



## Rapport

## 349|89

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjon

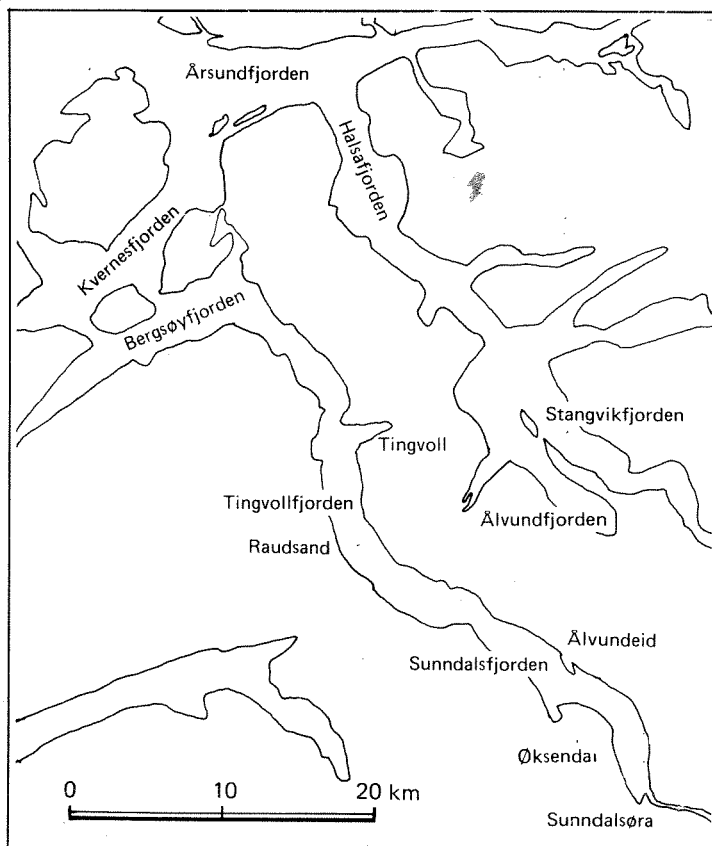
NIVA

# Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden, Møre og Romsdal

### Delrapport 4

### Gruveforurensning av fjordbunnen ved Rausand

### Undersøkelser i 1988





## Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør  
grunnvann  
vassdrag og fjorder  
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

**gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.**

**registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.**

**påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.**

**over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.**

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. 0032 Oslo 1.  
tlf. 02 - 65 98 10.

# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

**Hovedkontor**  
Postboks 33, Blindern  
0313 Oslo 3  
Telefon (02) 23 52 80  
Telefax (02) 39 41 29

**Sørlandsavdelingen**  
Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 033  
Telefax (041) 42 709

**Østlandsavdelingen**  
Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 752

**Vestlandsavdelingen**  
Breiviken 5  
5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (05) 95 17 00  
Telefax (05) 25 78 90

Rapportnummer:

8000368

Undernummer:

Løpenummer:

2266

Begrenset distribusjon:

**Rapportens tittel:** Tiltaksorientert  
overvåking av Sunndalsfjorden, Møre og  
Romsdal. Delrapport 4. Gruveforurensning  
av fjordbunnen ved Rausand. Undersøkelser  
i 1988. (Overvåkingsrapport nr. 349/89)

Dato:

24.7.1989

Prosjektnummer:

8000368

**Forfattere:**

Brage Rygg  
Kristoffer Næs

Faggruppe:

Industriforurensninger

Geografisk område:

Møre og Romsdal

Antall sider:

29

**Oppdragsgiver:**

Statens forurensningstilsyn

Oppdragsg.ref.:

**Ekstrakt:**

Sedimentene i midtre del av Sunndalsfjorden, er forurensset med gruveavgang. Utslippene opphørte i 1983, men et ca. 4 km<sup>2</sup> stort område ved Rausand er fortsatt påvirket. Her var kobber-, vanadium- og jernkonsentrasjonene henholdsvis 10, 6 og 3 ganger høyere enn normalt. I dette mest forurensete fjordpartiet var bløtbunnfaunaen forskjellig fra faunaen lenger bort fra Rausand. Forurensningstolerante børstemark dominerte. To muslingarter, som var vanlige ellers i fjorden, manglet. Deres fravær skyldes høyst sannsynlig virkninger av de høye kobberkonsentrasjonene. Faunaen i det avgangspåvirkete området kan klassifiseres som moderat påvirket.

**5 emneord, norske:**

1. Gruveavgang
2. Metallforurensning
3. Kobberforurensning
4. Sediment
5. Marin bløtbunnfauna

**5 emneord, engelske:**

1. Mine tailings
2. Metal pollution
3. Copper pollution
4. Sediment
5. Marine benthic fauna

**Prosjektleder:**

.....

Brage Rygg

**For administrasjonen:**

.....

Tor Bokn

ISBN 82-577-1565-4



# Statlig program for forurensningsovervåking

0-8000368

TILTAKSORIENTERT OVERVÅKING AV SUNNDALEFJORDEN, MØRE OG ROMSDAL.

DELRAPPORT 4.

GRUVEFORURENSNING AV FJORDBUNNEN VED RAUSAND.  
UNDERSØKELSER I 1988.

Oslo, 24. juli 1989

Prosjektleder: Brage Rygg  
Medforfatter: Kristoffer Næs  
Medarbeidere: Unni Efraimsen  
Bodil Ekstrøm  
Rolf Høgberget  
Mette Lie  
Eivind Oug  
Pirkko Rygg  
Per Wikander

## INNHOLD

Side:

FORORD	3
1. FORMÅL - KONKLUSJONER	4
2. INNLEDNING	5
3. MATERIALE OG METODER	6
4. RESULTATER FRA SEDIMENTUNDERSØKELSENE	8
5. RESULTATER FRA BLØTBUNNFAUNAUNDERSØKELSENE	16
6. SAMMENHENG MELLOM SEDIMENTPARAMETRE OG FAUNAPARAMETRE	22
7. HENVISNINGER	27
8. VEDLEGG	28

*FORORD*

*Overvåkingen i Sunndalsfjorden er en del av Statlig program for forurensningsovervåking, som administreres av Statens forurensningstilsyn. Undersøkelsene er finansiert av Sunndal Verk, Sunndal kommune og Statens forurensningstilsyn.*

*Undersøkelsene startet høsten 1986. De består av forskjellige delprosjekter. Resultatene rapporteres i egne delrapporter. Foruten den foreliggende rapport er det hittil utgitt én delrapport:*

*Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden, Møre og Romsdal. Delrapport 1. Sedimenter og bløtbunnfauna 1986.*

*Følgende delrapporter er under utarbeidelse:*

*Miljøgifter i organismer.  
Vannutskiftning og vannkvalitet.  
Forurensningstilførsler.  
Organismesamfunn i strandsonen.*

*I tillegg vil det bli utarbeidet en konklusjonsrapport i 1989.*

*Toktdeltakere ved undersøkelsen av sedimenter og bløtbunnfauna i 1988 var R. Høgberget, M. Lie og K. Næs. Mannskapet på båten "Flink" takkes for assistansen under feltarbeidet. Artsbestemmelsene av faunamaterialet er gjort av E. Oug, P. Rygg og P. Wikander.*

*Brage Rygg*

## 1. FORMÅL - KONKLUSJONER

### 1.1. Formål

Denne undersøkelsen av sedimenter og bløtbunnfauna ved Rausand i Sunndalsfjorden hadde følgende mål:

Kartlegge tilstanden på fjordbunnen, særlig utbredelsen av gruveforurensning og virkninger på bunndyrsamfunnene.

### 1.2. Konklusjoner

Sedimentene i midtre del av Sunndalsfjorden fra Meløy til Tingvoll er forurenset med gruveavgang. Konsentrasjonene av kobber er høyere og konsentrasjonene av organisk karbon lavere enn ellers i fjorden. Mest forurenset er et ca. 4 km<sup>2</sup> stort område ved Rausand, hvor bunnsedimentene var dominert av gruveavgangen, og hvor kobberkonsentrasjonene var 10 ganger høyere enn bakgrunnsverdiene i fjorden og jern- og vanadiumkonsentrasjonene 3-6 ganger høyere enn bakgrunnsverdiene i fjorden.

I dette mest forurensete fjordpartiet var bløtbunnfaunaen forskjellig fra faunaen lenger bort fra Rausand. Forurensningstolerante børstemark dominerte. To muslingarter, som var vanlige ellers i fjorden, manglet. Deres fravær skyldes mest sannsynlig virkninger av de høye kobberkonsentrasjonene. I hele fjordpartiet var artsmangfoldet noe lavere enn det normale i norske fjorder. Også andre faktorer enn kobber ser ut til å ha bidratt til det generelt lave artsmangfoldet. Faktorene kan være naturgitte. De er ikke identifisert. Faunaen i hele det undersøkte fjordpartiet kan klassifiseres som moderat påvirket.

Utslippene av gruveavgang opphørte i 1983. Fjordbunnen er fortsatt påvirket, men naturlig sedimentasjon vil med tiden svekke avgangens virkninger.

## 2. INNLEDNING

### 2.1. Området

Fjordområdet er vist på Fig. 1. Selve Sunndalsfjorden omfatter området ut til Tingvoll. Største dyp er ca. 350 m litt sør for Tingvoll. Fjordbunnen ved Rausand er nokså flat, med et dyp på omkring 325 meter. Fjordsidene stiger bratt opp.

### 2.2. Formål

Hovedformålet med undersøkelsene i Sunndalsfjorden er å beskrive forurensningstilstanden. Angivelse av omfang og alvorlighet av forurensningsproblemene i fjorden skal danne grunnlag for en vurdering av behovet for tiltak. Resultatene skal også tjene som referanse for senere undersøkelser av tidsutvikling.

Undersøkelsene i 1988 av fjordpartiet ved Rausand var rettet mot å kartlegge utbredelsen av forurensningen av gruveavgang og dens virkning på bunndyrsamfunnene. Det var også et mål å finne allmengyldige sammenhenger mellom kobberkonsentrasjon i sediment og faunatilstand. Foruten data fra ni stasjoner i 1988, er data fra tre stasjoner i 1986 tatt med i behandlingen for å kunne stedfeste yttergrensene for påvirket område.

### 2.3. Tidligere undersøkelser

Undersøkelsen av sedimenter og bløtbunnfauna i 1986 viste at området ved Rausand var forurenset av gruveavgang. Konsentrasjonen av kobber i sedimentet på en stasjon midt i fjordpartiet ved Rausand var 10 ganger høyere enn normalt i norske fjorder. Så høye nivåer kan ha en betydelig virkning på bløtbunnfaunaen (Rygg 1984a). Det ble også funnet forhøyete konsentrasjoner av vanadium og jern, samt lavt organisk innhold. Rødsand Gruber ved Rausand drev tidligere gruvedrift på vanadiumholdig jernmalm. Dette indikerer at forurensningen skyldes gruveavgang. Utslippene av avgang til fjorden opphørte i 1983.



### 3. MATERIALE OG METODER

Prøver av sedimenter ble samlet inn fra ni stasjoner 4-5. juli 1988 (stasjon 1-9, Fig. 1). Resultater fra tre stasjoner i november 1986 inkluderes også (stasjon 12, 13 og 15, Fig. 1). Sedimentkjerner ble samlet med en "gravity corer" (Niemistö 1974) og snittet i 1 cm tykke skiver. Før analyse ble prøvene siktet gjennom 0.063 mm sil. Alle analysene ble utført på den fraksjonen som inneholdt finere partikler enn 0.063 mm.

Bløtbunnfauna ble innsamlet fra de samme ni stasjonene med en 0.1 m<sup>2</sup> bunngrabb (type Petersen). Resultatene fra stasjon 15 i 1986 er også inkludert. Det ble tatt fire parallelle grabbprøver på hver stasjon og slått sammen til én stor prøve. Materialet fra grabbene ble silt gjennom siler med 1 mm store hull. Gjenværende materiale ble konserverert og senere gjennomgått i laboratoriet, hvor dyra ble plukket ut, artsbestemt og tallet.

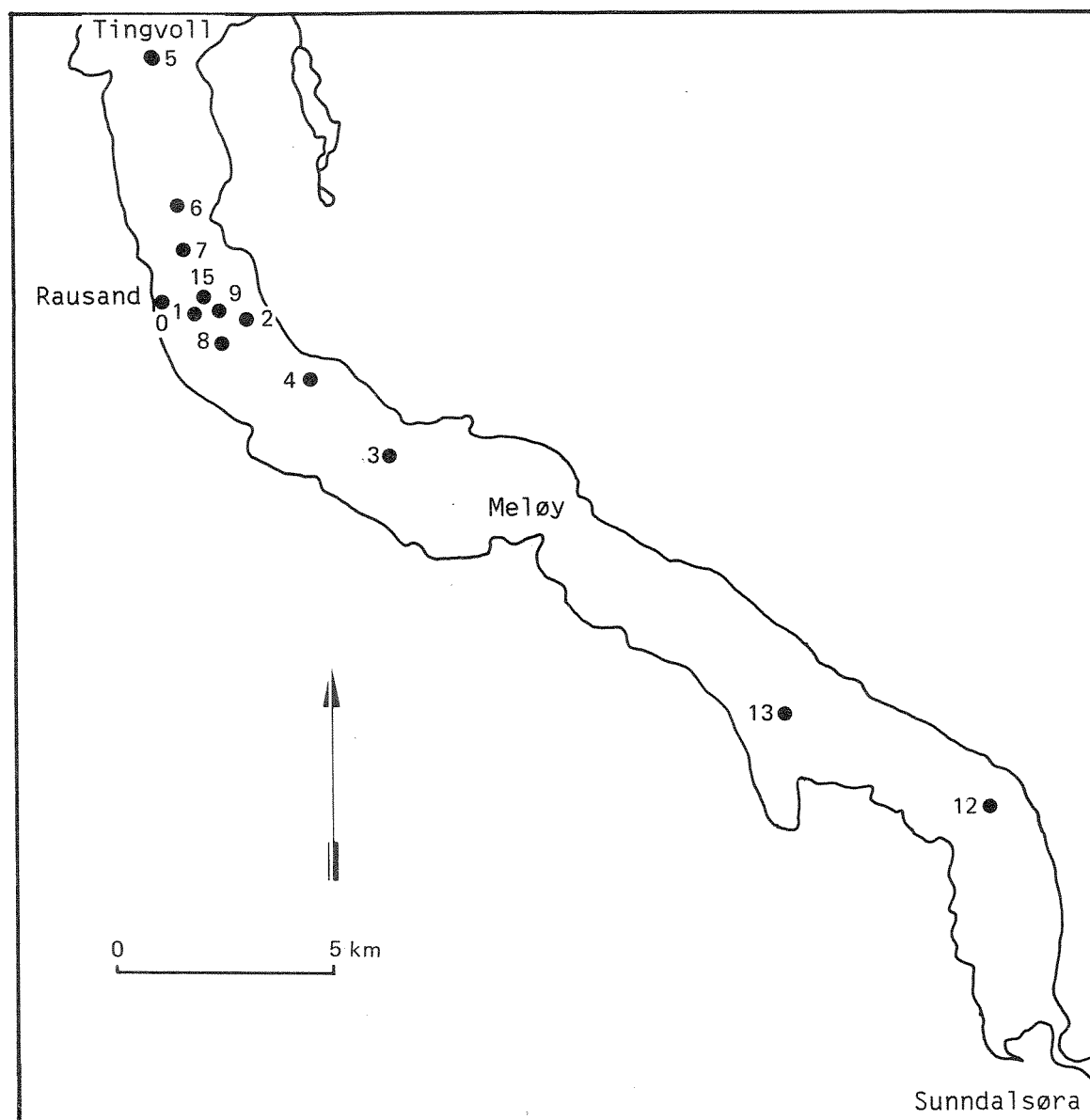


Fig. 1. Stasjoner for sedimenter og bløtbunnfauna i Sunndalsfjorden. Stasjon 1-9: juli 1988. Stasjon 12, 13, 15: november 1986.

#### 4. RESULTATER FRA SEDIMENTUNDERSØKELSENE

Foruten data fra de ni stasjonene i 1988, er data fra tre stasjoner i 1986 tatt med i behandlingen for å kunne stedfeste yttergrensene for påvirket område.

Avgangen fra finseparasjonen fra Rødsand Gruber har gått som utslipp til sjøen. Dette preger sterkt bunnsedimentene i en avstand av ca. 1.5 km. Tab. 1 gir en visuell beskrivelse av sedimentene i området.

Tab. 1. Sedimentbeskrivelse.

Stasjon	Dyp(m)	Kjernelengde(cm)	Anmerkninger
0	93	--	Grus med kispartikler. Ingen prøve til analyse.
1	324	--	Mørk grå, glinsende gruveavgang. Prøve fra grabb.
2	324	10	Lys grå, fast leire.
3	315	20	Lys leire.
4	319	20	Lys leire.
5	330	20	Lys leire.
6	326	20	Lys leire.
7	326	35	Mørk grå, glinsende avgang til 25 cm. Dypere var det lys leire
8	322	35	Som stasjon 7.
9	335	--	Mørk grå, glinsende avgang. Umulig å få prøve med corer. Prøve tatt fra grabb.
12	163	18	Grå siltig leire.
13	231	27	Grå siltig leire. Øverste 1-2 cm brunlig farge.
15	328	36	Grå siltig leire.

Analysene viser at avgangen har medført forhøyete konsentrasjoner av jern, kobber og vanadium i bunnsedimentene. Verdiene var opptil 10 og 6 ganger høyere enn normalt i uforurensete sedimenter for henholdsvis kobber og vanadium. Tab. 2 viser analyseresultatene fra de ni stasjonene i 1988-undersøkelsen, samt fra tre stasjoner i 1986-undersøkelsen.

Tab. 2. Konsentrasjoner av organisk karbon og nitrogen og metaller i sedimentene.

Sta/År	Dyp m	%<63	C mg/g	N mg/g	Fe mg/g	V µg/g	Cu µg/g	Zn µg/g
1-1988	324	33.4	1.4	0.1	99.2	675	375	130
2-1988	324	52.7	14.2	1.75	49.9	170	61	121
3-1988	315	56.2	13.1	1.50	56.5	204	92	145
4-1988	319	65.7	13.1	1.45	52.6	279	111	146
5-1988	330	62.3	12.4	1.49	44.1	170	94	128
6-1988	326	71.9	7.7	0.93	61.9	292	308	155
7-1988	326	72.7	3.6	0.45	64.5	280	372	134
8-1988	322	81.6	8.8	1.03	62.3	269	301	162
9-1988	335	30.1	1.3	0.14	128	576	379	95
12-1986	163	84	11.3	1.0	36	103	41	86
13-1986	231	49	14.4	1.3	36	111	49	123
15-1986	328	60	4.0	0.4	59	321	352	157

I Fig. 2 er gradienter i forurensningen av gruveavgang illustrert ved forhøyete kobberverdier og reduserte karbonverdier.

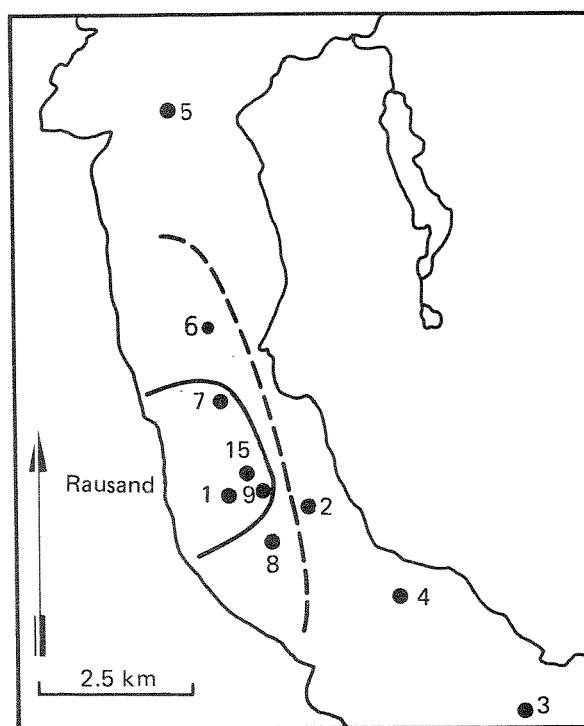


Fig. 2. Gradienter i konsentrasjonen av kobber (Cu) og organisk karbon (C) i overflatesedimentene i fjordpartiet ved Rausand.

———— = Cu > 350  $\mu\text{g/g}$ ; C < 5 mg/g

----- = Cu 200-350  $\mu\text{g/g}$ ; C 5-10 mg/g

Fig. 3-5 viser at det generelt er et økende metallinnhold i prøvene med økende grovhet av sedimentet. Dette kan forklares ved at gruveavgangen er grovere enn det naturlige sedimentet i fjorden. Utslipp og sedimentasjon av uorganisk materiale fra gruvene har ført til fortynning av sedimentets organiske innhold (Fig. 6-7). Fig. 8-10 viser tydelig samvariasjon mellom jern, kobber og vanadium.

Forurensningene påvirker bunnsedimentene betydelig i et ca. 4 km<sup>2</sup> stort område rundt Rødsand Gruber. Konsentrasjonen av kobber i dette området var 10 ganger høyere enn i uforurensete sedimenter, av jern og vanadium 3-5 ganger høyere. På stasjon 3 og 5, som ligger ca. 6 km henholdsvis sør og nord for utslippet, var kobberkonsentrasjonene 3 ganger høyere enn normalt. Det viser at et større område var påvirket av forurensningene.

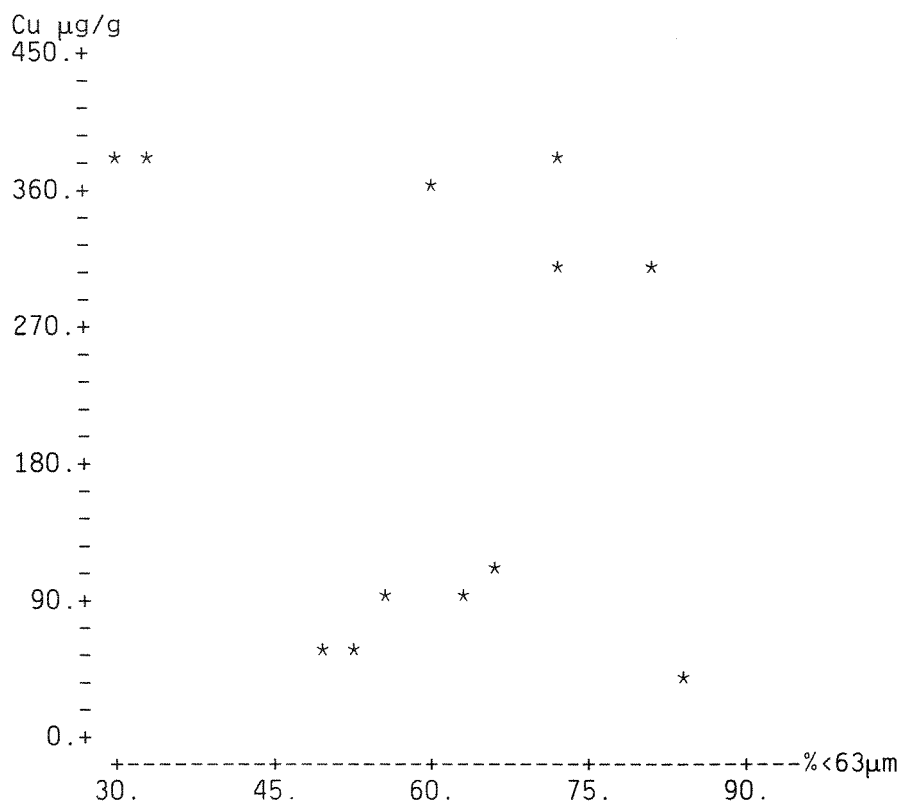


Fig. 3. Plott av kobberkonsentrasjon mot prosentandel av sediment <63 $\mu\text{m}$ .

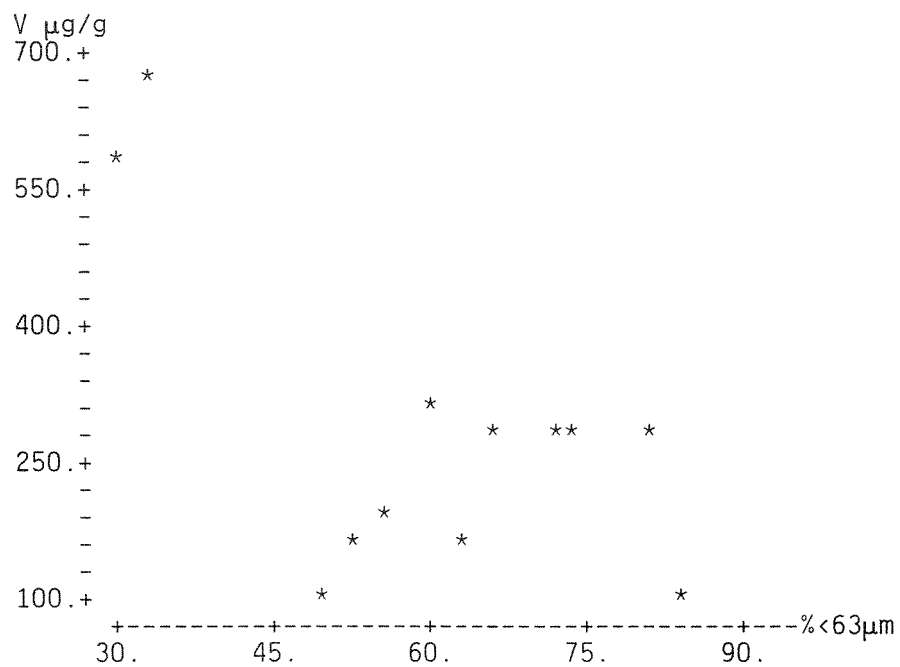


Fig. 4. Plott av vanadiumkonsentrasjon mot prosentandel av sediment <63 $\mu\text{m}$ .

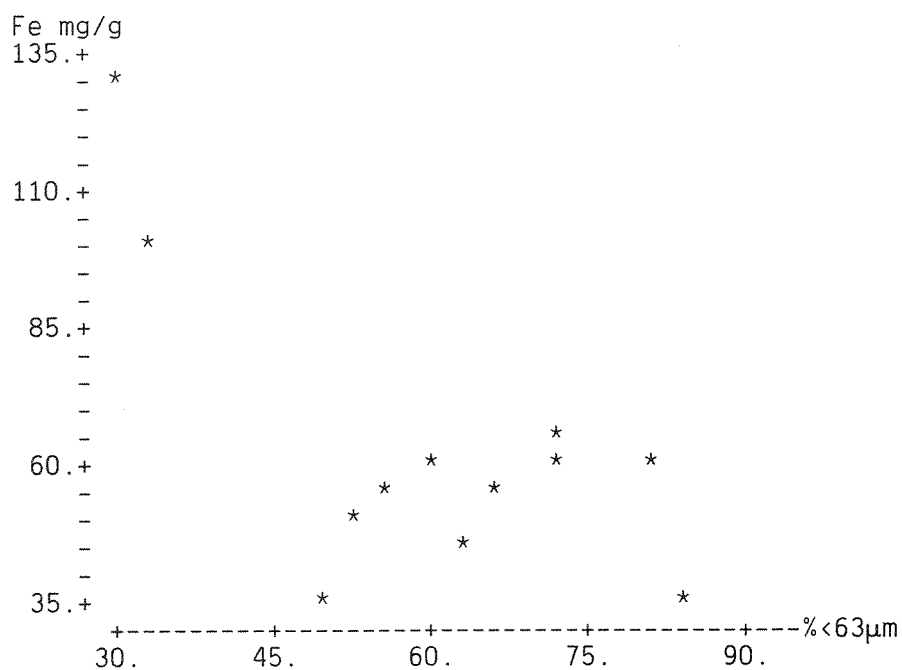


Fig. 5. Plott av jernkonsentrasjon mot prosentandel av sediment <63µm.

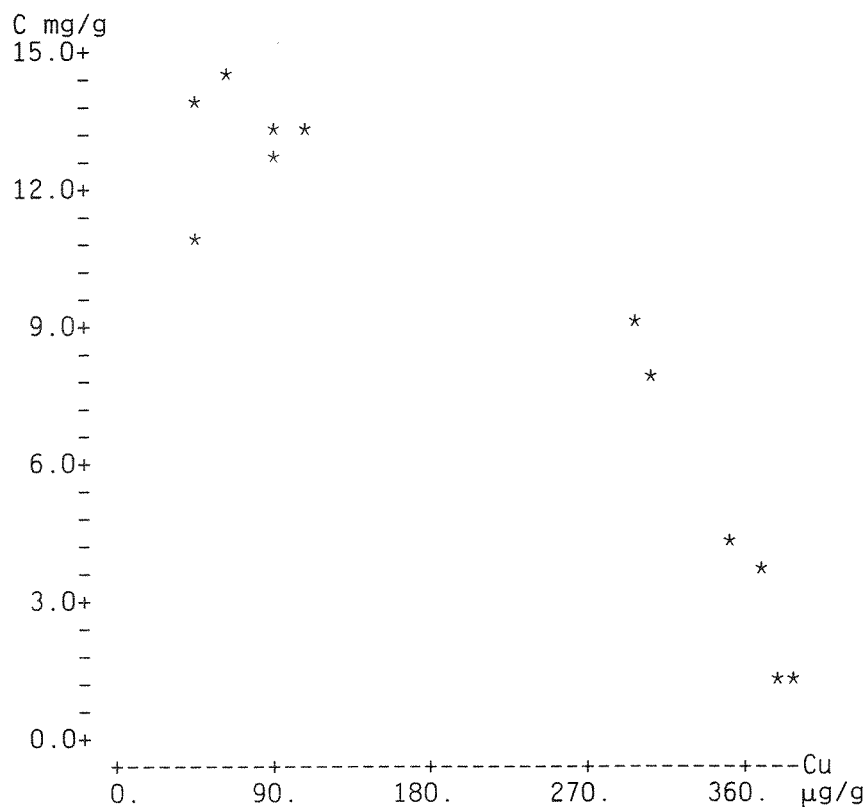


Fig. 6. Plott av organisk karbon mot kobber.



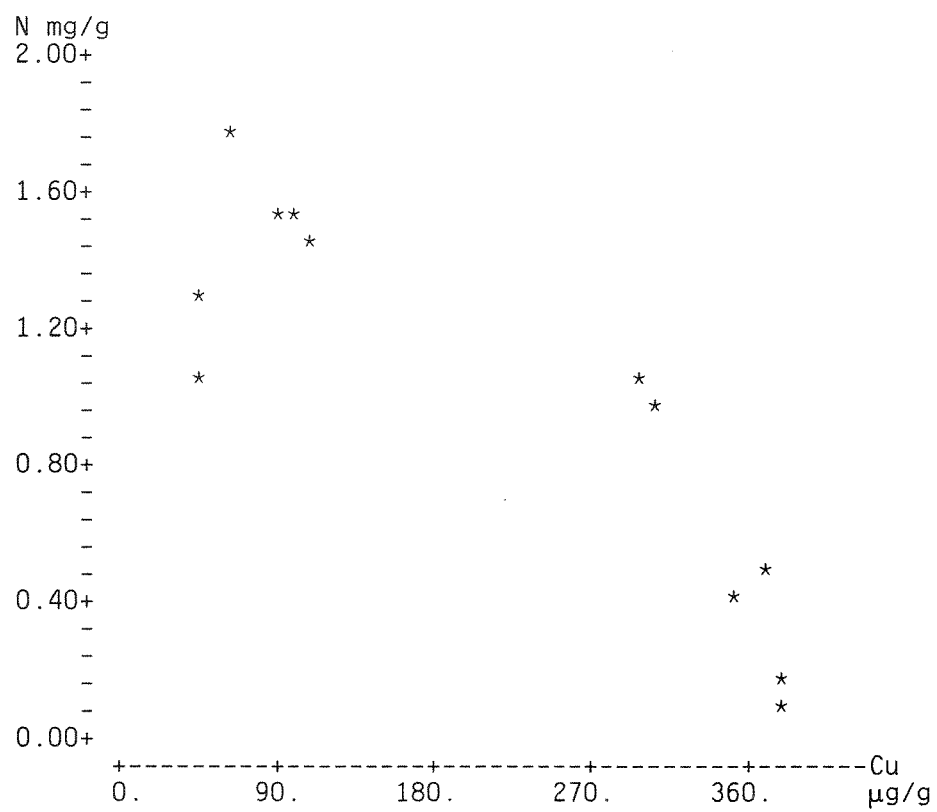


Fig. 7. Plott av organisk nitrogen mot kobber.

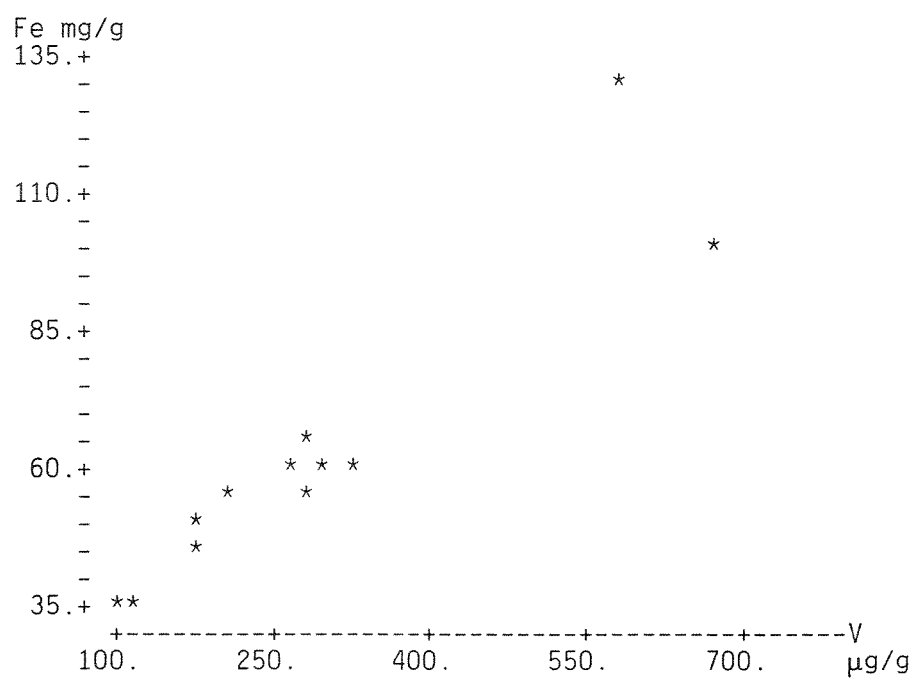


Fig. 8. Plott av jern mot vanadium.

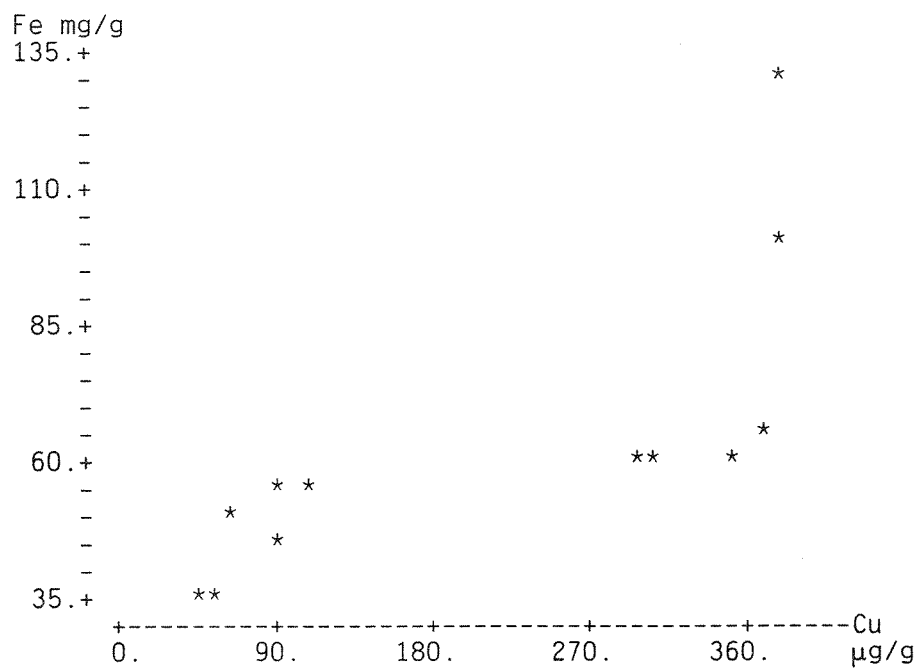


Fig. 9. Plott av jern mot kobber.

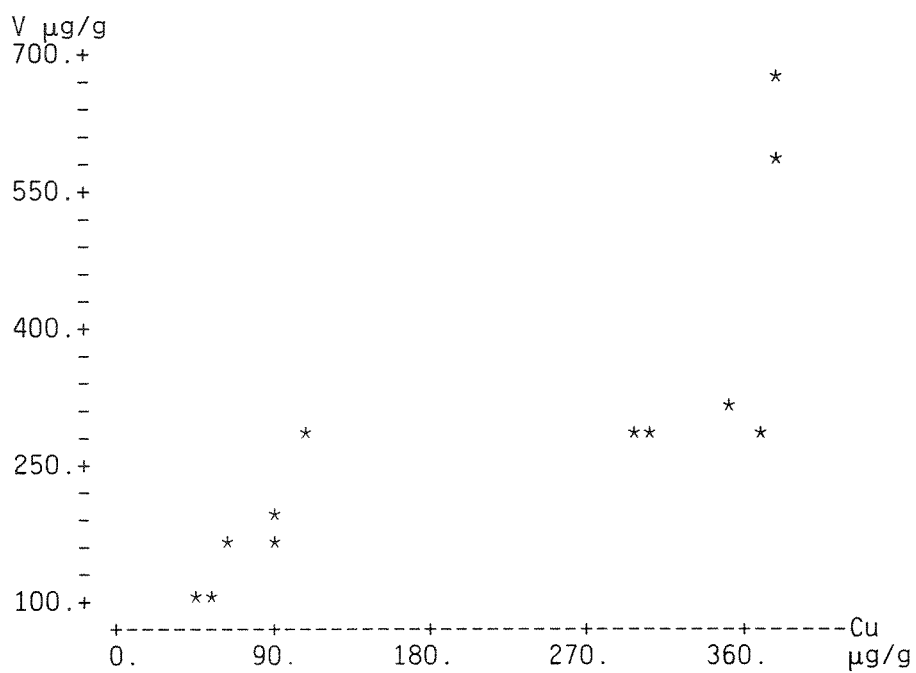


Fig. 10. Plott av vanadium mot kobber.

## 5. RESULTATER FRA BLØTBUNNFAUNAUNDERSØKELSENE

Ved undersøkelsene i november 1986 ble det funnet 10-20 ganger så mange individer pr. areal som i juli 1988 (Næs og Rygg 1988). Individtallene i juli 1988 var bemerkelsesverdig lave. Dette kan skyldes tiden på året. Prøvetakingen i 1988 kan ha foregått for tidlig til at årets nyrekruttering av dyr kom med i prøvematerialet, enten ved at larvenedslag ikke hadde foregått eller at ungstadiene ikke hadde rukket å vokse til størrelser som kunne holdes igjen på 1mm-sikten. Dødelighet i løpet av vinteren kunne ha medført at det var få gjenlevende dyr i juli. Imidlertid har ikke undersøkelser om sommeren vist spesielt lave individantall i andre fjorder. Sedimentvolumet i grabbene var normalt.

Til tross for at antall dyr i prøvene var betydelig lavere enn ventet, er materialet vurdert som brukbart. Dataene er behandlet etter vanlige metoder. Dataene fra en stasjon i Rausandområdet i 1986 (stasjon 15) er også tatt med i den statistiske behandlingen.

De vanligste artene på hver stasjon er vist i Tab. 4. Artsantall, individantall og verdier for artsmangfold er vist i Tab. 5. Komplette liste over arter og individantall er gitt i Vedlegg (Tab. I).

Tab. 4. Samlet individantall av de vanligste artene. De komplette artslistene finnes i Vedlegg.

	Stasjon										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	15	
<b>MANGEBØRSTEMARK</b>											
Chaetozone setosa	27	-	-	-	-	-	11	-	41	37	
Heteromastus filiformis	26	2	-	-	-	8	22	3	14	116	
Lumbrineris sp	-	-	8	7	3	4	1	1	-	2	
Melinna cristata	-	7	1	4	5	4	6	4	-	5	
Nephtys cf. cirrosa	-	6	1	3	6	3	6	5	-	-	
Paramphinome jeffreysii	24	12	-	1	-	5	20	4	22	296	
Prionospio cirrifera	-	-	-	-	-	1	6	-	1	6	
Tharyx sp	-	-	-	-	-	3	10	1	-	3	
<b>MUSLINGER</b>											
Abra nitida	-	-	4	7	9	-	-	-	-	-	
Thyasira equalis	5	13	9	15	16	2	3	8	1	125	
Yoldiella lucida	-	1	2	6	10	-	-	-	-	-	

Tab. 5. Verdier for artsantall (S), individantall (N) og artsmangfold ( $H\log_2$  og  $ESn_{30}$ ).

Sta/Dato	S	N	H $\log_2$	$ESn_{30}$
1/880705	7	87	2.11	5.30
2/880705	7	42	2.34	6.35
3/880705	11	34	2.97	10.40
4/880705	11	49	2.96	9.47
5/880705	15	63	3.29	11.12
6/880705	9	31	2.92	8.94
7/880705	17	95	3.30	10.65
8/880705	14	34	3.37	13.05
9/880705	10	88	2.11	5.93
15/861126	30	650	2.48	6.91

Artsmangfoldet (diversiteten) går ned ved forurensningspåvirkning, mens det holder seg høyt ved naturlige, upåvirkete forhold.

Artsmangfoldet avhenger av artsantallet og hvordan individmengden er fordelt blant artene. Mange arter og jevn fordeling blant artene gir høyt artsomangfold. Omvendt gir lavt artsantall og dominerende individantall hos én eller få arter lavt artsomangfold.

Artsomangfoldet kan defineres som artsantall som funksjon av antall individer i prøven. Det er utarbeidet et klassifikasjonssystem som viser sammenhengen mellom artsantall og individantall ved forskjellig artsomangfold (Rygg 1984b). Dette har blitt brukt til å gradere miljøtilstand (Fig. 11). Artsomangfoldet var noe lavere enn normalt på de fleste stasjonene, men de lave individtallene medfører enn viss usikkerhet. Stasjonenes innbyrdes artsomangfold er ikke helt overensstemmende med grupperingen av stasjoner etter likhetsindeks og grad av gruveforurensning. Det generelt lave artsomangfoldet kan delvis være betinget av naturgitte faktorer. Disse er ikke identifisert.

For å få et enkelt tall for artsomangfoldet, kan det forventete artsantallet ved et bestemt individantall i prøven, f.eks. 100, beregnes (Hurlbert 1971). For dataene fra Rausand er forventet artsantall pr. 30 individer ( $ESn_{30}$ ) beregnet og brukt som indeks for artsomangfold (Tab. 5).

En annen vanlig brukt indeks for artsomangfold er H-indeksen (Shannon og Weaver 1963). Både H og  $ESn_{30}$  for Rausandprøvene er vist i Tab. 5. Det var meget godt samsvar (korrelasjonskoeffisient 0.97) mellom de to indeksene (Tab. 6). H-verdier over 3.1 kan betraktes som normalt. H-verdier lavere enn 2.1 tyder på at samfunnet er betydelig påvirket (Wikander 1986). For Rausandprøvene lå H-verdiene stort sett mellom 2.1 og 3.1, som tyder på moderat påvirkning.

Det er gjort en analyse av graden av likhet i faunaen mellom de enkelte stasjonene. De mest like stasjonene ble gruppert sammen. Det framkom tre hovedgrupper av stasjoner. Resultatene er framstilt som dendrogram i Fig. 12. Gruppene er tegnet inn i et karbon/kobber-plott i Fig. 13. Gruppene er tegnet inn på kartet i Fig. 14.

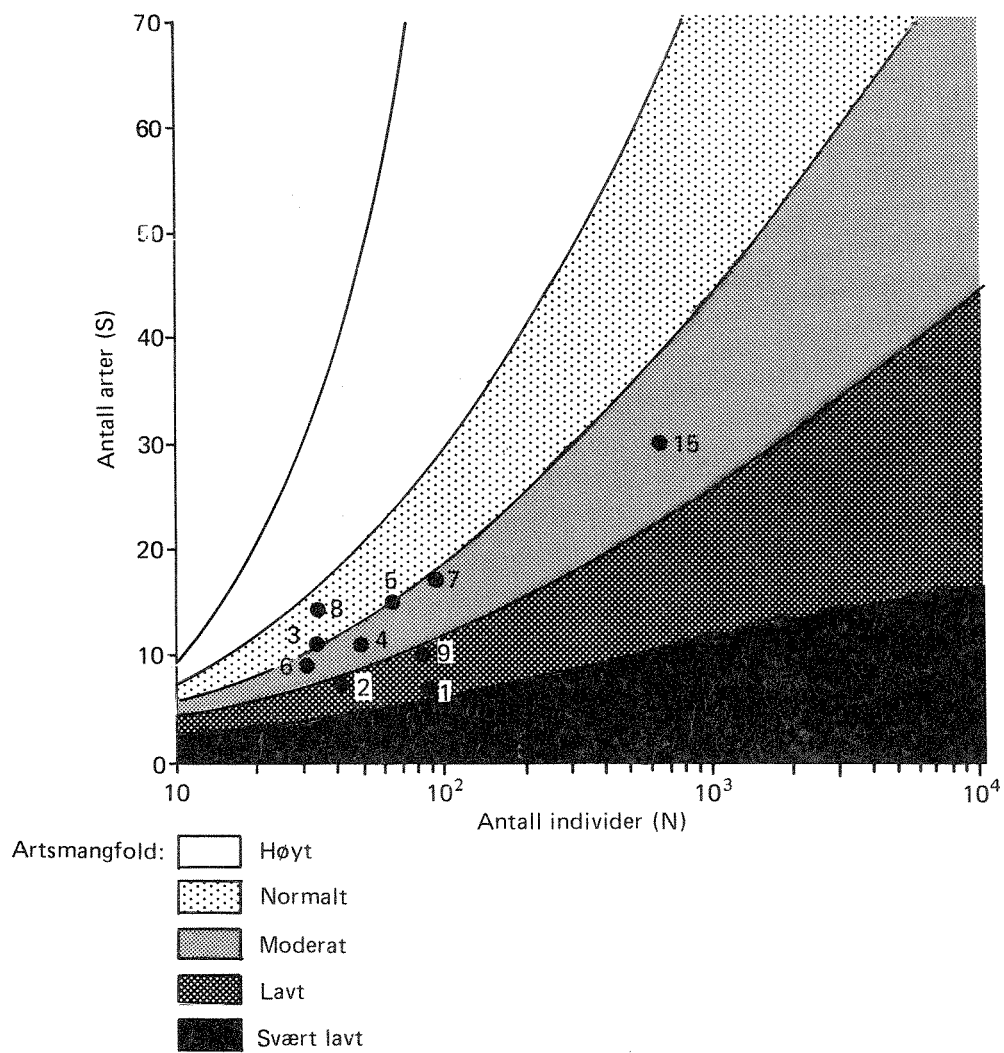


Fig. 11. Klassifikasjon av artsmangfold. Moderat, lavt eller svært lavt artsmangfold tyder på forurensningsvirkninger.

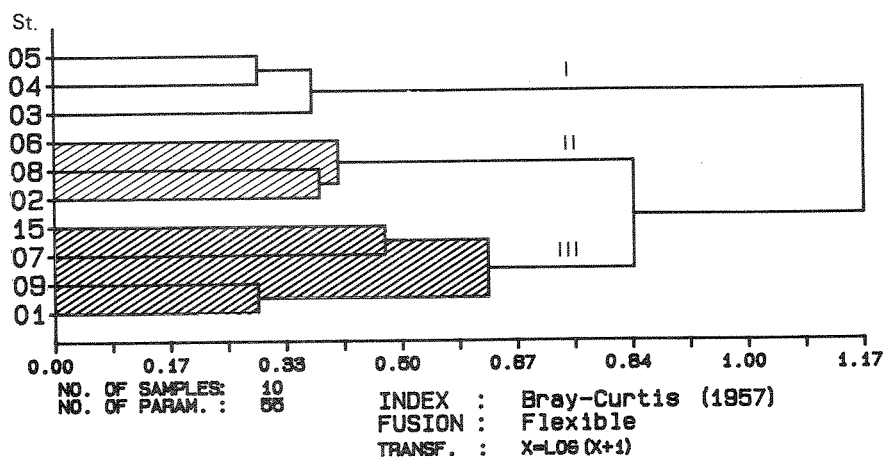


Fig. 12. Dendrogrammet viser grupperinger av innbyrdes like stasjoner, basert på likhetsindeks for alle par av stasjoner. Like stasjoner grupperes tidligst sammen i dendrogrammet, dvs. lengst til venstre. Skalaen angir grad av ulikhet. Det framtrer tre grupper (skravert).

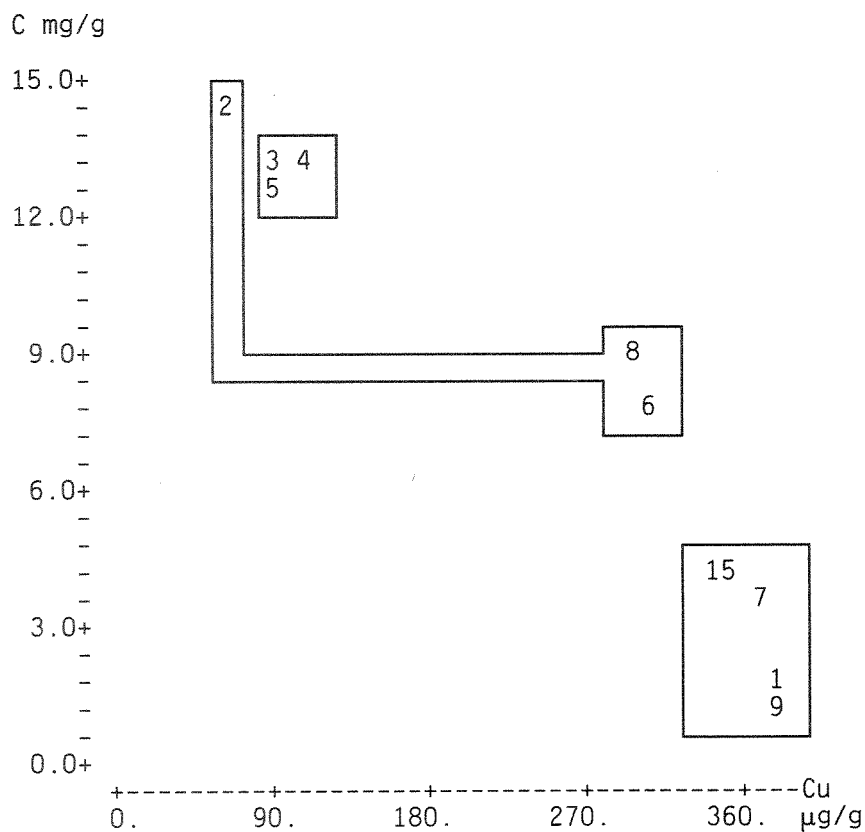


Fig. 13. Plott av organisk karbon mot kobber. Tallene i plottet angir stasjonsnummer. Innrammet er tre stasjonsgrupper med høy likhet i faunaen innenfor hver gruppe (jfr. dendrogrammet i Fig. 12).

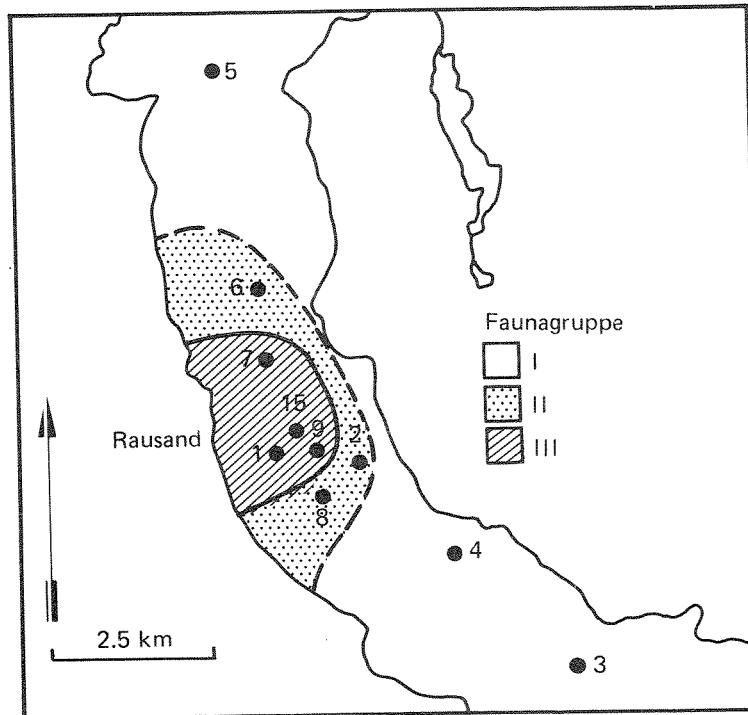


Fig. 14. Stasjonskart med angivelse av stasjonsgrupper med høy likhet i faunaen innenfor hver gruppe (jfr. dendrogrammet i Fig. 12).



## 6. SAMMENHENG MELLOM SEDIMENTPARAMETRE OG FAUNAPARAMETRE

Korrelasjonskoeffisienter mellom artsmangfold og sedimentparametre er vist i Tab. 6.

Tab. 6. Korrelasjonskoeffisienter.

	%<63	C	N	Fe	V	Cu	Zn	ESn <sub>30</sub>
C	0.339							
N	0.335	0.975						
Fe	-0.658	-0.798	-0.740					
V	-0.644	-0.830	-0.787	0.922				
Cu	-0.214	-0.936	-0.870	0.738	0.773			
Zn	0.271	0.023	0.111	-0.164	-0.007	0.285		
ESn <sub>30</sub>	0.826	0.437	0.438	-0.560	-0.629	-0.250	0.529	
H	0.876	0.431	0.436	-0.648	-0.680	-0.251	0.543	0.970

Artsmangfold (ESn<sub>30</sub> og H) var korrelert med finheten av sedimentet (%<63), men viste ingen sammenheng med kobberkonsentrasjonen (Fig. 15-16). Dette tyder på at det reduserte artsmangfoldet ikke var forårsaket av kobber, eller i alle fall ikke av kobber alene.

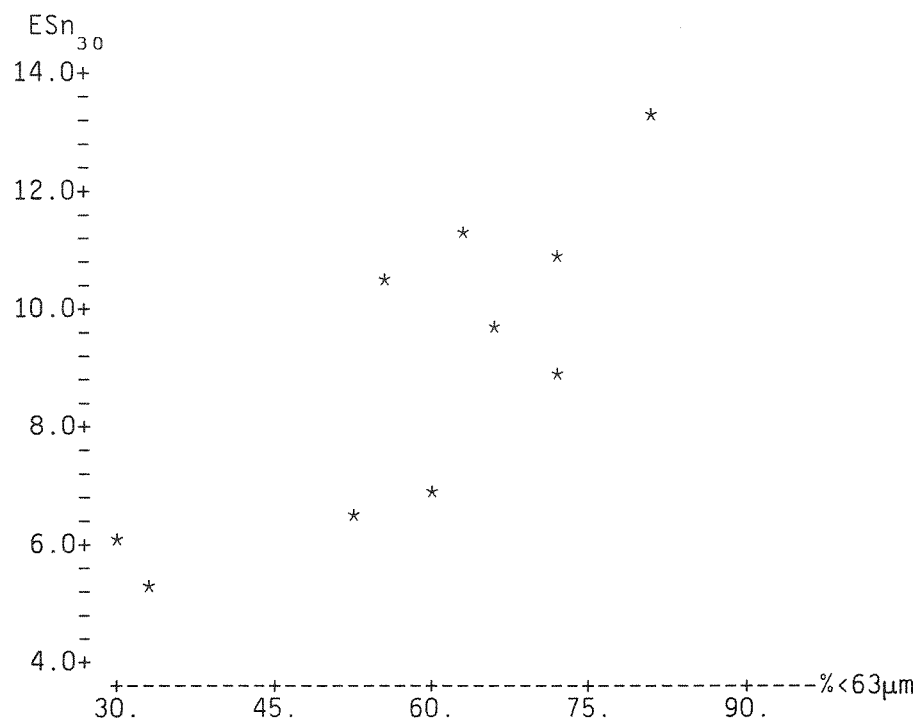


Fig. 15. Plott av artsmangfold (ESn<sub>30</sub>) mot prosentandel av sedimentet <63µm.

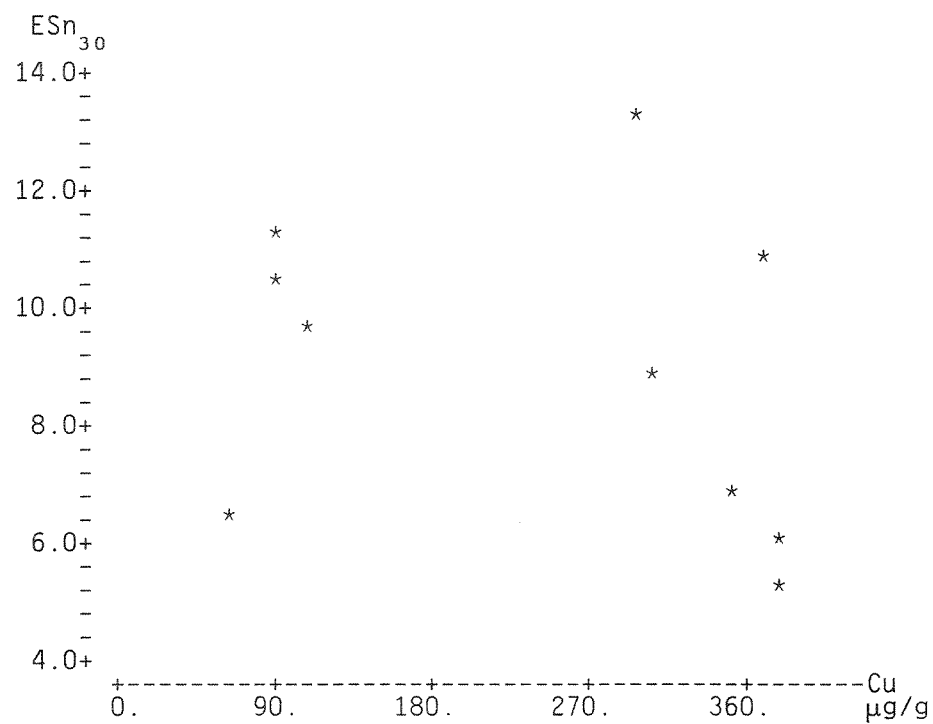


Fig. 16. Plott av artsmangfold (ESn<sub>30</sub>) mot kobber.

Karakteristisk for de lite forurensete stasjonene 3, 4 og 5 var innslaget av muslingene Abra nitida og Yoldiella lucida. Karakteristisk for de mest forurensete stasjonene (1, 7, 9 og 15) var fraværet av de to nevnte muslingene, samt dominansen av børstemarkene Chaetozone setosa, Heteromastus filiformis og Paramphinome jeffreysii (Tab. 4). C. setosa og H. filiformis er forurensningstolerante og opportunistiske arter og dominerer ofte faunaen på forurensete lokaliteter. Fig. 17-20 viser forekomst av muslingene Abra nitida og Yoldiella lucida plottet mot organisk karbon og kobber i sedimentet.

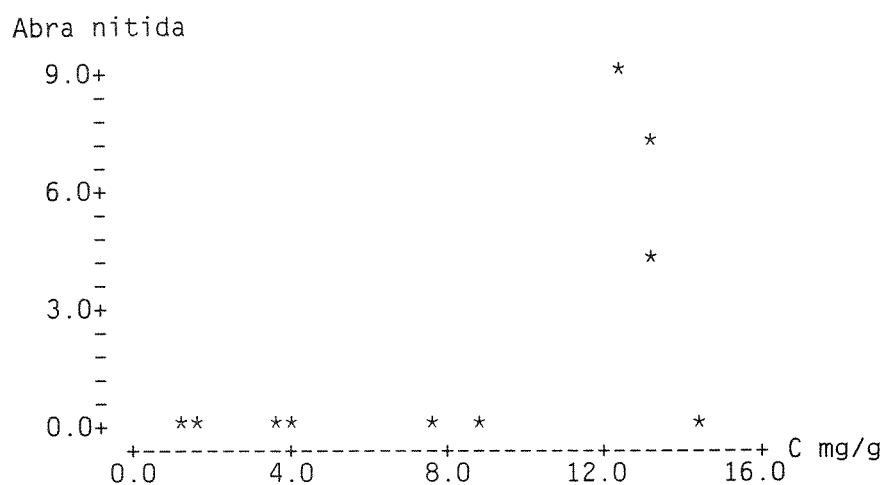


Fig. 17. Plott av individantall av muslingen Abra nitida mot organisk karbon i sedimentet.

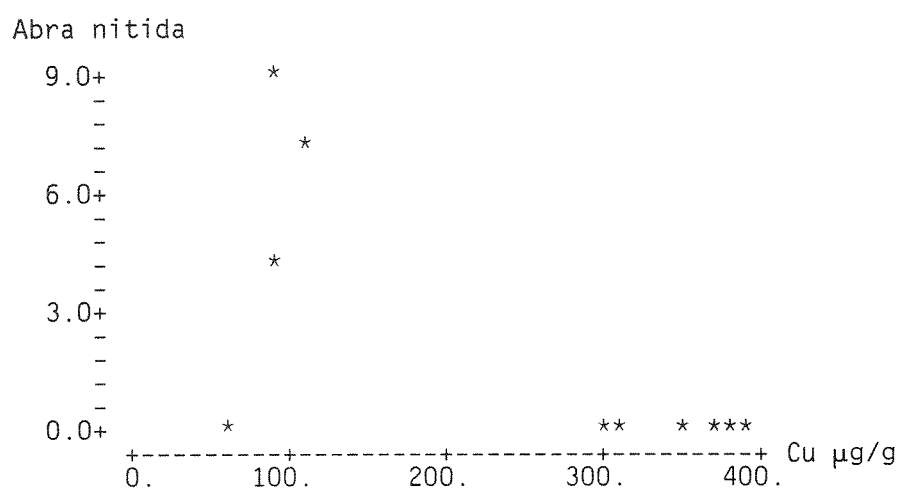


Fig. 18. Plott av individantall av muslingen Abra nitida mot kobber i sedimentet.

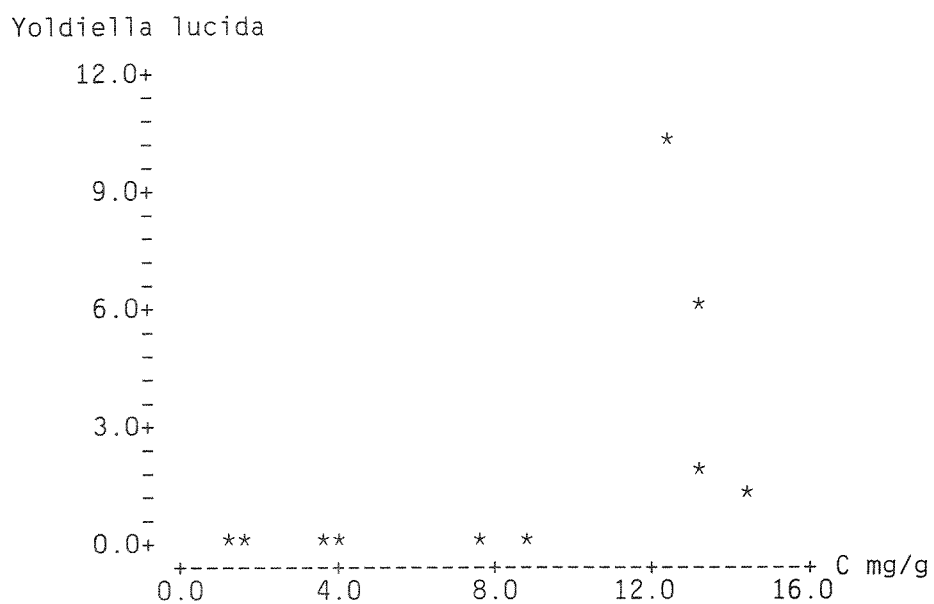


Fig. 19. Plott av individantall av muslingen Yoldiella lucida mot organisk karbon i sedimentet.

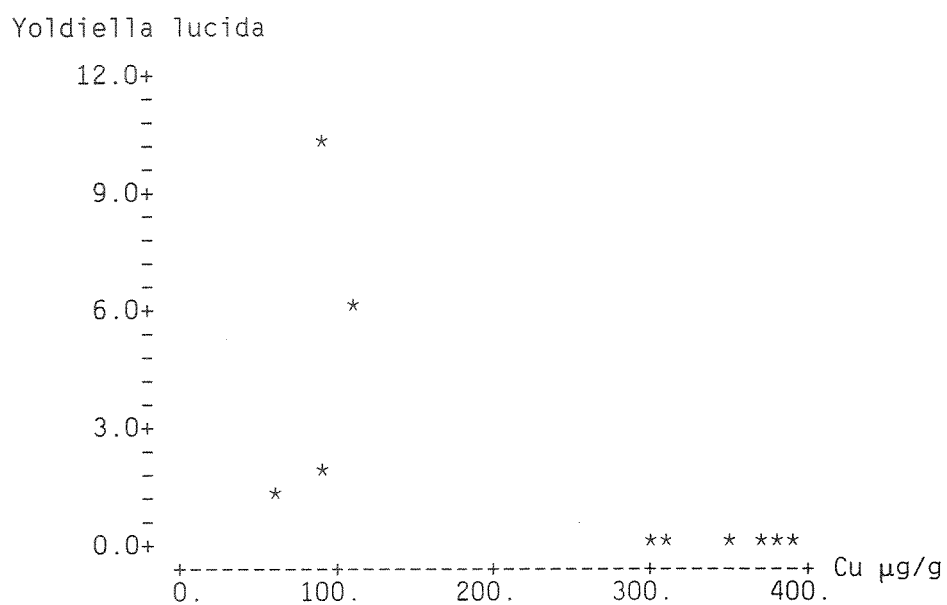


Fig. 20. Plott av individantall av muslingen Yoldiella lucida mot kobber i sedimentet.

## 7. HENVISNINGER

Hurlbert S.N. 1971. The non-concept of species diversity. Ecology 53: 577-586.

Niemistö, L. 1974. A gravity corer for studies of soft sediments. Havforskn.Inst. Skr. Helsinki 238: 33-38.

Næs K., Rygg B. 1988. Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden, Møre og Romsdal. Delrapport 1. Sedimenter og bløtbunnfauna. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 306/88 (NIVA 2093), 54 s.

Rygg B. 1984a. Økologiske skadevirkninger av kopperforurensning i det marine miljø. Vann 1984: 464-474.

Rygg B. 1984b. Bløtbunnfaunaundersøkelser - et godt verktøy ved marine resipientvurderinger. NIVA F.481, 29 s.

Shannon C.E., Weaver W. 1963. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana.

Wikander P.B. 1986. Overvåking av Groosefjorden/Vikkilen, Grimstad kommune. Bunnfaunaundersøkelsene 1983-1985. NIVA 1920, 62 s.

## 8. VEDLEGG

Tab. I. Bløtbunnfauna fra Sunndalsfjorden 4-5. juli 1988 (stasjon 1-9) og 26. november 1986 (stasjon 15).

	Stasjon									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	15
ANTHOZOA										
Kophobelemnon stelliferum (O.F.Mueller)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
NEMERTINEA										
Nemertinea indet	-	-	-	2	-	-	-	2	-	4
POLYCHAETA										
Amaeana trilobata (M.Sars 1863)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Aphroditidae indet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Asychis biceps (M.Sars 1861)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Capitella capitata (Fabricius 1780)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Ceratocephale loveni Malmgren 1867	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Chaetozone setosa Malmgren 1867	27	-	-	-	-	-	11	-	41	37
Cirratulus cirratus (O.F.Mueller 1776)	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Cossura longocirrata Webster & Benedict	-	-	-	-	-	-	-	-	5	13
Euclymene sp	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Glycera capitata Oersted 1843	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Hamothoe sarsi (Kinberg 1865)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	26	2	-	-	-	8	22	3	14	116
Laeonereis glauca (Claparede 1870)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Leanira tetragona (Oersted 1844)	-	-	1	1	1	-	1	-	-	2
Lumbrineris sp	-	-	8	7	3	4	1	1	-	2
Maldanidae indet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Mediomastus fragilis Rasmussen 1973	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Melinna cristata (M.Sars 1851)	-	7	1	4	5	4	6	4	-	5
Nephtys cf. cirrosa Ehlers 1868	-	6	1	3	6	3	6	5	-	-
Nephtys paradoxa Malm 1874	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Nephtys sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Nereimyra punctata (O.F.Mueller 1788)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Ophelina sp	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Orbiniidae indet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	24	12	-	1	-	5	20	4	22	296
Pectinaria auricoma (O.F.Mueller 1776)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Pectinaria sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Polycirrus cf. plumosus (Wolfebaek 1912)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Prionospio cirrifera Wiren 1883	-	-	-	-	-	1	6	-	1	6
Streblosoma intestinalis M.Sars 1872	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Terebellides stroemi M.Sars 1835	-	-	3	-	3	-	-	1	-	-
Tharyx sp	-	-	-	-	-	3	10	1	-	3
Typosyllis cornuta (Rathke 1843)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
PROSOBRANCHIA										
Natica montagui Forbes	1	-	-	-	-	-	2	-	-	1
OPISTHOBANCHIA										
Philine quadrata (S.Wood)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
CAUDOFOVEATA										
Caudofoveata indet	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2

	Stasjon									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	15
<b>BIVALVIA</b>										
Abra longicollis (Scacchi 1836)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Abra nitida (Mueller 1789)	-	-	4	7	9	-	-	-	-	-
Abra sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Corbula gibba (Olivi 1792)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Cuspidaria obesa (Loven 1846)	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
Kelliella miliaris (Philippi 1844)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Nucula tumidula (Malm)	-	-	1	2	3	-	-	-	-	-
Parvicardium minimum (Philippi 1836)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	5	13	9	15	16	2	3	8	1	125
Thyasira gouldi (Philippi)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
Yoldiella lucida (Loven 1846)	-	1	2	6	10	-	-	-	-	-
<b>AMPHIPODA</b>										
Arrhis phyllonx (M.Sars)	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1
<b>DECAPODA</b>										
Pontophilus norvegicus (M.Sars 1861)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<b>SIPUNCULIDA</b>										
Sipunculida indet	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<b>ASTEROIDEA</b>										
Leptychaster arcticus (M.Sars)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>OPHIUROIDEA</b>										
Amphilepis norvegica Ljungman	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Ophiura sp	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1