



O-8909502/8909503

# Overvåking av Årdalsfjorden

Sedimenter og bløtbunnsfauna i 1989



# 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

Prosjektnr.: 0-8909502/ 8909503
Undernummer:
Løpenummer: 2385
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: 0-8909502/8909503 Overvåking av Årdalsfjorden i 1989. Sedimenter og bløtbunnsfauna.	Dato: 30/3-1990.
Forfatter (e): Kristoffer Næs Brage Rygg	Prosjektnummer: 0-8909502/ 8909503
	Faggruppe: Industri- forurensning
	Geografisk område: Sogn og Fjordane
	Antall sider (inkl. bilag): 51
Oppdragsgiver: Hydro Aluminium Årdal Verk.	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):

Ekstrakt: Det var ingen signifikant forskjell i PAH-innholdet i sedimentene fra 1983 til 1989. Konsentrasjonene varierte fra 47 til 820 ppm sum PAH. I områder uten punktkilder er det normalt med ca. 0.5 ppm. Bløtbunnsfaunaen var lite påvirket unntatt i den østre delen av havnebassenget. Sammenlignet med resultatene fra 1983 tyder det på en mindre faunapåvirkning i 1989 enn i 1983. Hovedårsaken til dette er trolig at naturlige variasjoner har bidratt til at faunaen i 1989 var rikere.


4 emneord, norske:

1. Årdalsfjorden
2. PAH
3. Sedimenter
4. Bløtbunnsfauna

4 emneord, engelske:

1. Årdalsfjord
2. PAH
3. Sediments
4. Soft bottom fauna

Prosjektleder:

  
Kristoffer Næs

For administrasjonen:

  
Tor Bokn

ISBN 82-577-1665-0

0-8909502/8909503

OVERVÅKNING AV ÅRDALSFJORDEN

Sedimenter og bløtbunnsfauna i 1989

Grimstad, 30. mars 1990.

Prosjektleder: Kristoffer Næs  
Medarbeidere : Frank Kjellberg  
Jon Knutzen  
Brage Rygg

## INNHOLDSFORTEGNELSE

	SIDE
FORORD	3
1. FORMÅL - KONKLUSJONER	4
1.1 Formål	4
1.2 Konklusjoner	4
2. INNLEDNING	5
2.1 Bakgrunn	5
2.2 Formål	5
3. SEDIMENTER	6
3.1 Stasjonsvalg og metoder	6
3.2 Resultater og diskusjon	6
3.2.1 Generell diskusjon av 1989-resultatene	6
3.2.2 Innhold av PAH i sedimentene	7
3.2.3 Vurdering av prøvestørrelse og utsagnskraft på basis av sedimentdata	10
3.2.3.1 Vurdering på grunnlag av PAH-resultater alene	13
3.2.3.2 Bruk av sammenheng mellom PAH og orga- nisk karbon som overvåkingsparametre	13
4. BLØTBUNNFAUNA	16
4.1 Tidligere undersøkelser	16
4.2 Stasjonsvalg og metoder	16
4.3 Resultater og diskusjon	18
5. REFERANSER	27
VEDLEGG	

## FORORD

Denne undersøkelsen er gjennomført på oppdrag av Hydro Aluminium Årdal Verk i henhold til programforslag av 18.november 1988.

Undersøkelsen inneholder tre delundersøkelser: sedimenter, bløtbunnsfauna og O-skjell. Undersøkelsene av O-skjell vil bli rapportert seinere i egen rapport.

Ansvarlig for undersøkelsen av sedimentene har vært Kristoffer Næs som også har fungert som prosjektleder for hele undersøkelsen. Brage Rygg har vært ansvarlig for bløtbunnsundersøkelsene.

Feltarbeidet ble gjennomført fra M/B "Sport" ved Per Olav Buan. Vi takker ham for god innsats.

Kristoffer Næs  
prosjektleder

## 1. FORMÅL – KONKLUSJONER

### 1.1. Formål.

Det ble i 1989 samlet inn prøver av bunnsedimenter, bløtbunnsfauna og O-skjell fra den indre delen av Årdalsfjorden fra Seimsdalen til havnebassenget. Formålet med denne undersøkelsen var:

- \* å sammenligne dagens forurensningssituasjon i indre Årdalsfjord med situasjonen i 1983.
- \* å danne grunnlag for den videre overvåking av fjorden.

### 1.2. Konklusjoner.

Denne rapporten behandler resultatene fra prøvetakingen av sedimentene og bløtbunnsfaunaen. Hovedkonklusjonene er:

Det var ingen signifikant forskjell i PAH-innholdet i sedimentene fra 1983 til 1989. Konsentrasjonene varierte fra 47 til 820 ppm sum PAH. I områder uten punktkilder er det normalt å finne ca. 0.5 ppm. Det var store konsentrasjonsforskjeller over korte avstander.

Resultatene fra analysene av bløtbunnsfaunaen viste at faunaen var lite påvirket unntatt den østre delen av havnebassenget. Sammenlignet med resultatene fra 1983 tyder det på en mindre faunapåvirkning i 1989 enn i 1983. Hovedårsaken til dette er trolig at naturlige variasjoner har bidratt til at faunaen i 1989 var rikere.

På grunn av den store spredningen i PAH-konsentrasjonene i sedimentene over korte avstander, bør framtidig prøvetakingsstrategi diskuteres før utslippsreduksjonene trer i kraft.

## **2. INNLEDNING**

### **2.1. Bakgrunn.**

Undersøkelser som ble gjennomført i 1983 under Statlig program for forurensningsovervåkning, viste at indre delen av Årdalsfjorden er sterkt belastet med polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Det ble også observert høye PAH- konsentrasjoner i sedimenter og 0-skjell utover i fjorden (Baalsrud et al. 1985). Belastningen skyldes utslipp fra Hydro Aluminium Årdal Verk. PAH-utslippene har vært i størrelsesorden 10 tonn pr. år. Bedriften gjennomfører nå omfattende miljøtiltak for å redusere utslippene. I denne sammenheng ønsker bedriften å kunne dokumentere forbedringer i resipienten som følge av tiltak.

For nærmere opplysninger om fjordområdet vises det til rapporten fra undersøkelsene i 1983 (Baalsrud et al. 1985).

### **2.2. Formål.**

Formålet med undersøkelsen i 1989 var:

\* å sammenligne dagens forurensningssituasjon i indre Årdalsfjorden med situasjonen i 1983

### 3. SEDIMENTER

#### 3.1. Stasjonsvalg og metoder.

Prøver for sedimentanalyser og sammensetningen av bløtbunnsfauna ble innsamlet i på fire stasjoner i indre fjord 10.-11.5.89, fig.3.1. Eksakte posisjoner på grunnlag av avstandsmåling med laser-kikkert er gitt i vedlegg 3.1. Sedimentene ble prøvetatt ved hjelp av en kjerneprøvetaker (i.d. 5 cm) (Niemistø 1974). På hver stasjon ble det tatt flere parallelle kjerner. Den øverste centimeteren ble analysert for innhold av karbon og nitrogen på en C/N elementanalysator. Bestemmelse av kornfordeling (>/< 63 µm) ble gjort ved tørrsifting. PAH-innholdet ble bestemt gaskromatografisk etter ekstraksjon med cycloheksan. Alle analyser er utført på usiktede, frysetørrede prøver.

#### 3.2. Resultater og diskusjon.

##### 3.2.1. Generell diskusjon av 1989-resultatene.

Rådataene fra sedimentanalysene er presentert i vedlegg 3.2.

Visuell beskrivelse av sedimentene, kornfordeling og innhold av organisk materiale.

I tabellen nedenfor er det gitt en visuell beskrivelse av sedimentene.

Tabell 3.1. Visuell sedimentbeskrivelse.

Stasjon	Vanndyp(m)	Merknader
1	120	Lys silt med noe grus. Alle parallellelike relativt like.
3	110	Mørkere sediment med relativt store forskjeller over korte avstander. Varierende innslag av fin silt, sand og grus.
4	135	Mørk grå silt.
8	165	Fin lys leire.

På hver stasjon ble det tatt fem parallelle kjerner, på stasjon 8, 6 paralleller. Det var store forskjeller i sedimentbeskaffenheten over



små avstander som det framgår av verdiene for organisk karbon og prosent finfraksjon (prosent mindre enn 63  $\mu$ m kornstørrelse), tabell 3.2. Nitrogenverdiene var imidlertid lave og med små variasjoner. Dette medfører tildels meget høye forholdstall mellom organisk karbon og nitrogen på opptil ca.100. I naturlig sjøbunnsediment vil dette tallet normalt være ca.10. Det betyr at fjorden tilføres karbonholdige partikler i tillegg til det som produseres naturlig i fjorden. Tilsvarende ble også observert i 1983-undersøkelsen (Baalsrud et al.1985). De karbonrike partiklene stammer primært fra katode bearbeidelse og noe fra masse- og anodefabrikk (S. Frosta pers.med.). Støvet fra masse- og anodefabrikken deponeres i strandkanten på Tangen. Støv fra katodebearbeidningen går delvis på dypt vann i fjorden sammen med vann fra sjøvannsvaskingen av anodebrenngassen, og delvis via sedimentering til deponi på Tangen. På grunn av forbrenning ved høy temperatur, 1250o C i ca. 60 timer, skal dette kullstøvet i utgangspunktet inneholde lite PAH (S. Frosta, pers med.).

Det var ingen signifikant korrelasjon mellom karboninnhold og prosentandel finfraksjon av sedimentet selv om sediment med høyest karboninnhold også var de mest finkornige. Varierende andel finfraksjon er derfor lite styrt av varierende påvirkning av de karbonholdige partiklene. Tilførsler med elva er trolig avgjørende.

### 3.2.2. Innhold av PAH i sedimentene.

Som for undersøkelsen i 1983, var det meget høye PAH konsentrasjoner i sedimentene, varierende fra 47000 til 822000 ng/g (ng= $\mu$ g/1000). I områder uten punktkilder er det normalt å observere en konsentrasjon på ca. 500 ng/g. På stasjonene 1,3,4 var det en meget stor variasjon mellom parallellene, tabell 3.2. Dette medfører at det var ingen signifikante forskjeller i PAH konsentrasjon mellom stasjonene (inkludert stasjon 8) selv om middelverdiene var forskjellige.

Tabell 3.2. Oversikt over innhold av organisk karbon (C, %), total nitrogen (N, %), prosent finfraksjon (% < 63  $\mu\text{m}$ ) og PAH (ng/g) i sedimentene. (Stasjon 1.1 betyr stasjon 1, parallell 1 osv.).

STASJON	% <63 $\mu\text{m}$	C	N	PAH
1.1	48	3.2	0.12	73360
1.2	36	5.3	0.15	120980
1.3	40	3.6	0.12	107584
1.4	47	3.5	0.13	93049
1.5	29	5.2	0.15	281143
3.1	51	4.6	0.10	141217
3.2	25	5.9	0.10	119510
3.3	35	2.8	0.10	47112
3.4	49	8.3	0.10	422456
3.5	60	10.8	0.10	822181
4.1	59	6.5	0.12	316458
4.2	56	4.5	0.10	164426
4.3	46	5.7	0.11	224152
4.4	59	8.7	0.14	402992
4.5	64	7.5	0.12	250276
8.1	52	2.8	0.10	85640
8.2	52	2.5	0.10	73266
8.3	59	2.4	0.10	119508
8.4	59	2.4	0.10	128368
8.5	60	2.5	0.10	116209
8.6	53	2.3	0.10	77679

Variasjonen mellom parallellene kan skyldes presisjonen i analysene og forskjeller i sedimentbeskaffenhet ("flekvis"-fordeling). Reanalyse av prøver fra stasjon 4 (parallell 3) ga et standard avvik på 8 % av middelverdien (n=3). Analysepresisjonen er derfor god og har ingen betydning for spredningen i PAH-innhold mellom parallellene.

Det er vanlig å observere at de fineste sedimentpartiklene har høyere miljøgiftinnhold enn grovere partikler. Den relativt store variasjonen i prosent finfraksjon mellom parallellene for stasjonene 1,3 og 4 skulle derfor kunne ha betydning for spredningen i PAH-innhold mellom parallellene. Figur 3.2 viser imidlertid at det var en dårlig korrelasjon mellom PAH-innhold og prosent finfraksjon for disse stasjonene ( $r=0.49$ ,  $p=0.06$ ).

Det var imidlertid en god korrelasjon mellom organisk karbon og PAH-innhold med korrelasjonskoeffisient på 0.91. ( $p<0.001$ ), fig. 3.3. Dette viser at PAH-innholdet i sedimentene i den innerste delen av Årdalsfjorden (representert ved stasjon 1, 3, 4) er styrt av sedimentasjonen av karbonrike partikler fra verket. Det er verd å merke seg at disse partiklene i utgangspunktet skal inneholde lite PAH

(S. Frosta, pers.med.), men kullstøvet slippes ut sammen med vann fra sjøvannsvaskingen av anodebrenngassen og absorberer trolig PAH-forbindelser fra dette.

Variasjonene mellom parallellene på stasjon 8 (som var relativt liten) kan ikke forklares med varierende innhold av kullpartikler. Her var det en sterk sammenheng mellom prosent finfraksjon og PAH-innhold ( $r=0.95$ ,  $p=0.004$ ). De PAH-holdige kullpartiklene sedimenterer derfor raskt i den innerste delen av fjorden og styrer PAH-fordelingen i sedimentene. Lengre ut i fjorden på stasjon 8 viser C/N-forholdet (20-30) at sedimentene er påvirket av karbonrike partikler, men variasjonen over små avstander er i hovedsak styrt av varierende innslag av grovere, naturlige partikler trolig transportert med elva.

Sammenlignes 1989-dataene for stasjon 1,3 og 4 med tilsvarende fra 1983, var det ingen signifikant forskjell i PAH-innholdet ( $p=0.10$ , Kolmogorov-Smirnov two-sample test). Tallene fra 1983 er usikre idet det bare er 4 prøver mot 15 i 1989. Det var en rimelig god overenstemmelse i sammenhengen mellom PAH og karbon i de to datasettene.

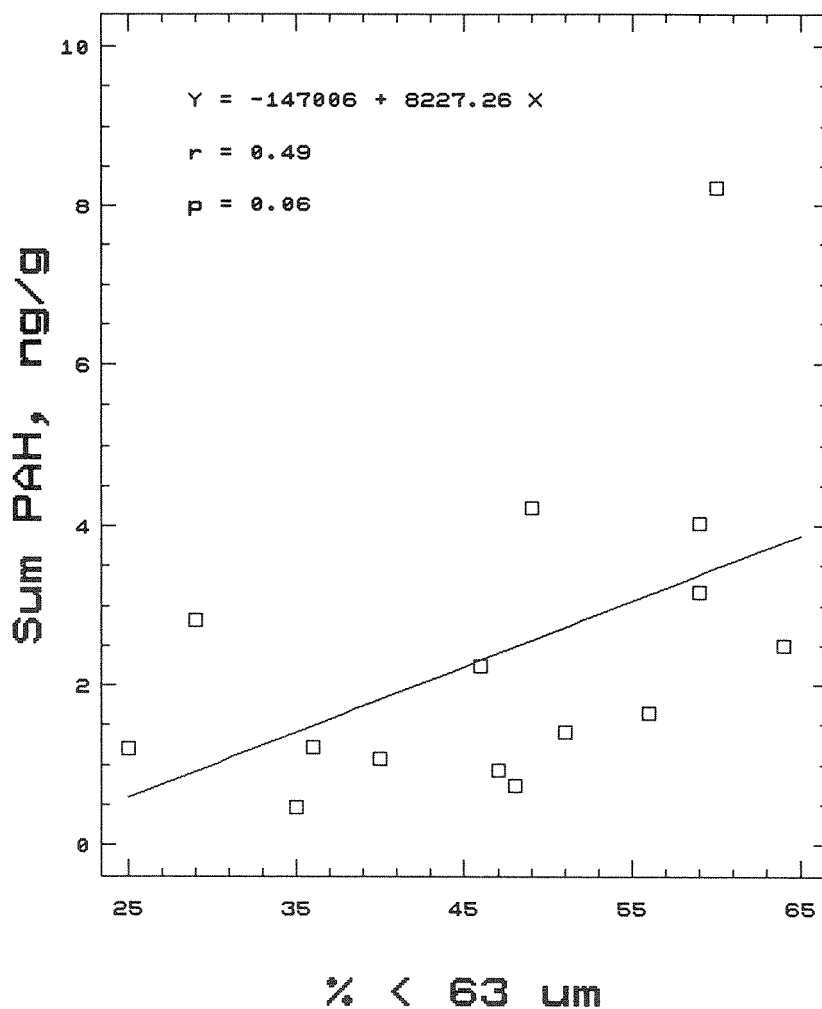
Det var ingen signifikante forskjeller i PAH-sammensetningen mellom prøvene. Innhold av potensielt kreftkremkallende PAH varierte mellom 34 og 48 prosent av sum PAH med hovedvekt rundt ca. 45 prosent.

### **3.2.3. Vurdering av prøvestørrelse og utsagnskraft på basis av sedimentdata.**

De store variasjonene i PAH-konsentrasjonen medfører at man må ta et stort antall målinger for å få sikre estimater av middelveidene i fjorden. Nedenfor er det gitt noen betraktninger over hvor mange prøver som må tas for å kunne vise nærmere spesifiserte reduksjoner i sedimentkonsentrasjonene. Beregningene er gjort ut fra statistisk teori, og baserer seg på de målingene om er foretatt.

## REGRESJON PAH mot PROSENT FINFRAKSJON STASJON 1,2,3

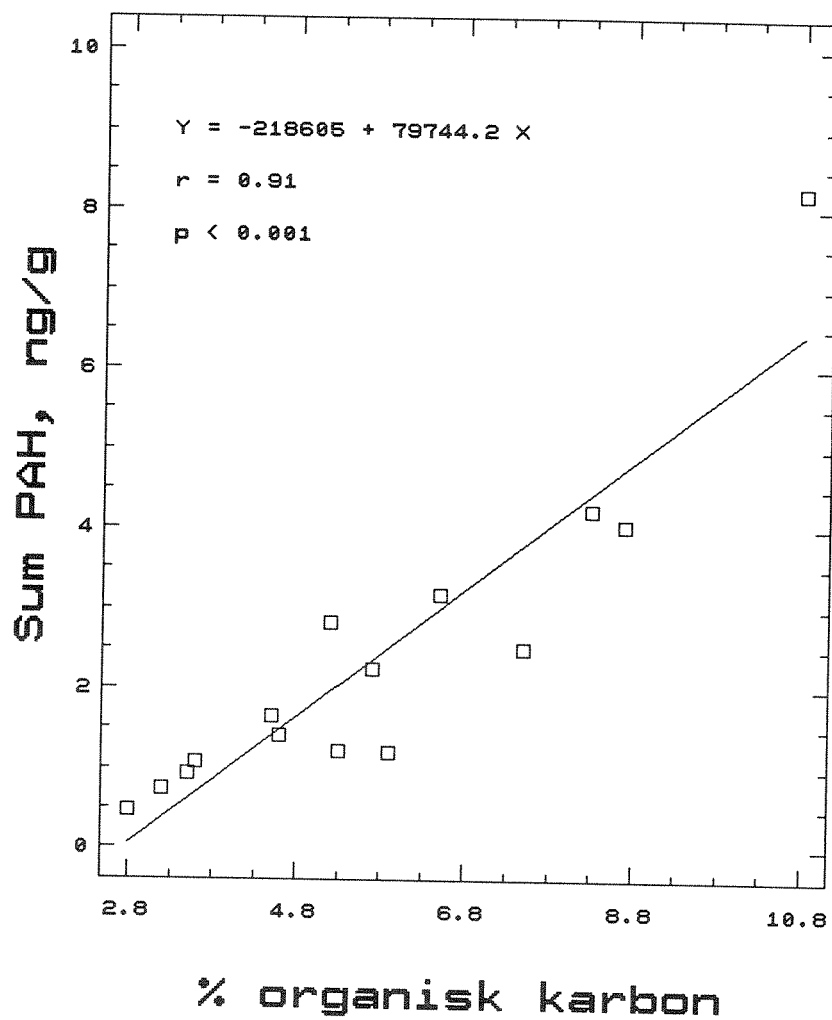
(X 100000)



Figur 3.2. Regresjon av PAH mot prosent finfraksjon (% <63um) i sedimentene i indre Årdalsfjord.

## REGRESJON PAH mot ORGANISK KARBON STASJON 1,2,3

( $\times 100000$ )



Figur 3.3. Regresjon av PAH mot organisk karbon i sedimentene i indre Årdalsfjord.

### 3.2.3.1. Vurdering på grunnlag av PAH-resultater alene.

Med et fast prøveantall  $n_1 = 15$  har vi gått ut fra at bare de allerede insamlede data for stasjon 1,3 og 4 skal brukes som referansedata for en oppfølgingsundersøkelse. Uten en utvidelse av referansematerialet vil det ikke bli mulig å påvise reduksjoner under ca. 40% med tilstrekkelig sikkerhet uansett prøvetall  $n_2$ , og påvisning av 50% reduksjon krever 50 nye prøver i oppfølgingsundersøkelsen.

Hvis en på forhånd utvider referansematerialet fra 15 til 23 prøver, blir en istand til å påvise 50% reduksjon med bare 23 nye prøver, dvs. ca. 20 prøver mindre totalt.

Dette kan tyde på at det vil lønne seg å legge opp oppfølgingsundersøkelsen slik at en kan bruke alle data, også de fra stasjon 8, som referanse. Da har vi allerede 21 prøver, og faktisk gir dette også litt mindre spredning, og flere frihetsgrader, dvs. lavere t-verdier, slik at  $n_1=20$  prøver da er optimalt. Om dette er holdbart, avhenger selvagt om det forventes like stor reduksjon både i ytre og indre del av fjorden. Se vedlegg 3.3.1. for nærmere spesifisering.

### 3.2.3.2. Bruk av sammenheng mellom PAH og organisk karbon som overvåkningsparameter.

Hvis det er slik at PAH i sedimentene vesentlig kommer fra røykvaskevannet, og tas opp av kullstøvet som det slippes ut sammen med, kan det tenkes at en nedgang i regresjonskoeffisienten for sammenhengen mellom PAH og organisk karbon kan benyttes som indikator på redusert utslipp av PAH. Med redusert PAH-utslippet kan det antas at opptaket i kullstøvet bli proposjonalt mindre, slik at helningskoeffisienten blir mindre.

Hvor nyttig dette er som overvåkningsparameter vil avhenge av hvordan PAH-opptaket skjer, og av hvordan totalutslippene blir redusert.

A. Dersom støvutslippet er uendret, vil en vente at helningskoeffisienten minsker i takt med PAH-utslippet, uansett om det er en stor eller liten del av PAH-utslippet som absorberes av kullstøvet. En kan da bruke de beregningene som er gjort i Vedlegg 3.3.2., kolonne I og II for nødvendig prøveantall for å påvise endringer i PAH-utslipp som endring i helningskoeffisienten. De to alternativene viser to ulike antagelser mht. hvordan standardavviket for enkelt-data rundt regresjonslinjen avhenger av helningen.

B. Dersom imidlertid også støvutslippet skal reduseres, er forholdet ikke uten videre så enkelt. I en slik situasjon er det av betydning hvor stor del av PAH-utslippet som tas opp.

B1. Hvis omtrent alt PAH tas opp av kullstøvet, og både støvutslipp og PAH-utslipp minsker, kan helningskoeffisienten variere begge veier, den vil da bare være en indikator på forholdet mellom de to utslippene, og ikke på absolutt forurensningsnivå. Isåfall vil det være best å basere overvåkningsprogrammet på konsentrasjonen av PAH i sedimentene, uavhengig av organisk karbon, og prøveprogrammet bør isåfall heller skisseres slik som gjort i kap. 3.2.3.1.

B2. Hvis derimot bare en mindre andel av PAH tas opp i kullstøvet, er det rimelig å anta at opptaket av PAH pr. støvmengde er proporsjonalt med utslippet av PAH i vaskevannet. Isåfall kan minsket støvutslipp gi reduserte PAH-verdier i sedimentene uten at PAH-utslippet er redusert, og en reduksjon av PAH-utslippet vil da vise seg best i helningskoeffisienten for sammenhengen mellom PAH og organisk karbon.

Fordi karbon-innholdet da blir lavere enn nå, vil imidlertid presisjonen for bestemmelse av helningskoeffisienten bli lavere enn forutsatt i beregningene, og det vil sette høyere krav til prøveantall enn det som er beregnet for påvisning av endringer i helningskoeffisienten. Vedlegg 3.3.2., kolonne III viser hva som blir resultatet hvis vi går ut fra at presisjonen i helningskoeffisient ved oppfølgingsundersøkelsen blir lavere, fordi varians i organisk karbon blir halvert, mens variansen rundt regresjonslinjen er proporsjonal med helningskoeffisienten, dvs. med PAH-nivået generelt, tilsvarende kolonne II.

Et bedre alternativ er da antagelig å basere sammenligningen ikke på helningskoeffisienten i og for seg, men istedet bruke regresjonslinjen til å korrigere verdiene til sammenlignbare karbon-konsentrasjoner. Det må imidlertid regnes mer på hva slags prøvestørrelser som da kan antas nødvendige.

Konklusjon på dette blir at krav til prøvestørrelse kan variere en del under forskjellige forutsetninger, som det er vanskelig å bedømme på forhånd. En mulighet er derfor å legge opp et to-trinns oppfølgingsprogram, hvor en i første trinn samler inn så mange prøver som anslått ut fra optimistiske forutsetninger, dvs. f.eks. Vedlegg 3.3.2., kolonne II.

En mulighet ved fremtidig prøvetaking kan være å samle inn et høyt



antall prøver, analysere f.eks. 10 enkeltprøver av disse og behandle resten som en blandprøve.

Det bør vurderes allerede nå får utslippsreduksjonene skjer, å utvide referanse-materialet med ca. 10 prøver, slik at en er sikrere på å kunne påvise de forskjeller som regnes som realistiske.

Den endelige prøvetakingsstrategien må så diskuteres når det er aktuelt å gjøre en oppfølgende undersøkelse. Man bør avvente minimum 3 år før dette gjennomføres.

## 4. BLØTBUNNFAUNA

### 4.1. Tidligere undersøkelser

I 1983 ble det gjort undersøkelser av utbredelsen og graden av forurensning i fjorden. Det ble registrert at dyrelivet på bløtbunn var utslettet i et ca. 0.2 km<sup>2</sup> stort område på østsiden av indre basseng (Fig. 4.1). I dette området var bunnen synlig forurenset av sotpartikler. Også utenfor dette området var faunaen sterkt redusert, men virkningen avtok hurtig med avstanden. Skadevirkninger ble påvist innenfor et areal på omkring 1 km<sup>2</sup>. Vest for dette området og utover i fjorden var faunaen normal.

### 4.2. Stasjonsvalg og metoder

Det ble etablert fire stasjoner. Disse er identiske med stasjonene for sedimenter. Stasjonene er beskrevet i kapitlet om sedimenter (kapittel 3, Fig. 3.1). De fire 1989-stasjonene (Å1, Å3, Å4, Å8) er et utvalg av dem som ble prøvetatt i 1983 (da benevnt B1, B3, 4 og 8, Fig. 4.1). Det mest forurensete området (f.eks. stasjon B4-B5, Fig. 4.1) ble ikke undersøkt på nytt i 1989, fordi vi antok at sotforurensningen her gjør seg sterkt gjeldende fremdeles.

Innsamling av fauna skjedde 10. mai 1989. På hver stasjon ble det tatt åtte parallelle prøver med en 0.1 m<sup>2</sup> Petersengrabb. I 1983 skjedde innsamlingen 3.-4. oktober med en 0.2 m<sup>2</sup> Daygrabb. I 1983 ble det tatt én grabbprøve (0.2 m<sup>2</sup>) på hver av B-stasjonene, og fire paralleller (= 0.8 m<sup>2</sup>) på hver av stasjonene 4 og 8. I 1983 var resultatene fra B1 og B2 svært like og ble slått sammen (= 0.4 m<sup>2</sup>) og betraktet som representative for stasjon B1.

Bunnmaterialet ble silt gjennom 1 mm sil og det resterende materiale konserverte for videre bearbeidelse i laboratoriet, hvor dyrene ble sortert ut, artsbestemt og tallet. Dataene ble behandlet etter de vanlige statistiske metoder for beregning av indekser mm. Artsmangfold er uttrykt ved indeksen H (Shannon and Weaver 1963) og ved forventet antall arter pr. 100 individer (Hurlbert 1971). Antall arter som funksjon av antall individer er framstilt grafisk. Indeksen E for jevnhet uttrykker om individantallene er jevnt eller ujevnt fordelt mellom de forskjellige artene (Heip 1974).

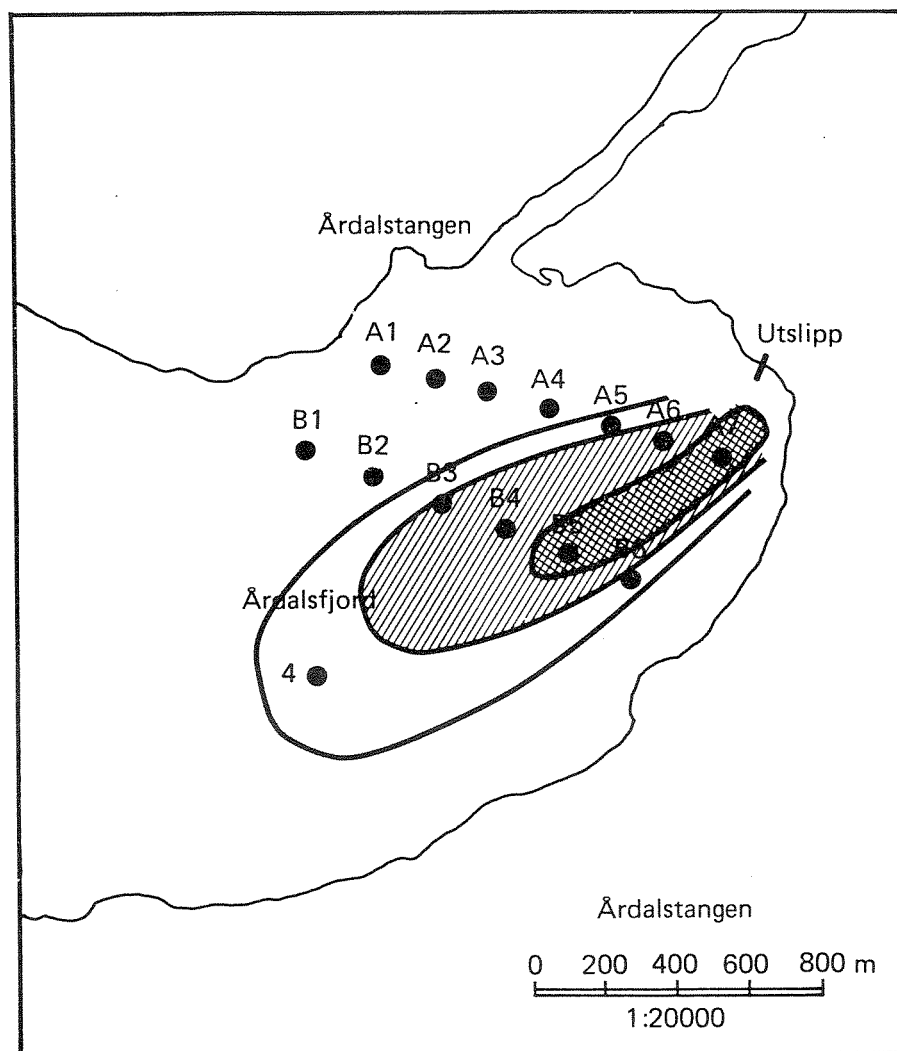


Fig. 4.1. Tilstanden i bløtbunnfaunasamfunnene i Årdalsfjorden i oktober 1983. Utbredelse av bunnområder klassifisert som: død bunn tydelig forurenset med tjærelignende stoff (tung skravur); bunn nesten uten dyr (lett skravur); bunn med nedsatt artsmangfold (ytre kontur); bunn med normal fauna (resten av fjorden). (Fra Baalsrud et al. 1985.)

### 4.3. Resultater og diskusjon

Resultatene er framstilt i form av tabeller over artene og deres individantall. Resultatene er vist både for hver enkelt grabb og for hver stasjon samlet (de åtte grabbene slått sammen) (Vedlegg 4.A-4.B). Statistiske data og indekser for hver enkelt grabb fra 1989-prøvene er vist i Vedlegg 4.C.

Resultatene fra felles stasjoner i 1983 og 1989 er sammenlignet. De vanligste artenes forekomst er vist i Tab. 4.1. Stasjonsvise statistiske data og indeksverdier er vist i Tab. 4.2.

Det totale antall individer pr. stasjon var gjennomgående 3-5 ganger høyere i mai 1989 enn i oktober 1983. En ekstrem endring ble registrert på stasjon B3, hvor kun ett dyr ble funnet i 1983, men hvor individtettheten i 1989 var like høy som på de andre stasjonene.

Forklaringen på den store forskjellen kan være at stasjon B3 i 1983 lå noe nærmere det forurensete området enn B3 i 1989, og at det her er en bratt tilstandsgradient. Fordi det ble tatt bare én grabbprøve på stasjonen i 1983, kan dessuten representativiteten være usikker. Sedimentanalysene viste store variasjoner i PAH-innhold mellom parallellprøver fra samme stasjon. Imidlertid viste 7 av de 8 grabbprøvene fra stasjon Å3 i 1989 høy innbyrdes likhet, noe som tyder på at den enkelte grabbprøve representerer den gjennomsnittlige tilstanden godt. En annen forklaring på forskjellen mellom 1983 og 1989 kan være at forholdene på bunnen faktisk har forbedret seg vesentlig. I 1989 burde det ha vært tatt en stasjon til lenger øst, f.eks. ved 1983-stasjonen B4 (Fig. 4.1) for å fange opp den forurensete enden av gradienten. Ved neste prøvetaking bør dette gjøres.

Økningen i individantall fra 1983 til 1989 på samtlige stasjoner skyldes ikke bare en forbedring i forureningsstilstanden. Økningen var av samme størrelse på alle stasjoner uansett om de var sterkt eller lite forureningspåvirket i 1983. Dette tyder på naturlige faktorer. Forskjellene i individantall kan skyldes at prøvene ble tatt på ulike årstider (i ulike faser i rekrutterings- og dødelighetsforløp). Forskjellene kan også skyldes naturlige variasjoner mellom årene, f.eks. som følge av mer eller mindre vellykket rekruttering. Det kan heller ikke utelukkes at innsamlingsmetoden som ble brukt i 1983 ikke var like velegnet som den som ble brukt i 1989. Prøvene i 1983 ble samlet med en 0.2 m<sup>2</sup> vanVeen grabb. Ved framtidige undersøkelser bør prøvene samles inn på samme årstid som i 1989, og med en 0.1 m<sup>2</sup> Petersengrabb eller Daygrabb.

Tab. 4.1. Antall individer pr. 0.8 m<sup>2</sup> av de vanligste artene i 1983 og 1989.

	Stasjon:	Å1	Å3	Å4	Å8	Å1	Å3	Å4	Å8
	År:	83	83	83	83	89	89	89	89
<b>POLYCHAETA</b>									
Amythasides macroglossus Eliason 1955		-	-	2	1	8	8	30	57
Ceratocephale loveni Malmgren 1867		20	-	6	8	16	6	21	19
Chaetozone setosa Malmgren 1867		2	-	-	-	6	42	3	-
Diplocirrus glaucus (Malmgren 1867)		16	-	-	8	9	14	10	-
Glycera capitata Oersted 1843		4	-	10	2	20	4	22	43
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)		10	-	-	4	45	3	30	58
Laonice cirrata (M.Sars 1851)		-	-	-	-	7	4	22	21
Lumbrineris cf. gracilis (Ehlers 1868)		2	-	1	3	12	16	27	48
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)		88	4	292	48	207	380	227	114
Prionospio cirrifera Wiren 1883		-	-	27	-	30	14	190	236
Tharyx sp		10	-	-	-	102	124	34	1
<b>BIVALVIA</b>									
Abra nitida (Mueller 1789)		42	-	-	6	4	-	2	4
Arctica islandica (Linne 1767)		-	-	12	2	-	-	-	-
Kelliella miliaris (Philippi 1844)		-	-	-	-	43	21	205	77
Thyasira spp (mest Thyasira equalis)		10	-	26	34	204	202	246	218
Yoldiella lucida (Loven 1846)		-	-	-	5	6	-	21	10

Tab. 4.2. Statistikk for de enkelte stasjoner i 1983 og 1989.

STA	DATO	DYP (m)	AREAL (m <sup>2</sup> )	S	N	N/M <sup>2</sup>	E	H log <sub>2</sub>	ESn n=100
Å1	831003	122	0.4	22	123	308	0.42	3.28	20.03
Å3	831003	114	0.2	1	1	5	-	-	-
Å4	831003	134	0.8	23	400	500	0.11	1.75	11.58
Å8	831003	152	0.8	45	195	244	0.43	4.30	32.75
Å1	890510	120	0.8	51	819	1024	0.25	3.73	23.19
Å3	890510	110	0.8	45	910	1138	0.17	3.08	18.08
Å4	890510	135	0.8	55	1183	1479	0.25	3.85	21.67
Å8	890510	165	0.8	56	1032	1290	0.26	3.91	22.75

S = Antall arter

N = Totalt antall individer

N/M<sup>2</sup> = Totalt antall individer pr. m<sup>2</sup>

E = Indeks for jevnhet

H = Indeks for artsmangfold

ESn = Forventet antall arter pr. 100 individer

### Artsmangfold

Artsmangfoldet 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 artsmangfold. Omvendt gir lavt artsantall og dominerende individantall hos en eller få arter lavt artsmangfold.

Artsmangfoldet 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 artsmangfold (Rygg 1984). Dette har blitt brukt til å gradere miljøtilstand (Fig. 4.2).

For å få et enkelt tall for artsmangfoldet, kan det forventete artsantallet ved et bestemt individantall i prøven, f.eks. 100, beregnes (Hurlbert 1971). Denne indeksen er gitt benevnelsen ESn (n=100). Det er foretatt en klassifisering av denne indeksen til bruk

ved bedømmelse av miljøkvalitet (Tab. 4.3).

En annen vanlig brukt indeks for artsmangfold er H-indeksen (Shannon og Weaver 1963). Verdiene for både H og E<sub>Sn</sub> for Årdalsfjordprøvene er vist i Tab. 4.1. H-verdier over 3.1 og E<sub>Sn</sub>-verdier over 18.5 kan betraktes som normalt. Indeksen E viser jevnheten i fordelingen av individer blant arter.

Resultatene fra 1989 viser at stasjon Å3 hadde noe lavere artsmangfold enn de andre tre stasjonene. Stasjonen kan klassifiseres som moderat forurensningspåvirket. De andre stasjonene var lite eller ikke forurensningspåvirket i 1989. På stasjon Å4 var artsmangfoldet i 1989 tydelig høyere enn i 1983, da stasjonen kunne klassifiseres som moderat forurensningspåvirket. Dette tyder på en reell bedring på denne stasjonen.

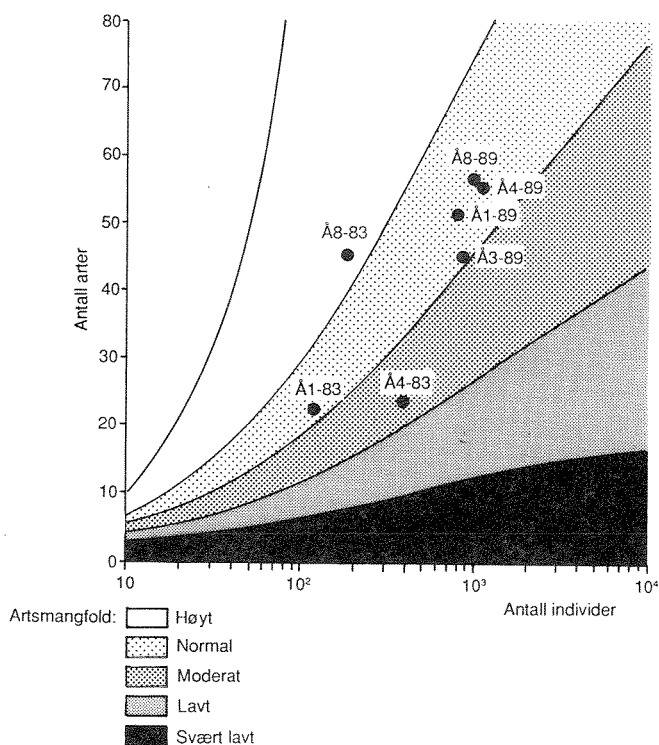


Fig. 4.2. På grunnlag av resultater fra en rekke fjorder med forskjellig forurensningsgrad er det laget et klassifiseringssystem som viser sammenhengen mellom antall individer og antall arter ved forskjellig arts mangfold. Moderat, lavt og svært lavt arts mangfold tyder på forurensningsvirkninger. Resultatene fra de fire stasjonene i Årdalsfjorden 1989 ligger i den nedre del av intervallet for normalt arts mangfold. Lavest ligger Å3.



### Ulikhet i faunaen fra stasjon til stasjon

Tydelige forskjeller i faunaen innefor et område kan tyde på lokal forurensning eller annen påvirkning. Omvendt tyder en ensartet fauna på jevne miljøforhold. Ulikhetsanalyser kan også vise om det har skjedd endringer over tid.

Det er gjort en analyse av graden av ulikhet i faunaen mellom de enkelte stasjonene og mellom 1983 og 1989. De mest like stasjonene er gruppert sammen. Resultatene er framstilt som dendrogram i Fig. 4.3. Stasjonene grupperer seg etter årstall, dvs. at endringen over tid har vært større enn forskjellen mellom stasjonene innenfor ett og samme år.

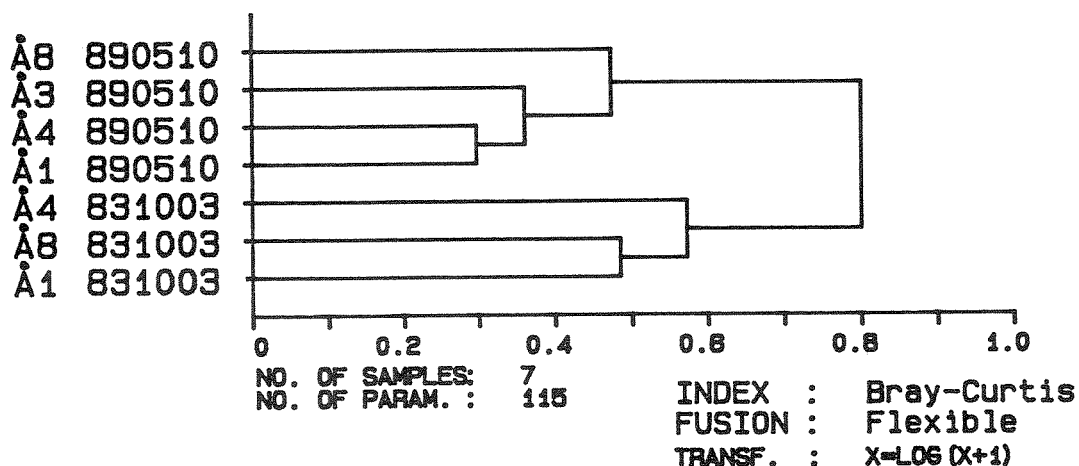


Fig. 4.3. Dendrogrammet viser grupperinger av innbyrdes like stasjoner basert på ulikhetsindeks for alle par av stasjoner. Like stasjoner grupperes tidligst sammen i dendrogrammet, dvs. lengst til venstre. Skalaen angir grad av ulikhet. (Ved ulikhetsanalysen er Thyasira-artene slått sammen til Thyasira sp av hensyn til sammenligningen mellom 1983 og 1989, jfr. artslistene i Vedlegg 4.A.)

### Representativiteten av prøvene

Ved å se på variasjonen mellom parallellprøvene fra samme stasjon kan en få et inntrykk av hvor representativ en enkeltprøve er for gjennomsnittet av mange enkeltprøver. Hvis enkeltprøvene fra samme stasjon er mer like hverandre enn prøvene fra forskjellige stasjoner

er, tyder dette på at det er reelle forskjeller mellom stasjonene, og at enkeltprøvene er forholdsvis representative for gjennomsnittet på stasjonen. Den statistiske bearbeidelsen av 1989-materialet viste at de statistiske verdier og indeksverdiene i enkeltprøvene lå forholdsvis nært opp til gjennomsnittsverdiene (Vedlegg 4.C). Ulikhetsanalysene av samtlige enkeltprøver fra 1989 viste at enkeltprøvene fra samme stasjon i de aller fleste tilfeller var mer like hverandre enn prøver fra forskjellige stasjoner (Fig. 4.4). Gode grupper dannes av alle prøvene fra stasjon Å1 og Å8. Enkelte paralleller på stasjon Å3 og Å4 var avvikende.

Siden parallellprøvene fra samme stasjon stort sett var like hverandre, vil det være tilstrekkelig med færre enn åtte parallellprøver på hver stasjon for å få et representativt materiale. Ved de framtidige prøvetakninger anbefales det å ta fire parallellprøver.

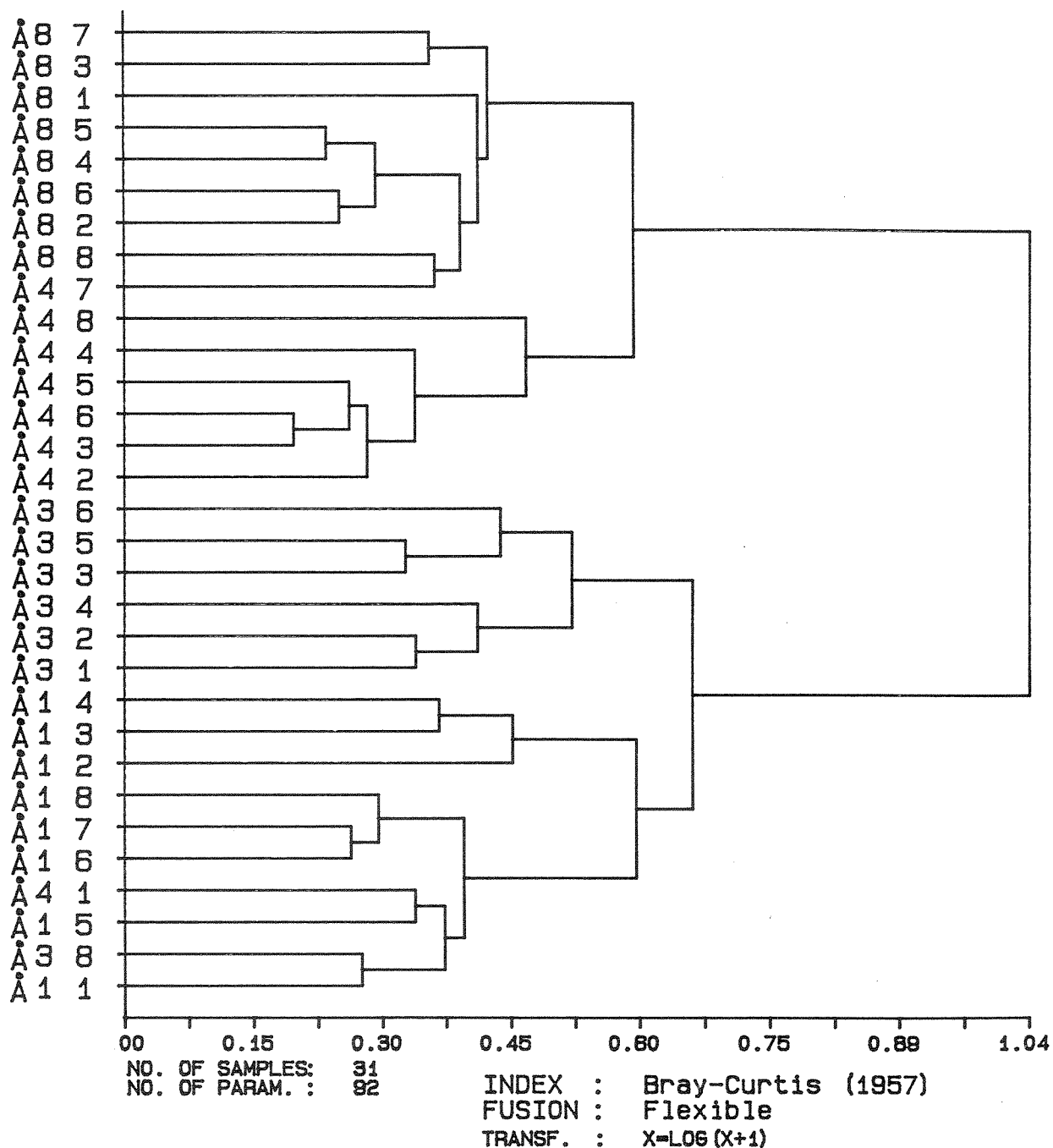


Fig. 4.4. Dendrogrammet viser grupperinger av innbyrdes like grabbprøver basert på ulikhetsindeks for alle par av grabbprøver fra 1989. Like grabbprøver grupperes tidligst sammen i dendrogrammet, dvs. lengst til venstre. Skalaen angir grad av ulikhet. På grunn av lite materiale i grabb nr. 7 på stasjon Å3 er denne grabben utelatt i analysen. (\*) angir prøve med avvikende plassering (ikke gruppert innefor sin egen stasjon).

## Konklusjon

Prøvematerialet fra 1989 er rikholdig og representativt for de enkelte stasjonene. Det vil danne et godt grunnlag for senere overvåking. Resultatene viser at bløtbunnfaunaen i Årdalsfjorden i 1989 var lite forurensningspåvirket unntatt i den østlige delen av indre fjord. Sammenligning av resultatene fra 1989 med resultatene fra 1983 tyder på at forurensningsvirkningene på bunnen var mindre i 1989 enn i 1983 på to av de indre stasjonene, men også naturlige variasjoner har bidratt til at faunaen var rikere, både på indre og ytre stasjoner.

## 5. REFERANSER

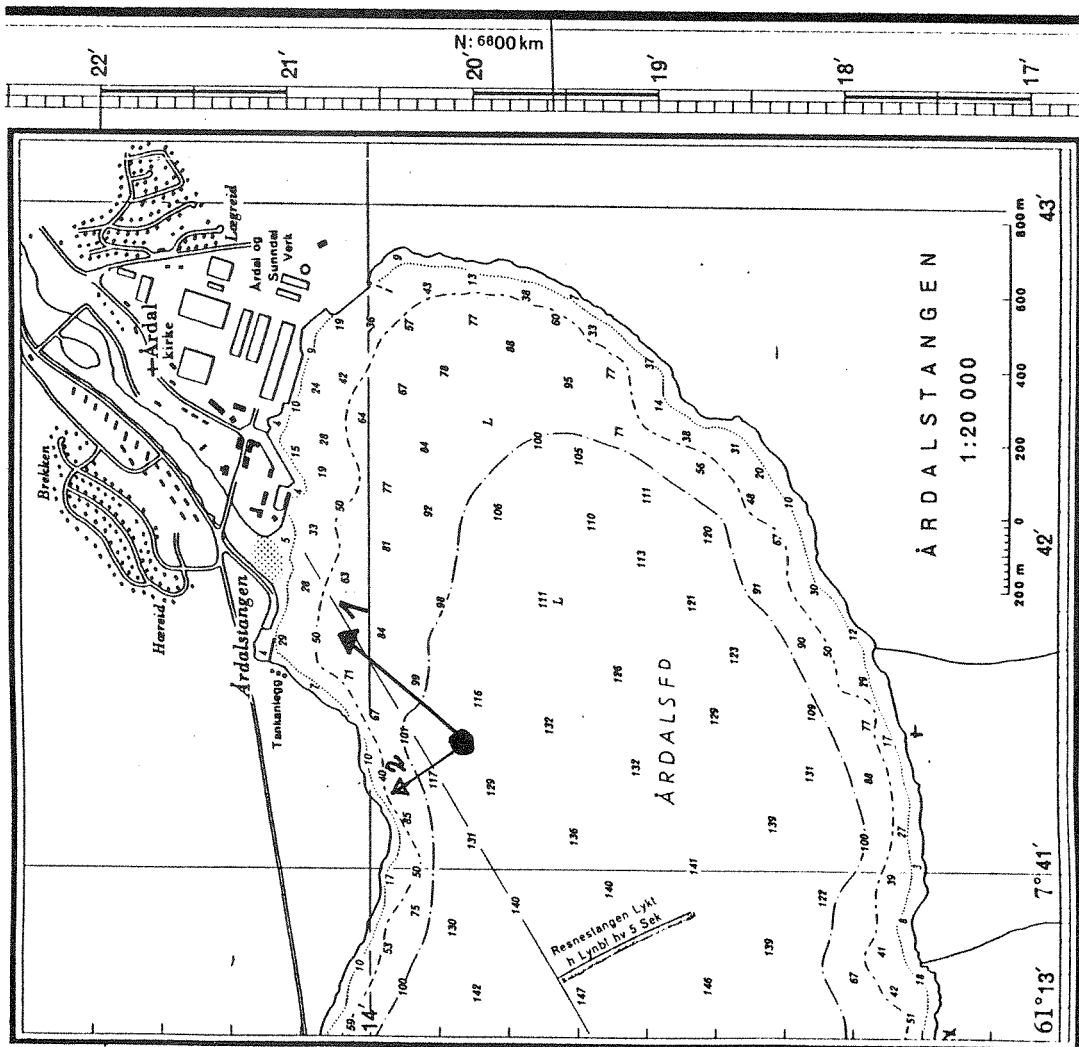
- Baalsrud, K., Green, N., Knutzen, J., Næs, K. og Rygg, B., 1985. Overvåking av Årdalsfjorden. En tiltaksorientert undersøkelse av forurensninger fra aluminiumsindustri og befolkning. Statlig prog. rapp. nr. 228/86, O-8000318. SFT/NIVA, Oslo, l.nr. 1870, 133 s.
- Heip, C. 1974. A new index measuring evenness. J. mar. Biol. Ass. U.K. 54: 555-557.
- Hurlbert, S.N. 1971. The non-concept of species diversity. Ecology 53: 577-586.
- Rygg, B. 1984. Bløtbunnfaunaundersøkelser. Et godt verktøy ved marine resipientvurderinger. NIVA, l.nr. F.481, 29 s.
- Shannon, C.E., Weaver, W. 1963. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana.

**VEDLEGG 3.1.**

Oversikt over stasjonsposisjonering gjort ved hjelp av laser-  
kikkert.

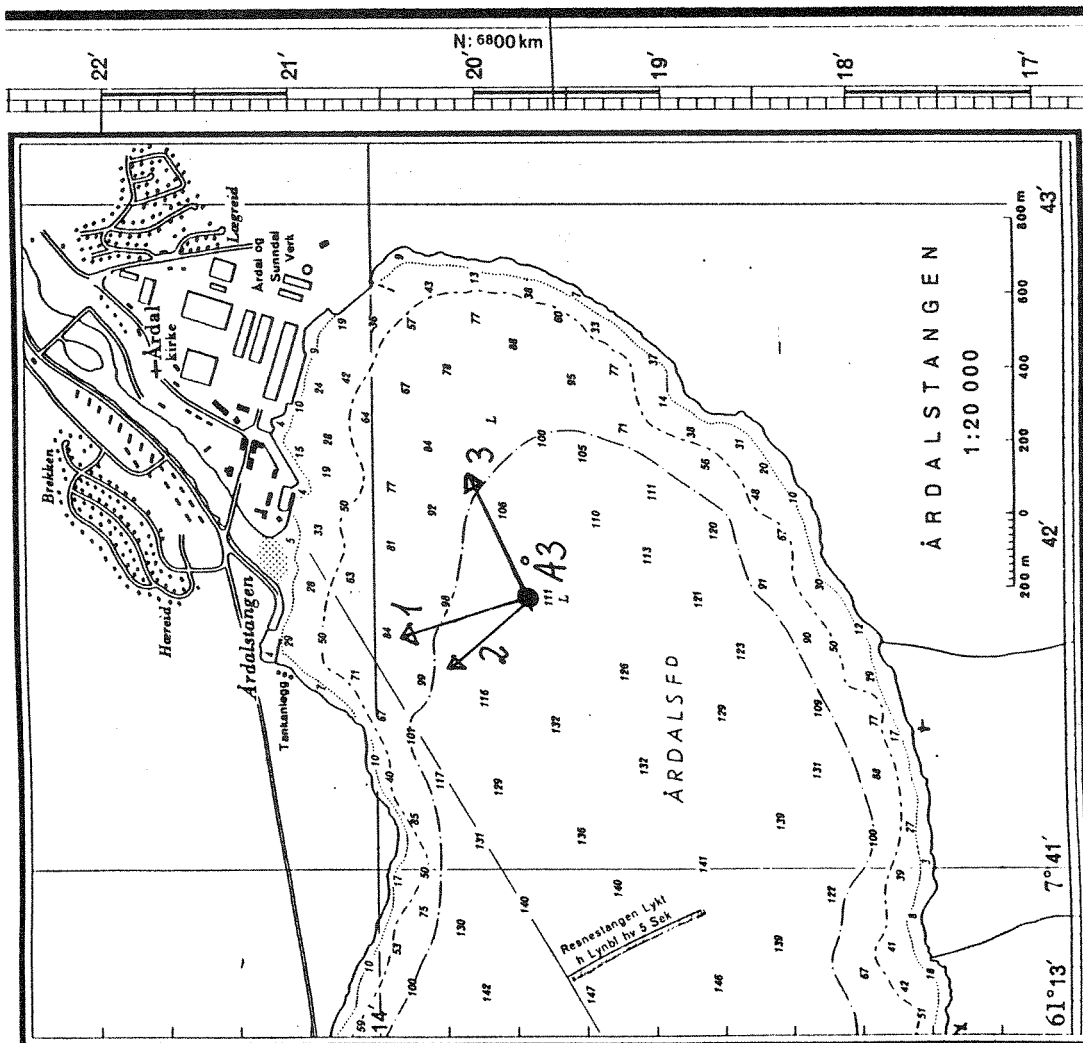
Stasjon A 1.

- 1 = 850 m til vestre brukar over elva.
- 2 = 300 m til gult fjellparti i strandsonen under halvku- formet fordypning i fjellet.



Stasjon A 3.

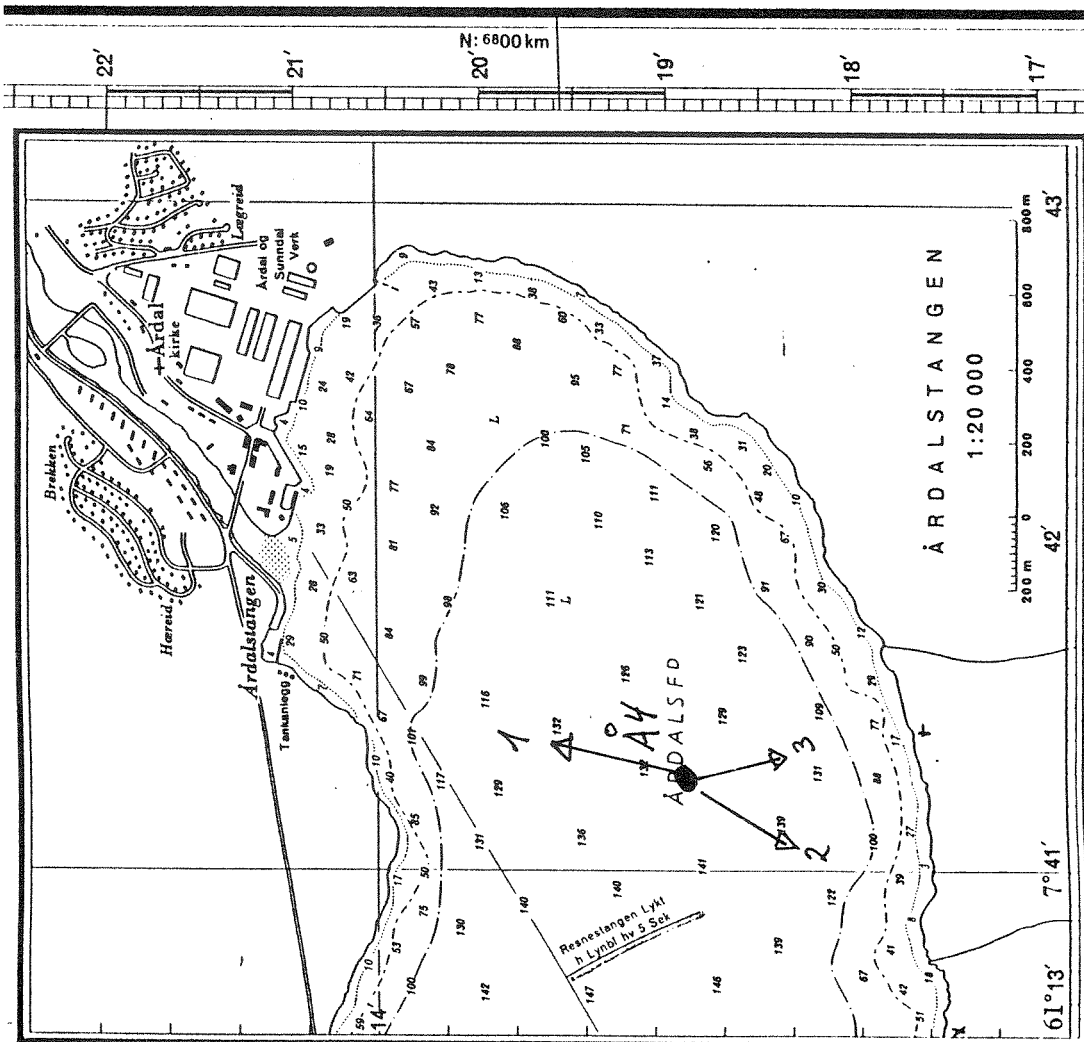
- 1 = 710 m til tankanlegg.
- 2 = 620 m til hull i fjell for søppelanlegg.
- 3 = 950 m til orange pumpehus på kai øst for verket.





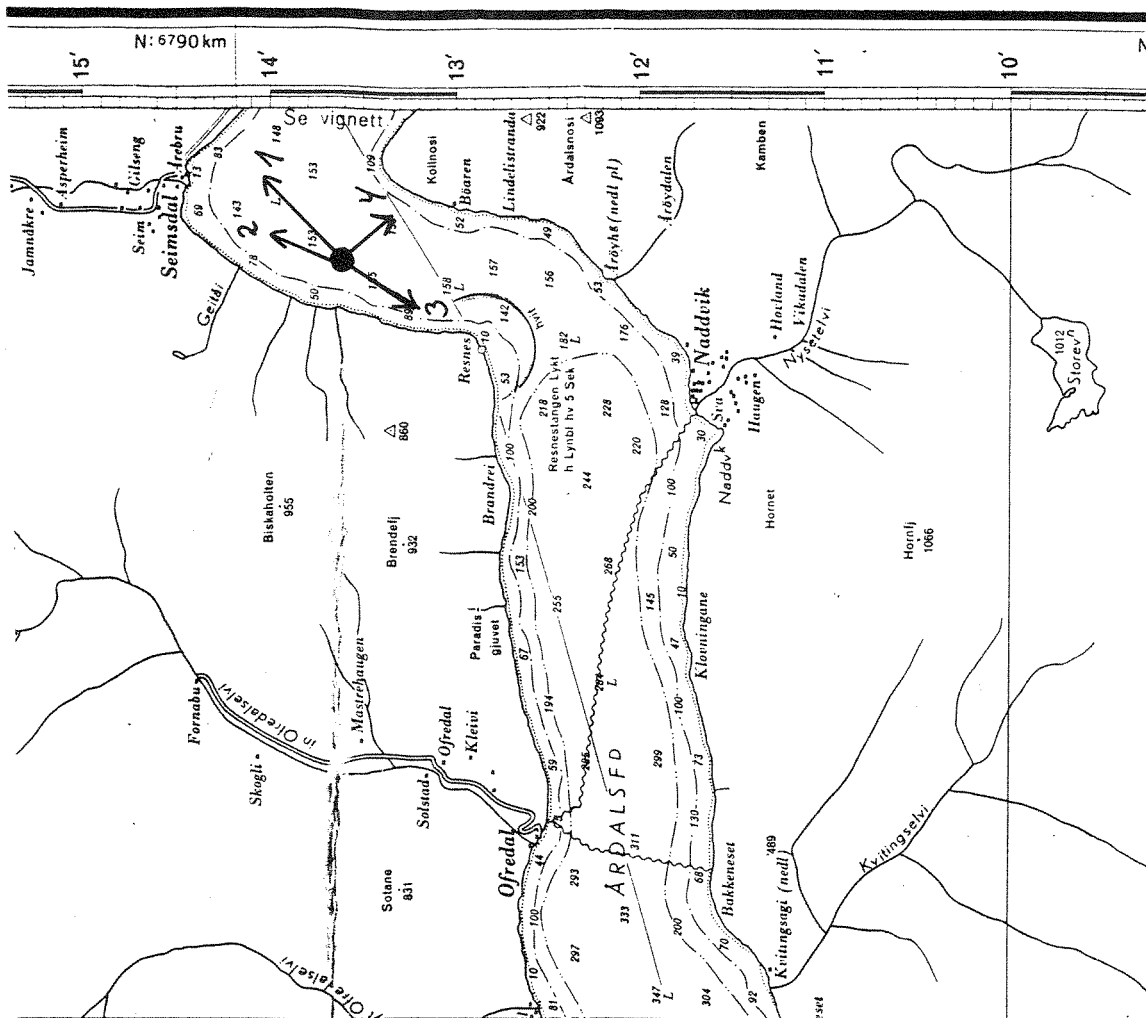
Stasjon Å 4.

- 1 = 1085 m til tankanlegg.
- 2 = 1250 m til vestre tunnelåpning.
- 3 = 550 m til østre tunnelåpning.



Stasjon Å 8.

- 1 = 1835 m til tunnelåpning Seimsdal.
- 2 = 1720 m til steinfylling Seimsdal.
- 3 = 1500 m til Resnes
- 4 = 800 m til tunnelåpning Kollnosi.



**VEDLEGG 3.2.**

Rådatabeller for PAH-innhold i sedimentene.

Navn/lokalitet : Årdalsfjorden

Oppdragsnr. : 89095-02  
 Prøver mottatt : 3/7-89  
 Lab.kode : BCR 1-6  
 Jobb nr. : 89-63

Prøvebetegnelse:

1 - ÅR1-1	0-1cm	Tot.	Sed.	4 - ÅR1-4	0-1cm	Tot.	Sed.
2 - " 2	" "	" "	" "	5 - " 5	" "	" "	" "
3 - " 3	" "	" "	" "	6 - ÅR3-1	" "	" "	" "

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

Stasjon-parallell	ÅR	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	3-1
PAH		1	2	3	4	5	6
Naftalen							
2-Metylnaftalen							
1-Metylnaftalen					106?		
Bifenyl					49		
Acenaftylen							
Acenaften	467	474			702	2554	604
Dibenzofuran					160	566	
Fluoren	182	331			373	1761	234
Dibenzotiofen	130	325			179	807	
Fenantren	3879	7288	3945		5396	24910	5500
Antracen	763	1577			1037	3466	565
2-Metylantracen		427?			110	420	
1-Metylfenantren		481?			177	962	
9-Metylantracen							
Fluoranten	5317	9129	8688		7548	32037	10701
Pyren	4694	7442	6917		5951	23996	8583
Benzo(a)fluoren	961	1365	2311		1766	5307	1942
Benzo(b)fluoren	580	952	1563		1041	4326	1382
1-Metylpyren	335	515	655		715	1574	818
Benzo(ghi)fluoranten							
Benz(a)antracen *	3769	6118	5915		5101	19031	7745
Trifenylen/Chrysen	6562	10023	9762		8361	24270	14302
Benzo(b)fluoranten *	16458	24151	16351		13726	48513	31392
Benzo(j+k)fluoranten *			6462		4427		
Benzo(e)pyren	7817	12389	11537		9132	19693	16821
Benzo(a)pyren *	7133	9885	9254		9608	22967	11612
Perylen	1265	3888	3126		1865	5900	3226
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	4947	9601	9729		6498	17762	11127
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	1456	3681	3226		2066	4493	3914
Benzo(ghi)perylene	6645	10938	8143		6955	15828	11749
Anthanthrene							
Coronen							
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *							
Sum	73360	120980	107584		93049	281143	142217
Derav KPAH (*)	33035	51596	49324		31393	110520	63833
% KPAH	45	43	46		34	39	45
% Tørrstoff							

Anm: Når bare konsentrasjonen av benzo(b)fluoranten er oppgitt, inkluderer dette også benzo(j,k)fluoranten

\* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av \* utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren \*

Dato :

Navn/lokalitet : Årdalsfjorden

Oppdragsnr. : 89095-02  
 Prøver mottatt : 3/7-89  
 Lab.kode : BCR 7-12  
 Jobb nr. : 89/63

Prøvebetegnelse:

1 - ÅR3-2	0-1cm	Tot.	Sed.	4 - ÅR3-5	0-1cm	Tot.	Sed.
2 - " 3	" "	" "	" "	5 - ÅR4-1	" "	" "	" "
3 - " 4	" "	" "	" "	6 - " 2	" "	" "	" "

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

Stasjon-parallell	ÅR	3-2	3-3	3-4	3-5	4-1	4-2
PAH	1	2	3	4	5	6	
Naftalen							
2-Metylnaftalen				293			
1-Metylnaftalen					76	73	
Bifenyl							
Acenaftylen							
Acenaften	432			2998	1104	672	
Dibenzofuran				1136	471	324	
Fluoren	182			2085	784	504	
Dibenzotiofen				1245	537	255	
Fenantren	3958	2222	10918	30424	14072	7707	
Antracen	491		497	8300	2022	931	
2-Metylantracen				1428	250		
1-Metylfenantren				2320	562		
9-Metylantracen							
Fluoranten	9051	3489	27810	68934	23851	10839	
Pyren	6396	2829	19037	49296	18362	8514	
Benzo(a)fluoren	1426	805	5057	11385	5825	1898	
Benzo(b)fluoren	1176	528	2847	6758	2922	1172	
1-Metylpyren	773	214	3119	8237	3153	938	
Benzo(ghi)fluoranten							
Benz(a)antracen *	5819	2505	22015	50196	16249	8400	
Trifenyl/Chrysen	11602	5077	53000	103168	34208	17113	
Benzo(b)fluoranten *	19041	11834	101750	182804	67262	26395	
Benzo(j+k)fluoranten *	7787					13213	
Benzo(e)pyren	14008	4868	52997	62829	35795	16999	
Benzo(a)pyren *	9297	4132	33947	82823	22078	15995	
Perylen	2769	883	8828	14019	6143	3311	
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	9431	3170	31489	51883	23009	12453	
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	4062	1003	12202	19841	9221	3907	
Benzo(ghi)perylene	11809	3553	36943	59779	28502	12813	
Anthanthrene							
Coronen							
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *							
Sum	119510	47112	422456	822181	316458	164426	
Derav KPAH (*)	53406	22143	195303	377626	133209	78410	
% KPAH	45	47	46	46	42	48	
% Tørrstoff							

\* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av \* utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren \*

Dato :  
 Analytiker :

Navn/lokalitet : Årdalsfjorden

Oppdragsnr. : 89095-02  
 Prøver mottatt : 3/7-89  
 Lab.kode : BCR 19-21  
 Jobb nr. : 89/63

Prøvebetegnelse:

1 -	ÅR8-4	0-1cm	Tot.	Sed.	4 -
2 -	" 5	" "	" "	" "	5 -
3 -	" 6	" "	" "	" "	6 -

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

Stasjon-parallell	ÅR	8-4	8-5	8-6		
PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen						
2-Metylnaftalen						
1-Metylnaftalen						
Bifenyl						
Acenaftalen						
Acenaften	468	244				
Dibenzofuran						
Fluoren	398		466			
Dibenzotiofen						
Fenantren	3437	3582	2632			
Antracen	387	272	187			
2-Metylantracen						
1-Metylfenantren						
9-Metylantracen						
Fluoranten	9486	8140	5650			
Pyren	6769	6075	4123			
Benzo(a)fluoren	1462	1435	847			
Benzo(b)fluoren	1391	936	883			
1-Metylpyren	840	880	506			
Benzo(ghi)fluoranten						
Benz(a)antracen *	6001	5818	3814			
Trifenyl/Chrysen	12570	12369	7502			
Benzo(b)fluoranten *	29456	21337	18244			
Benzo(j+k)fluoranten *		7527				
Benzo(e)pyren	15110	14820	8498			
Benzo(a)pyren *	10246	9320	6734			
Perylen	2307	2330	1997			
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	10732	8678	6440			
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	4100	2997	2108			
Benzo(ghi)perylene	13208	9449	7048			
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *						
Sum	128368	116209	77679			
Derav KPAH (*)	58485	54679	36286			
% KPAH	46	47	47			
% Tørrstoff						

\* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av \* utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren \*

Dato :  
 Analytiker :

Navn/lokalitet : Årdalsfjorden

Oppdragsnr. : 89095-02  
 Prøver mottatt : 3/7-89  
 Lab.kode : BCR 13-18  
 Jobb nr. : 89/63

Prøvebetegnelse:

1 - ÅR4-3	0-1cm	Tot.	Sed.	4 - ÅR8-1	0-1cm	Tot.	Sed.
2 - " 4	" "	" "	" "	5 - " 2	" "	" "	" "
3 - " 5	" "	" "	" "	6 - " 3	" "	" "	" "

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

Stasjon-paralell	ÅR	4-3	4-4	4-5	8-1	8-2	8-3
PAH	1	2	3	4	5	6	
Naftalen			346?				
2-Metylnaftalen							
1-Metylnaftalen							
Bifenyl							
Acenaftylen							
Acenaften	751	1426	704			284	
Dibenzofuran	481	384		135			
Fluoren	441	399					
Dibenzotiofen	360	777	447				
Fenantren	9226	16845	9189	2587	1976	4382	
Antracen	1069	2432	1166	232		463	
2-Metylantracen		366					
1-Metylfenantren		757					
9-Metylantracen							
Fluoranten	16862	29275	16924	5641	4389	8287	
Pyren	12354	22172	13573	4277	3498	6018	
Benzo(a)fluoren	2500	5109	2852	901	1207?	1334	
Benzo(b)fluoren	919	2938	2159	868	775	1213	
1-Metylpyren	1490	3422	1531	500	712	790	
Benzo(ghi)fluoranten							
Benz(a)antracen *	11691	20822	12433	4104	3605	6118	
Trifenylen/Chrysen	24914	45001	25760	8429	7467	12621	
Benzo(b)fluoranten *	52508	71606	57114	15275	12402	20758	
Benzo(j+k)fluoranten *		23601		5733	5572	9247	
Benzo(e)pyren	27149	47772	30904	9203	9055	15044	
Benzo(a)pyren *	17435	31474	19135	6081	5805	8943	
Perylen	4663	7029	5559	1628	1455	2394	
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	16263	28847	19882	7691	6358	9028	
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	5853	10517	7712	3233	2275	3207	
Benzo(ghi)perylene	17223	30021	22886	9122	6715	9377	
Anthanthrene							
Coronen							
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *							
Sum	224152	402992	250276	85640	73266	119508	
Derav KPAH (*)	99824	181608	112220	40501	34890	55698	
% KPAH	45	45	45	47	48	47	
% Tørrstoff							

\* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av \* utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren \*

Dato :  
 Analytiker :

**VEDLEGG 3.3.**

Statistisk grunnlag for beregninger av antall replikater ved  
framtidig sedimentovervåkning.



### Vedlegg 3.3.1.

Sammenligning av geometrisk snitt,  $\log(\text{PAH})$ .

Det antas at variansen er uavhengig av gjennomsnittet.

Estimat for standard-avvik på enkeltverdi:  $s=0.3294$

Antall datapunkter  $s$  er basert på:  $n=15$

(Stasjon 1,3 og 4)

Test-spesifikasjoner:

$H_0$	:	$\mu_1 - \mu_2 \leq 0$	
$\alpha$		0.05	Sign.nivå for forkastning av $H_0$
$\beta$		0.1	Sign.nivå for test av $H_a: \mu_1 - \mu_2 > \delta$
$t_\alpha$		1.761	med 14 frihetsgrader
$t_\beta$		1.345	"

Forskjell som ønskes påvist Nødvendig antall prøver  $n_1$  og  $n_2$ :

% reduksjon i PAH-kons.	Endring i $\log_{10}(\text{PAH})$	I		II	
		Med fast $n_1$ : $n_1=15$		Med utvidet $n_1$ : $n=n_1=n_2$	
		$n_2$	$n_1+n_2$	$n$	$2n$
20	0.097	umulig	umulig	223	446
30	0.155	umulig	umulig	87	175
46	0.268	572	587	29	58
50	0.301	50	65	23	46
60	0.398	12	27	13	26
70	0.523	5	20	8	15

**Vedlegg 3.3.2.**

Sammenligning av regresjonskoeffisient for PAH vs. org.C  
(Stasjon 1,3 og 4).

Regresjonskoeffisient:  $b = 79744$   
 Standard-avvik for regresjonskoeffisient:  $s = 9926$   
 Antall datapunkter s er basert på:  $n = 15$   
 Ekvivalent st.avvik "enkel-t-verdi"  $V(b)(n-1) = 37140$

Test-spesifikasjoner:  
 $H_0 : \mu_1 - \mu_2 \leq 0$   
 $\alpha$  0.05 Sign.nivå for forkastning av  $H_0$   
 $\beta$  0.1 Sign.nivå for test av  $H_a : \mu_1 - \mu_2 > \delta$   
 $t\alpha$  1.771 med 13 frihetsgrader  
 $t\beta$  1.35

		Nødvendig antall prøver n1 og n2:														
		I				II				III						
% reduksjon i PAH-kons. som ønskes påvist		Med fast n1:		Optimalt:		Med fast n1:		Optimalt:		Med fast n1:		Optimalt:				
		n1=15	n2	n1+n2	n	n=2n	n1=15	n2	n1+n2	n1	n2	n1+n2	n1	n2	n1+n2	
20	umulig	106	211	umulig	103	99	202	umulig	154	147	300	umulig	67	62	130	
30	umulig	47	94	umulig	45	42	88	umulig	67	62	130	umulig	41	38	79	
38	596	611	29	59	498	513	28	25	53	996	1011	182	197	37	34	71
40	110	125	26	53	91	106	25	23	48	182	197	55	70	29	26	55
45	34	49	21	42	27	42	20	18	37	55	70	30	45	23	20	44
50	19	34	17	34	15	30	16	14	30	30	45	23	20	20	44	

Uendret varians for org.C    Uendret varians for org.C    Halvert varians for org.C  
 St.avvik rundt regr.linje    St.avvik rundt regr.linje    St.avvik rundt regr.linje  
 uavhengig av helning.    proporsjonal med helning    proporsjonal med helning.

Vedlegg 4.A. Artenes individantall på de enkelte stasjonene i 1983 og 1989.

	Stasjon: Å1 Å3 Å4 Å8 Å1 Å3 Å4 Å8							
	År: 83 83 83 83 89 89 89 89							
ANTHOZOA								
Cerianthidae	-	-	-	-	1	-	-	-
Edwardsiidae indet	1	-	-	-	-	-	2	-
NEMERTINEA								
Nemertinea indet	5	-	3	6	4	1	2	6
POLYCHAETA								
Amphitritinae indet	-	-	-	-	1	1	-	-
Amythasides macroglossus Eliason 1955	-	-	2	1	8	8	30	57
Aricidea sp	-	-	-	-	9	1	2	5
Capitella capitata (Fabricius 1780)	-	-	-	-	-	-	1	-
Capitomastus minimus (Langerhans 1880)	-	-	2	-	-	-	-	-
Caulleriella sp	-	-	-	-	-	-	1	2
Ceratocephale loveni Malmgren 1867	10	-	6	8	16	6	21	19
Chaetozone setosa Malmgren 1867	1	-	-	-	6	42	3	-
Chone sp	1	-	1	-	-	-	-	-
Diplocirrus glaucus (Malmgren 1867)	8	-	-	8	9	14	10	-
Dorvilleidae indet	-	-	-	-	-	-	-	1
Eclysippe vanelli (Fauvel 1936)	-	-	-	3	-	-	-	5
Euchone papillosa (M.Sars 1851)	-	-	-	-	-	-	-	1
Euchone sp	-	-	-	-	-	-	-	1
Euclymene sp	-	-	-	-	3	-	-	-
Euclymeninae indet	-	-	-	1	-	-	-	-
Eunoe nodosa (M.Sars 1860)	-	-	1	3	-	-	-	-
Exogone verugera (Claparede 1868)	-	-	-	-	-	-	2	2
Glycera alba (O.F.Mueller 1776)	-	-	-	-	-	3	-	-
Glycera capitata Oersted 1843	2	-	10	2	20	4	22	43
Goniada maculata Oersted 1843	-	-	-	-	4	5	-	1
Harmothoe sp	-	-	-	1	-	-	-	1
Harmothoinae indet	-	-	1	-	-	-	-	-
Hesionidae indet	-	-	-	-	-	-	-	2
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	5	-	-	4	45	3	30	58
Isocirrus planiceps (M.Sars 1872)	-	-	-	1	-	-	-	-
Lagisca extenuata (Grube 1840)	-	-	1	-	-	-	-	-
Laonice cirrata (M.Sars 1851)	-	-	-	-	7	4	22	21
Leanira tetragona (Oersted 1844)	-	-	-	-	-	1	1	1
Lumbrineris cf. fragilis (O.F.Mueller 1766)	-	-	-	-	-	1	-	-
Lumbrineris cf. gracilis (Ehlers 1868)	1	-	1	3	12	16	27	48
Lumbrineris latreilli Audouin&Milne-Edwards	-	-	1	-	-	-	-	-
Lumbrineris scopa Fauchald 1974	-	-	-	1	-	-	-	-
Lumbrineris sp	-	-	1	1	-	-	-	-
Maldanidae indet	-	-	-	1	-	-	-	-
Myriochele oculata Zaks 1922	-	-	-	-	1	-	-	-
Nephtys cf. hombergi Savigny 1818	-	-	-	-	-	-	1	-
Nephtys cirrosa Ehlers 1868	-	-	-	-	-	-	-	1
Nephtys incisa Malmgren 1865	2	-	4	5	-	-	-	1
Nephtys paradoxa Malm 1874	-	-	-	7	-	-	3	7
Nephtys sp	-	-	-	1	3	2	1	4
Nereimyra punctata (O.F.Mueller 1788)	-	-	-	-	-	-	2	3
Nereis sp	-	-	-	-	2	1	-	-
Onuphis conchylega M.Sars 1835	-	-	-	-	-	-	1	-
Ophiodromus flexuosus (Delle Chiaje 1822)	-	-	-	-	4	1	1	-
Orbinia norvegica (M.Sars 1872)	1	-	1	5	8	1	6	8
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	44	1	292	48	207	380	227	114
Paraonis gracilis (Tauber 1879)	-	-	-	-	3	-	6	10

	Stasjon: År:	Å1 83	Å3 83	Å4 83	Å8 83	Å1 89	Å3 89	Å4 89	Å8 89
Paraonis lyra (Southern 1914)	-	-	-	-	-	-	-	-	9
Pholoe minuta (Fabricius 1780)	-	-	-	-	8	9	3	-	-
Phyllodocidae indet	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Pilargiidae indet	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Pilargis papillosa	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Pista cristata (O.F.Mueller 1776)	-	-	-	-	1	-	1	-	-
Polyphysia crassa (Oersted 1843)	-	-	-	-	1	5	1	-	-
Praxillura longissima Arwidsson 1906	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Prionospio cirrifera Wiren 1883	-	-	27	-	30	14	190	236	-
Prionospio steenstrupi Malmgren 1867	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Rhodine cf. gracilior Tauber 1879	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Rhodine loveni Malmgren 1865	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Sabellidae indet	-	-	-	-	-	1	1	2	-
Scolecopsis sp	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Scolecopsis tridentata Southern 1914	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Spionidae indet	1	-	-	7	-	-	-	-	4
Spiophanes kroeyeri Grube 1860	1	-	3	2	-	2	-	-	2
Sthenelais jeffreysii McIntosh 1876	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Sthenelais sp	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Streblosoma intestinalis M.Sars 1872	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Terebellides stroemi M.Sars 1835	-	-	-	1	-	1	-	-	8
Tharyx sp	5	-	-	-	102	124	34	1	-
Trichobranchus roseus (Malm 1874)	-	-	-	-	4	2	1	-	-
Trichobranchus glacialis Malmgren 1865	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Typosyllis cornuta (Rathke 1843)	-	-	-	-	-	-	1	-	-
PROSOBRANCHIA									
Taranis moercki (Malm)	-	-	-	-	1	-	1	-	-
OPISTOBRANCHIA									
Philine scabra (O.F.Mueller 1776)	-	-	1	1	4	-	-	-	-
CAUDOFOVEATA									
Caudofoveata indet	2	-	-	3	3	6	3	4	-
BIVALVIA									
Abra nitida (Mueller 1789)	21	-	-	6	4	-	2	4	-
Arctica islandica (Linne 1767)	-	-	12	2	-	-	-	-	-
Astarte sulcata (Da Costa 1778)	-	-	-	1	3	-	1	5	-
Chlamys vitrea (Gmelin 1789)	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Cuspidaria abbreviata (Forbes)	-	-	-	-	4	1	1	1	-
Cuspidaria rostrata (Spengler)	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Kelliella miliaris (Philippi 1844)	-	-	-	-	43	21	205	77	-
Limatula gwyni (Sykes)	-	-	-	-	2	4	5	-	-
Macoma calcarea (Gmelin 1790)	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Nucula tumidula (Malm)	-	-	-	-	-	-	-	5	-
Parvicardium minimum (Philippi 1836)	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Thyasira croulinensis (Jeffreys)	-	-	-	-	-	-	3	-	-
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	-	-	-	-	188	158	139	189	-
Thyasira ferruginea (Forbes)	-	-	-	-	6	7	42	7	-
Thyasira obsoleta (Verrill & Bush)	-	-	-	-	1	5	4	4	-
Thyasira pygmaea (Verrill & Bush)	-	-	-	-	6	7	44	14	-
Thyasira sp	5	-	26	34	4	30	21	8	-
Yoldiella fraterna Verrill & Bush	-	-	-	-	11	1	8	5	-
Yoldiella lucida (Loven 1846)	-	-	-	5	6	-	21	10	-
SCAPHOPODA									
Entalina quinquangularis (Forbes)	-	-	-	-	1	-	-	3	-
OSTRACODA									
Philomedes globosus Lilljeborg	-	-	-	-	1	-	-	-	-

Stasjon:	R1	R3	R4	R8	R1	R3	R4	R8
År:	83	83	83	83	89	89	89	89
-----								
CUMACEA								
Campylaspis cf. sulcata G.O.Sars	-	-	-	-	-	-	1	-
Diastylis cornuta Boeck	-	-	-	1	-	-	-	-
Eudorella emarginata Kroeyer	-	-	-	2	-	-	-	1
ISOPODA								
Cirolana borealis Lilljeborg	-	-	-	-	-	1	-	-
AMPHIPODA								
Amphipoda indet	-	-	-	2	-	-	-	-
Eriopisa elongata Bruzelius	-	-	-	3	-	-	-	2
Hippomedeon holboelli (Kroeyer)	-	-	-	-	1	-	-	-
Leptophoxus falcatus (G.O.Sars)	-	-	-	-	-	-	6	-
Lilljeborgia macronyx G.O.Sars	-	-	-	-	-	-	-	2
Lysianassidae indet	-	-	-	-	-	11	3	1
Oediceropsis brevicornis Lilljeborg	-	-	-	-	-	1	1	-
Pardalisca tenuipes G.O.Sars	-	-	-	2	-	1	-	1
Westwoodilla caecula (Sp.Bate)	-	-	-	1	-	-	-	-
DECAPODA								
Calocaris macandreae Bell 1846	-	-	2	3	1	-	-	1
Pontophilus norvegicus (M.Sars 1861)	-	-	-	1	-	-	-	-
SIPUNCULIDA								
Sipunculida indet	4	-	-	1	2	1	-	1
OPHIUROIDEA								
Amphiura chiajei Forbes	-	-	-	2	-	-	-	-
Ophiura sp	1	-	-	-	-	-	-	-
HOLOTHUROIDEA								
Cucumaria elongata Dueben & Koren	-	-	-	-	-	-	-	-
Labidoplax buski (McIntosh)	-	-	-	-	5	-	1	-
Leptosynapta sp	-	-	-	-	-	-	13	-
-----								

## Vedlegg 4.B. Artesnes individantall pr. grabb i 1989

STASJON Å1	GRABB NR.							
	DYP 120							
DATO 890510	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ANTHOZOA</b>								
Cerianthidae	-	1	-	-	-	-	-	-
<b>NEMERTINEA</b>								
Nemertinea indet	-	-	-	-	2	1	1	-
<b>POLYCHAETA</b>								
Amphitritinae indet	-	-	1	-	-	-	-	-
Amythasides macroglossus Eliason 1955	3	-	1	1	2	1	-	-
Aricidea sp	2	-	-	1	2	-	1	3
Ceratocephale loveni Malmgren 1867	2	-	2	4	1	2	3	2
Chaetozone setosa Malmgren 1867	1	-	-	-	-	2	2	1
Diplocirrus glaucus (Malmgren 1867)	-	1	-	-	2	-	2	4
Euclymene sp	-	-	1	-	-	1	-	1
Glycera capitata Oersted 1843	1	1	2	1	5	4	3	3
Goniada maculata Oersted 1843	-	1	1	-	2	-	-	-
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	5	-	3	4	6	8	11	8
Laonice cirrata (M.Sars 1851)	1	-	-	-	1	1	2	2
Lumbrineris cf. gracilis (Ehlers 1868)	1	4	-	-	1	1	4	1
Myriochele oculata Zaks 1922	-	-	-	-	-	-	-	1
Nephtys sp	-	-	-	2	-	-	1	-
Nereis sp	-	-	-	-	-	-	1	1
Ophiodromus flexuosus (Delle Chiaje 1822)	1	1	1	-	-	-	1	-
Orbinia norvegica (M.Sars 1872)	1	-	1	-	2	1	-	3
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	18	27	31	11	31	23	23	43
Paraonis gracilis (Tauber 1879)	-	-	-	-	1	-	-	2
Pholoe minuta (Fabricius 1780)	3	1	-	-	1	-	1	2
Phyllodocidae indet	1	-	-	-	-	-	-	-
Pista cristata (O.F.Mueller 1776)	-	-	1	-	-	-	-	-
Polyphysia crassa (Oersted 1843)	-	-	-	-	-	-	-	1
Prionospio cirrifera Wiren 1883	2	1	-	-	7	4	7	9
Tharyx sp	12	12	11	4	4	25	14	20
Trichobranchus roseus (Malm 1874)	-	-	1	-	1	2	-	-
<b>PROSOBRANCHIA</b>								
Taranis moercki (Malm)	-	1	-	-	-	-	-	-
<b>OPISTHOBANCHIA</b>								
Philine scabra (O.F.Mueller 1776)	-	1	1	1	1	-	-	-
<b>CAUDOFOVEATA</b>								
Caudofoveata indet	-	2	-	1	-	-	-	-
<b>BIVALVIA</b>								
Abra nitida (Mueller 1789)	-	-	-	4	-	-	-	-
Astarte sulcata (Da Costa 1778)	-	-	-	-	1	-	1	1
Cuspidaria abbreviata (Forbes)	-	-	1	-	-	-	2	1
Cuspidaria rostrata (Spengler)	1	-	-	-	-	-	-	-
Kelliella miliaris (Philippi 1844)	6	9	5	4	3	10	2	4
Limatula gwyni (Sykes)	2	-	-	-	-	-	-	-
Parvicardium minimum (Philippi 1836)	-	-	-	-	-	-	1	-
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	27	21	11	23	27	24	34	21
Thyasira ferruginea (Forbes)	2	-	-	1	2	-	-	1
Thyasira obsoleta (Verrill & Bush)	-	-	-	-	1	-	-	-
Thyasira pygmaea (Verrill & Bush)	2	-	-	-	2	1	1	-
Thyasira sp	-	-	-	-	4	-	-	-
Yoldiella fraterna Verrill & Bush	-	2	2	3	-	1	1	2
Yoldiella lucida (Loven 1846)	-	-	1	-	2	1	2	-

STASJON R1	GRABB NR.							
DYP 120								
DATO 890510	1	2	3	4	5	6	7	8
-----								
SCAPHOPODA								
Entalina quinquangularis (Forbes)	-	1	-	-	-	-	-	-
OSTRACODA								
Philomedes globosus Lilljeborg	-	-	-	-	-	-	-	1
AMPHIPODA								
Hippomedeon holboelli (Kroeyer)	-	-	-	-	1	-	-	-
DECAPODA								
Calocaris macandreae Bell 1846	-	-	-	-	-	-	-	1
SIPUNCULIDA								
Sipunculida indet	-	-	1	-	1	-	-	-
HOLOTHUROIDEA								
Labidoplax buski (McIntosh)	-	5	-	-	-	-	-	-
-----								

STASJON R3 DYP 110 DATO 890510	GRABBE NR.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<hr/>								
NEMERTINEA								
Nemertinea indet	-	-	-	1	-	-	-	-
POLYCHAETA								
Amphitritinae indet	-	-	-	-	1	-	-	-
Amythasides macroglossus Eliason 1955	1	-	1	1	-	1	-	4
Aricidea sp	-	-	-	-	-	-	-	1
Ceratocephale loveni Malmgren 1867	1	1	1	2	-	-	-	1
Chaetozone setosa Malmgren 1867	1	3	22	2	11	2	-	1
Diplocirrus glaucus (Malmgren 1867)	-	-	6	-	3	1	-	4
Glycera alba (O.F.Mueller 1776)	-	1	-	2	-	-	-	-
Glycera capitata Oersted 1843	-	-	-	-	4	-	-	-
Goniada maculata Oersted 1843	-	1	1	2	-	-	-	1
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	-	-	-	1	-	1	1	-
Laonice cirrata (M.Sars 1851)	-	-	1	-	3	-	-	-
Leanira tetragona (Oersted 1844)	-	-	-	-	1	-	-	-
Lumbrineris cf. gracilis (Ehlers 1868)	3	6	2	1	3	-	-	1
Lumbrineris cf. fragilis (O.F.Mueller 1766)	-	-	1	-	-	-	-	-
Nephtys sp	-	-	-	1	-	1	-	-
Nereis sp	-	-	1	-	-	-	-	-
Ophiodromus flexuosus (Delle Chiaje 1822)	-	1	-	-	-	-	-	-
Orbinia norvegica (M.Sars 1872)	-	-	-	-	-	-	-	1
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	72	44	66	36	56	40	11	55
Pholoe minuta (Fabricius 1780)	2	-	1	1	3	1	-	1
Phyllodocidae indet	-	-	-	-	-	-	-	1
Polyphysia crassa (Oersted 1843)	-	1	-	-	1	2	-	1
Prionospio cirrifera Wiren 1883	3	1	4	-	4	-	-	2
Sabellidae indet	-	-	-	-	-	1	-	-
Spiophanes kroeyeri Grube 1860	-	-	-	-	-	2	-	-
Terebellides stroemi M.Sars 1835	-	-	-	-	1	-	-	-
Tharyx sp	1	3	50	-	20	29	6	15
Trichobranchus roseus (Malm 1874)	-	1	-	-	-	-	-	1
CAUDOFOVEATA								
Caudofoveata indet	-	1	-	2	2	1	-	-
BIVALVIA								
Chlamys vitrea (Gmelin 1789)	-	-	-	1	-	-	-	-
Cuspidaria abbreviata (Forbes)	-	-	-	1	-	-	-	-
Kelliella miliaris (Philippi 1844)	3	2	1	4	4	1	-	6
Limatula gwyni (Sykes)	1	-	-	-	2	1	-	-
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	33	17	23	7	32	19	5	22
Thyasira ferruginea (Forbes)	-	-	4	3	-	-	-	-
Thyasira obsoleta (Verrill & Bush)	-	-	2	-	2	1	-	-
Thyasira pygmaea (Verrill & Bush)	2	1	2	1	-	-	-	1
Thyasira sp	5	-	3	6	15	1	-	-
Yoldiella fraterna Verrill & Bush	-	-	-	-	1	-	-	-
ISOPODA								
Cirolana borealis Lilljeborg	-	-	-	-	-	-	1	-
AMPHIPODA								
Lysianassidae indet	-	-	-	-	-	-	11	-
Oediceropsis brevicornis Lilljeborg	-	-	-	-	1	-	-	-
Pardalisca tenuipes G.O.Sars	-	-	-	-	-	1	-	-
SIPUNCULIDA								
Sipunculida indet	-	-	-	-	-	1	-	-



STASJON R4 DYP 135 DATO 890510	GRABB NR.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ANTHOZOA</b>								
Edwardsiidae indet	-	-	-	-	-	-	2	-
<b>NEMERTINEA</b>								
Nemertinea indet	1	-	-	-	-	-	1	-
<b>POLYCHAETA</b>								
Amythasides macroglossus Eliason 1955	7	2	2	6	4	4	4	1
Aricidea sp	1	-	-	-	-	-	-	1
Capitella capitata (Fabricius 1780)	-	-	-	-	-	-	-	1
Caulleriella sp	-	-	-	-	-	-	-	1
Ceratocephale loveni Malmgren 1867	1	5	2	-	5	3	5	-
Chaetozone setosa Malmgren 1867	3	-	-	-	-	-	-	-
Diplocirrus glaucus (Malmgren 1867)	2	3	2	1	1	-	-	1
Exogone verugera (Claparede 1868)	-	-	-	1	-	-	1	-
Glycera capitata Oersted 1843	3	7	4	-	1	4	3	-
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	2	5	2	11	3	2	5	-
Laonice cirrata (M.Sars 1851)	1	1	2	4	-	3	5	6
Leanira tetragona (Oersted 1844)	-	-	-	-	-	-	-	1
Lumbrineris cf. gracilis (Ehlers 1868)	4	4	2	2	2	4	5	4
Nephtys cf. hombergii Savigny 1818	-	-	-	-	1	-	-	-
Nephtys paradoxa Malm 1874	-	1	-	-	1	-	1	-
Nephtys sp	-	-	1	-	-	-	-	-
Nereimyra punctata (O.F.Mueller 1788)	-	-	-	1	-	-	1	-
Onuphis conchylega M.Sars 1835	-	1	-	-	-	-	-	-
Ophiodromus flexuosus (Delle Chiaje 1822)	1	-	-	-	-	-	-	-
Orbinia norvegica (M.Sars 1872)	-	1	-	-	1	-	2	2
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	35	25	27	49	26	22	29	14
Paraonis gracilis (Tauber 1879)	-	-	-	3	1	1	-	1
Pholoe minuta (Fabricius 1780)	3	-	-	-	-	-	-	-
Pista cristata (O.F.Mueller 1776)	-	-	-	1	-	-	-	-
Polyphysia crassa (Oersted 1843)	-	-	-	1	-	-	-	-
Prionospio cirrifera Wiren 1883	15	21	17	43	23	15	37	19
Rhodine cf. gracilior Tauber 1879	-	-	-	-	1	-	-	-
Sabellidae indet	-	-	-	-	-	-	1	-
Sthenelais sp	-	1	-	-	-	-	-	-
Tharyx sp	15	2	8	3	1	5	-	-
Trichobranchus roseus (Malm 1874)	-	-	-	-	-	1	-	-
Typosyllis cornuta (Rathke 1843)	-	-	-	-	-	1	-	-
<b>PROSOBRANCHIA</b>								
Taranis moercki (Malm)	-	-	-	-	1	-	-	-
<b>CAUDOFOVEATA</b>								
Caudofoveata indet	1	-	-	-	-	-	1	1
<b>BIVALVIA</b>								
Abra nitida (Mueller 1789)	1	-	-	-	1	-	-	-
Astarte sulcata (Da Costa 1778)	-	-	-	-	-	-	-	1
Cuspidaria abbreviata (Forbes)	-	1	-	-	-	-	-	-
Kelliella miliaris (Philippi 1844)	27	26	30	39	33	36	4	10
Limatula gwyni (Sykes)	-	3	1	1	-	-	-	-
Thyasira croulinensis (Jeffreys)	-	-	2	-	1	-	-	-
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	8	15	21	17	31	28	3	16
Thyasira ferruginea (Forbes)	1	7	4	9	5	11	3	2
Thyasira obsoleta (Verrill & Bush)	-	-	1	2	-	-	-	1
Thyasira pygmaea (Verrill & Bush)	4	3	6	14	6	7	1	3
Thyasira sp	6	-	10	-	1	1	3	-
Yoldiella fraterna Verrill & Bush	-	-	1	2	2	1	-	2
Yoldiella lucida (Loven 1846)	-	5	4	4	1	6	1	-

STASJON R4	GRABB NR.							
DYP 135								
DATO 890510	1	2	3	4	5	6	7	8
-----								
CUMACEA								
Campylaspis cf. sulcata G.O.Sars	-	-	-	-	1	-	-	-
AMPHIPODA								
Leptophoxus falcatus (G.O.Sars)	-	-	1	3	-	-	1	1
Lysianassidae indet	-	3	-	-	-	-	-	-
Oediceropsis brevicornis Lilljeborg	1	-	-	-	-	-	-	-
HOLOTHUROIDEA								
Leptosynapta sp	-	3	-	5	1	1	4	-
-----								

STASJON A8 DYP 165 DATO 890510	GRABB NR.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>NEMERTINEA</b>								
Nemertinea indet	1	1	1	1	-	1	-	1
<b>POLYCHAETA</b>								
Amythasides macroglossus Eliason 1955	6	7	12	12	9	7	1	3
Aricidea sp	1	1	-	2	-	1	-	-
Caulleriella sp	-	-	1	-	1	-	-	-
Ceratocephale loveni Malmgren 1867	-	4	3	3	2	3	3	1
Dorvilleidae indet	-	-	-	1	-	-	-	-
Eclysippe vanelli (Fauvel 1936)	2	1	1	1	-	-	-	-
Euchone papillosa (M.Sars 1851)	-	-	-	-	1	-	-	-
Euchone sp	-	-	-	-	-	-	-	1
Exogone verugera (Claparede 1868)	-	-	-	-	-	-	2	-
Glycera capitata Oersted 1843	4	5	3	7	8	4	11	1
Goniada maculata Oersted 1843	1	-	-	-	-	-	-	-
Harmothoe sp	1	-	-	-	-	-	-	-
Hesionidae indet	-	2	-	-	-	-	-	-
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	4	8	12	8	8	5	12	1
Laonice cirrata (M.Sars 1851)	-	2	-	7	4	-	-	8
Leanira tetragona (Oersted 1844)	-	-	-	-	1	-	-	-
Lumbrineris cf. gracilis (Ehlers 1868)	4	6	2	9	8	8	6	5
Nephtys cirrosa Ehlers 1868	-	-	1	-	-	-	-	-
Nephtys incisa Malmgren 1865	-	-	-	-	-	-	-	1
Nephtys paradoxa Malm 1874	-	-	1	2	-	2	1	1
Nephtys sp	-	-	-	-	2	-	2	-
Nereimyra punctata (O.F.Mueller 1788)	-	-	-	1	-	1	-	1
Orbinia norvegica (M.Sars 1872)	1	-	-	-	2	2	2	1
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	20	5	1	23	25	29	8	3
Paraonis gracilis (Tauber 1879)	1	2	2	-	-	3	1	1
Paraonis lyra (Southern 1914)	3	1	-	1	1	1	1	1
Pilargis papillosa	1	1	-	-	-	-	-	-
Prionospio cirrifera Wiren 1883	11	25	27	43	32	34	31	33
Rhodine loveni Malmgren 1865	-	-	-	-	1	-	-	-
Sabellidae indet	1	-	-	1	-	-	-	-
Spionidae indet	-	-	2	-	2	-	-	-
Spiophanes kroeyeri Grube 1860	-	-	-	-	-	-	1	1
Terebellides stroemi M.Sars 1835	2	1	1	1	1	-	1	1
Tharyx sp	1	-	-	-	-	-	-	-
<b>CAUDOFOVEATA</b>								
Caudofoveata indet	-	-	-	1	1	-	-	2
<b>BIVALVIA</b>								
Abra nitida (Mueller 1789)	-	2	1	-	-	1	-	-
Astarte sulcata (Da Costa 1778)	1	3	1	-	-	-	-	-
Cuspidaria abbreviata (Forbes)	1	-	-	-	-	-	-	-
Kelliella miliaris (Philippi 1844)	9	17	9	16	9	7	3	7
Nucula tumidula (Malm)	-	-	-	1	1	1	2	-
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	24	23	12	28	35	18	17	32
Thyasira ferruginea (Forbes)	2	-	1	-	-	1	3	-
Thyasira obsoleta (Verrill & Bush)	-	1	-	-	1	1	1	-
Thyasira pygmaea (Verrill & Bush)	1	3	-	3	4	-	-	3
Thyasira sp	1	-	2	2	-	-	2	1
Yoldiella fraterna Verrill & Bush	1	1	1	-	-	-	1	1
Yoldiella lucida (Loven 1846)	1	2	-	3	1	2	-	1
<b>SCAPHOPODA</b>								
Entalina quinquangularis (Forbes)	1	-	-	-	-	-	-	2
<b>CUMACEA</b>								
Eudorella emarginata Kroeyer	1	-	-	-	-	-	-	-

STASJON 88	GRABB NR.							
DYP 165	1	2	3	4	5	6	7	8
DATO 890510	-----							
<b>AMPHIPODA</b>								
Eriopisa elongata Bruzelius	-	1	-	-	-	1	-	-
Lilljeborgia macronyx G.O.Sars	2	-	-	-	-	-	-	-
Lysianassidae indet	-	-	-	-	-	-	1	-
Pardalisca tenuipes G.O.Sars	-	-	-	1	-	-	-	-
<b>DECAPODA</b>								
Calocaris macandreae Bell 1846	-	-	-	-	-	-	1	-
<b>SIPUNCULIDA</b>								
Sipunculida indet	-	-	-	-	-	-	1	-
-----								

## Vedlegg 4.C. Statistikk for de enkelte grabbprøver 1989

STA	S	N	E	H
GR				log2
11	21	94	0.48	3.42
12	18	92	0.44	3.09
13	20	79	0.40	3.11
14	15	65	0.55	3.12
15	28	116	0.44	3.69
16	19	113	0.45	3.20
17	24	121	0.44	3.47
18	26	139	0.41	3.49
31	13	128	0.25	2.00
32	15	84	0.30	2.38
33	19	192	0.32	2.76
34	19	75	0.38	2.98
35	21	170	0.41	3.19
36	19	107	0.29	2.62
37	6	35	0.71	2.18
38	18	119	0.30	2.62
41	23	143	0.48	3.53
42	23	145	0.56	3.74
43	22	150	0.52	3.58
44	23	222	0.45	3.44
45	26	155	0.38	3.39
46	20	156	0.52	3.45
47	25	123	0.43	3.50
48	21	89	0.51	3.49
81	30	110	0.49	3.91
82	25	125	0.53	3.77
83	22	97	0.48	3.47
84	25	178	0.46	3.59
85	24	160	0.45	3.52
86	22	133	0.45	3.39
87	25	115	0.48	3.65
88	26	114	0.36	3.32