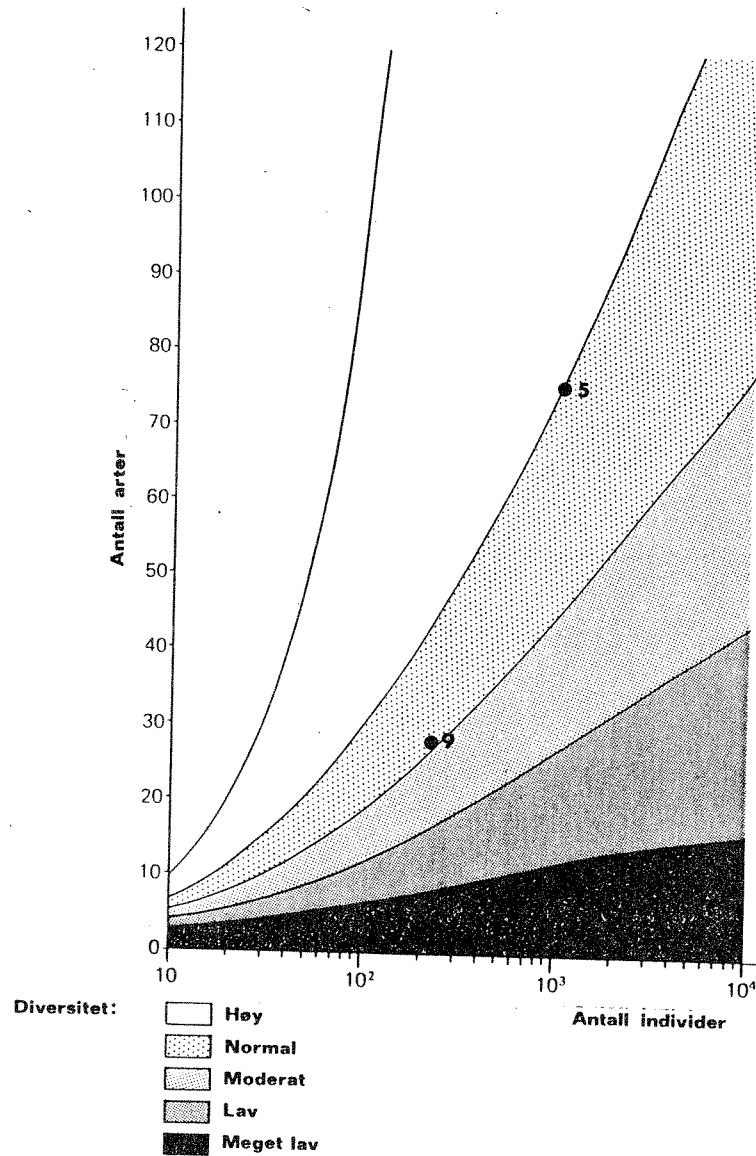
For lettere å kunne sammenligne stasjonene direkte i rom og tid, er det vanlig å regne ut verdiene for E når $n = 100$ for samtlige stasjoner, altså $E(S_{n=100})$. Da kommer plottene rett under hverandre i diagrammet og man kan sammeligne stasjonene direkte, med y -aksen som skala. Dette er gjort i figur 8 (for 1981) og i figur 9 (for 1983).

Det fremgår av figur 8 at St 4A har en svært høy diversitet. Høy er den også for St. 8 og 7. Tydelig lavest ligger St. 5, stasjonen nærmest utslippet. Om dette er en effekt av nedslamming i utslippets nærsone er det ikke mulig å påstå noe sikkert om. Det er imidlertid interessant å konstatere at figur 9 viser en meget markert økning i artsmangfoldet på denne stasjonen frem til 1983. Om denne økning i artsmangfold er signifikant (til å stole på) er det ikke grunnlag for å hevde på basis av to prøvetakinger. Sikrere holdepunkter vil en få når materialet fra siste prøvetaking (i 1985) er analysert. Den økede diversiteten frem til 1983 kan i teorien i hvertfall ha to årsaker: Utslippet kan ha en stimulerende



Figur 6. Artsmangfoldet på stasjonene i Utnesbassenget 1981.

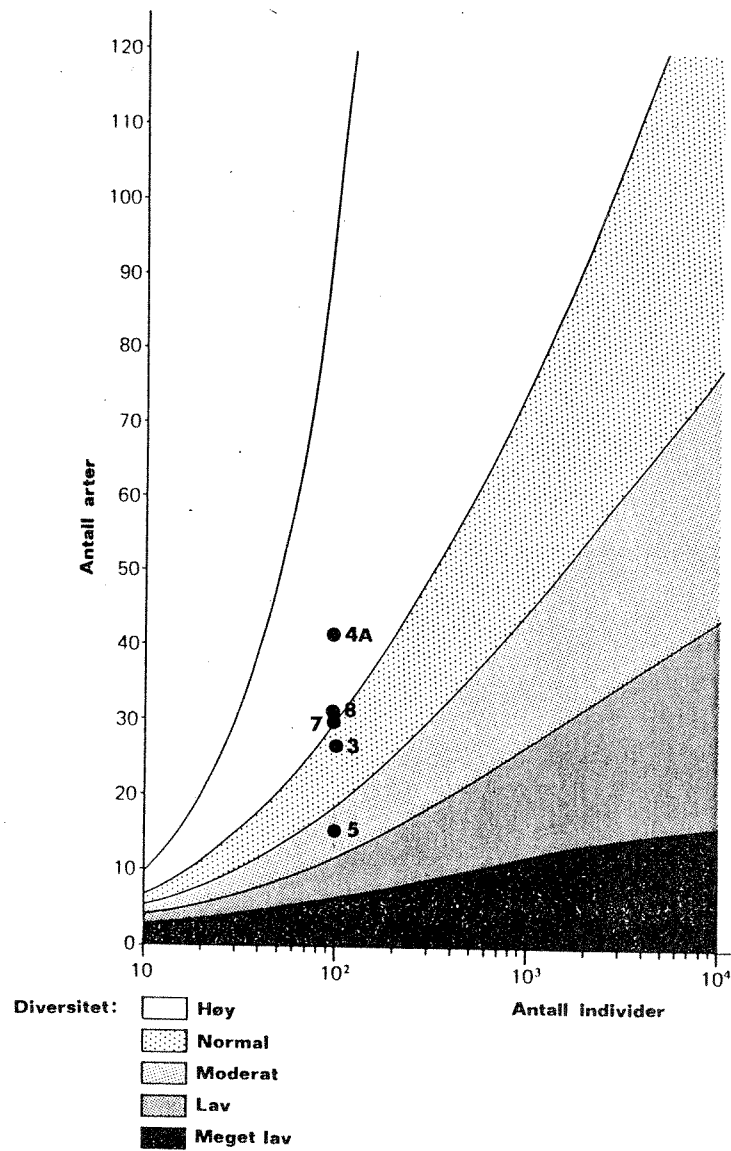
virkning på produksjonen i nærområdet (begynnende eutrofi, eller overgjødsling), eller at faunaen er ujevnt fordelt (patchiness). Den ene forklaring utelukker ikke den andre. Det er imidlertid grunn til å konkludere med at selv på stasjonen i utslippets



Figur 7. Artsmangfoldet på stasjonene i Utnesbassenget i 1983.

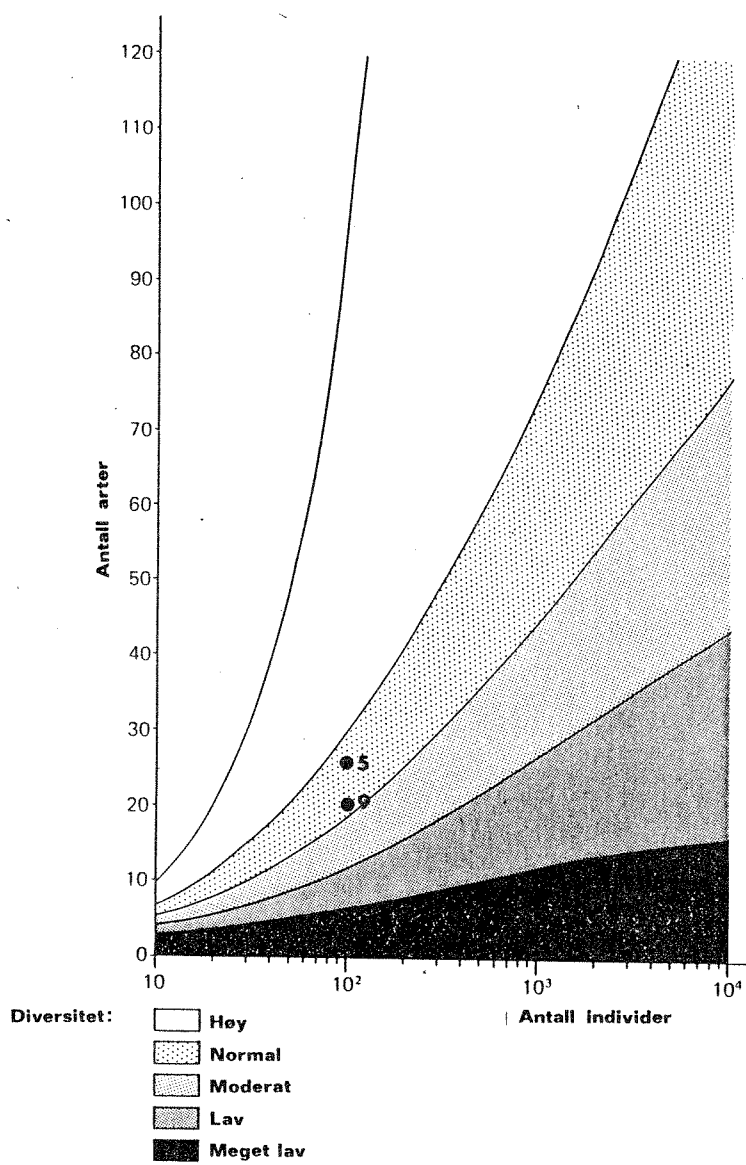
nærområde har det ikke funnet sted noen forverring eller forstyrrelse av organismesamfunnet frem til 1983.

Bortsett fra stasjon 5-81 var det stasjon 9-83 som viste det laveste artsamangfoldet. Årsaken til dette er de organiske



Figur 8. Artsmangfoldet som $E(S_n = 100)$ for materialet i 1981.

tilførsler transportert med Nidelva. Den dypeste delen av Sømskilen har sedimenter preget av plantemateriale og har en mørk grå farge og en svak lukt av hydrogensulfid.



Figur 9. Artsmangfoldet som $E(S_n = 100)$ for materialet i 1983.

Artsmangfoldet ble også regnet ut etter den mest anvendte metoden: Shannon-Wienerindeksen H (Shannon & Weaver 1963). Formelen for denne ser slik ut:

$$H = - \sum \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

hvor:

- n_i = Antall individer av arten i
- N = Totalt antall individer i prøven

Tallene både for Hurlbert's og Shannon-Wiener-indeksene er vist i tabell 6.

Tabell 6. Diversitetsverdier etter Hurlbert ($E(S_{n=100})$) og Shannon-Wiener (H), samt S (artsantall) og N (individentall for materialet fra 1981 og 1983.

Stasjon	$E(S_{n=100})$	H	S	N
3-81	26.30	3.13	50	299
8-81	30.30	3.97	49	239
4A-81	41.70	5.13	54	163
5-81	14.20	2.60	50	1898
7-81	28.40	4.37	49	383
5-83	25.30	3.80	75	1189
9-83	20.20	2.37	28	213

Når det gjelder diversiteten uttrykt som forventet antall arter pr. hundre individer ($E(S_{n=100})$), kan man på bakgrunn av analyser av et meget omfattende materiale si generelt:

Materiale fra en rekke fjordområder i Norge har vist at diversiteten uttrykt som antall arter pr. 100 individer vanligvis ligger på 20-30 på lokaliteter uten betydelig forurensningsbelastning eller andre spesielle forhold. Færre enn 10 arter pr. 100 individer tyder på dårlige forhold. Mellom 10 og 20 arter pr. 100 individer er også en forholdsvis lav diversitet,

og er vanlig å finne på f.eks. organisk belastede lokaliteter. Flere enn 30 arter pr. 100 individer er en uvanlig høy diversitet (Rygg, 1984).

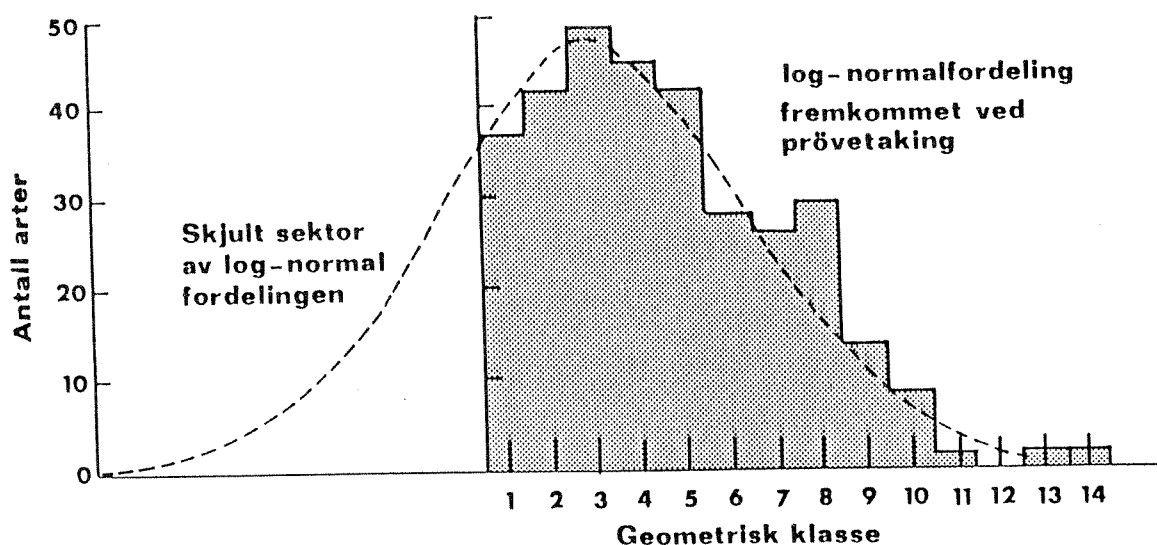
På denne bakgrunn kan man konkludere at faunaen på samtlige stasjoner i Utnes-området, med unntak av 5-81, ikke er skadet av forurensning. På enkelte stasjoner (8-81 og 4A-81) er artsmangfoldet endatil uvanlig høyt.

4.4. Log-normal-fordeling av individantall blant arter

Ved prøvetaking av et organismsamfunn er det vanlig at man identifiserer alle artene og teller dem. Man kan sortere de ulike artene i mengdegrupper etter en såkalt geometrisk mengdeskala (se tabell 10). Ved plotting av disse data i et aksekors hvor de geometriske klasser er angitt på x-aksen og antall arter innenfor de ulike klasser på y-aksen, vil det, når prøvestørrelsen er tilstrekkelig, fremkomme en kurve som er tilnærmet normalfordelt (klokkekurve). Etter som x-aksen i virkeligheten er en logaritmisk skala (når geometriske klasser) kalles en slik kurve for en log-normalfordeling.

Ved de prøvestørrelser som er vanlige ved resipientundersøkelser vil imidlertid ikke hele normalfordelingen fremkomme til høyre for y-aksen, men bare en del av den. Dersom man øker prøvestørrelsen til det uendelige (omfattende hele samfunnet) vil også hele klokkekurven fremkomme. Dette betyr i praksis at i et totalt organismsamfunn er det få arter som er meget sjeldne og få arter som er meget tallrike. De fleste ligger "midt på treet". Dette forhold er forsøkt illustrert i Figur 10.

I stabile og artsrike organismsamfunn observeres som regel en tilnærmet log-normal frekvensfordeling av individantall blant artene. Avvik fra log-normalfordeling kan tyde på forandringer i samfunnet, f.eks. som følge av forurensningspåvirkning. Avvik fra den log-normale fordeling kan oppdages ved plotting som vist på figur 10.

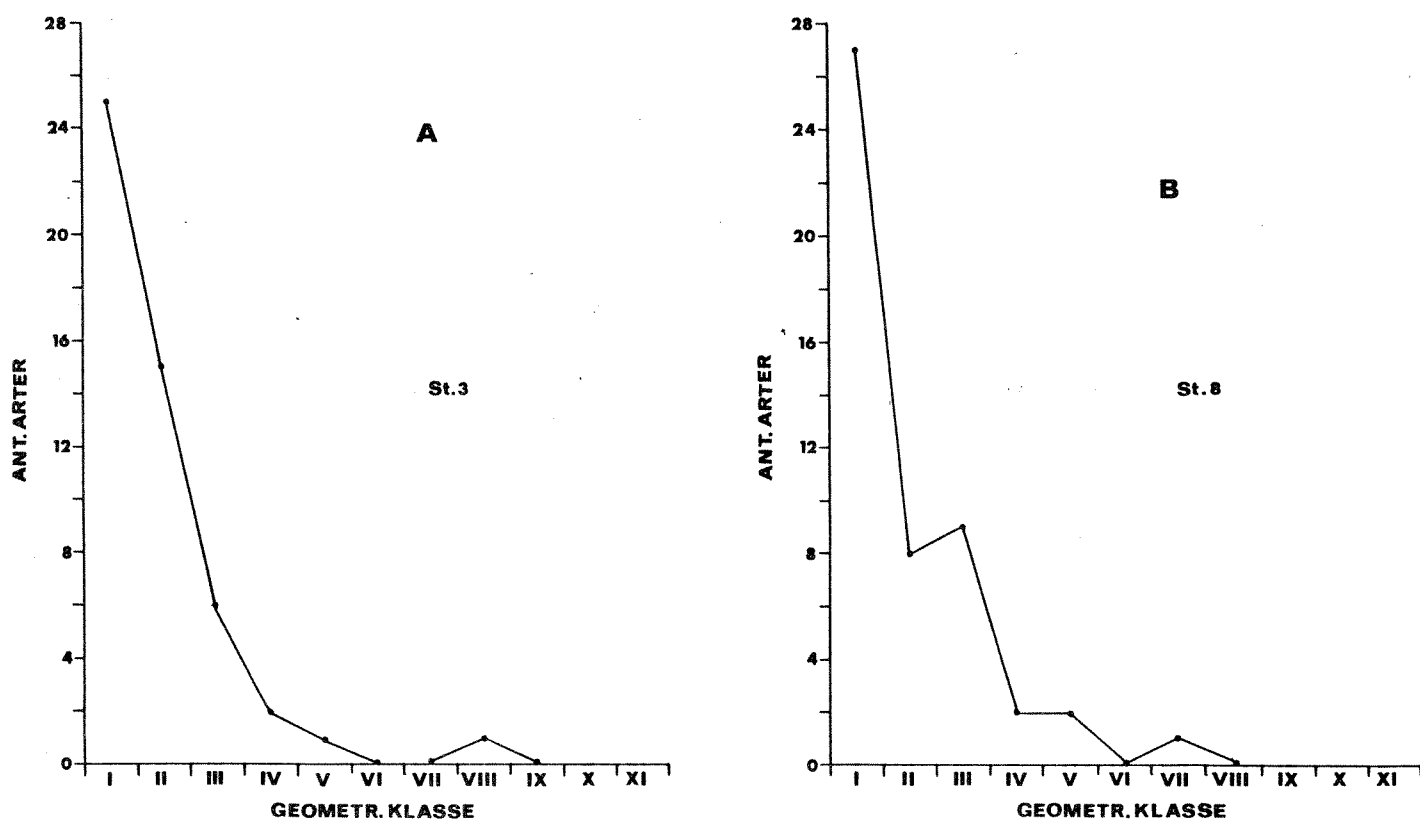


Figur 10. Forholdet mellom log-normal-fordelingskurven og innsamlet/ikke-innsamlet materiale (etter Krebs 1978).

Pearson, Gray & Johannessen (1983) foreslo å benytte metoden til å registrere biologiske forandringer forårsaket av forurensninger. Ved moderat organisk belastning vil det fremkomme grupper av arter med høye individtall. Disse vil manifestere seg som ekstra toppen på kurven mer eller mindre langt ute til høyre på x-aksen. Dette forklares ved at de artene som er i stand til å trekke fordeler av den endrede situasjon, blir mer tallrike (opportunistene). (Se også Gray & Mirza 1978, Gray & Pearson 1982, Gray 1982).

For at metoden skal være pålitelig, kreves det artsrike og store prøver (Gray og Mirza 1979). Ved små og artsfattige prøver kan det opptre tilfeldige avvik som ikke er signifikante. Det er derfor nødvendig å bruke et kritisk skjønn ved tolkningen av log-normale plot, og eventuelt utelukke små prøver fra analysen. Rygg (1985b) valgte 16 arter som minimum for at prøven skulle inngå i log-normal analyse. Enkelte forfattere (Shaw et al. 1983; Platt og Lamshead 1985) har forkastet log-normal metoden.

Log-normale plott av materialet fra Utnesbassenget er vist på figur 11 A og B for stasjonene 3-81 og 4-81. Tilsvarende på

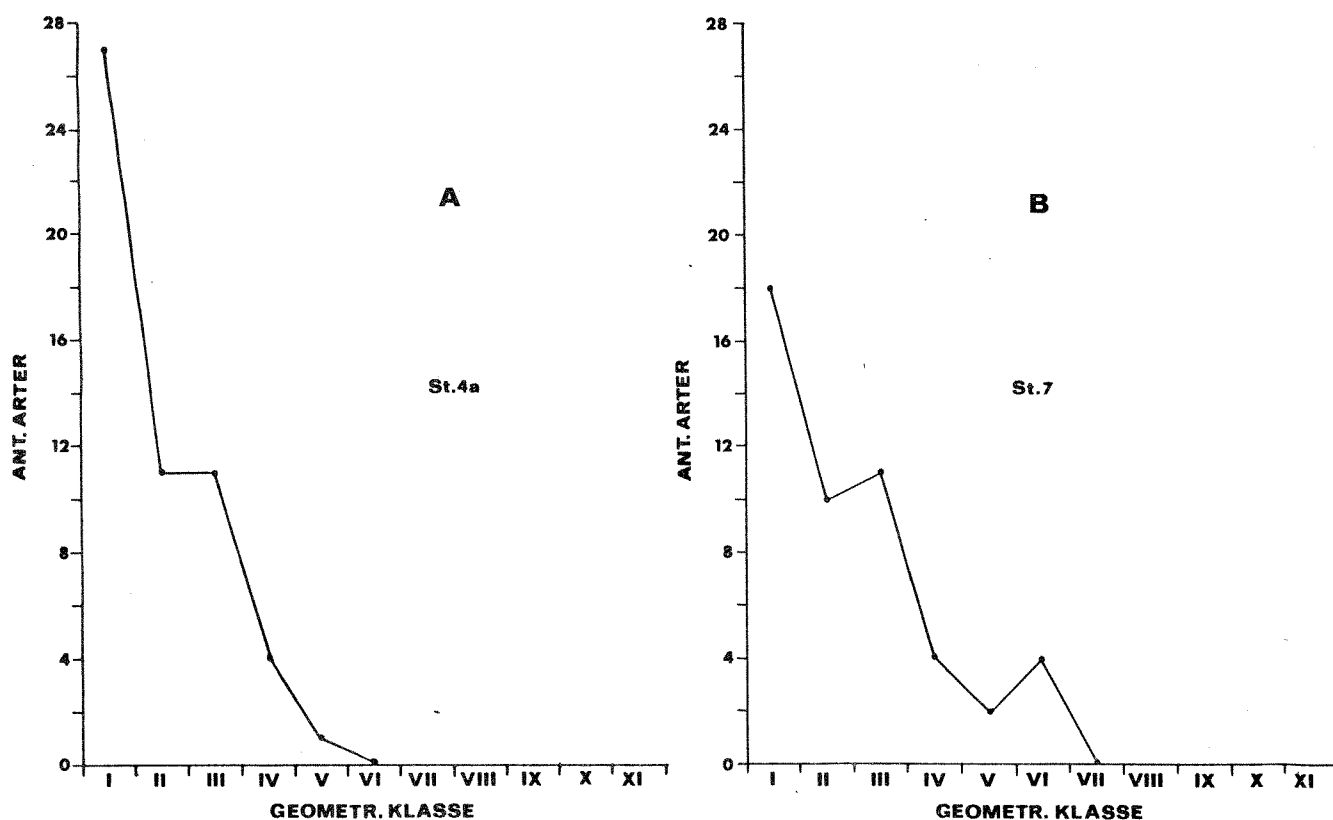


Figur 11. Log-normalplott av bunnfaunaen på St. 3-81 (A) og St. 8-81 (B).

figur 12 A og B for stasjonene 4A-81 og 7-81. Stasjon 9-83 er vist på figur 13.

Stasjon 5 er den eneste som har vært gjenstand for prøvetaking begge de aktuelle år. Data fra denne stasjonen er vist på figur 14. Kurvene for de to årene er plassert under hverandre for å lette sammenligningen.

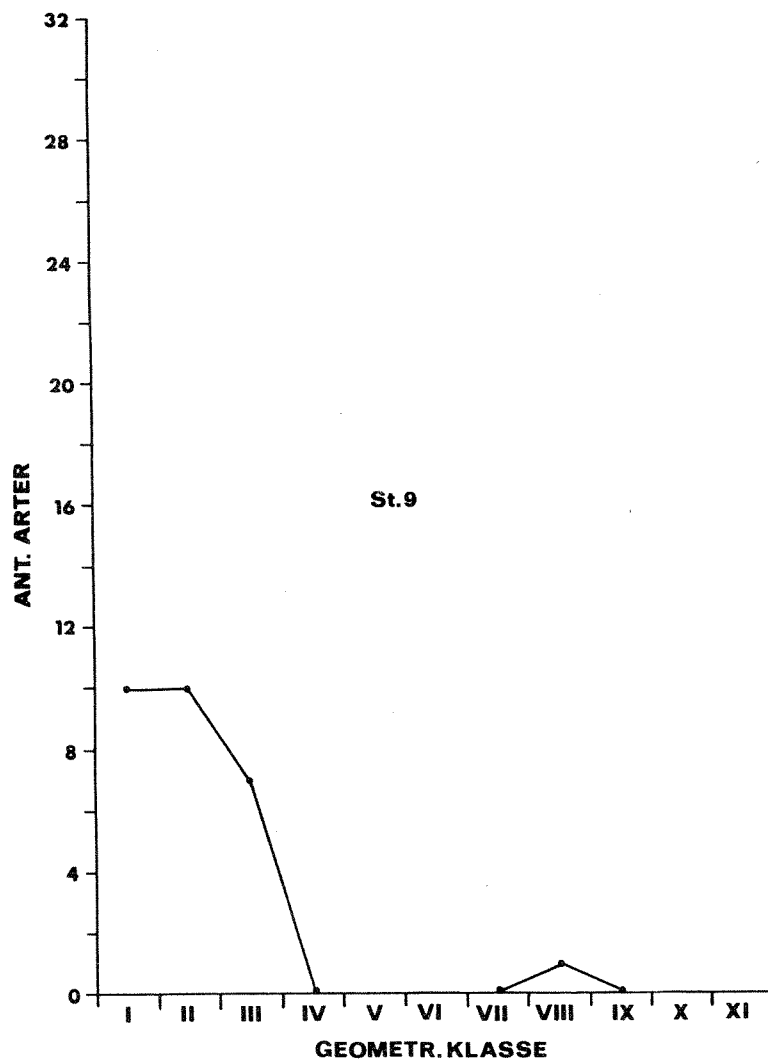
Figur 11 A og B (St. 3-81 og 8-81) viser begge en utpreget log-normal-fordeling. De uregelmessigheter som forekommer på f.eks. figur 11 B er helt vanlig forekommende uregelmessigheter innenfor log-normal-fordelingen - antagelig et utslag av patchiness og signaliserer ikke forstyrrelser eller invasjon av opportunist.



Figur 12. Log-normalplott av bunnfaunaen på St. 4A-81 (A) og 7-83 (B).

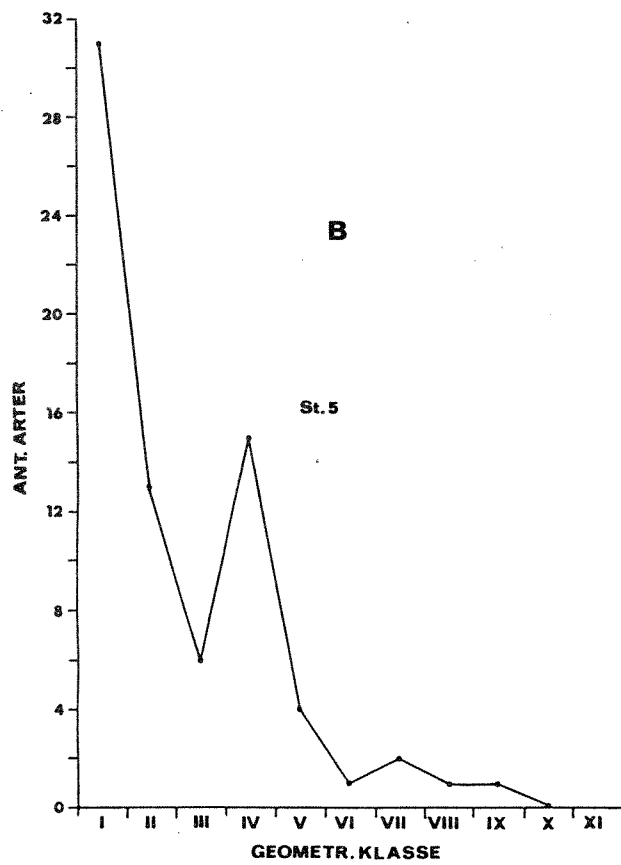
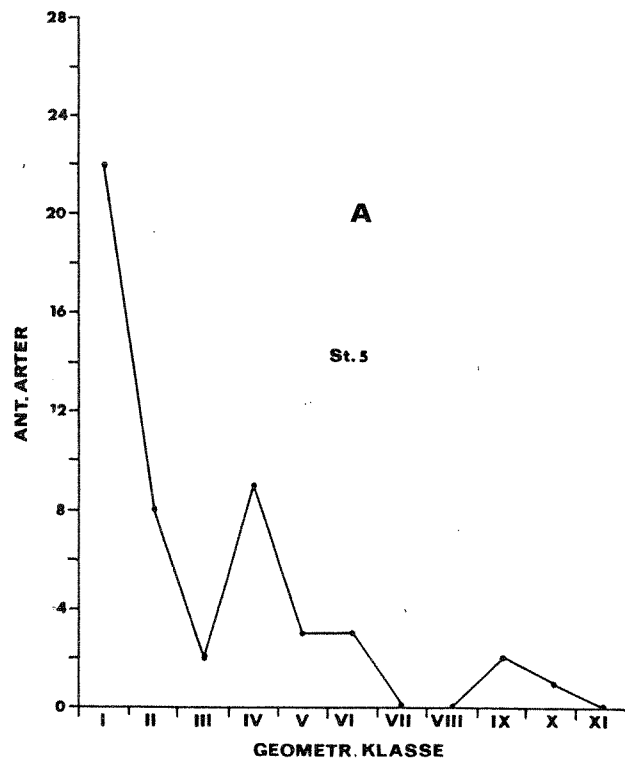
Det samme gjelder Figur 12 (St. 4A-81 og St. 7-81). Riktignok er geometrisk klasse VI på St. 7-81 representert med fire arter og utgjør en ekstratopp på Figur 12B. Disse fire artene er: Nemertinea indet, børstemarken *Prionospio malmgreni*, sjøpølsen *Labidoplax buskii* og den gravende kråkebollen *Echinocardium cordatum*. Av tabell 3-5 fremgår det at av disse fire, er *Nemertinea* og *Prionospio malmgreni* utpreget forurensningstolerante, mens *Echinocardium* har en viss toleranse og *Labodiplax buskii* er forurensningsømfintlig.

Vi har her å gjøre med normale, uforstyrrede organismesamfunn med et tildels meget høyt artsmangfold (diversitet). Dette er interessant fordi både St. 4A-81 og St- 7-81 ligger relativt nær utslippstedet.



Figur 13. Log-normalplott av bunnfaunaen på St. 9-83.

Plottet for St. 9, Sømskilen (figur 13), viser noe avvikende trekk i forhold til de foregående. Figur 13 synes å vise toppen på log-normal-fordelingskurven. Dette betyr at prøvestørrelsen (fem replikate grabbhugg) har vært tilstrekkelig til å avdekke en større del av det totale samfunn (f.eks. hva som er sagt innledningsvis i dette kapitlet, samt figur 10). Forklaringen kan ligge i det forhold at Sømskilen har et forholdsvis artsfattig samfunn (tabell 2) som avdekkes mer fullstendig ved den anvendte prøvestørrelse sammenlignet med de høy-diverse samfunn som er representert ved stasjonene 3-81, 8-81, 4A-81 og 7-81. Kurvens forløp kan også være bestemt av tilfeldigheter, derfor er konklusjonen usikker.



Figur 14. Log-normalplott av bunnfaunaen på St. 5-81 (A) og 5-83 (B).

Figur 13 viser en topp relativt langt ute til høyre (geometrisk klasse VIII. Dette er den gravende kråkebollen *Echinocardium cordatum* som opptrådte i et stort antall individer. Denne arten er ikke vanlig i områder med sterk organisk belastning, men er på den annen side ikke utpreget ømfintlig.

St. 5, og da særlig St. 5-81 (figur 14 A) har et mer uregelmessig forløp enn de foregående stasjoner. Det forekommer en markert topp ved geometrisk klasse IV begge år (figur 14 B). Det kan med andre ord se ut som om kurvene (og da særlig St. 5-81) består av flere (tre) overlappende normal-fordelinger - noe som er karakteristisk for samfunn under et visst stress (se Pearson & al. 1983). Når en undersøker hvilke arter som utgjør geometrisk klasse IV, viser det seg at det er meget liten overlapping mellom 1981 og 1983. Kun to arter er felles for de to årene, nemlig den forurensningstolerante børstemarken *Pholoe minuta* og den moderat tolerante muslingen *Myrtea spinifera*. De øvrige artene er ikke felles og utgjør en majoritet av arter (5-81) som er moderat tolerante, mens det på 5-83 også forekommer flere utpreget ømfintlige arter. Klasse IX og X på 5-81 og klasse VII, VIII og IX på 5-83 representerer så og si fullstendig overlapping m.h.t. arter, nemlig børstemarken *Prionospio malmgreni*, som er forurensningstolerant og muslingen *Mysella bidentata* som er ømfintlig, sammen med slangestjernen *Amphiura filiformis* som også er klassifisert som ømfintlig.

At både *Mysella* og *Amphiura* opptrer i stort antall er ganske vanlig etter som *Mysella* ofte lever i et slags avhengighetsforhold til *Amphiura* (kommensalisme).

På grunn av nærhet til utslippet kan det ikke være riktig å hevde at St. 5-81 eller 5-83 er upåvirket av utslippet.

Den - relativt sett - dårlige tilpassingen til log-normalfordelingen tilsier også at en påvirkning er til stede om enn svak.

Det er i det foregående påvist en markert økning i artsmangfoldet på stasjonen fra 1981 til 1983. Stasjonen hadde dessuten flere forurensningsømfintlige arter i 1983 enn i 1981.

De endringer som er iakttatt nær utslippstedet fra 1981 til 1983 kan ha flere forklaringer:

- 1: Patchiness. Det vil si at det økte artsmangfoldet i 1983 skyldes tilfeldigheter.
- 2: Det kan være ulikheter i utslippspåvirkning over korte avstander i nærsonen.
- 3: Utslippshistoriske forhold vi ikke kjenner (f.eks. mindre effektivt renseanlegg i 1981) kan ha bidradd til en sterkere påvirkning i 1981 enn i 1983.
- 4: Utslipppet kan ha medført en moderat gjødsling av systemet, med økt næringstilgang, som har resultert i et høyere artsmangfold.

Det synes å være grunnlag for å hevde at utslipppet frem til 1983 selv med økende belastning ikke har medført noen forverring av miljøet i området.

5. LITTERATUR

- Boman, E. 1982. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Overflatens vannkvalitet i perioden juni 1981 - april 1982. Rapport fra Norsk Institutt for Vannforskning, Sørlandsavdelingen, O-81112, 24 s.
- Boman, E. og Wikander, P. B. 1983. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Delrapport 2. Dypvann og sedimenter i perioden juni 1981 - november 1982. Rapport fra Norsk Institutt for Vannforskning, Sørlandsavdelingen, O-81112, 29 s.
- Danielsen, D. S. og Iversen, S. A. 1976. Intern rapport angående resipientundersøkelser i Arendalsområdet i 1975. Del I. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Statens Biologiske Stasjon, Flødevigen. 77 s.
- Danielsen, D. S. og Iversen, S. A. 1978. Intern rapport angående resipientundersøkelser i Arendalsområdet i 1975. Del II. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Statens Biologiske Stasjon, Flødevigen.
- Gray, J. S. 1982. Effects of pollutants on marine ecosystems. Neth. J. Sea Res. 16: 424-443.
- Gray, J. S., Mirza, F. B. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. Mar. Pollut. Bull. 10: 142-146.
- Gray, J. S., Pearson, T. H. 1982. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 1. Comparative methodology. Mar. Ecol. Prog. Ser. 9:
- Hurlbert, S. N. 1971. The non-concept of species diversity. Ecology 53: 577-586.

- Krebs, C. J. 1978. Ecology. The experimental analysis of Distribution and Abundance. Harper & Row 768 pp.
- Magnusson, J. 1976. Strømundersøkelser ved Utnes, Arendalsområdet. Rapport fra Norsk Institutt for Vannforskning, O-8475, 93 s.
- Næs, K. 1985. Overvåkning av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy. Overflatens vannkvalitet i perioden juni 1983 - juni 1985. Delrapport 4. Rapport fra Norsk Institutt for Vannforskning, Sørlandsavdelingen 0-81112, 21 s. + vedlegg.
- Olsen, S., 1984. Overvåkning av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy kommune. Overflatens vannkvalitet i perioden mai 1982 - mai 1983. Delrapport nr. 3. Rapport fra Norsk Institutt for Vannforskning, Sørlandsavdelingen. 38 s inkl. vedlegg.
- Pearson, T. M., Gray, J. & Johannessen, P. J., 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced changes in benthic communities. 2. Data analyses. Mar. Ecol. Prog. Ser. 12: 237-255.
- Pearson, T. H., Rosenberg, R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 16: 229-311.
- Platt, H. M. & Lamshead, P. J. D. 1985. Neutral model analysis of patterns of marine benthic species diversity. Mar. Ecol. Prog. Ser. 24: 75-81.
- Renkonen, O. 1938. Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. An Zool. Soc. Zol. -Bot. Fenn. Vanamo 6: 1-231.

- Rygg, B. 1984. Bløtbunnfaunaundersøkelser. Et godt verktøy ved marine resipientvurderinger. Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo. 80612, 29 s.
- Rygg, B. 1985 (a). Sammenheng mellom forurensningsgrad og forekomst av utvalgte arter av marin bløtbunnfauna. Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo. 85121, 36 s.
- Rygg, B. 1985 (b). Heavy-metal pollution and log-normal distribution of individuals among species in benthic communities. Mar. Pollut. Bull. (in prep.).
- Sand, N. P. 1978. Intern rapport angående resipientundersøkelser i Arendalsområdet i 1976. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Statens Biologiske Stasjon, Flødevigen.
- Sand, N. P. 1979. En fysisk/kjemisk helårsundersøkelse i Arendalsområdet (1976-1977). Hovedfagoppgave i marinbiologi, Univ. i Oslo. 138 s.
- Shannon, C. E., Weaver, W. 1963. The Mathematical Theory of Communication. University Illinois Press, Urbana, 117 pp.
- Shaw, K. M., Lamshead, P. J. D. & Platt, H. M. 1983. Detection of pollution-induced disturbance in marine benthic assemblages with special reference to nematodes. Mar. Ecol. Prog. Ser. 11: 195-202.

6. VEDLEGG

Vedleggstabell 1 forts.

ST. NR. ART./GRUPPE PR. NR.	St. 3			St. 8			St. 4 A			St. 5			St. 7								
	I	III	V	N	Kl	I	III	V	N	Kl	I	III	V	N	Kl	I	III	V	N	Kl	
<i>Eupolytmia nesidensis</i>																					
<i>Glycera alba</i>	1	3	3	7	III	1	1	3	5	III	1	5		19	V	2	4	1	7	III	
<i>G. capitata</i>																					
<i>Glycinde nordmanni</i>			1	1	I		3	2	5	III	2	1	5	8	IV	2	1	1	4	III	
<i>Goniada maculata</i>	1	1	1	2	II	1	4	3	8	IV	1	1	3	5	IV	5	3	3	1d	IV	
<i>Harmothoe</i> spp.																					
<i>Heteromastus filiformis</i>	3			3	II							2		2	II						
<i>Hydroides norvegica</i>			1		I				1	I	1										
<i>Laonice citrata</i>									1	I	1										
<i>Lumbrineris</i> sp.									1	I	1										
<i>Magelona alleni</i>			1	1	I				1	I											
<i>M. minuta</i>																					
<i>Magelona</i> sp.																					
Maldanidae indet																					
<i>Myriochele oculata</i>			1	1	I																
<i>Nephtys hombergi</i>																					
<i>Nereimyra punctata</i>													1								
<i>Nereis</i> sp.																					
<i>Notomastus latericeus</i>																					
<i>Ophelina acuminata</i>																					
<i>Ophiotromus flexuosus</i>	1			1	I		1		1	I											
<i>Owenia fusiformis</i>																					
<i>Oweniidae</i> indet (a)	1			1	I		1	1	2	I											
<i>Oweniidae</i> indet (b)	2			2	II																
<i>Paraonis lyra</i>			1	1	I								1								

Vedleggstabell 1 forts.

ART/GRUPPE	St. 3					St. 8					St. 4 A					St. 5					St. 7				
	I	III	V	N	Kl	I	III	V	N	Kl	I	III	V	N	Kl	I	III	V	N	Kl	I	III	V	N	Kl
<i>Ophiura albida</i>	1	2	1	4	III	1		1	1	I				3	II						2			2	II
<i>Ophiura</i> sp. juv.								1	1	I												1		1	I
TUNICATA (KAPPEDYR)																									
Ascidiacea indet																									
S (antall arter) =	14	28	28	50		23	32	19	49		25	32	24	54		32	20	38	51		32	36	24	49	
N (antall individer) =	201	56	42	299		50	117	72	239		53	59	51	163		625	529	744	1898		145	157	88	383	

Vedleggstabell 2. Artsliste over materialet fra innsamlingen i 1983. (kl. = plassering i geometrisk klasse, se tekst).

Art/Gruppe	St.5-83 - Ved utslipp						St.9-83 - Sømskilen							
	Grabb-prøvenr.					N	G Kl						N	G Kl
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5		
PORIFERA (SVAMP)														
Porifera indet.		1				1	I							
CNIDARIA (NESLEDYR)														
<i>Edwardsia</i> sp.	5	1		1	2	9	IV	1					1	I
Tentakler fra sjøanemone?	+				+	+								
PLATYHELMINTHES (FLATMARK)														
<i>Turbellaria</i> indet.	7	2			1	10	IV							
NEMERTINEA (BÅNDORM)														
Nemertini indet.	13	3		4	10	30	V	1		2			3	II
OLIGOCHAETA (FÅBØRSTEMARK)														
<i>Tubificoides</i>									3				3	II
POLYCHAETA (BØRSTEMARK)														
<i>Aphrodite aculeata</i>					1	1	I							
<i>Pholoe minuta</i>	5	2		2	2	11	IV		1	2		1	4	III
<i>Anaitides groenlandica</i>										1	1	1	3	II
<i>Eumidia sanguinea</i>		1				1	I							
<i>Eteone longa</i>	1					1	I							
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	2				1	3	II							
<i>Synelmis klatti</i>	2					2	II							
<i>Nephtys hombergi</i>	1					1	I	3	1	2		1	7	III
<i>Glycera alba</i>	7	4		1	3	15	IV							
<i>Goniada maculata</i>	9	1		4	2	16	V							
<i>Sphaerodorum flavum</i>		7				7	III							
<i>Paraonis gracilis</i>	4	2		1	1	8	IV			1			1	I
<i>Prionospio cirrifera</i>									1	1			2	II
<i>P. cirrifera/malmgreni</i>	25	5		5	45	80	VII							
<i>Magelona alleni</i>					1	1	I							
<i>Chaetozone setosa</i>					1	1	I	1	1			1	3	II
<i>Scalibregma inflatum</i>					1	1	I	1					1	I
<i>Diplocirrus glaucus</i>	4					4	III							
<i>Brada villosa</i>	4	3		4	2	13	IV							
<i>Heteromastus filiformis</i>	2					2	II		1				1	I
<i>Maldane sarsi</i>								1					1	I
<i>Rhodine gracilior</i>	1					1	I							

Vedleggstabell 2 forts.

Art/Gruppe	St. 5-83 - Ved utslipp					St. 9-83 - Sørskilen									
	Grabb-prøvenr.					N	G Kl						N	G Kl	
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5			
POLYCHAETA forts.															
<i>Maldanidae</i> indet.(fragm.)				1		1	I								
<i>Myriochele oculata</i>	1				1	2	II								
<i>Ampharete</i> sp.(ufullst.)					1	1	I			1		1	2	II	
<i>Sosane sulcata</i>				1		1	I								
<i>Pista cristata</i>	1	1				2	II								
<i>Polycirrus</i> sp.					1	1	I								
<i>Terebellides stroemi</i>					3	3	II								
<i>Trichobranhus roseus</i>				2	10	12	IV								
GEPHYREA (PØLSEORMER)															
<i>Golfingia</i> s.l.spp.	2	2		1		5	III								
<i>Priapulus caudatus</i>					1	1	I								
COPEPODA (HOPPEKREPS)															
Copepoda indet. cf.															
<i>Calanus finmarchicus</i>	1			1	3			1							
CIRRIPIEDIA (RUR)															
<i>Verruca stroemia</i>		3				3	II								
CRUSTACEA (KREPSDYR)															
<i>Leucon nasica</i>								1				1		I	
Mysidacea indet.		1				1	I								
Lysianassidae indet.					1	1	I								
<i>Dexamine spinosa</i>		6				6	III								
<i>Panoploea minuta</i>	1					1	I								
<i>Galathea intermedia</i>		10		2		12	IV								
<i>Anapagurus chiroacanthus</i>		23				23	V								
<i>Hyas coarctatus</i>	1					1	I								
<i>Macropipus depurator</i>	1					1	I								
PYCNOGNONIDA (HAVEDDERKOPPER)															
Pycnogonida indet.		2				2	II								
MOLLUSCA (BLØTDYR)															
<i>Tonicella marmorea</i>	1					1	I								
<i>Onoba vitrea</i>	5					5	III								
<i>Natica alderi</i>	1					1	I								
<i>Nassarius pygmaeus</i>	1					1	I								
<i>Cylichna cylindracea</i>	8			2	4	14	IV								
<i>Philina aperta</i>	8				1	9	IV	2	2			4		III	

Vedleggstabell 2 forts.

Art/Gruppe	St. 5-83 Ved utslipp						St. 9-83 - Sømskilen							
	Grabb-prøvenr.						Grabb-prøvenr.							
	1	2	3	4	5	N	G Kl	1	2	3	4	5	N	G Kl
MOLLUSCA (forts.)														
<i>Philine scabra</i>	23				4	27	V	1					1	I
<i>Philine</i> sp.		1				1	I							
<i>Nuculoma tenuis</i>	2	6			2	10	IV	2					2	II
<i>Nucula nucleus</i>		1				1	I							
<i>Thyasira sarsi/flex.</i>	12	1			1	14	IV			2			2	II
<i>Mysella bidentata</i>	138	41		16	6	201	VIII	3	2	1			6	III
<i>Montacuta ferruginosa</i>	4	4		1	2	11	IV	1	2	1			4	III
<i>Myrtea spinifera</i>	6	3		1		10	IV							
<i>Arctica islandica</i>				1		1	I							
<i>Venus ovata</i>		2				2	II							
<i>V. striatula</i>	1					1	I	1					1	I
<i>Abra nitida</i>					1	1	I	2		2			4	III
<i>Corbula gibba</i>	1	1		2	3	7	III	3	1	1			5	III
<i>Hiatella</i> sp.		1				1	I							
<i>Thracia convexa</i>	2					2	II							
ECHINODERMATA (PIGGHUDER)														
<i>Asterias rubens</i>	2			1		3	II							
<i>Amphiura filiformis</i>	248	74		33	54	409	IX	2		1			3	II
<i>Amphiura chiajei</i>	1					1	I							
<i>Ophiura albida</i>	1					1	I							
<i>Ophiura sarsi</i>										1	1		2	II
<i>Ophiura</i> sp. (juv.)	3	4		1	2	10	IV				1		1	I
<i>Brissopsis lyrifera</i>	2	1				3	II							
<i>Echinocardium chordatum</i>	59	2		1	7	69	VII	23	19	42	31	28	143	VIII
<i>Cucumaria hyndmani</i>	3					3	II							
<i>Labidoplax buskii</i>	37	11		5	9	62	VI	1					1	I
<i>Leptosynapta inhaerens</i>	1					1	I							
S (ANTALL ARTER)	48	35		26	35	75		19	11	15	4	6	28	
N (ANTALL INDIVIDER)	671	233		95	190	1189		51	34	61	34	33	213	