

Rapport nr. 4-2007

*Marinbiologisk miljøundersøkelse i Aurlandsfjorden og
Nærøyfjorden i 2006*



Gisle Vassenden
Per-Otto Johansen
Erling Heggøy
Per Johannessen



Høyteknologisenteret, Thormøhlensgt. 49

N-5006 Bergen, Norway

☎ 55 58 44 64

☎ 55 58 45 25

Rapportens tittel:

Marinbiologisk miljøundersøkelse i Aurlandsfjorden
og Nærøyfjorden i 2006

Dato:

03.09.2007

Antall sider og bilag:

61

Forfatter(e):

Gisle Vassenden, Per-Otto Johansen, Erling Heggøy og Per Johannessen

Prosjektleder:

Per Johannessen

Prosjektnummer:

800744

Oppdragsgiver:

Aurland kommune

Evt. oppdragsgivers ref.:

Abstract

The purpose of this survey was to assess the environmental conditions of the marine recipients in Aurlandsfjorden and Nærøyfjorden, Norway

This report presents the results from 2006. The survey comprises studies of littoral and benthic communities, nutrients in the sea water and sediment analyses. Comparisons are made with data collected in 1987 and 1993. The bottom water in Aurlandsfjorden was well oxygenated in 2006. Only small amount O₂ was detected in the bottom water of Nærøyfjorden due to poor water exchange. The concentrations of heavy metals, PAH and PCB were low in deeper part of Aurlandsfjorden. The surface water had low concentration of nutrient. The tidal zone had no indication of being influenced by nutrients. The sediment in Aurlandsfjorden had a rich bottom fauna. In the inner part of Nærøyfjorden no or few living animal was found. Seaward of a shallow sill near Bakka in Nærøyfjorden the conditions improved in the fjord. In Aurlandsfjorden the conditions were still good, whereas the conditions in Nærøyfjorden had deteriorated.

Keywords:

Recipient
Benthos
Sediment
Hydrography
Nutrients
Littoral

Emneord:

Resipient
Bunndyr
Sediment
Hydrografi
Næringsalter
Litoral

ISSN NR.: 1504-9310

SAM-Unifob Rapport nr. 4-2007

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	21/7-07	Per Johannessen
Prosjektet / undersøkelsen:	21/7-07	Gisle Vassenden

INNHold

1 INNLEDNING	3
2 MATERIALE OG METODER	3
2.1 Undersøkelsesområdet	3
2.2 Innsamling	4
2.3 Hydrografi	8
2.4 Næringssalter	8
2.5 Sediment	9
2.6 Kjemiske analyser	9
2.7 Bunndyr	10
3 RESULTATER OG DISKUSJON	11
3.1 Hydrografi	11
3.2 Næringssalter	14
3.3 Strandsone	15
3.4 Sedimentundersøkelser	16
3.5 Kjemiske analyser	19
3.6 Bunndyr	21
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	27
5 TAKK	28
6 LITTERATUR	28
7 VEDLEGG	29

1 INNLEDNING

Denne rapporten omfatter en miljøundersøkelse av Aurlandsfjorden og Nærøyfjorden utført i september 2006. De innsamlede dataene er sammenlignet med tidligere undersøkelser fra de samme områdene (Johannessen og Lønning 1988, Tveiten et. al 1994 og Tveiten et. al 1996), men vil også være et viktig referansemateriale for framtidige undersøkelser. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAMs akkreditering for slikt arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). På bakgrunn av de biologiske og kjemiske resultatene og retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Statens Forurensningstilsyn (Molvær et al. 1997) er tilstanden i Aurlandsfjorden og Nærøyfjorden vurdert. Aurland kommune, Statens forurensningstilsyn og Fylkesmannen har vært bidragsytere til denne rapporten. Den dypeste stasjonen i Aurlandsfjorden blir også vurdert i en egen rapport som tar for seg hele Sognefjorden (Johansen et. al 2007).

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

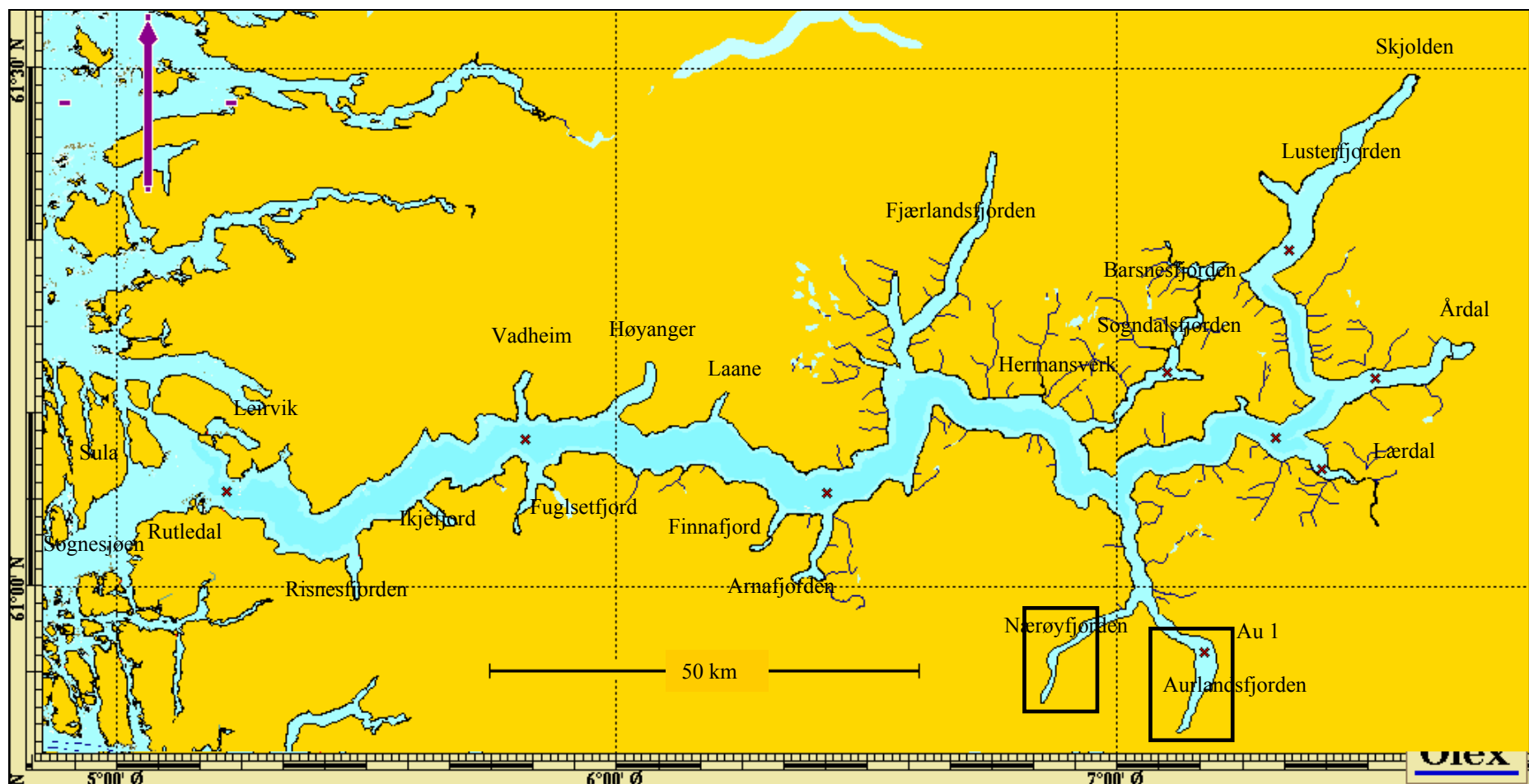
Aurlandsfjorden er omlag 28 km lang sidefjord til Sognefjorden (Figur 2.1). Ved Undredal er det en terskel på 270 m som skiller bunnvannet i Sognefjorden fra bunnvannet i Aurlandsfjorden. Det dypeste partiet innenfor terskelen er 420 m dypt. Flåm er innerst i Aurlandsfjorden. I Aurland går det kommunale avløpet gjennom et silanlegg, som ble tatt i bruk i 2001. Det er i dag knyttet 1750 pe til anlegget, som er dimensjonert for 2000 pe. Avløpsledningen fra anlegget ligger på 35 m dyp. I Flåm ble det i 1999 installert slamavskiller. Det er i dag 1100 pe knyttet til anlegget, som er dimensjonert for 1450 pe. Utslippspunktet ligger på 45 m dyp. I Viki er det utslipp fra 50 pe. Slamavskiller ble installert i 1988, og utslippet går ut i fjorden på 42 m dyp.

Nærøyfjorden er en 17,5 km lang sidefjord til Aurlandsfjorden. Bunnen skrår slakt oppover fra 350 m ytterst i fjordarmen til 250 m ved Dyrdal, hvor bunnen går bratt oppover til 60 m. Ved Bakka er det en grunn terskel på 11 m. Bassenget innenfor terskelen er 77 m dyp. I de seinere årene har utvinning av anortositt-stein økt i Nærøyfjord-området. I 2005 ble det tatt ut 170 000 tonn stein og 210 000 tonn i 2006. Steinmassene blir skipet ut ved Gudvangen. I Nærøyfjorden er det går det kommunale avløpet gjennom ett slamavskiller, som ble tatt i bruk

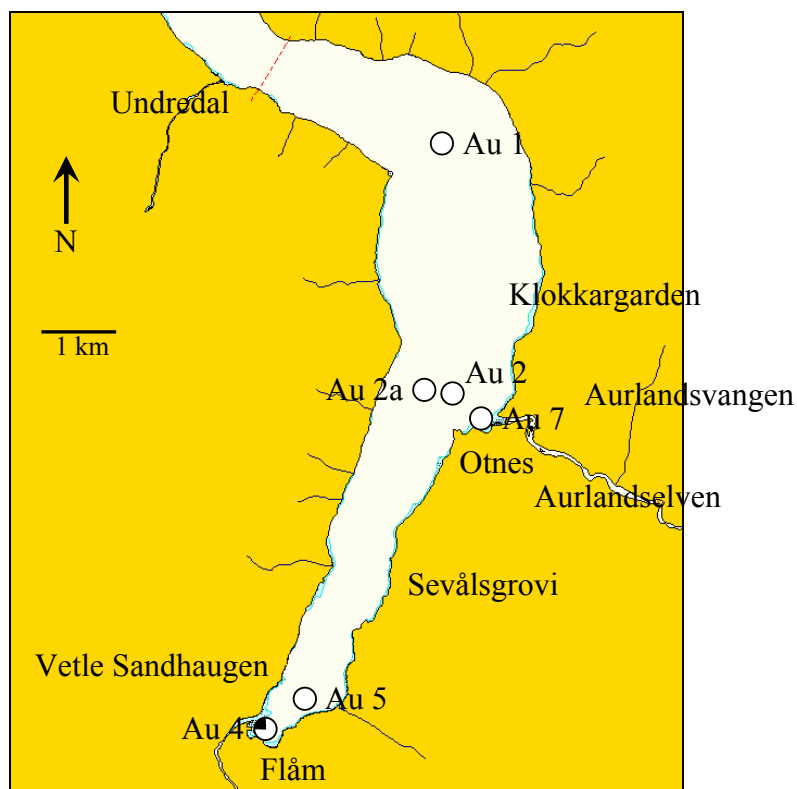
i 1992. Det er i dag knyttet 100 pe til anlegget, som er dimensjonert for 100 pe. Avløpsledningen er plassert på 2 m dyp.

2.2 Innsamling

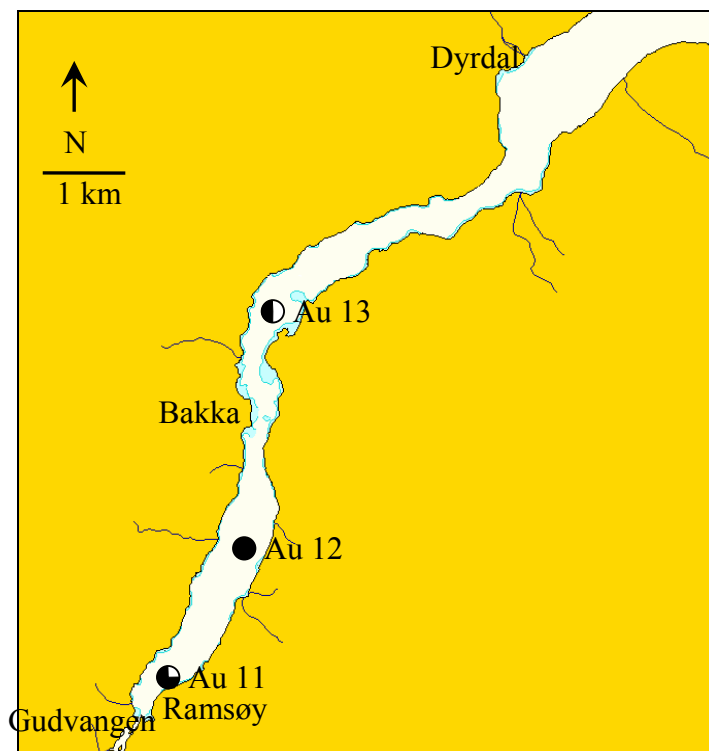
Innsamling av bunnprøver ble foretatt fra 2. – 4. september 2006. Tøktet ble foretatt med M/S *Solvik*. Posisjonene er tatt fra differensiert GPS (WGS84). Dypet på stasjonene ble målt med fartøyetts ekkolodd. Plasseringen av stasjonene er vist i Figur 2.2 og 2.3 og stasjonsopplysninger er gitt i Tabell 2.1. Strandsonen ble undersøkt 21. september 2006.



Figur 2.1. Kartskisse av Sognefjorden. Detaljekart fra Aurlands- og Nærøyfjorden er vist i Figur 2.2 og Figur 2.3. Eksakt plassering av stasjonene undersøkt i de to fjordene er gitt i Tabell 2.1. Stasjonene som inngår i undersøkelsen av hovedfjorden er markert med kryss. Resultatene er presentert i en egen rapport. Kartkilde Olex.



Figur 2.2. Kartutsnitt av deler av Aurlandsfjorden med innsamlingsstasjonene markert. Stasjonene er markert med symboler som indikerer miljøforholdene med hensyn på en helhetlig vurdering. ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ● = dødt. Kartkilde Olex.



Figur 2.3. Kartutsnitt av Nærøyfjorden med innsamlingsstasjonene markert. Stasjonene er markert med symboler som indikerer miljøforholdene med hensyn på en helhetlig vurdering. ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ● = dødt. Kartkilde Olex.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver fra Aurlandsfjorden og Nærøyfjorden innsamlet i september 2006. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb med 17 liter maksimalt fyllingsvolum.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St. Au 1 03.09.06	Aurlandsfjorden 60° 56,476'N 07° 10,101'Ø	411	1	17	Grått finkornet sediment. Prøve til partikkelanalyse ble tatt fra 1. hugg. Prøver til kjemisk analyse ble tatt fra hugg 1-3.
			2	17	
			3	17	
			4	17	
			5	17	
			6	17	
			7	17	
			8	17	
St. Au 2 02.09.06	Aurland 60° 54,488'N 07° 10,142'Ø	250	1	-	Grått finkornet sediment med sand. Flere bomhugg. Prøve til partikkelanalyse.
St. Au 2a 03.09.06	Aurland 60° 54,587'N 07° 09,806'Ø	282	1	10	Ny stasjon pga. at det var vanskelig å ta prøver på stasjon Au 2. Grått finkornet sediment med litt sand. Prøve til partikkelanalyse ble tatt fra 1. hugg.
			2	9	
			3	11	
			4	11	
			5	11	
St. Au 4 02.09.06	Flåm 60° 51,754'N 07° 06,988'Ø	25	1	10	Svart sediment. Svak H ₂ S- lukt. Sand med stein. Organisk materiale og rester fra tidligere kloakkutslipp, bl.a.. sanitetsbind og boss. Prøve til partikkelanalyse ble tatt fra 1. hugg.
			2	10	
			3	14	
			4	11	
			5	12	
St. Au 5 02.09.06	Flåm 60° 52,005'N 07° 07,823'Ø	49	1	12	Mørkegrått finkornet sediment. Prøve til partikkelanalyse ble tatt fra 1. hugg.
			2	13	
			3	13	
			4	13	
			5	17	
St. Au 7 03.09.06	Aurland 60° 54,288'N 07° 10,754'Ø	64	1	15	Sand og finkornet sediment. Prøve til partikkelanalyse ble tatt fra 1. hugg.
			2	5	
			3	10	
			4	14	
			5	15	
St. Au 11 04.09.06	Nærøyfjorden 60° 53,112'N 06° 51,110'Ø	53	1	17	Svart, bløtt sediment med mye organisk materiale. Sterk H ₂ S- lukt. Prøve til partikkelanalyse ble tatt fra 1. hugg.
			2	17	
			3	17	
			4	17	
			5	17	
St. Au 12 04.09.06	Nærøyfjorden 60° 54,012'N 06° 52,058'Ø	77	1	17	Svart, finkornet sediment med mye organisk materiale. Meget sterk H ₂ S- lukt. Uten dyreliv. Prøve til partikkelanalyse ble tatt.
St. Au 13 04.09.06	Nærøyfjorden 60° 55,740'N 06° 52,548'Ø	40	1	17	Grått til brunt finkornet sediment med småstein Prøve til partikkelanalyse ble tatt fra 1. hugg.
			2	17	
			3	17	
			4	17	
			5	17	

2.3 Hydrografi

Til innsamling av vannprøver ble det benyttet Nansen-vannhentere. Temperaturen ble målt med vendetermometer. Saltholdighet ble bestemt med salinometer (Autolab, modell MKIII). Oksygeninnholdet (ml/l) ble bestemt etter Winklers metode og oksygenmetningen (% metning) ble beregnet. Tettheten av sjøvannet (σ_t) ble beregnet. Tettheten øker i sjøvann med økende saltholdighet og avtagende temperatur. Siktedypet ble målt med en hvit Secchi-skive (25 cm diameter).

Siktedypet gir et mål for gjennomskinneligheten i vannet og er avhengig av mengden partikulære og løste stoffer i vannet. Ved forekomst av store mengder planktonalger om våren kan siktedypet være dårlig. Sikten kan og bli redusert i områder med stor organisk forurensning og store tilførsler av næringsstoffer.

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H_2S) som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

2.4 Næringssalter

Vannprøvene til analyse av næringssalter ble samlet med samme utstyr som ble benyttet under innsamling av vannprøver til analyse av oksygeninnhold. Vannprøvene ble analysert for nitrater, totalt nitrogeninnhold, fosfat og total fosfor. Analysen ble utført hos AnalyCen AS i Moss (Akkrediteringsnummer TEST 043). Analysene ble utført etter NS 4743-2m (total nitrogen), NS 4745-2m (nitrat) og NS-EN ISO 15681(fosfat og tot fosfor). Næringssaltene ble vurdert etter SFT's klassifikasjon (Tabell 2.2).

Tabell 2.2. Klassifisering av næringssalter i overflatelaget, etter Molvær et al. (1997).

Overflatelag	Parameter	Salth.	Tilstandsklasser				
			I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Saltholdighet 0-20 juni-august	Total fosfor ($\mu\text{gP/l}$)*	0	<7	7-11	11-20	20-50	>50
		20	<12	12-16	16-29	29-60	>60
	Fosfat-fosfor ($\mu\text{gP/l}$)*	0	<1,5	1,5-2,5	2,5-4,5	4,5-11	>11
		20	<4	4-7	7-16	16-50	>50
	Total nitrogen ($\mu\text{gN/l}$)*	0	<250	250-400	400-550	550-800	>800
		20	<250	250-330	330-500	500-800	>800
	Nitrat-nitrogen ($\mu\text{gN/l}$)*	0	<125	125-200	200-275	275-400	>400
		20	<12	12-23	23-65	65-250	>250

*Omregningsfaktoren til $\mu\text{mol/l}$ er 1/14 for nitrogen og 1/31 for fosfor.

2.5 Sediment

Fra hver stasjon ble det tatt en sedimentprøve til bestemmelse av partikkelfordeling og organisk innhold. Partikkelfordelingen ble bestemt i laboratoriet ved at prøven ble løst i vann og siktet gjennom en 0,063 mm sikt. Partiklene som var større enn 0,063 mm ble tørket og tørrsiktet slik at de kunne grupperes i størrelsesgrupper. Partikler mindre enn 0,063 mm ble gruppert i størrelsesgrupper ved hjelp av pipetteanalyse (Buchanan 1984). Det organiske innholdet (prosent glødetap) i sedimentet ble bestemt som vekttapet mellom tørrvekt og askefri tørrvekt i samsvar med Norsk Standard 4764.

Sedimentets kornfordeling forteller noe om strømforholdene. I et område med gode strømforhold vil finere partikler bli ført bort og grovere partikler bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingen, som da vil vise at mesteparten av partiklene i sedimentet ligger i den grovere del av størrelsesspekteret. I et område med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avleires i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt fraksjonen, dvs. mindre enn 0,063 mm.

2.6 Kjemiske analyser

Fra stasjon Au 1 ble det samlet inn sediment til analyse av PCB₇, PAH₁₆ og tungmetaller. Analysene ble utført ved AnalyCen AS (akkrediteringsnummer Test 043). Analysene av bly (Pb), krom (Cr), kadmium (Cd), kobber (Cu) og sink (Zn) ble utført etter NS-EN ISO 11885. Kvikksølv (Hg) ble analysert etter NS 4768-1 og tørrstoff etter NS 4764-1. Analysene av de polyklorerte bifenyler (PCB₇) og polyaromatiske hydrokarboner (PAH₁₆) ble utført etter NTR 329 Sintef.

2.7 Bunndyr

Fra stasjonene i 2006 ble det tatt fem grabbprøver som ble undersøkt for bunndyr. Prøvene ble tatt med 0,1 m² van Veen grabb (0,2 m² van Veen grabb i 1987-1995). Grabben er et kvantitativt redskap, som tar prøver av et fast areal av bløtbunn. Hvor dypt grabben graver ned i bunnen er avhengig av hardheten til sedimentet. For å få et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, ble sedimentvolumet av hver grabbprøve målt. Det er ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, dvs. grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Sedimentet ble deretter vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr større enn 1 mm. Prøvene ble konservert i 4 % formalin og nøytralisert med borax. I laboratoriet ble prøvene skyllet på nytt, dyrene sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring og artsbestemmelse. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart på Zoologisk museum ved Universitetet i Bergen. Komplette artsliste er presentert i Vedlegget. Artslisten omfatter hele artsmaterialet, også planktonorganismer som er fanget av den åpne grabben på vei ned. Under bearbeidelsen er det tatt hensyn til dette, og i analysene er det bare tatt med dyr som lever på eller nedgravd i sedimentet.

For å avgjøre eventuell påvirkning av faunaen i undersøkelsesområdet ble antall arter og individer i prøvene talt. Diversitet (H'), jevnhet (J) og $H'_{\max}$ beregnet (univariat analyse). Faunen ble sammenliknet ved hjelp av clusteranalyse og MDS (multivariate metoder). De uni- og multivariate metodene er beskrevet nærmere i det Generelle Vedlegget.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold i vannsøylen ble undersøkt på stasjonene Au 1, Au 4, Au 7 og Au 12. Resultatene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.1.

Sikten ble målt til 10 m på Au 1, mens den var 9 m på de andre stasjonene i Aurlandsfjorden og Nærøyfjorden. Dette tilsvarer SFT's tilstandsklasse I (meget god).

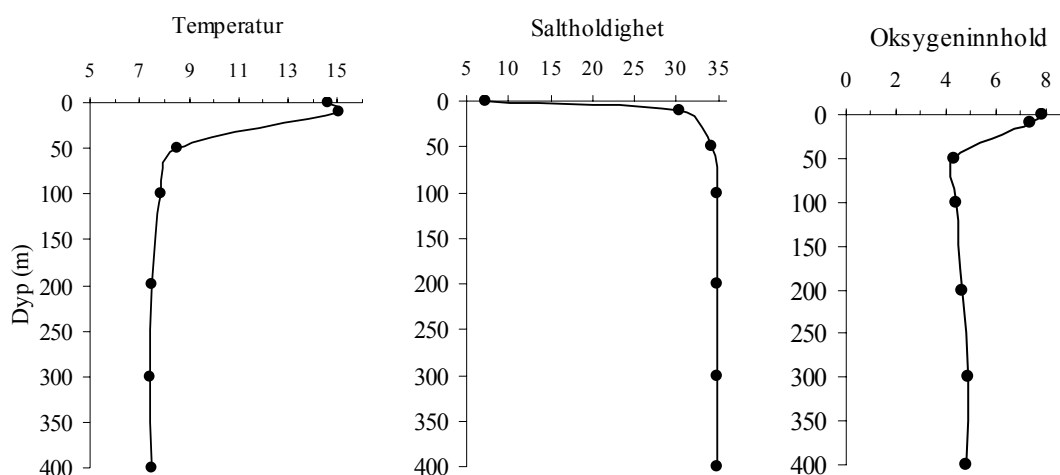
I Aurlandsfjorden var det i overflaten et ca. 5 meter tykt brakkvannslag med relativt høy temperatur (om lag 14-15 °C) og rikt på oksygen (7,5 – 8,4 ml/l). På Au 1 var det et sprangsjikt mellom 10 og 50 m hvor temperatur og oksygenkonsentrasjon sank, og saltholdigheten økte. Både temperatur, saltholdighet og oksygen var relativt stabil dypere enn 50 m. Bunnvannet på 400 meters dyp hadde en temperatur på 7,5 °C, saltholdighet på 35 psu og oksygeninnhold på 4,8 ml/l (tilstandsklasse I, meget god). Tilsvarende oksygeninnhold og saltholdighet i bunnvannet ble også målt i 1987 og 1993. Temperaturen har økt i bunnvannet fra 1987 (6,8 °C) til 1993 (7,1 °C) og til 2006 (7,5 °C).

Innerst i Aurlandsfjorden ved Flåm (Au 4) var temperaturen på 20 m dyp nede i 8,8 °C, saltholdigheten var 31,6 psu og oksygeninnholdet 6,5 ml/l. Utenfor Aurland Sentrum ble det tatt prøver ned til 55 meters dyp, og vannmassene var omtrent lik til de øverste 50 meterne på Au 1 lengre ute i fjorden.

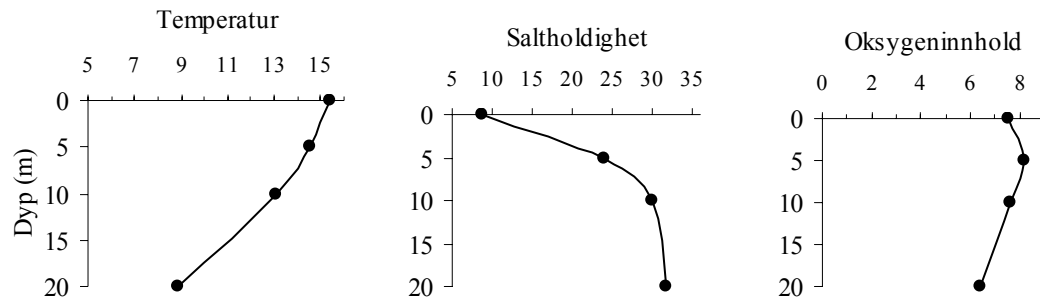
I Nærøyfjorden (Au 12) var det også et i underkant av 5 m tykt brakkvannslag. Under terskelnivå i fjorden falt temperaturen og oksygenkonsentrasjonen relativt mye. Fra 70 m til 75 m var det ytterligere markert reduksjon i temperatur og oksygen. På de siste 5 meterne sank temperaturen én grad til 7,7 °C, og oksygennivået sank fra 1,4 ml/l til 0,09 ml/l. Oksygenet i bunnvannet tilsvarer tilstandsklasse V (meget dårlig) i SFT's klassifiseringssystem. Ved undersøkelsene i 1993 og 1987 ble det ikke funnet oksygen på 75 m dyp på Au 12. Bunnvannet i den innerste delen av Nærøyfjorden er atskilt fra resten av fjorden med en terskel på 11 m (Sjøkart nr. 124). De dårlige oksygenforholdene skyldes i første rekke terskelen, som hindrer utskiftning av bunnvannet. I tillegg kan organisk materiale, som særlig føres ut via elven, gjøre oksygenforbruket stort under forråtnelsesprosessen.

Tabell 3.1. Resultater fra hydrografimålingene i Aurlandsfjorden og Nærøyfjorden september 2006.

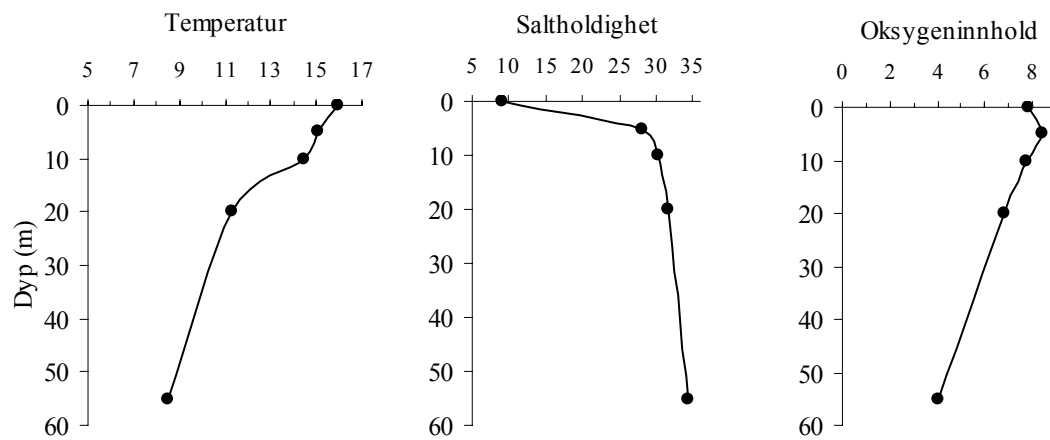
Stasjon Dato	Dyp (m)	Temp (°C)	Salt (psu)	Tetthet (σ _t)	Oksygen (ml/l)	Oks.met. (%)	Sikt (m)
Aurlandsfjorden							
Au 1 03.09.2006	0	14,59	7,20	4,79	7,90	116,2	10
	10	15,02	30,49	22,53	7,37	126,1	
	50	8,53	34,22	26,60	4,32	65,9	
	100	7,83	34,88	27,23	4,44	66,9	
	200	7,51	34,95	27,33	4,69	70,2	
	300	7,41	34,97	27,35	4,87	72,7	
	400	7,47	34,99	27,36	4,83	72,2	
Au 4 02.09.2006	0	15,40	8,87	5,93	7,55	114,1	9
	5	14,51	24,07	17,71	8,15	132,7	
	10	13,04	29,98	22,53	7,61	124,6	
	20	8,86	31,65	24,54	6,45	97,4	
Au 7 02.09.2006	0	15,93	9,14	6,05	7,79	119,2	9
	5	15,07	27,98	20,59	8,43	142,2	
	10	14,48	30,34	22,52	7,77	131,3	
	20	11,27	31,63	24,13	6,79	108,2	
	55	8,46	34,36	26,72	4,02	61,3	
Nærøyfjorden							
Au 12 03.09.2006	0	13,82	7,44	5,09	7,84	113,5	9
	5	14,20	26,96	19,98	7,43	122,4	
	10	12,68	29,74	22,41	7,16	116,2	
	20	9,00	32,27	25,00	4,24	64,6	
	50	8,82	33,54	26,03	3,40	51,9	
	70	8,74	33,58	26,07	1,39	21,2	
	75	7,69	33,59	26,23	0,09	1,3	

Au 1**Figur 3.1.** Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold fra overflaten og til bunnen på stasjon Au 1 den 3. september 2006.

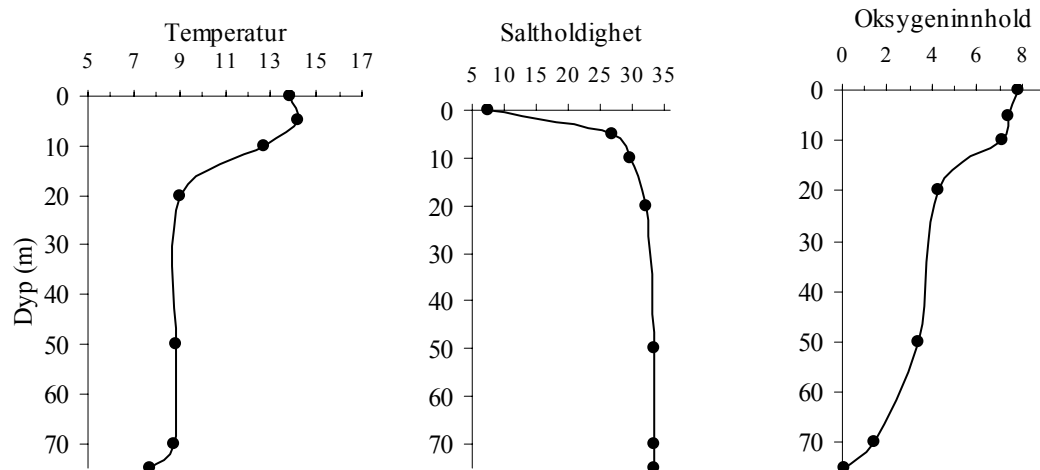
Au 4



Au 7



Au 12



Figur 3.1 fortsetter. Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold fra overflaten og til bunnen på stasjon Au 4, Au 7 og Au 12 den 2. og 3. september 2006.

3.2 Næringssalter

Næringssaltprøvene, som ble tatt samtidig med hydrografiprøvene, gir et øyeblikksbilde av konsentrasjonene av næringssalter nedover i vannsøylen på de tre stasjonene den dagen prøvene ble tatt. Resultatene er presentert i Tabell 3.2. Overflatelaget (0-10 m) som inngår i SFT's klassifiseringssystem var i tilstandsklasse I (meget god) for parametrene fosfat, fosfat total og nitrogen total. Nitrat var i SFT's tilstandsklasse II (god).

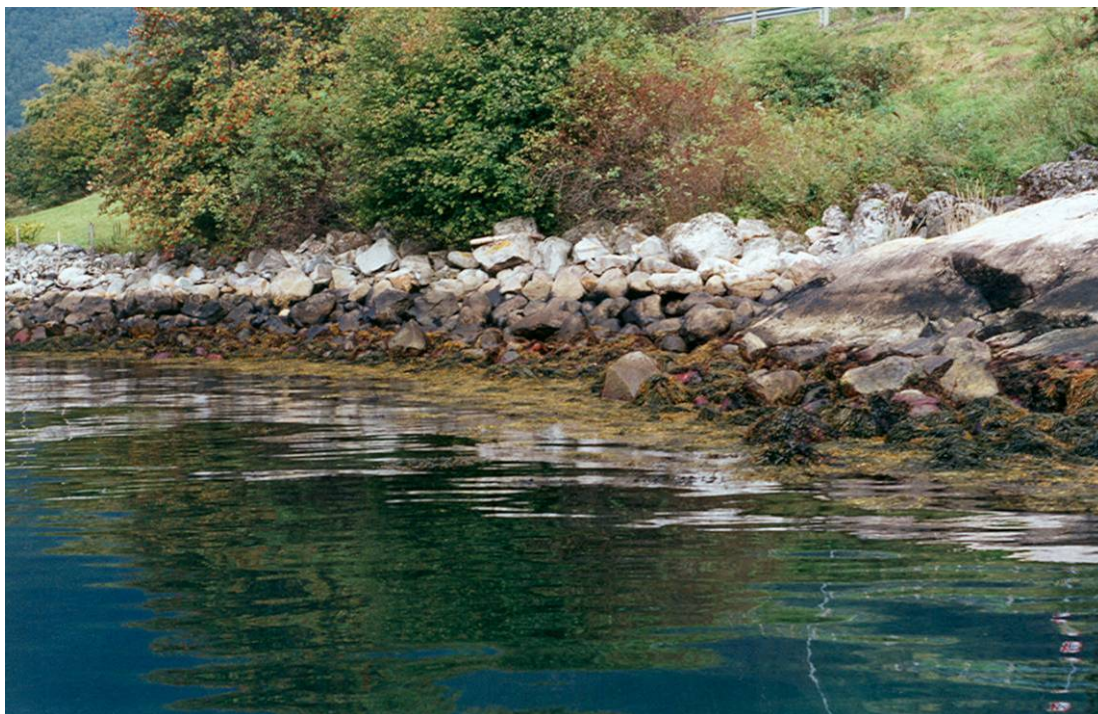
Tabell 3.2. Resultater fra næringssaltmålingene i Aurlandsfjorden og Nærøyfjorden september 2006. Ved berekning av gjennomsnittsverdier er halve deteksjonsgrensen benyttet der hvor enkeltmålinger er under deteksjonsgrensen.

Stasjon	Dyp (m)	Fosfat (µg/L)	Fosfor total (µg P/L)	Nitrat (µg N/L)	Nitrogen total (µg/L)
T _s			T _s	T _s	T _s
Aurlandsfjorden					
Au 1	0	<3		30	187
Au 1	10	<3		7	204
Snitt overflaten		<3	I	19	196
Au 1	50	10		151	280
Au 1	100	26		219	317
Au 1	200	30		208	293
Au 1	300	25		201	281
Au 1	400	27		198	337
Au 4	0	<3		31	193
Au 4	5	<3		7	183
Au 4	10	<3		9	196
Snitt overflaten		<3	I	16	191
Au 4	20	<3		14	183
Au 7	0	<3		18	130
Au 7	5	<3		10	145
Au 7	10	<3		12	139
Snitt overflaten		<3	I	13	138
Au 7	20	4		12	108
Au 7	55	15		182	329
Nærøyfjorden					
Au 12	0	<3		30	152
Au 12	5	<3		11	118
Au 12	10	<3		13	213
Snitt overflaten		<3	I	18	161
Au 12	20	<3		63	202
Au 12	50	28		160	269
Au 12	70	52		196	331
Au 12	75	187		75	266

3.3 Strandsone

Aurlandsvangen

Strandsonen mellom Klokkargarden og Otnes (Figur 2.2) hadde et godt utviklet tangdekke. I de delene av strandsonen med fast fjell var det et godt utvikla tangbelte av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og blæretang (*Fucus vesiculosus*) (Figur 3.2). Det ble registrert tang helt bort til elvemunningen. Hurtigvoksende grønnalger, som kan være en indikasjon på tilførsel av næringssalter, ble bare registrert i små mengder. Strandsonen innenfor det kommunale kloakkutslippet hadde et godt utviklet tangbelte. Det ble ikke funnet større mengder av arter som kan forekomme ved stor tilførsel av næringssalter. Også strandsonen ved overløpet for kloakken, som benyttes ved driftstans ved anlegget, var frisk og fin.



Figur 3.2. I de delene av strandsonen hvor det var naturlig steinstrand og fast fjell, var det et tangbelte av grisetang.

Flåm

Ved Flåm ble strandlinjen fra Sevålgrovi inn til Flåm og ut til Vetle Sandhaugen undersøkt (Figur 2.2). Naturlig strandsonen av fjell og steiner på østsiden av fjorden hadde et godt utviklet belte av grisetang. I de områdene hvor steinfyllingene gikk helt ned til sjøen var det et godt utviklet tangbelte av blæretang der hvor det var større steiner. I de områdene hvor det var små steiner og grus, var det få til ingen tangplanter. Dette kommer av at substratet her ikke ligger i ro tilstrekkelig lenge til at tangplantene får tid til å etablere seg. Det ble ikke registrert grisetang på steinfyllingene. Grisetangen er en art som bruker lang tid på å etablere seg i et nytt område. Dette kommer av at det er en art som vokser sent og som for det meste formerer

seg vegetativt. Steinfyllinger i mer bølgeeksponert strandsone enn det en finner ved Flåm, har vist at ikke de samme artene kommer tilbake (Heggøy 2004).

På vestsiden av fjorden, fra elvemunningen og ut til Vetle Sandhaugen ble det bare funnet spredte partier med grisetang. Utbredelsen av andre tangarter var også liten. Dette kommer av at mye av strandsonen besto enten av sand/grus eller bratt fjell. Sand/grus er som nevnt i avsnittet over et lite egnet substrat for tang. Bratt fjellvegg gjør at tangen tørker raskere ut ved fjære sjø, noe som reduserer utbredelsen til tang.

Gudvangen

Innerst ved Gudvangen bar tangen preg av lav saltholdighet. Tangplantene var mørke og slappe. Utenfor Ramsøy (Figur 2.3) var plantene friskere. Bratt fjæresone reduserer utbredelsen av tang i området. I de områdene med egnet substrat var det et godt utviklet og friskt tangdekke. Det ble funnet litt hurtigvoksende grønnauger ved utskipingskaiaen for anortositt.

3.4 Sedimentundersøkelser

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.3 og Figur 3.3

Innholdet av leire og silt var lavest på stasjonene Au 2, Au 2a, Au 4 og Au 7 i Aurlandsfjorden, med 31 % til 43 %. Også ved undersøkelsene i 1993 og 1987 var det disse som hadde det mest grovkornete sedimentet. Ved undersøkelsen i 2006 var det vanskelig å få prøve fra Au 2. Stasjonen Au 2 ble i 1987 trolig plassert på en liten hylle eller forsenkning i skråningen som det var vanskelig å finne tilbake til. Ved undersøkelsen i 1993 var en usikker på om en var på samme sted som i 1987. Dette kan være med å forklare endringene i kornfordelingen på denne stasjonen (Tabell 3.4). Det ble målt et høyere innhold av grus i sedimentet på Au 4 i 1993 sammenlignet med 2006 og 1987. Grovere sediment gjør at en kan få større variasjon fra år til år, avhengig om det kommer med større steiner eller ikke. Stasjonene Au 1 og Au 5 hadde leire/silt innhold på henholdsvis 89 % og 85 %, som er på nivå med hva som er målt før. Stasjonene undersøkt innerst i Nærøyfjorden hadde som tidligere et leire/siltinnhold på 78-95%.

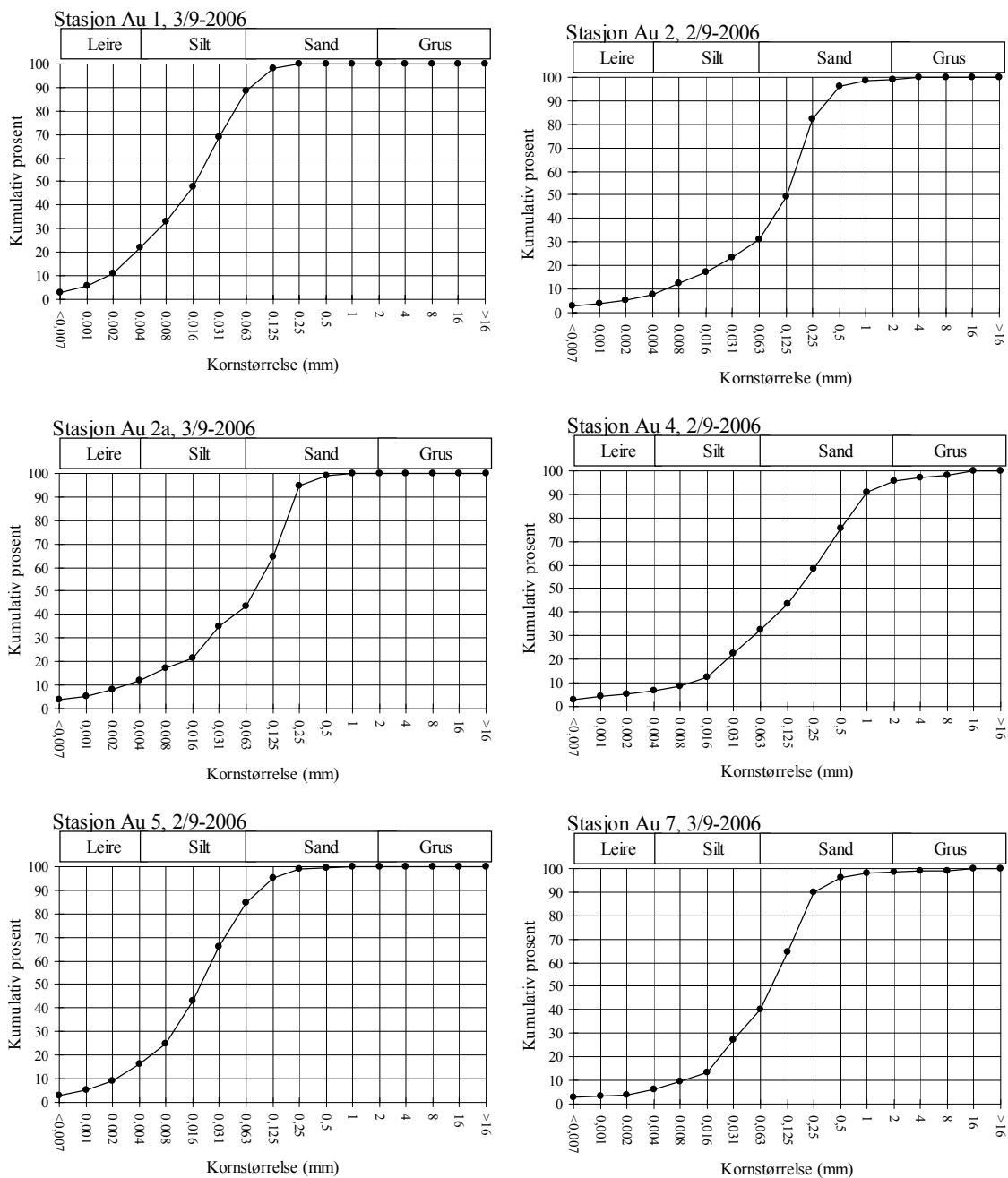
Det organiske innholdet i sedimentet var lavt på alle de undersøkte stasjonene i Aurlandsfjorden og Nærøyfjorden. Høyest innhold ble målt på stasjonene i Nærøyfjorden med 7,95 % og 9,92 %. På stasjonene i Aurlandsfjorden varierte innholdet av organisk materiale fra 1,88 % til 5,91 %. Innholdet av organisk materiale i sedimentet, var på nivå med det som er funnet tidligere (Tabell 3.4).

Tabell 3.3. Prosentvis innhold av leire, silt, sand og grus, samt organisk innhold i sedimentet fra Aurlandsfjorden i september 2006.

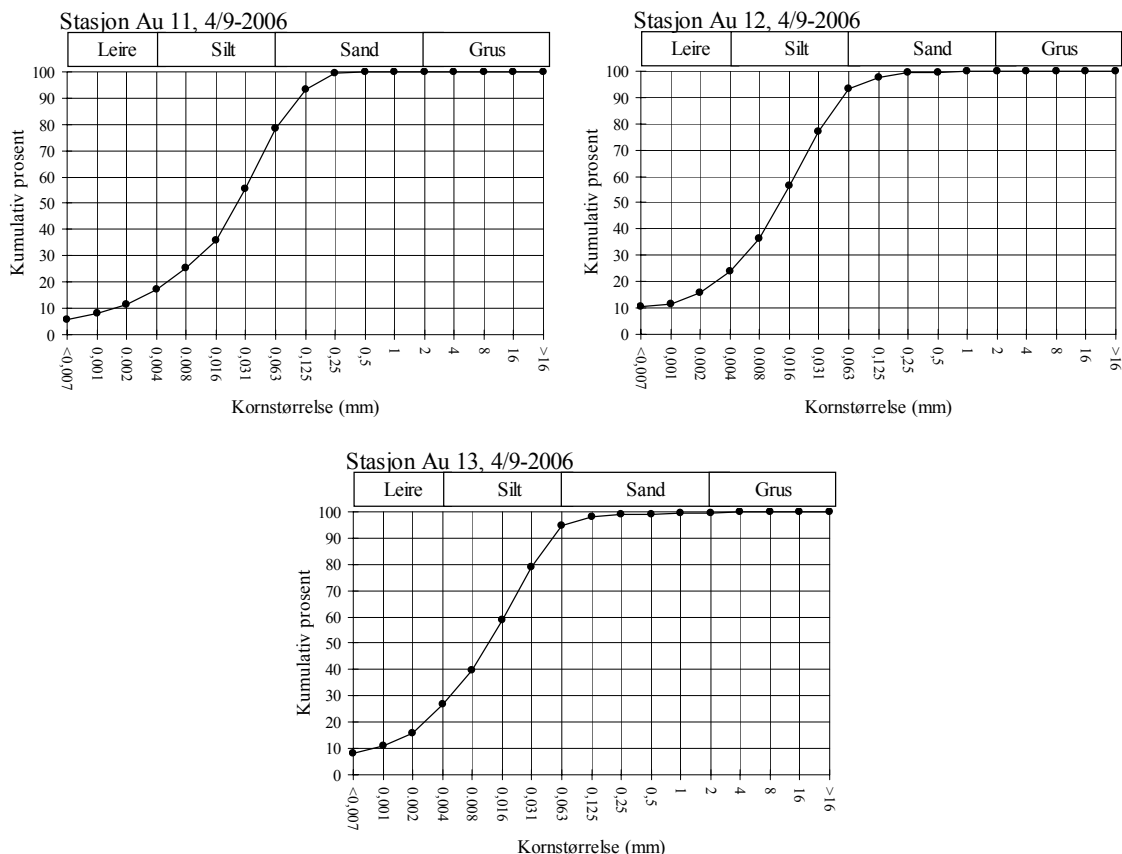
Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Aurlandsfjorden							
Au 1	411	3,9	22	67	89	11	0
Au 2	250	1,9	8	24	31	68	1
Au 2a	282	2,8	12	31	43	56	0
Au 4	25	4,6	7	26	33	63	4
Au 5	49	5,9	16	68	85	15	0
Au 7	64	3,6	6	34	40	58	1
Nærøyfjorden							
Au 11	53	9,9	17	61	78	22	0
Au 12	77	8,7	24	69	93	7	0
Au 13	40	8,0	27	68	95	5	0

Tabell 3.4. Prosentvis innhold av leire, silt, sand og grus, samt organisk innhold i sedimentet fra de stasjonene i Aurlandsfjorden og Nærøyfjorden som tidligere er undersøkt og som ble undersøkt i 2006. Dataene er korrigerte data hentet fra Johannessen & Lønning 1988 og Tvedten et al. 1994.

Stasjon	Organisk innhold (% glødetap)		Leire (%)		Silt (%)		Leire+Silt (%)		Sand (%)		Grus (%)	
	1993	1987	1993	1987	1993	1987	1993	1987	1993	1987	1993	1987
Aurlandsfjorden												
Au 1	4	4	25	25	72	60	88	85	12	15	0	0
Au 2	2	4	8	30	34	54	33	84	66	16	1	0
Au 4	3	5	4	13	25	30	23	43	43	57	34	0
Au 5	5	5	13	18	83	63	87	81	13	19	0	0
Au 7	6	4	9	8	42	26	38	34	59	61	4	5
Nærøyfjorden												
Au 11	10	9	19	17	77	65	76	82	24	18	0	0
Au 12	7	10	30	20	69	76	98	96	2	4	0	0
Au 13	8	9	21	33	75	61	94	94	6	4	0	2



Figur 3.3. Kornfordelingskurver fra sedimentet fra Aurlandsfjorden i 2006. Kornfordelingen (mm) er vist langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen.



Figur 3.3 fortsetter. Kornfordelingskurver fra sedimentet fra Aurlandsfjorden i 2006. Kornfordelingen (mm) er vist langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen.

3.5 Kjemiske analyser

Det var lave konsentrasjoner av tungmetaller og de organiske miljøgiftene PAH og PCB i sedimentet på stasjon Au 1 (Tabell 3.5). Alle konsentrasjonene var i SFT's tilstandsklasse I, som vil si ubetydelig – lite forurenset.

Tabell 3.5. Innhold av tungmetaller og organiske miljøgifter i sedimentet fra stasjon Au 1 i Aurlandsfjorden i september 2006. Enheten er mg/kg tørrstoff. Tørrstoffprosenten er oppgitt. SFT's tilstandsklasser

Stasjon Hugg nr.	Au 1 1 hugg	Au 1 2 hugg	Au 1 3 hugg	Gj.snitt	Std.av.	SFT's Tilstandskl.
Tørrstoff (%)	45,3	50,1	48,9	48,1	2,5	
Tungmetaller						
Bly, Pb	14	14	14	14	0	I
Kadmium, Cd	<0.11	<0.10	<0.10	<0.10	-	I
Kobber, Cu	32	31	33	32	1	I
Krom, Cr	23	23	24	23	1	I
Kvikksølv, Hg	0,029	0,026	0,029	0,028	0,002	I
Sink, Zn	85	84	89	86	3	I
PAH						
Acenaften	<0.01	<0.01	<0.01			
Acenaftylen	<0.01	<0.01	<0.01			
Antracen	<0.01	<0.01	<0.01			
Benzo(a)antracen	<0.01	<0.01	<0.01			
Benzo(a)pyren	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		I
Benzo(b)fluoranten	0,02	0,02	0,02			
Benzo(g,h,i)perylene	<0.01	<0.01	0,02			
Benzo(k)fluoranten	0,02	0,02	0,02			
Crysen	<0.01	<0.01	0,02			
Dibenzo(a,h)antracen	<0.01	<0.01	<0.01			
Fenantren	<0.01	<0.01	<0.01			
Fluoranten	0,02	0,02	0,02			
Fluoren	<0.01	<0.01	<0.01			
Indeno(1,2,3,cd)pyren	<0.01	<0.01	<0.01			
Naftalen	<0.01	<0.01	<0.01			
Pyren	0,02	0,02	0,02			
ΣPAH ₁₆	0,09	0,08	0,12	0,10	0,02	I
PCB						
PCB 28	<0.001	<0.001	<0.001			
PCB 52	<0.001	<0.001	<0.001			
PCB 101	<0.001	<0.001	<0.001			
PCB 118	<0.001	<0.001	<0.001			
PCB 138	<0.001	<0.001	<0.001			
PCB 153	<0.001	<0.001	<0.001			
PCB 180	<0.001	<0.001	<0.001			
ΣPCB ₇	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	-	I

3.6 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsen er presentert i Tabell 3.6, Figurene 3.4-3.5 og Vedleggstabellene 7.3-7.6 og Vedleggsfigur 7.1.

På den dype stasjonen Au 1 (411 m) i Aurlandsfjorden var det 814 individer fordelt på 53 arter. Sett i forhold til arealet, var det flere arter og individer pr m² i 2006 enn det har vært tidligere. Diversiteten var også høyere enn tidligere. I 2006 var diversiteten 4,1. I SFT's klassifiseringssystem for fjorder og kystfarvann (Molvær et. al 1997), tilsvarer dette tilstandsklasse I (meget god). Diversiteten var nede i 2,6 i 1993, som tilsvarer tilstandsklasse III (mindre god). Børstemarkgruppen *Aphelochaeta* sp. var mest tallrik både i 1987, 1993 og i 2006. I 1993 var det denne arten svært tallrik, noe som trakk diversiteten ned dette året. Også børstemarkene *Heteromastus filiformis* og *Lumbrineridae* indet., slangestjernen *Amphilepis norvegica* og skjellet *Thyasira equalis* har vært blant de ti mest tallrike artene alle tre årene. Faunasammensetningen i 2006 indikerer gode forhold i bunnen av Aurlandsfjorden.

Stasjon Au 2 ligger utenfor Aurlandsvangen på 250 m dyp. I 1993 var det vanskelig å finne tilbake til posisjonen i 1987. Også i 2006 var dette et problem. Det ble mange bomhugg, og bare 1 prøve ble tatt vare på. I denne prøven var det 163 individer fordelt på 33 arter, noe som gav en diversitet på 3,8. Stasjonen ble flyttet 350 m mot nord-øst, hvor det også var 32 m dypere. Den nye stasjonen ble kalt Au 2a. På denne stasjonen ble det funnet 1223 individer og 75 arter, som er vesentlig mer enn det som ble funnet på Au 2 i 1987 og 1993. Diversiteten var 4,3 på Au 2a (tilstandsklasse I). Skjellet *Thyasira ferruginea* var mest tallrik med 236 individer, etterfulgt av *Aphelochaeta* sp. (178 ind.). Faunasammensetningen på Au 2a indikerer også gode forhold i bunnen av Aurlandsfjorden. Plottet med antall arter fordelt på ulike geometriske klasser (Figur 3.4) indikerer gode forhold da kurven begynner høyt på y-aksen og går forholdsvis raskt ned på x-aksen.

På stasjon Au 4 innerst ved Flåm på 25 m dyp, var det svart sediment med svak H₂S-lukt. Det var en del boss og rester fra tidligere kloakkutslipp. Som før ble det funnet mange individer (2756 ind.), men også svært mange arter (115). Dette gjør at diversiteten er meget god i sedimentet, 4,4 (tilstandsklasse I). Skjellet *Mysella bidentata* var mest tallrik i 2006 med 754 individer, 27 % av individene på stasjonen. Også skjellene *Thyasira flexuosa* og *Thyasira sarsii* var tallrik med 388 og 245 individer. Det er positivt at diversiteten er god og at det er mange arter, men på den andre siden er det mange arter som er kjent for å tåle relativt dårlige miljøforhold. Totalinntrykket er likevel at forholdene var bra på stasjonen i 2006, og bedre enn det var i 1987 da kloakken gikk urensset ut i fjorden og det ble funnet 1036 individer av børstemarken *Capitella capitata*.

Stasjon Au 5 ligger også inne ved Flåm, men litt dypere i fjorden (49 m). Det ble også her funnet mange individer, 2197 individer på 0,5 m². Dette er ca. 3 ganger så mange individer pr m² som det er funnet tidligere. Det var omtrent like mange arter i 2006 som tidligere, men diversiteten var lavere i siste undersøkelse. Diversiteten var 3,0, altså på grensen mellom tilstandsklasse II og III. Tidligere har diversiteten vært 4,4 - 4,7 (tilstandsklasse I). Den største grunnen til at diversiteten er gått ned, er den høye forekomsten av den rørbyggende børstemarken *Myriochele oculata*. Arten har vært representert i alle undersøkelsene, men ikke i slikt antall. Uten *Myriochele oculata* ville diversiteten vært på nivå med tidligere undersøkelser. Skjellet *Abra nitida* var nest mest tallrik, etterfulgt av børstemarkene *Diplocirrus glaucus* og *Chaetozone* sp. og skjellet *Thyasira equalis*. Alle disse var også blant de mest tallrike i 1987, 1993 og 1995. Forholdene har ikke endret seg nevneverdig fra tidligere undersøkelser.

Stasjon Au 7 ligger på 64 m dyp like utenfor Aurlandselven. Det var gode forhold på stasjonen. Det ble funnet 2480 individer fordelt på 106 arter i de fem grabbprøvene. Artsantallet var som før, men antall individer er ca. tre ganger mer enn tidligere pr m². Diversiteten var som før høy, 4,9, noe som gav SFT's tilstandsklasse I. Faunaen var dominert av skjellene *Thyasira ferruginea* og *Thyasira equalis* med henholdsvis 423 og 219 individer. *Thyasira croulinensis* var også blant de ti mest tallrike artene, i tillegg til to andre bløtdyr og fem børstemarkar.

I Nærøyfjorden ble tre stasjoner undersøkt i 2006. I bassenget innenfor terskelen (Au 12) var det som tidligere svært lavt oksygeninnhold i vannet 2 meter over bunnen (Tabell 3.1). En kan forvente at det ikke var oksygen i og like over bunnen og følgelig heller ikke bunndyr. Dette skyldes i første rekke naturlig, dårlig vannutskiftning og i mindre grad forurensning.

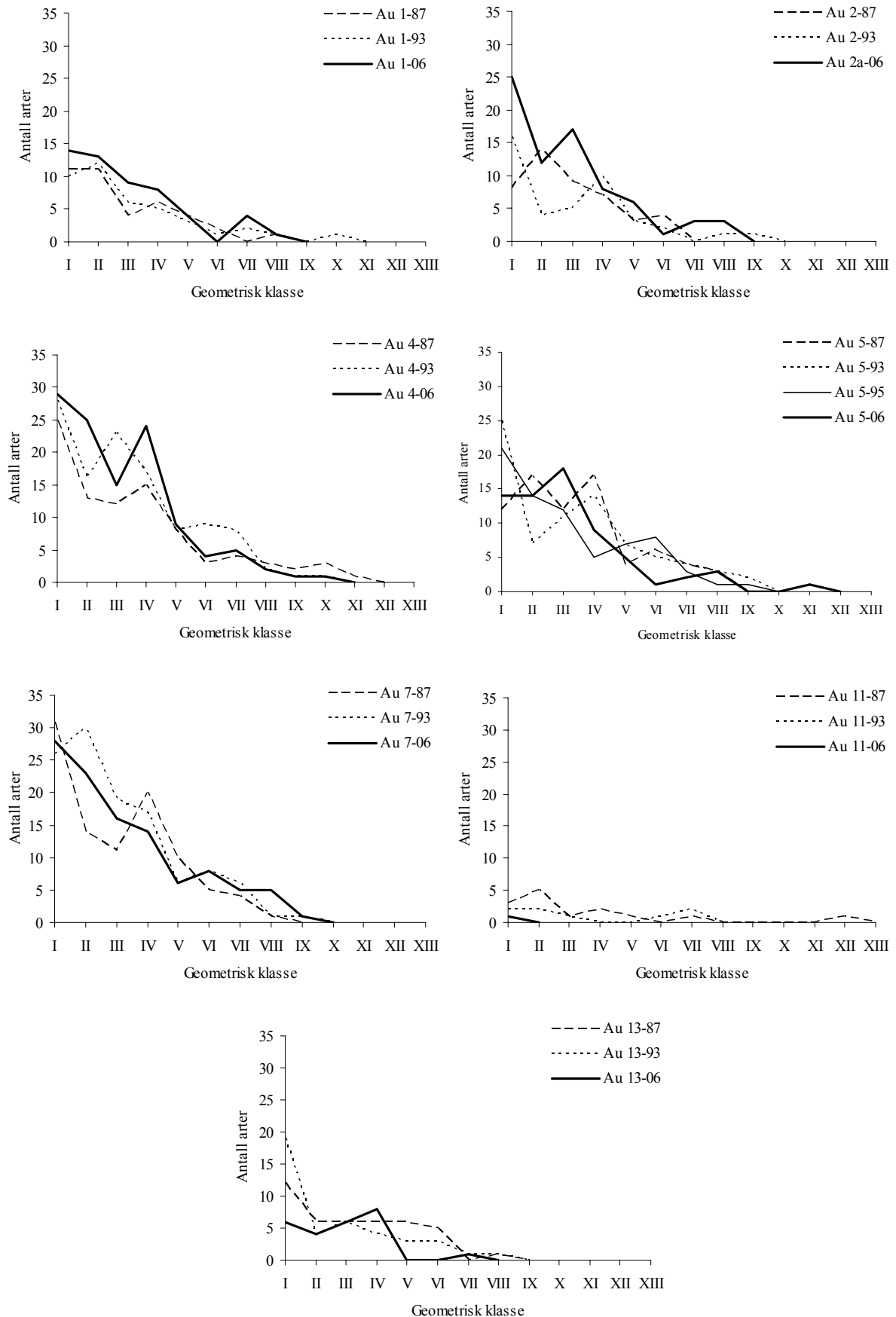
Innerst mot Gudvangen (Au 11) har forholdene forverret seg siden 1987 til 1993 og videre til 2006. Artantallet har gått nedover fra 14 i 1987 til 8 i 1993 til bare 1 art i 2006. Individantallet har også gått ned fra henholdsvis 2570 og 259 til bare ett individ i 2006. Dette individet var arten *Capitella capitata*, den samme arten som dominerte i 1987 og 1993. Det er tydelig at det er naturen selv som har gitt de dårlige forholdene ved Gudvangen, men det er også klart at i slike områder er særlig utsatt om det blir tilført organisk materiale.

Lengre ute i Nærøyfjorden på stasjon Au 13 har forholdene også forverret seg. Artsantallet har gått ned fra rundt 40 i 1987 og 1993 til 25 i 2006. Antall individer var omtrent som før. Det var 261 individer på 0,5 m² i 2006. Diversiteten har gått gradvis nedover fra 4,2 (1987) til 3,7 (1993) og til 3,3 (2006). Sistnevnte var i SFT's tilstandsklasse II. Børstemarken

Cirriiformia tentaculata har vært mest tallrik alle tre årene. Fordelingen av arter i geometriske klasser viser også at forholdene ikke er de beste på stasjonen.

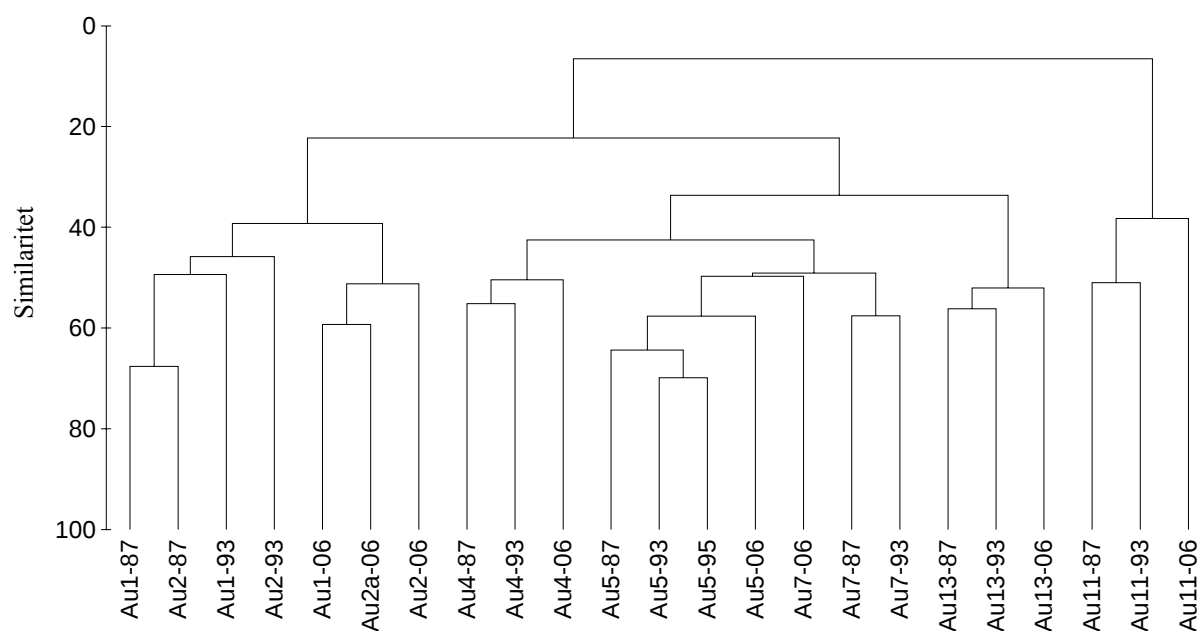
Tabell 3.6. Antall individer og arter, artsdiversitet, jevnhet, maksimal diversitet. Det ble tatt 5 grabbhugg med en 0,2 m² van Veen grabb i 1987 og 1993, tre hugg i 1995 og 5 grabbhugg med en 0,1 m² i 2006, derfor ulik areal.

Stasjon-År	Areal (m ²)	Antall individer	Antall arter	Diversitet H'	Jevnhet J	H'-max	SFT's tilstandsklasse
Au 1-87	1,0	433	39	3,8	0,7	5,3	II
Au 1-93	1,0	1289	41	2,6	0,5	5,4	III
Au 1-06	0,5	814	53	4,1	0,7	5,7	I
Au 2-87	1,0	426	45	4,5	0,8	5,5	I
Au 2-93	1,0	820	42	3,1	0,6	5,4	II
Au 2-06	0,1	163	33	3,8	0,7	5,0	II
Au 2a-06	0,5	1223	75	4,3	0,7	6,2	I
Au 4-87	1,0	5328	90	3,9	0,6	6,5	II
Au 4-93	1,0	2945	114	5,0	0,7	6,8	I
Au 4-06	0,5	2756	115	4,4	0,6	6,8	I
Au 5-87	1,0	1608	75	4,7	0,8	6,2	I
Au 5-93	1,0	2114	78	4,5	0,7	6,3	I
Au 5-95	0,6	1413	71	4,4	0,7	6,2	I
Au 5-06	0,5	2197	67	3,0	0,5	6,1	II-III
Au 7-87	1,0	1394	96	5,2	0,8	6,6	I
Au 7-93	1,0	1977	114	5,0	0,7	6,8	I
Au 7-06	0,5	2480	106	4,9	0,7	6,7	I
Au 11-87	1,0	2570	14	0,5	0,1	3,8	V
Au 11-93	1,0	259	8	1,7	0,6	3,0	IV
Au 11-06	0,5	1	1	-	-	-	V
Au 12-87		Uten dyreliv					V
Au 12-93		Uten dyreliv					V
Au 12-06		Uten dyreliv					V
Au 13-87	1,0	610	42	4,2	0,8	5,4	I
Au 13-93	1,0	529	41	3,7	0,7	5,4	II
Au 13-06	0,5	261	25	3,3	0,7	4,6	II

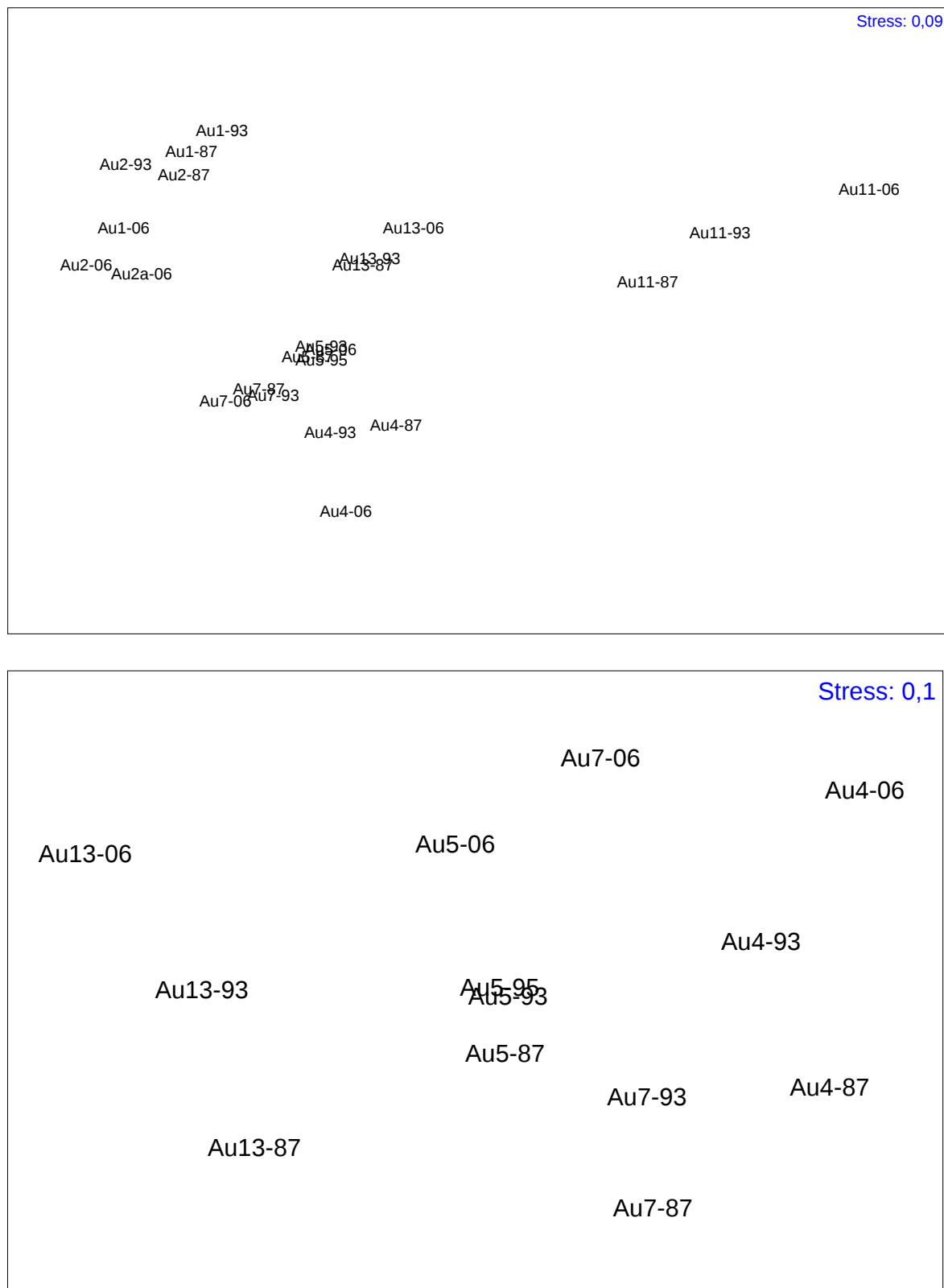


Figur 3.4. Antall arter (langs y-aksen) og geometiske klasser (langs x-aksen).

De multivariate analysene sier ikke noe om endringen i samfunnet beveger seg i en positiv eller negativ retning. De viser bare om det har vært endringer i samfunnet eller ei, om hvilke stasjoner som er mest lik hverandre, samt likhetsnivået. De multivariate metodene deler stasjonene inn i tre hovedgrupper. En gruppe består av de dype stasjonene (Au 1, Au 2 og Au 2a), en gruppe med de relativt grunne stasjonene (Au 4, Au 5 og Au 7), og en siste gruppe som er stasjonen i Nærøyfjorden med svært dårlige forhold (Au 11). Alle stasjonene har hatt en gradvis endring av faunaen over tid. Endringene var imidlertid litt større på de dype stasjonene enn blant de grunne. De dype stasjonene i 2006 var ca. 40 % lik stasjonene i 1987 og 1993. Blant de grunne stasjonene grupperte 2006 faunaen seg med faunaen i 1987 og 1993 på rundt 50 % likhetsnivå.



Figur 3.5. Dendrogram av bunnfaunaresultatene. Cluster-analysen er utført på stasjonsnivå. Analysen er basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på fjerderots transformerte og standardiserte artsdata. Med forkortelsen "Au1-06" menes stasjon Au 1 i 2006.



Figur 3.6. MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra Aurlandsfjorden og Nærøyfjorden. Nederste plott er utan prøvene i dypet av Aurlandsfjorden og Au 11 i Nærøyfjorden. Analysene er basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots transformert artsdata. Med forkortelsen Au1-06 menes stasjon Au 1 i 2006. Stressverdien sår øvst i høyre hjørne.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten tar for seg de marine miljøforholdene i indre del av Aurlandsfjorden og Nærøyfjorden i 2006. Undersøkelse ble utført på oppdrag fra Aurland kommune, Statens forurensningstilsyn og Fylkesmannen. Rapporten omfatter undersøkelser av hydrografi, næringssalter, strandundersøkelse, kornfordeling, kjemiske analyser av sedimentet og bunnfauna. Rapporten gir status for miljøforholdene i vannsøylen, i strandsonen og på bunnen og fungere som referansemateriale for framtidige undersøkelser.

Oksygeninnholdet i bunnvannet i Aurlandsfjorden var i SFT's tilstandsklasse I, meget god. Innerst i Nærøyfjorden ble det målt svært lave oksygenverdier i bunnvannet, som fikk tilstandsklasse V (meget dårlig).

Det ble målt lave næringssalt konsentrasjoner i overflatevannet både i Aurlandsfjorden og Nærøyfjorden. Sammenlignet med SFT's manual var innholdet av fosfat, fosfor total og nitrogen total i tilstandsklasse I (meget god), mens nitrat verdiene var i tilstandsklasse II (god).

Strandsonen ved Aurlandstangen, inne ved Flåm og ved Gudvangen hadde et godt utviklet tangbelte med grisetang og blæretang. Det var ingen større forekomst av hurtigvoksende grønnalger som kan tyde på at strandsonen blir tilført for mye næringssalter.

Innholdet av leire/silt og organisk materiale var høyest i Nærøyfjorden. Dette skyldes grunn terskel til indre basseng og derfor stillestående vann i denne fjordarmen. Det var generelt små endringer i kornfordelingen sammenlignet med tidligere.

Det var lave konsentrasjoner av tungmetaller og organiske miljøgifter som PAH og PCB i sedimentet i dypet av Aurlandsfjorden. Alle konsentrasjonene var i SFT's tilstandsklasse I, som vil si ubetydelig – lite forurensset.

Det var gode forhold for bunndyrssamfunnet i Aurlandsfjorden i 2006. I dypet av fjorden var det litt flere arter enn tidligere, men på de grunnere stasjonene var artsantallet på nivå med tidligere undersøkelser. Antall individer hadde derimot økt mye, opptil fire ganger så mange som i 1987. Stort sett var diversiteten i tilstandsklasse I på stasjonene i Aurlandsfjorden, som er bedre eller på nivå med tidligere. En stasjon fikk vesentlig dårligere diversitet enn tidligere (tilstandsklasse II-III), noe som skyldes høyt individantall innen en av artene. Det er ellers ingenting som tyder på at forholdene har forverret seg på denne stasjonen.

I Nærøyfjorden er forholdene på bunnen i stor grad styrt av naturlige forhold som oksygensvinn innenfor terskelen til indre basseng. En av stasjonene var uten dyreliv, som tidligere. Innerst ved Gudvangen hadde forholdene blitt verre, og bare ett individ var tilstede i prøvene. Lengre ute i fjorden har også forholdene forverret seg, da både antall arter og diversiteten var blitt redusert. Økt aktivitet i form av utskipping av stein og forandringer i kloakktilførsel kan være en medvirkende faktor til den negative utviklingen i fjorden.

5 TAKK

Vi takker L. Pedersen på *M/S Solvik* for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok H. Botnen, P. Johannessen og G. Vassenden. J. Johnsen fra Aurland kommune og sønnen E. Johnsen var med på deler av toktet. Strandsoneundersøkelsen ble utført av E. Heggøy med assistanse av J. Johnsen. Sedimentanalysene ble utført av H. Grønning. Bunnprøvene ble sortert av A. Amin, R. Tveiten og T. Ensrud. Bunndyrene ble identifisert av P. Johannessen, P-O. Johansen og J. Kongsrud.

6 LITTERATUR

- Buchanan JB, 1984. Sediment analysis, Pp. 41-65 In: Holme NA, McIntyre AD. (eds.) *Methods for the study of marine benthos*. Oxford, Blackwell scientific publications.
- Heggøy E. 2004. Suksesjon på semiekspionert fjære. *IFM-Rapport nr.1-2004*. 41 s.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sives for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Johannessen P, Moe Lønning T. 1988. Resipientundersøkelser i Aurland kommune. *Rapportserie: Rapport nr. 71-1988*. 47 s.
- Johansen P-O, Heggøy E, Johannessen P. 2007. Marinbiologisk miljøundersøkelse av Sognefjorden i 2006. *SAM-Unifob Rapport* (i trykk).
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*, SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 4764: 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9425: 1999. Oseanografi. Del 1: Strømmålinger i faste punkter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Tvedten Ø, Johannessen P, Hjohlman S, Botnen H. 1994. Konsekvensvurdering i forbindelse med utfylling av steinmasser i Aurlandsfjorden. *IFM-Rapport nr. 26-1994*. 82 s.
- Tvedten Ø, Hagen H, Botnen HB, Johannessen P. 1996. Aurlandsfjorden - Konsekvensvurdering i forbindelse med utfylling av steinmasser. *IFM-Rapport nr. 6-1996*. 49 s.

7 VEDLEGG

<i>Vedleggstabell 7.1. Analysebevis næringssalter, Aurland</i>	<i>30</i>
<i>Vedleggstabell 7.2. Analysebevis PCB, PAH og tungmetaller på Au 1.....</i>	<i>33</i>
<i>Vedleggstabell 7.3. Artsliste bunndyr, Aurland.....</i>	<i>35</i>
<i>Vedleggstabell 7.4. Antall individer, arter og diversitet i sedimentet (huggnivå) i 2006.</i>	<i>47</i>
<i>Vedleggstabell 7.5. Geometriske klasser.....</i>	<i>48</i>
<i>Vedleggsfigur 7.1. Dendrogram på huggnivå for stasjon Au 2 og Au 2a.....</i>	<i>48</i>
<i>Vedleggstabell 7.6. Ti på topp</i>	<i>49</i>
<i>GENERELL VEDLEGGSDDEL</i>	<i>54</i>

Vedleggstabell 7.1. Analysebevis næringssalter, Aurland

Analyserapport

Moss

UNIFOB AS
Helge Botnen
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundenummer	8183600-958503	Prøvemottak	05.09.2006	Side 5 (10)
Prøvetype	Vannprøve	Analysereport klar	12.10.2006	
Oppdragsmarking	Stedskode: 611101, Sognefjorden 2006			

Lab.nr.	NOV023261-06	NOV023262-06	NOV023263-06	NOV023264-06
Sted for prøvetaking	Au 4	Au 4	Au 4	Au 4
Tatt ut	04.09.2006	04.09.2006	04.09.2006	04.09.2006
Merket	Au 4 Nr 17 0m	Au 4 Nr 18 5m	Au 4 Nr 19 10m	Au 4 Nr 20 20m

Parameter	Enhet				
Fosfor total, FIA	µg P/L	5	5	5	5
Nitrogen total, FIA	µg/L	193	183	196	183
Fosfat, FIA	µg/L	<3	<3	<3	<3
Nitrat, FIA	µg N/L	31	7	9	14

Analyserapport

Moss

UNIFOB AS
Helge Botnen
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundenummer	8183600-958503	Prøvemottak	05.09.2006	Side 6 (10)
Prøvetype	Vannprøve	Analysereport klar	12.10.2006	
Oppdragsmarking	Stedskode: 611101, Sognefjorden 2006			

Lab.nr.	NOV023265-06	NOV023266-06	NOV023267-06	NOV023268-06
Sted for prøvetaking	Au 7	Au 7	Au 7	Au 7
Tatt ut	04.09.2006	04.09.2006	04.09.2006	04.09.2006
Merket	Au 7 Nr 21 0m	Au 7 Nr 22 5m	Au 7 Nr 23 10m	Au 7 Nr 24 20m

Parameter	Enhet				
Fosfor total, FIA	µg P/L	7	5	<5	8
Nitrogen total, FIA	µg/L	130	145	139	108
Fosfat, FIA	µg/L	<3	<3	<3	4
Nitrat, FIA	µg N/L	18	10	12	12

Analysereport

Moss

UNIFOB AS
Helge Botnen
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundenummer	8183600-958503	Prøvemottak	05.09.2006	Side 7 (10)
Prøvetype	Vannprøve	Analysereport klar	12.10.2006	
Oppdragsmarking	Stedskode: 611101, Sognefjorden 2006			

Lab.nr.	NOV023269-06	NOV023270-06	NOV023271-06	NOV023272-06
Sted for prøvetaking	Au 7	Au 1	Au 1	Au 1
Tatt ut	04.09.2006	04.09.2006	04.09.2006	04.09.2006
Merket	Au 7 Nr 25 55m	Au 1 Nr 26 0m	Au 1 Nr 27 10m	Au 1 Nr 28 50m

Parameter	Enhet				
Fosfor total, FIA	µg P/L	18	<5	<5	13
Nitrogen total, FIA	µg/L	329	187	204	280
Fosfat, FIA	µg/L	15	<3	<3	10
Nitrat, FIA	µg N/L	182	30	7	151

Analysereport

Moss

UNIFOB AS
Helge Botnen
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundenummer	8183600-958503	Prøvemottak	05.09.2006	Side 8 (10)
Prøvetype	Vannprøve	Analysereport klar	12.10.2006	
Oppdragsmarking	Stedskode: 611101, Sognefjorden 2006			

Lab.nr.	NOV023273-06	NOV023274-06	NOV023275-06	NOV023276-06
Sted for prøvetaking	Au 1	Au 1	Au 1	Au 1
Tatt ut	04.09.2006	04.09.2006	04.09.2006	04.09.2006
Merket	Au 1 Nr 29 100m	Au 1 Nr 30 200m	Au 1 Nr 31 300m	Au 1 Nr 32 400m

Parameter	Enhet				
Fosfor total, FIA	µg P/L	21	30	32	143
Nitrogen total, FIA	µg/L	317	293	281	337
Fosfat, FIA	µg/L	26	30	25	27
Nitrat, FIA	µg N/L	219	208	201	198

Analyserapport

Moss

UNIFOB AS
Helge Botnen
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundennummer	8183600-958503	Prøvemottak	05.09.2006	Side 9 (10)
Prøvetype	Vannprøve	Analysereport klar	12.10.2006	
Oppdragsmarking	Stedskode: 611101, Sognefjorden 2006			

Lab.nr.	NOV023277-06	NOV023278-06	NOV023279-06	NOV023280-06
Sted for prøvetaking	Au 12	Au 12	Au 12	Au 12
Tatt ut	04.09.2006	04.09.2006	04.09.2006	04.09.2006
Merket	Au 12 Nr 33 0m	Au 12 Nr 34 5m	Au 12 Nr 35 10m	Au 12 Nr 36 20m

Parameter	Enhet				
Fosfor total, FIA	µg P/L	<5	11	9	<5
Nitrogen total, FIA	µg/L	152	118	213	202
Fosfat, FIA	µg/L	<3	<3	<3	<3
Nitrat, FIA	µg N/L	30	11	13	63

Analyserapport

Moss

UNIFOB AS
Helge Botnen
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundennummer	8183600-958503	Prøvemottak	05.09.2006	Side 10 (10)
Prøvetype	Vannprøve	Analysereport klar	12.10.2006	
Oppdragsmarking	Stedskode: 611101, Sognefjorden 2006			

Lab.nr.	NOV023281-06	NOV023282-06	NOV023283-06
Sted for prøvetaking	Au 12	Au 12	Au 12
Tatt ut	04.09.2006	04.09.2006	04.09.2006
Merket	Au 12 Nr 37 50m	Au 12 Nr 38 70m	Au 12 Nr 39 75m

Parameter	Enhet				Ref/Metode	
Fosfor total, FIA	µg P/L	29	49	204	±10-30%	NS-EN ISO 15681 O
Nitrogen total, FIA	µg/L	269	331	266	±10-20%	NS 4743-2 m O
Fosfat, FIA	µg/L	28	52	187	±10-2%	NS-EN ISO 15681 O
Nitrat, FIA	µg N/L	160	196	75	±10%	NS 4745-2 m O

Vedleggstabell 7.2. Analysebevis PCB, PAH og tungmetaller på Au 1.

(Læ 1 og Kau 2 er ikke inkludert i denne rapporten)

Analyserapport

Moss

UNIFOB AS
Helge Botnen
SAM-marin
Thormøhlensgt. 49
5006 Bergen

AnalyCen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundenummer	8183600-992247	Prøvemottak	31.10.2006
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	07.12.2006
Oppdragsmerket	P.nr. 800744 - ref 19/06		
Sted for prøvetaking	Au 1		

Lab.nr.	NOV029607-06	NOV029608-06	NOV029609-06	NOV029610-06
Merket	Læ 1, 2 hugg	Læ 1, 3 hugg	Au 1, 1 hugg	Au 1, 2 hugg
Tatt ut	30.10.2006	30.10.2006	30.10.2006	30.10.2006

Parameter	Enhet				
Jern, Fe	mg/kg TS				
Tørrestoff	%	56.6	57.0	45.3	50.1
Acenaften.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Acenaftylen.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Antracen.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo(a)antracen.	mg/kg TS	0.02	0.02	<0.01	<0.01
Benzo(a)pyren.	mg/kg TS	0.02	0.02	<0.01	<0.01
Benzo(b)fluoranten.	mg/kg TS	0.02	0.04	0.02	0.02
Benzo(g,h,i)perylen.	mg/kg TS	0.02	0.02	<0.01	<0.01
Benzo(k)fluoranten.	mg/kg TS	0.02	0.02	0.02	0.02
Crysen.	mg/kg TS	0.02	0.02	<0.01	<0.01
Dibenzo(a,h)antracen.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Fenantren.	mg/kg TS	0.02	0.02	<0.01	<0.01
Fluoranten.	mg/kg TS	0.02	0.02	0.02	0.02
Fluoren.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Indeno(1,2,3,cd)pyren.	mg/kg TS	0.02	0.02	<0.01	<0.01
Naftalen.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Pyren.	mg/kg TS	0.02	0.02	0.02	0.02
Sum PAH(16)	mg/kg TS	0.18	0.19	0.09	0.08
PCB 101	mg/kg TS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 118	mg/kg TS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 138	mg/kg TS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 153	mg/kg TS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 180	mg/kg TS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 28	mg/kg TS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 52	mg/kg TS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB(7) Totalsum	mg/kg TS	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Tributyl tinn	µg/kg TS				
Bly, Pb	mg/kg TS	9.7	9.6	14	14
Kadmium, Cd	mg/kg TS	<0.088	<0.088	<0.11	<0.10
Kobber, Cu	mg/kg TS	17	16	32	31
Krom, Cr	mg/kg TS	14	13	23	23
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	0.016	0.016	0.029	0.026
Sink, Zn	mg/kg TS	67	66	85	84

Analysevurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserporten
Forklaring til forkortelsene og *, se baksiden.

Analyserapport

Moss

UNIFOB AS
Helge Botnen
SAM-marin
Thormøhlensgt. 49
5006 Bergen

AnalyCen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundenummer	8183600-992247	Prøvemottak	31.10.2006
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	07.12.2006
Oppdragsmerket	P.nr. 800744 - ref 19/06		
Sted for prøvetaking	Au 1		

Lab.nr.	NOV029611-06	NOV029612-06	NOV029613-06	NOV029614-06
Merket	Au 1, 3 hugg	Kau 2, 1 hugg	Kau 2, 2 hugg	Kau 2, 3 hugg
Tatt ut	30.10.2006	30.10.2006	30.10.2006	30.10.2006

Parameter	Enhet				
Jern, Fe	mg/kg TS		12800	12600	13800
Tørrestoff	%	48.9	56.9	63.9	58.3
Acenaften.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Acenaftülen.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Antracen.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo(a)antracen.	mg/kg TS	<0.01	0.04	0.02	0.03
Benzo(a)pyren.	mg/kg TS	<0.01	0.04	0.03	0.03
Benzo(b)fluoranten.	mg/kg TS	0.02	0.04	0.05	0.05
Benzo(g,h,i)perylene.	mg/kg TS	0.02	0.04	0.03	0.03
Benzo(k)fluoranten.	mg/kg TS	0.02	0.04	0.03	0.03
Crysen.	mg/kg TS	0.02	0.04	0.03	0.03
Dibenzo(a,h)antracen.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Fenantren.	mg/kg TS	<0.01	0.04	0.03	0.03
Fluoranten.	mg/kg TS	0.02	0.05	0.05	0.05
Fluoren.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Indeno(1,2,3,cd)pyren.	mg/kg TS	<0.01	0.04	0.03	0.03
Naftalen.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Pyren.	mg/kg TS	0.02	0.04	0.03	0.05
Sum PAH(16)	mg/kg TS	0.12	0.37	0.33	0.39
PCB 101	mg/kg TS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 118	mg/kg TS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 138	mg/kg TS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 153	mg/kg TS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 180	mg/kg TS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 28	mg/kg TS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 52	mg/kg TS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB(7) Totalsum	mg/kg TS	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Tributyl tinn	µg/kg TS				
Bly, Pb	mg/kg TS	14	6.7	5.5	6.3
Kadmium, Cd	mg/kg TS	<0.10	<0.088	<0.078	<0.086
Kobber, Cu	mg/kg TS	33	12	12	12
Krom, Cr	mg/kg TS	24	12	11	12
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	0.029	0.019	0.019	0.022
Sink, Zn	mg/kg TS	89	39	37	41

Analyse vurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten
Forklaring til forkortelsene og *, se baksiden.

Vedleggstabell 7.3. Artsliste bunndyr, Aurland



UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN AS
SEKSJON FOR ANVENDT
MILJØFORSKNING (SAM)

Høyteknologisenteret i Bergen, 5006 Bergen
Telefon: 55 58 44 64 Telefaks: 55 58 45 25



BENTHOS ARTSLISTE

Oppdragsgiver (navn og adresse): Aurland kommune

Prosjekt nr.: 800744

Prøvetaksingssted (område): Aurlandsfjorden og Nærøyfjorden

Dato for prøvetaking: 02-04. september 2006

Ansvarlig for prøvetaking (firma): UNIFOB AS, SAM-Marin

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: ingen

Artene er identifisert av: Per Johannessen (SAM)

Per-Otto Johansen (SAM) (Amphipoda indet.)

Jon Kongsrud (Bergen Museum) (Maldanidae indet.)

Metode: Materialet er framskaffet i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering til prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test 157. Undersøkelsen følger Norsk Standard NS 9423 og interne standard forskrifter.

Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

+ i tabellen angir at det var dyr tilstede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.

/ i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).

cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.

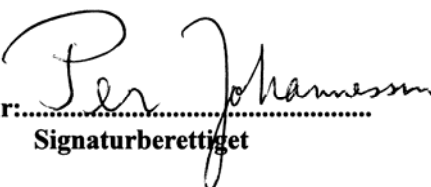
* ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.

* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av 11 sider.

Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjenning fra SAM.

Signatur: 
Signaturberettiget

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Stasjon:	Au 1					Au 2	Au 2a				
Art/taksa huggnr.	1	2	3	4	5	1	1	2	3	4	5
* PORIFERA indet.											+
* NEMERTINI indet.	4	6			3	3	1	4	2	2	1
* NEMATODA indet.	2	7	3	1	1	2	7	5	4	1	5
POLYCHAETA											
Paramphinome jeffreysii	1/1	3/1	1	1		31/1	23	17/2	39/1	22/1	26/3
Aphrodita aculeata	1	0/1								2	
Polynoidae indet.			1		1					1	1
Pholoe baltica											1
Pholoe pallida							1	1	1	1	2
Neoleanira tetragona											1
Sige fusigera							1				
Protomystides exigua		1									
Gyptis rosea		3									
Kefersteinia cirrata						0/1					
Ophiodromus flexuosus			1						1		0/1
Pilargis sp.								1	1		
Ceratocephale loveni		1	1	1				0/1	0/1	1	1
Aglaophamus malmgreni		2/1		1	2/3	1/1	1			0/1	1/1
Nephtys incisa	1	1		0/1	2	2/1	1	1/4	1/1	1	2
Nephtys longosetosa	1	1/1			0/1	0/1					1
Sphaerodoropsis flavum								1			
Glycera lapidum	0/5	0/3	1/1	0/2	1/1	3/1	3	1/1	5/3	5	2
Goniada maculata	1	1	1	1/1		0/1		3	2		
Paradiopatra fiordica	1		0/1		1					1	1/1
Paradiopatra quadricuspis							1				
Marphysa bellii							2	1	1		1
Lumbrineridae indet.	7	8	5	1	5	2	5	4	8	2	4
Lumbrineris scopa	3	3			2				1		
Dorvilleidae indet.	2	1			1				5	2	
Phylo norvegicus					1	0/1			0/1		
Laonice norgensis					1						
Prionospio dubia						2/1	4	1	1/2	4	4/2
Prionospio sp.	2	12	1								
Scolecopsis korsuni										1	
Spiophanes wigleyi						2	2	1	2		4
Apistobanchus sp.							1			1	
Spiophanes kroeyeri	1				1						
Spiochaetopterus bergensis							1				
Aricidea suecica	6	1	1/1		4		1		2	0/1	
Levinsenia gracilis	11/1	9		3	3		1		2	2	0/1
Aphelochaeta sp.	47	68	16	13	17	5	28	28	74	30	18
Chaetozone jubata	1	1		3							
Chaetozone sp.						3	11	12	25	13	5
Brada villosa		1		1							1
Ophelina sp.	1			1							
Scalibregma sp.								1	0/2		2
Capitellidae indet.							2	2	8	1	
Dasybranchus caducus						1					1
Heteromastus filiformis	37	32	12	17	14		4/1	4	5	4	10/2
Notomastus latericeus						2		0/1			
Clymenura borealis										1	
Microclymene acirrata	1	2	1		1						
Microclymene tricirrata							1		1		

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Stasjon:	Au 1					Au 2	Au 2a				
Art/taksa huggnr.	1	2	3	4	5	1	1	2	3	4	5
Myriochele heeri							15				
Myriochele fragilis					1						
Myriochele oculata						1					
Ampharete lindstroemi						0/1	0/1	0/1		1/1	1
Melinna elisabethae						1					
Streblosoma intestinale						1	3	7	4	2	1
Polycirrus medusa						1					
Polycirrus sp.				1							
Terebellides stroemi	4/3	1		6	1			2	1	1/1	
ECHIURA											
Bonellia viridis											1
SIPUNCULA indet.		1									
Onchnesoma steenstrupi	5	3	2	2		2	6		1	2	4/1
CRUSTACEA											
* Calanus finmarchicus		1	1	1							
* Aetideus armatus					1						
* Metridia longa	9	15	7	2	8				1		
* Philomedes lilljeborgi									1		
* Eudorella hirsuta			1								
* Diastylodes serrata	1			1	1			1			
* Tanaidacea indet.	2	2				1	4	6	6	4	3
* Oediceropsis brevicornis		1									
Calocarides coronatus	1										
MOLLUSCA											
Caudofoveata indet.	1			1			5	4	2	5	7
Haliella stenostoma									0/1		
Taranis moerchi										1	
Eulimella scillae	0/4				0/1			1/1		1/1	1
Nucula tumidula			1/1			2/1	4	7	6/2	6/1	11/3
Yoldiella lucida			0/1								0/1
Pseudomalletia obtusa	0/1										
Bathyarca pectunculoides											0/1
Delectopecten vitreus					1	0/1	1/1	0/3		1/1	
Thyasira obsoleta	1	1/1			2	0/1	3		2/1		1
Thyasira equalis	13	15/3	15/5	15/4	18/6	17/5	8/3	32/7	8/1	6/1	31/5
Thyasira croulinensis						1	5	1		2	3
Thyasira eumyaria	4	8/1	0/1	5	2						
Thyasira ferruginea	17/6	21/7	7/3	9/2	17/2	20/7	39/3	28/7	50/5	41/3	55/5
Thyasira pygmaea	1			1	1		3	2		1	5
Montacuta ferruginosa									0/1		
Mysella tumidula						2					
Abra longicallus				1							
Abra nitida				0/1							0/1
Kelliella abyssicola	12/2	11/7	6	12	23/6	26/2	35/1	12/3	13/1	10	22
Saxicavella jeffreysi											2
Cuspidaria lamellosa						1					
Cuspidaria obesa				1						1	
Dentalium agile										1	
Entalina tetragona								1			2
* BRYOZOA											
* Bryozoa skorpeformet							+				
ECHINODERMATA											
Amphiura chiajei							2		1	2	
Amphiura filiformis										1	
Amphilepis norvegica	3/2	7/2	2/1	1	2	2/2	2	1	2	3/1	0/1

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Stasjon:	Au 1					Au 2	Au 2a				
Art/taksa huggnr.	1	2	3	4	5	1	1	2	3	4	5
Ophiura robusta										1	2
Ophiura sarsi	0/2		0/1			1			0/1		
Brissopsis lyrifera				0/1	0/1				1		0/5
Labidoplax buskii	1	3		1	1	2	1	2			3
Myriotrochus vitreus							1		1		
* POGONOPHORA											
* Siboglinum ekmani		+	+	+	+		+	+		+	+
ENTEROPNEUSTA indet.								2	1		
* CHAETOGNATHA indet.		1		1							
ASCIDIACEA indet.									+		
* VARIA		+				+					

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Stasjon:	Au 4					Au 5				
Art/taksa huggnr.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
* PORIFERA indet.		+		+						
ANTHOZOA										
Edwardsia sp.	1					1	1			
Actinidae indet.		3	1							
* PLATYHELMINTES indet.		1								
* NEMERTINI indet.	6	3	3	6	1	4	1	3	2	
* NEMATODA indet.	20	50	50	70	30	1	3	3	3	
PRIAPULIDA										
Priapulus caudatus	1		1		1					
POLYCHAETA										
Paramphinome jeffreysii						2				1/1
Aphrodita aculeata				0/1						
Polynoidae indet.	4		1	1	3	4	3	4	1	
Enipo kinbergi					2					
Pholoe assimilis	7/3	8	4	14/1	23/1					0/1
Pholoe baltica	44/12	39/11	20/3	17/1	47/9	1	0/1	2	2	1/1
Pholoe pallida								1		1
Phyllodoce rosea			1							
Eumida bahusiensis	2/1		1	1/2						
Eumida sanguinea			1							
Eulalia viridis	0/1	4	1	1	2			6/1	0/1	1
Eteone longa	0/2		1	0/2						
Kefersteinia cirrata	2									
Nereimyra punctata	4/1	2			2/1					
Ophiodromus flexuosus	2/1	4	2	2	5	3		1		2/1
Syllidae indet.	2	1		3	6					
Exogone sp.		1								2
Ceratocephale loveni						1				1
Eunereis elitoralis			2		1					
Nereis pelagica	1			1/1						
Nephtys caeca						1				
Nephtys ciliata						3/1	4/3	5/1	2/1	2/1
Sphaerodoropsis flavum	2	1	1	3/1	1	2				
Glycera alba	2	2	1	3	1/1	5/6	6/1	5/4	3/3	4/3
Glycera lapidum	1									
Goniada maculata	4/1	5	2/2	4		1	1	1	1	
Lumbrineridae indet.						1				1
Protodorvillea kefersteini	10	3	2/1	1						
Scoloplos armiger	12/1	12/1	11	15	13					
Malacoceros sp.		1					1			
Polydora sp.	1									
Prionospio cirrifera	6		3	1	9	2/1	1			
Prionospio fallax	4	4/1	2		3	1				1
Scoelepis korsuni					1	2	3	4/1	6/1	
Spiophanes wigleyi	1									
Spiophanes kroeyeri						2	1	2/1	3/1	1
Chaetopterus sp.	4	2	5		2					
Aricidea catherinae						1		1		
Aricidea suecica								1		
Levinsenia gracilis								3	2	1
Aphelochaeta sp.			1	1	1			1		
Chaetozone sp.						39	25	34	27	17
Cirratulus cirratus	4		1		2					

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Stasjon:	Au 4					Au 5				
Art/taksa huggnr.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Cossura longocirrata										1
Macrochaeta clavicornis	1									
Brada villosa				3						
Diplocirrus glaucus	11/3	14/6	14/2	7/4	23/15	20/10	24/1	20/6	28/7	26/6
Pherusa plumosa				3	1/1					
Pherusa falcata	2	1								
Ophelina sp.				1						
Lipobranchus jeffreysii				1						
Scalibregma inflatum	3/1	2	½	1	2					
Dasybranchus caducus									2	
Heteromastus filiformis									1	
Mediomastus fragilis	3/1		2	2	4					
Praxillella affinis				2					1	
Praxillella praetermissa	1		1							
Chirimia biceps						2	1	1/1		
Myriochele oculata	5	7	8	6	11	250	350	190	250	140
Owenia borealis	4/1	5/7	8/6	7/2	1/9	4/3	0/2			
Pectinaria koreni	2	4	5	7/1	2/1	0/1	0/1	0/1		1
Sabellides octocirrata			1	2	1					
Mugga wahrbergi						1				
Melinna elisabethae				1						
Pistella lornensis	1	1	1							
Thelepus cinnatus				4	1					
Streblosoma intestinale	1	1		1						
Polycirrus norvegicus	4			1						
Lysilla loveni					2					
Terebellides stroemi	2	2	2	1						
Sabellidae indet.	20	4	5	4	2	3		5	2	2
Euchone papillosa	2									
Hydroides norvegica		1								
OLIGOCHAETA indet.	2				1					
SIPUNCULA indet.		4	5	3		6	6		2	8
Phascolion strombus						1	0/2	0/1		
CRUSTACEA										
* Calanus finmarchicus								1		
* Bradydium sp.								3	1	
* Harpacticoida indet.	1									
* Mysidacea indet.						1				
* Eudorella truncatula	3	2	1	3	1	2		2		
* Diastylodes biplicata				1	1		2			4
* Tanaidacea indet.						13	1	2	2	1
* Gnathia sp.			1							
* Phthisica marina			2							
* Ampelisca diadema	1									
* Ampelisca sp.			1							
* Lysianassidae indet.	1									
* Tryphosites longipes					2		1			1
* Cheirocratus sp.			1							
* Oedicerotidae indet.		2							1	1
* Synchelidium sp.									1	
* Westwoodilla caecula	2	5		2	3			2	1	2
* PYCNOGONIDA indet.	2									

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Stasjon:	Au 4					Au 5				
Art/taksa huggnr.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
MOLLUSCA										
Caudofoveata indet.	3	6	1	1	2		2	1		1
Leptochiton asellus	3/1	1/1		2						
Ischnochiton albus	0/1	0/1								
Acmaea virginea	0/1									
Jujubinus miliaris					1					
Hydrobia cf. ventrosa		2	7	4	3					
Hyalia vitrea		1								
Alvania punctura		1								
Onoba semicostata	1			6						
Pusillina sarsii				1	1					
Bittium reticulatum			1	1						
Diaphana minuta	1	2		3						
Retusa umbilicata			1			2	1			2
Philine scabra		1			3				0/2	
Nudibranchia indet.					1					
Mytilidae juv indet.					0/10					
Modiolula phaseolina	0/3	0/1	0/1	0/2	0/2					
Palliolium furtivum	0/1	1								
Pseudamussium septemradiatum	0/1									
Heteranomia squamula				8/7						
Lucinoma borealis	7/2	14/4	10/5	5/3	15/2			0/1	1	0/1
Thyasira flexuosa	72/3	72/5	51/7	65/9	97/7	4	2	3/1	4	1
Thyasira sarsii	49/21	35/22	23/3	41/22	19/10	4/1	1	2/3	1/3	0/1
Thyasira equalis	0/1	2	2		3	32/3	25/1	21	26/2	10/3
Thyasira croulinensis						1	1			
Thyasira ferruginea						2	2/1		2	
Thyasira pygmaea						2	1	1	2	
Devonia perrieri					1					
Montacuta ferruginosa		2						2/2		
Mysella bidentata	147/29	143/12	102/14	89/17	169/32					
Astarte montagui		0/1								
Acanthocardia echinata		0/3	0/8		1/6					
Parvicardium minimum	3	1	3	2	2	8	11/1			1
Parvicardium ovale	1/1		1		0/1					
Parvicardium scabrum	1/3	1		0/2	0/1					
Plagiocardium cf. papillosum				1						
Macoma calcarea	0/1	1/3	1/1		½					
Abra nitida	4	9/7	10	9/17	8/1	26/6	9/4	34/20	27/15	5/6
Arctica islandica				1/1	1	1	0/2	0/1		0/2
Glossus humanus										0/1
Kelliella abyssicola							2	1		1
Dosinia sp.				0/1						
Timoclea ovata				0/1	1					
Mysia undata							0/1			
Mya truncata		1/1								
Corbula gibba	4		1	1		6		3		2
Hiatella sp.	1	0/1	1	6						
Saxicavella jeffreysi							2			
Thracia convexa	0/1	0/2	2	0/1	2/1	1			0/3	0/1
Cuspidaria cuspidata									1	
Cuspidaria abbreviata						1	1		0/1	3
Pulsellum lofotense									1	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Stasjon:	Au 4					Au 5				
Art/taksa huggnr.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ECHINODERMATA										
Asterias rubens	0/1	0/1								
Amphiura chiajei					0/2	1/1	0/1			2
Amphiura filiformis	1	3	3/1		4				1	1
Ophiura affinis	2/6	3/2	2/1		2/1					
Ophiura robusta				4/4						
Echinocyamus pusillus		1								
Brissopsis lyrifera										1
Echinocardium cordatum		1								
Leptopentacta elongata	0/3	0/2			0/1					
Labidoplax buskii	17	7	21	3	39	22	14	18	14	17
Leptosynapta inhaerens						2	2	1	1	2
Leptosynapta sp.	1		1	1						
ASCIDIACEA indet.	8	8	5	8	1					
* VARIA	+	+	+	+			+			

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Stasjon:	Au 7				
Art/taksa huggnr.	1	2	3	4	5
* PORIFERA indet.	+	+	+	+	
ANTHOZOA					
Edwardsia sp.	1				
* PLATYHELMINTES indet.			1		
* NEMERTINI indet.	5	1	1	+	1
* NEMATODA indet.	20	3	19	9	15
POLYCHAETA					
Paramphinome jeffreysii	46/4	50/5	22/11	24/2	21/12
Polynoidae indet.	7	2		2	3
Pholoe assimilis				1	2
Pholoe baltica	6/4	0/4	1	7	6/5
Pholoe pallida	2		0/1	2	1
Sthenelais limicola				1	2/1
Eteone longa	1		1/1		
Ophiodromus flexuosus		1/1	1/1		0/1
Exogone sp.	1				
Nephtys incisa		1			1
Nephtys sp.		0/2	0/2		
Sphaerodoropsis flavum	2/1	1			
Glycera alba	6/3	2/3	1/3	1/3	3/4
Glycera rouxii		1	2	1	2/1
Glycera lapidum		4/1	0/2	1/1	
Goniada maculata	1/1	2/1	0/3	0/1	2/4
Lumbrineridae indet.	3	3	3	1	2
Aonides paucibranchiata	1				
Laonice sarsi		1	2	1	
Prionospio cirrifera	1	3	2/2	1	
Aricidea catherinae					0/1
Aricidea suecica					1
Levinsenia gracilis	1		2		
Paraonis sp.	1	1	4		
Aphelochaeta sp.	13	16	18	25	32
Chaetozone sp.	16	5	11	13	19
Macrochaeta clavicornis		1			
Diplocirrus glaucus	25/6	10/4	31/2	15/5	23/7
Pherusa falcata	0/2	1			
Ophelina sp.			1		1
Scalibregma inflatum	1				
Dasybranchus caducus	4/3	0/2			0/1
Notomastus latericeus	9	7	3	4	8/1
Praxillella affinis	7	6	5	4	6
Euclymene sp.	1	1			11
Praxillura longissima		1	1	2	
Chirimia biceps				1	
Myriochele fragilis	5	9	8		27
Myriochele oculata	50	15	30	12	34
Owenia borealis	6/3	3	11/6		3/3
Pectinaria koreni			0/2	1/1	3/1
Sabellides octocirrata	7	5/1			7/1
Lysippides fragilis		1			1
Amphicteis gunneri	1				
Amythasides macroglossus	6	2	2	1	3
Sosanopsis wireni	1	1			1/1

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Stasjon:	Au 7				
Art/taksa huggnr.	1	2	3	4	5
<i>Samytha sexcirrata</i>	1	1	2	1	1
<i>Amage auricula</i>	3				
<i>Melinna cristata</i>		0/2			
<i>Eupolymnia nesidensis</i>	1				
<i>Streblosoma intestinale</i>	4	2	0/1	1	0/1
<i>Polycirrus medusa</i>		1			
<i>Amaeana trilobata</i>		1			
<i>Trichobranchus roseus</i>			1	1	
<i>Terebellides stroemi</i>	1	1/1			
<i>Sabellidae</i> indet.	17	15	17	2	14
<i>Sabella pavonina</i>	1				
SIPUNCULA indet.	4	8	9	1	3
CRUSTACEA					
* <i>Eudorella truncatula</i>	8	1	1	2	2
* <i>Diastylis cornuta</i>	1				1
* <i>Diastylodes biplicata</i>	4	2		1	2
* <i>Tanaidacea</i> indet.	8		1	2	4
* <i>Gnathia</i> sp.				1	0/1
* <i>Natatolana borealis</i>					1
* <i>Tryphosites longipes</i>	1				1
* <i>Oedicerotidae</i> indet.	1				
MOLLUSCA					
<i>Caudoveata</i> indet.	7	8	15	10	16
<i>Haliella stenostoma</i>	1/1		2/3	3	0/2
<i>Odostomia acuta</i>	1				
<i>Retusa umbilicata</i>	2		1		1
<i>Cylichna cylindracea</i>	1				
<i>Yoldiella philippiana</i>	1				
<i>Mytilidae</i> juv indet.	0/2	0/1			0/2
<i>Modiolarca subpicta</i>					0/1
<i>Modiolus</i> sp.	0/1				
<i>Batharca pectunculoides</i>	5/8	21/5	4/2	8/2	9/2
<i>Limatula gwyni</i>	2				
<i>Delectopecten vitreus</i>				1	
<i>Pseudamussium septemradiatum</i>	1				
<i>Hyalopecten similis</i>	0/2				1
<i>Lucinoma borealis</i>	4		1	3	6
<i>Thyasira flexuosa</i>	1	0/1	1	1	2
<i>Thyasira sarsii</i>	2/3	1/1	½	1/1	2/9
<i>Thyasira equalis</i>	50/8	29/6	31/4	35/11	32/13
<i>Thyasira granulosa</i>	0/1				
<i>Thyasira croulinensis</i>	17/7	11/3	8/5	12/6	13/4
<i>Thyasira ferruginea</i>	95/5	58/3	54/10	110/5	76/7
<i>Thyasira pygmaea</i>	7	2	4	29	9
<i>Montacuta ferruginosa</i>				1/1	
<i>Mysella bidentata</i>	1	1			1
<i>Astarte sulcata</i>				0/1	
<i>Parvicardium minimum</i>	7/2	2/4	3	3/2	6/2
<i>Abra nitida</i>	20/9	16/4	15/9	25/18	25/7
<i>Abra prismatica</i>	0/1				
<i>Arctica islandica</i>	0/1				
<i>Kelliella abyssicola</i>	1	3		3/1	2
<i>Corbula gibba</i>	0/1			0/1	
<i>Thracia convexa</i>	1/1				1
<i>Cuspidaria abbreviata</i>	1/1		3	1	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Stasjon:	Au 7				
Art/taksa huggnr.	1	2	3	4	5
Dentalium entalis	1	0/1	2/1	1	1
Dentalium occidentale			0/2		
Entalina tetragona			1		
Pulsellum lofotense	6	9	5	16	12
ECHINODERMATA					
Amphipholis squamata	2				
Amphiura chiajei	2/3		0/1	1/1	0/3
Amphiura filiformis			0/1		0/2
Ophiura affinis		1			0/1
Ophiura carnea					2
Ophiura robusta					0/1
Echinus acutus	0/1	0/1			
Brissopsis lyrifera				1	
Ocnus lacteus		1			
Labidoplax buskii	15	8	5	10	14
* VARIA	+	+		+	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Stasjon	Au 11					Au 13				
Art/taksa huggnr.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
* HYDROZOA indet.						+				
ANTHOZOA										
Virgularia mirabilis						1/2	1/1	1/1	0/4	3/1
Pennatula aculeata								0/1		2
POLYCHAETA indet.					+					
Paramphinome jeffreysii								1		2
Eumida bahusiensis								1		
Ophiodromus flexuosus						1/1	1	1		
Ceratocephale loveni						2	1		2	2/1
Nephtys ciliata						3/2	1	2/2	1/1	2/1
Glycera alba						1/1		1		3
Lumbrineridae indet.						3	1	1		1
Prionospio fallax						5		1	1	4
Scolecopsis korsunoi						3	4	2	3	
Aphelochaeta sp.						1	1	1		
Cirriformia tentaculata						19/3	28/1	18/5	15/1	25/2
Cossura longocirrata						1				
Diplocirrus glaucus						3/2	2	1/2		0/2
Scalibregma inflatum								0/3		
Capitella capitata			1							
Praxillella affinis										1
Myriochele oculata						2		4	1	
Pectinaria koreni								1		
CRUSTACEA										
* Calanus finmarchicus					1			1		
* Eudorella emarginata						2		1		2
* Decapoda indet. larvae		1	1					1		
MOLLUSCA										
Caudofoveata indet.										1
Thyasira sarsii									1	
Thyasira equalis							5/2	1/1		1/1
Abra nitida						1	2	3/3		1
Corbula gibba							0/1			0/3
Cuspidaria abbreviata						1	2/1	0/1		
* CHAETOGNATHA indet.							+			+
* PISCES										
* Fiske egg.		1								

Stasjon	Au 12				
Art/taksa huggnr.	1	2	3	4	5
Ikke dyreliv					

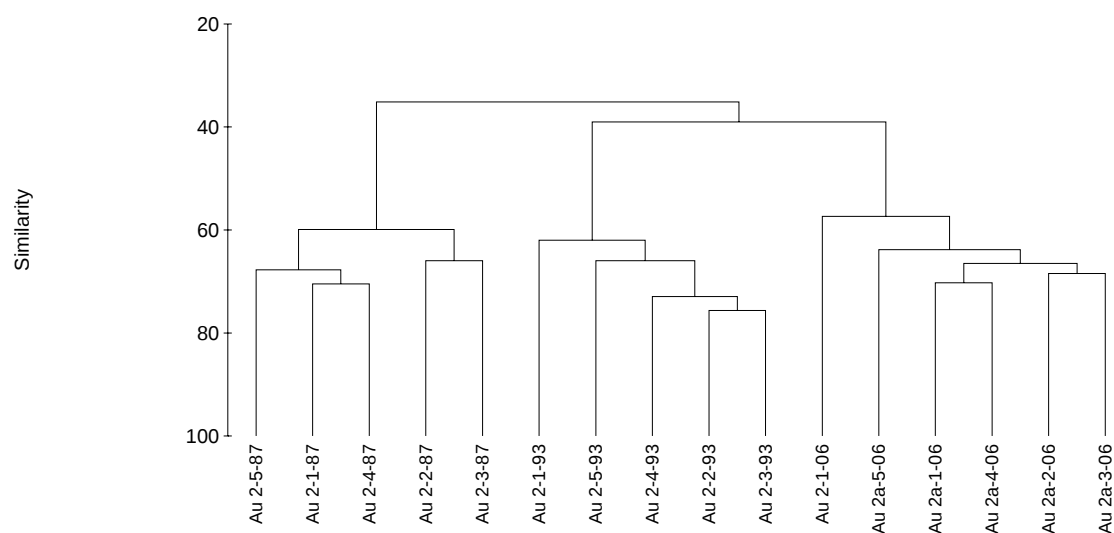
Vedleggstabell 7.4. Antall individer, arter og diversitet i sedimentet (huggnivå) i 2006.

Stasjon:	Individer	Arter	H'	J	H'-max
Au 1-4-06	215	34	3,93	0,77	5,09
Au 1-5-06	250	31	3,75	0,76	4,95
Au 1-6-06	91	22	3,58	0,80	4,46
Au 1-7-06	111	28	3,89	0,81	4,81
Au 1-8-06	147	30	3,78	0,77	4,91
Au 1-06	814	53	4,07	0,71	5,73
Au 2-06	163	33	3,78	0,75	5,04
Au 2a-1-06	237	37	4,11	0,79	5,21
Au 2a-2-06	212	34	3,95	0,78	5,09
Au 2a-3-06	302	40	3,80	0,71	5,32
Au 2a-4-06	197	41	4,15	0,78	5,36
Au 2a-5-06	275	45	4,19	0,76	5,49
Au 2a-06	1223	75	4,32	0,69	6,23
Au 4-1-06	620	70	4,22	0,69	6,13
Au 4-2-06	552	61	4,09	0,69	5,93
Au 4-3-06	424	57	4,27	0,73	5,83
Au 4-4-06	490	62	4,38	0,73	5,95
Au 4-5-06	670	60	3,97	0,67	5,91
Au 4-06	2756	115	4,40	0,64	6,85
Au 5-1-06	507	43	3,14	0,58	5,43
Au 5-2-06	525	36	2,29	0,44	5,17
Au 5-3-06	419	34	3,10	0,61	5,09
Au 5-4-06	454	32	2,66	0,53	5,00
Au 5-5-06	292	40	3,19	0,60	5,32
Au 5-06	2197	67	2,98	0,49	6,07
Au 7-1-06	603	74	4,84	0,78	6,21
Au 7-2-06	413	59	4,72	0,80	5,88
Au 7-3-06	424	53	4,68	0,82	5,73
Au 7-4-06	465	51	4,21	0,74	5,67
Au 7-5-06	575	61	4,87	0,82	5,93
Au 7-06	2480	106	4,89	0,73	6,73
Au 11-1-06	0				
Au 11-2-06	0				
Au 11-3-06	1	1			
Au 11-4-06	0				
Au 11-5-06	0				
Au 11-06	1	1			
Au 13-1-06	58	15	3,18	0,81	3,91
Au 13-2-06	55	13	2,52	0,68	3,70
Au 13-3-06	59	19	3,32	0,78	4,25
Au 13-4-06	30	8	2,22	0,74	3,00
Au 13-5-06	59	15	2,98	0,76	3,91
Au 13-06	261	25	3,29	0,71	4,64

Vedleggstabell 7.5. Geometriske klasser

Stasjonsnivå, sum av 3 grabber bortsett fra på Au 2 der det bare ble tatt en prøve.

	Au 1	Au 2	Au 2a	Au 4	Au 5	Au 7	Au 11	Au 13
I	14	15	25	29	14	28	1	6
II	13	11	12	25	14	23	0	4
III	9	3	17	15	18	16		6
IV	8	0	8	24	9	14		8
V	4	3	6	9	5	6		0
VI	0	1	1	4	1	8		0
VII	4	0	3	5	2	5		1
VIII	1		3	2	3	5		0
IX	0		0	1	0	1		
X				1	0	0		
XI				0	1			
XII					0			



Vedleggsfigur 7.1. Dendrogram på huggnivå for stasjon Au 2 og Au 2a.

Vedleggstabell 7.6. Ti på topp

De ti mest tallrike artene, prosent andel av totalt antall individer og kumulativ prosent.

Au 1-87	1 m²	Antall ind.	%	Kum %
Aphelochaeta sp.		130	30,0	30,0
Lumbrineridae indet.		61	14,1	44,1
Heteromastus filiformis		35	8,1	52,2
Prionospio cirrifera		27	6,2	58,4
Amphilepis norvegica		24	5,5	64,0
Phylo norvegicus		21	4,8	68,8
Thyasira equalis		18	4,2	73,0
Paramphinome jeffreysii		12	2,8	75,8
Yoldiella lucida		10	2,3	78,1
Glycera alba		9	2,1	80,1
Brada villosa		9	2,1	82,2
Onchnesoma steenstrupi		9	2,1	84,3

Au 2-87	1 m²	Antall ind.	%	Kum %
Paramphinome jeffreysii		58	13,6	13,6
Lumbrineridae indet.		50	11,7	25,4
Prionospio cirrifera		50	11,7	37,1
Aphelochaeta sp.		49	11,5	48,6
Aglaophamus malmgreni		23	5,4	54,0
Yoldiella lucida		17	4,0	58,0
Glycera alba		16	3,8	61,7
Phylo norvegicus		12	2,8	64,6
Terebellides stroemi		11	2,6	67,1
Synaptidae indet.		11	2,6	69,7

Au 1-93	1 m²	Antall ind.	%	Kum %
Aphelochaeta sp.		685	53,1	53,1
Heteromastus filiformis		181	14,0	67,2
Lumbrineridae indet.		102	7,9	75,1
Thyasira ferruginea		102	7,9	83,0
Amphilepis norvegica		32	2,5	85,5
Thyasira eumyaria		24	1,9	87,4
Thyasira equalis		21	1,6	89,0
Onchnesoma steenstrupi		16	1,2	90,2
Clymenura borealis		14	1,1	91,3
Paramphinome jeffreysii		13	1,0	92,3

Au 2-93	1 m²	Antall ind.	%	Kum %
Thyasira ferruginea		367	44,8	44,8
Aphelochaeta sp.		146	17,8	62,6
Kelliella abyssicola		50	6,1	68,7
Thyasira equalis		35	4,3	72,9
Lumbrineridae indet.		31	3,8	76,7
Notomastus latericeus		19	2,3	79,0
Amphiura chiajei		17	2,1	81,1
Caudofoveata indet.		14	1,7	82,8
Laonice cirrata		13	1,6	84,4
Clymenura borealis		12	1,5	85,9

Au 1-06	0,5 m²	Antall ind.	%	Kum %
Aphelochaeta sp.		161	19,8	19,8
Heteromastus filiformis		112	13,8	33,5
Thyasira equalis		94	11,5	45,1
Thyasira ferruginea		91	11,2	56,3
Kelliella abyssicola		79	9,7	66,0
Levinsenia gracilis		27	3,3	69,3
Lumbrineridae indet.		26	3,2	72,5
Thyasira eumyaria		21	2,6	75,1
Amphilepis norvegica		20	2,5	77,5
Terebellides stroemi		15	1,8	79,4
Prionospio juv. sp.		15	1,8	81,2

Au 2-06	0,1 m²	Antall ind.	%	Kum %
Paramphinome jeffreysii		32	19,6	19,6
Kelliella abyssicola		28	17,2	36,8
Thyasira ferruginea		27	16,6	53,4
Thyasira equalis		22	13,5	66,9
Aphelochaeta sp.		5	3,1	69,9
Amphilepis norvegica		4	2,5	72,4
Glycera lapidum		4	2,5	74,8
Nucula tumidula		3	1,8	76,7
Nephtys incisa		3	1,8	78,5
Prionospio dubia		3	1,8	80,4
Chaetozone sp.		3	1,8	82,2

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Au 2a-06	0,5 m ²	Antall ind.	%	Kum %
Thyasira ferruginea		236	19,3	19,3
Aphelochaeta sp.		178	14,6	33,9
Paramphinome jeffreysii		134	11,0	44,8
Thyasira equalis		102	8,3	53,1
Kelliella abyssicola		97	7,9	61,1
Chaetozone sp.		66	5,4	66,5
Nucula tumidula		40	3,3	69,7
Heteromastus filiformis		30	2,5	72,2
Lumbrineridae indet.		23	1,9	74,1
Caudofoveata indet.		23	1,9	76,0

Au 4-87	1 m ²	Antall ind.	%	Kum %
Capitella capitata		1036	19,4	19,4
Owenia borealis		814	15,3	34,7
Pholoe inornata		787	14,8	49,5
Thyasira flexuosa/sarsii		693	13,0	62,5
Ophiura albida		290	5,4	67,9
Lucinoma borealis		287	5,4	73,3
Diplocirrus glaucus		193	3,6	77,0
Labidoplax buskii		172	3,2	80,2
Macoma calcarea		169	3,2	83,4
Scoloplos armiger		94	1,8	85,1

Au 4-93	1 m ²	Antall ind.	%	Kum %
Thyasira flexuosa		557	18,9	18,9
Lucinoma borealis		311	10,6	29,5
Mysella bidentata		202	6,9	36,3
Corbula gibba		138	4,7	41,0
Prionospio cirrifera		127	4,3	45,3
Pholoe inornata		105	3,6	48,9
Polydora sp.		100	3,4	52,3
Goniada maculata		88	3,0	55,3
Abra nitida		77	2,6	57,9
Labidoplax buskii		76	2,6	60,5

Au 4-06	0,5 m ²	Antall ind.	%	Kum %
Mysella bidentata		754	27,4	27,4
Thyasira flexuosa		388	14,1	41,4
Thyasira sarsii		245	8,9	50,3
Pholoe baltica		203	7,4	57,7
Diplocirrus glaucus		99	3,6	61,3
Labidoplax buskii		87	3,2	64,4
Lucinoma borealis		67	2,4	66,9
Abra nitida		65	2,4	69,2
Scoloplos armiger		65	2,4	71,6
Pholoe assimilis		61	2,2	73,8

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Au 5-87	1 m²	Antall ind.	%	Kum %
Chaetozone sp.		252	15,7	15,7
Thyasira equalis		200	12,4	28,1
Abra nitida		146	9,1	37,2
Diplocirrus glaucus		117	7,3	44,5
Thyasira ferruginea		81	5,0	49,5
Pholoe inornata		72	4,5	54,0
Parvicardium minimum		69	4,3	58,3
Prionospio cirrifer		62	3,9	62,1
Maldanidae indet		59	3,7	65,8
Polynoidae indet.		53	3,3	69,1

Au 5-06	0,5 m²	Antall ind.	%	Kum %
Myriochele oculata		1180	53,7	53,7
Abra nitida		152	6,9	60,6
Diplocirrus glaucus		148	6,7	67,4
Chaetozone sp.		142	6,5	73,8
Thyasira equalis		123	5,6	79,4
Labidoplax buskii		85	3,9	83,3
Glycera alba		40	1,8	85,1
Nephtys ciliata		23	1,0	86,2
Sipuncula indet.		22	1,0	87,2
Parvicardium minimum		21	1,0	88,1

Au 5-93	1 m²	Antall ind.	%	Kum %
Chaetozone sp.		301	14,2	14,2
Myriochele oculata		290	13,7	28,0
Abra nitida		235	11,1	39,1
Thyasira equalis		144	6,8	45,9
Paramphinome jeffreysii		134	6,3	52,2
Diplocirrus glaucus		125	5,9	58,1
Thyasira ferruginea		124	5,9	64,0
Maldanidae indet		97	4,6	68,6
Thyasira sarsii		78	3,7	72,3
Praxillella praetermissa		54	2,6	74,8

Au 5-95	0,6 m²	Antall ind.	%	Kum %
Diplocirrus glaucus		365	25,8	25,8
Myriochele oculata		129	9,1	35,0
Abra nitida		88	6,2	41,2
Thyasira equalis		75	5,3	46,5
Paramphinome jeffreysii		73	5,2	51,7
Thyasira sarsii		62	4,4	56,1
Thyasira ferruginea		60	4,2	60,3
Labidoplax buskii		52	3,7	64,0
Prionospio fallax		39	2,8	66,7
Chaetozone sp.		36	2,5	69,3

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Au 7-87	1 m ²	Antall ind.	%	Kum %
Thyasira equalis		193	13,8	13,8
Sabellidae indet.		127	9,1	23,0
Notomastus latericeus		89	6,4	29,3
Diplocirrus glaucus		88	6,3	35,7
Labidoplax buskii		65	4,7	40,3
Pholoe inornata		63	4,5	44,8
Prionospio cirrifera		54	3,9	48,7
Glycera alba		42	3,0	51,7
Exogone sp.		36	2,6	54,3
Paramphinome jeffreysii		35	2,5	56,8

Au 11-87	1 m ²	Antall ind.	%	Kum %
Capitella capitata		2395	93,2	93,2
Pectinaria koreni		101	3,9	97,1
Prionospio plumosa		31	1,2	98,3
Ophiodromus flexuosus		15	0,6	98,9
Corbula gibba		8	0,3	99,2
Chaetozone sp.		6	0,2	99,5
Polydora sp.		3	0,1	99,6
Paramphinome jeffreysii		2	0,1	99,6
Glycera alba		2	0,1	99,7
Thyasira sarsii		2	0,1	99,8
Macoma calcarea		2	0,1	99,9

Au 7-93	1 m ²	Antall ind.	%	Kum %
Paramphinome jeffreysii		427	21,6	21,6
Diplocirrus glaucus		145	7,3	28,9
Thyasira equalis		119	6,0	35,0
Labidoplax buskii		96	4,9	39,8
Notomastus latericeus		94	4,8	44,6
Kefersteinia cirrata		81	4,1	48,7
Glycera alba		78	3,9	52,6
Bathyarca pectunculoides		74	3,7	56,3
Sabellidae indet.		62	3,1	59,5
Thyasira ferruginea		61	3,1	62,6

Au 11-93	1 m ²	Antall ind.	%	Kum %
Capitella capitata		123	47,5	47,5
Pectinaria koreni		87	33,6	81,1
Ophiodromus flexuosus		37	14,3	95,4
Polydora sp.		5	1,9	97,3
Glycera alba		3	1,2	98,5
Malacoceros fuliginosa		2	0,8	99,2
Glyphohesione klatti		1	0,4	99,6
Pseudopolydora pulchra		1	0,4	100,0

Au 7-06	0,5 m ²	Antall ind.	%	Kum %
Thyasira ferruginea		423	17,1	17,1
Thyasira equalis		219	8,8	25,9
Paramphinome jeffreysii		197	7,9	33,8
Abra nitida		148	6,0	39,8
Myriochele oculata		141	5,7	45,5
Diplocirrus glaucus		128	5,2	50,6
Aphelochaeta sp.		104	4,2	54,8
Thyasira croulinensis		86	3,5	58,3
Bathyarca pectunculoides		66	2,7	61,0
Sabellidae indet.		65	2,6	63,6

Au 11-06	0,5 m ²	Antall ind.	%	Kum %
Capitella capitata		1	100,0	100,0

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Au 13-87	1 m ²	Antall ind.	%	Kum %
Cirriformia tentaculata		135	22,1	22,1
Lumbrineridae indet.		55	9,0	31,1
Abra nitida		45	7,4	38,5
Malacoceros fuliginosa		44	7,2	45,7
Chaetozone sp.		36	5,9	51,6
Diplocirrus glaucus		35	5,7	57,4
Ceratocephale loveni		31	5,1	62,5
Virgularia mirabilis		28	4,6	67,0
Thyasira equalis		23	3,8	70,8
Saxicavella jeffreysi		20	3,3	74,1

Au 13-93	1 m ²	Antall ind.	%	Kum %
Cirriformia tentaculata		147	27,8	27,8
Abra nitida		70	13,2	41,0
Diplocirrus glaucus		57	10,8	51,8
Scalibregma inflatum		38	7,2	59,0
Paramphinome jeffreysi		36	6,8	65,8
Lumbrineridae indet.		30	5,7	71,5
Virgularia mirabilis		23	4,3	75,8
Spio filicornis		23	4,3	80,2
Ceratocephale loveni		15	2,8	83,0
Glycera alba		13	2,5	85,4

Au 13-06	0,5 m ²	Antall ind.	%	Kum %
Cirriformia tentaculata		117	44,8	44,8
Virgularia mirabilis		15	5,7	50,6
Nephtys ciliata		15	5,7	56,3
Diplocirrus glaucus		12	4,6	60,9
Scolecopsis korsuni		12	4,6	65,5
Thyasira equalis		11	4,2	69,7
Prionospio fallax		11	4,2	73,9
Abra nitida		10	3,8	77,8
Ceratocephale loveni		8	3,1	80,8
Myriochele oculata		7	2,7	83,5

GENERELL VEDLEGGSEDEL**Analyse av bunndyrsdata****Generelt**

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurensset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensede områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0.1 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

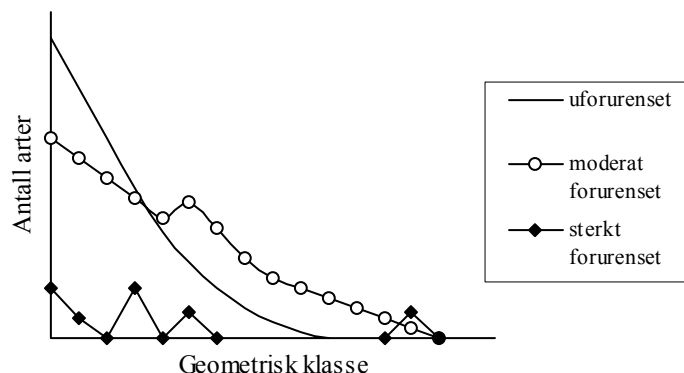
Geometriske klasser

På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray & Mirza (1979) og Pearson et al. (1983).

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson & Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurensset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurensset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små toppe og nullverdier (Figur v1).

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

Geometrisk klasse	Antall ind./art	Antall arter
I	1	23
II	2 - 3	16
III	4 - 7	13
IV	8 - 15	9
V	16 - 31	5
VI	32 - 63	5
VII	64 - 127	3
VIII	128 - 255	0
IX	256 - 511	2



Figur v1. Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurensset, moderat forurensset og for et sterkt forurensset område.

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Statens forurensningstilsyn (SFT) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna.

Diversitet og jevnhet

Diversitet omfatter artsmangfold og jevnhet (evenness). Jevnhet er et mål på fordelingen av antall individer pr. art. Disse to komponentene er sammenfattet i Shannon-Wiener diversitetsindeks, H' (Shannon & Weaver 1949):

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Hvor: $p_i = n_i / N$

n_i = antall individer av art i

N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen

s = det totale artsantallet i prøven eller på stasjonen

Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, $H'_{\max}$ ($=\log_2 s$), er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte:

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad (\text{Pielou 1966})$$

Hvor: H' = Shannon Wieners indeks

$H'_{\max}$ = verdien H' får dersom individene er helt jevnt fordelt på artene i prøven.

Vanligvis er diversiteten over 3 i prøver fra uforurensede stasjoner. J ligger mellom 0 og 1, og får størst verdi i de prøvene som har jevnest fordeling av individene blant artene. I prøver der individene er fordelt på et fåtall av artene blir J lav.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet (Rygg & Thélín 1993). Disse er revidert og gitt ut i nytt format (Molvær et al. 1997). Etter disse retningslinjene kan bunndyrspørvene gis tilstandsklasse. Tilstandsklassen fås ved å sammenlikne den observerte artsdiversiteten i et område med SFT's skala for tilstandsklasse (Tabell v2). Tilstandsklassene varierer mellom I og V, der V er dårligst.

Tabell v2. Tabellen viser inndeling i tilstandsklasser ut fra artsmangfold i bløtbunnsfauna og tilhørende verdier for parametrene Shannon-Wiener indeks og Hurlbert indeks (Molvær et al. 1997).

Parameter		Tilstandsklasse				
		I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"
Bunndyr	Shannon-Wiener indeks (H')	>4	4-3	3-2	2-1	<1
	Hurlbert indeks ($ES_{n=100}$)	>26	26-18	18-11	11-6	<6

Prøver med jevn fordeling av individene blant artene gir høy diversitet, også ved et lavt artsantall. En slik prøve vil dermed få god "miljøstatus" i følge Molvær et al. (1997) selv om den inneholder få arter. Diversitet er også et dårlig mål på miljøstatus i prøver med mange arter hvor én art er representert med svært mange individer. Diversiteten blir lav som følge av skjev fordeling blant individene (lav jevnhet), men mange arter viser at det er gode miljøforhold. Når vi vurderer miljøforholdene i slike tilfeller vil vi legge større vekt på artsantallet og hvilke arter som er tilstede, enn på diversitet.

Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være

mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray & Curtis 1957) gitt i % som:

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k

y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen

y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter

p = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises. Figur v2 viser et dendrogram hvor prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram hvor prøvene viser liten faunalikhet.

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en "maksimal" projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

$$\text{Stress} = \sum_j \sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2 / \sum_j \sum_k d_{jk}^2$$

Hvor: $\hat{d}_{jk}$ = predikert avstand til den tilpassede regresjonslinjen som korresponderer til dissimilariteten d_{jk} gitt som:

$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

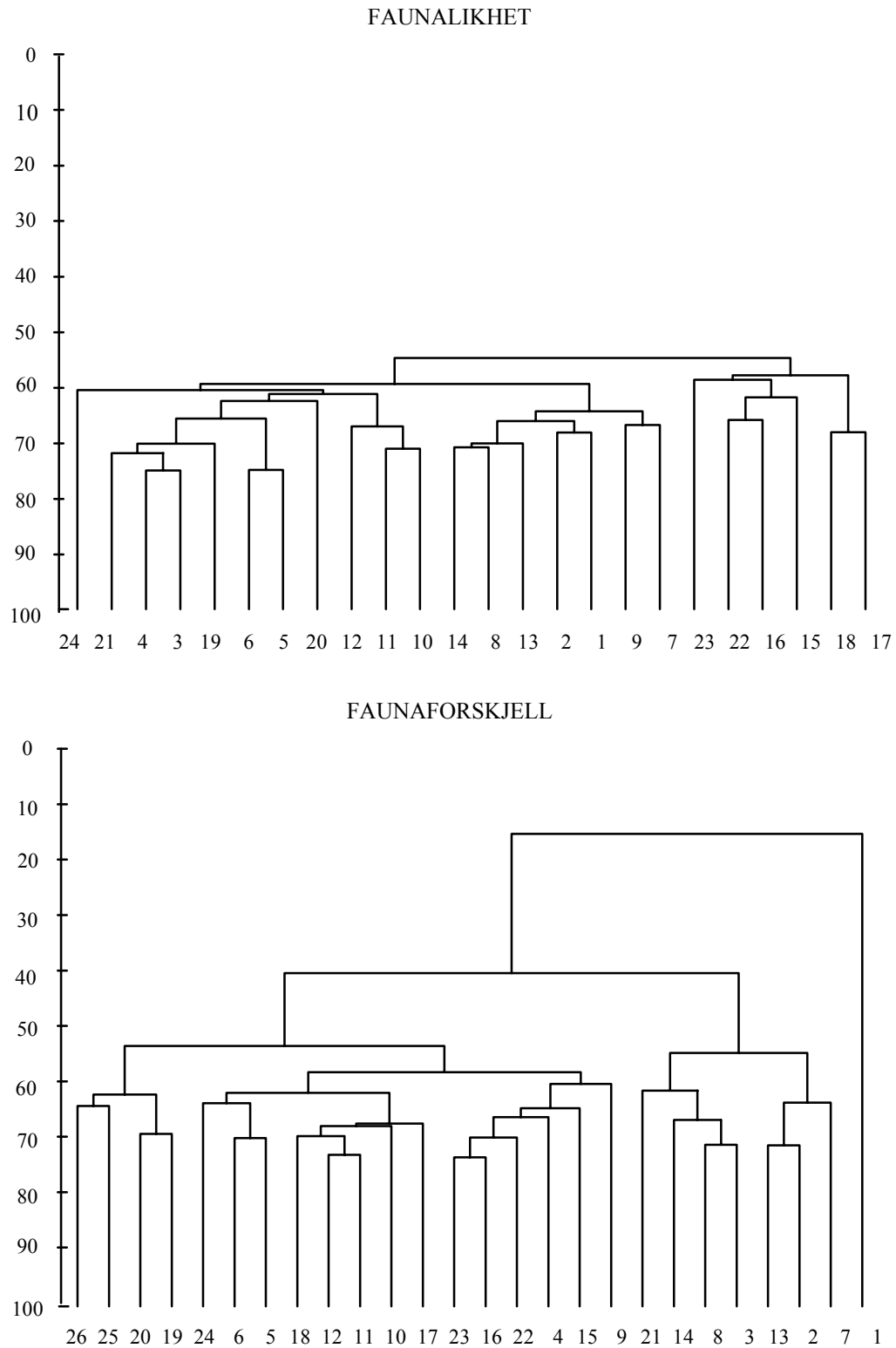
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på

stressfaktoren: $< 0,05$ = svært god presentasjon, $< 0,1$ = god presentasjon, $< 0,2$ = brukbar presentasjon, $> 0,3$ plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

Dataprogrammer

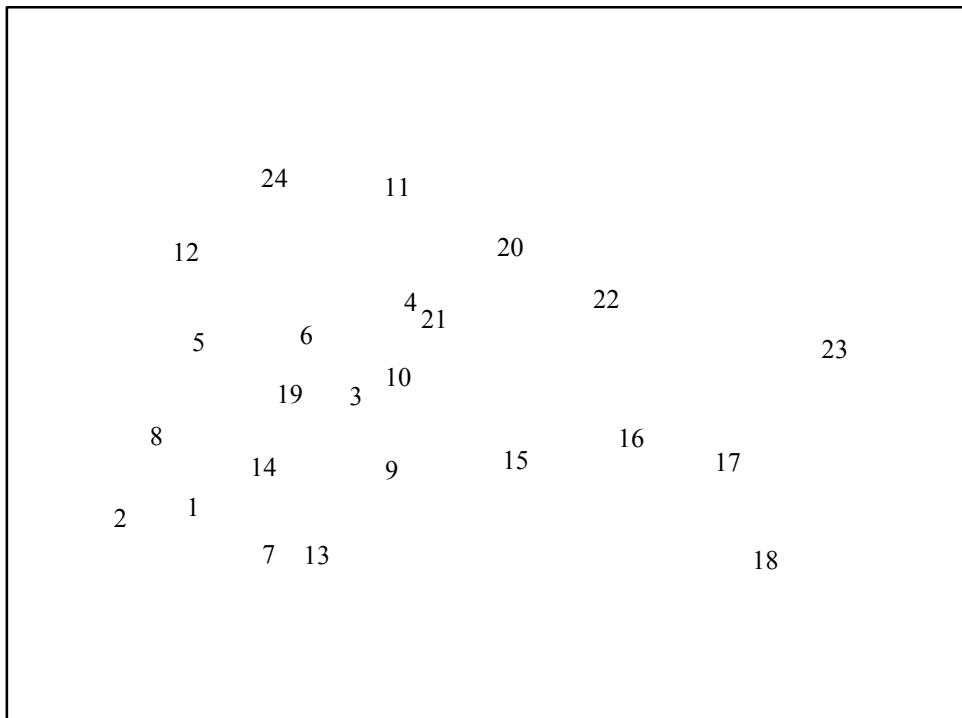
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERS". Dataprogram og makro er laget av Knut Årrestad ved Institutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB.

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken PRIMER fra Plymouth Marine Laboratory i England. Cluster-analysen er utført med programmet CLUSTER, til MDS-analysen er programmet MDS benyttet.

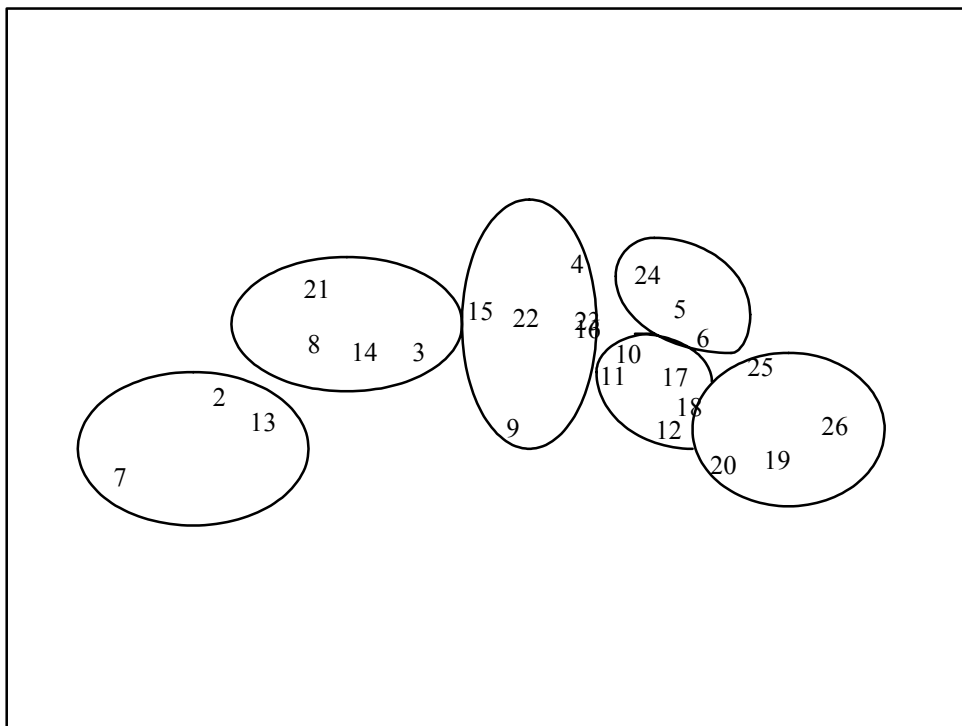


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



Figur v3. MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver. Øverste plott viser ingen klar gradient, mens nederste plott viser en tydeligere gradient.

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Bray JR, Curtis JT, 1957, An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin, - *Ecological Monographs* 27:325-349,
- Gray JS, Mirza FB, 1979, A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities, - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146,
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J, 1997, *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, Kortversjon*, SFT-veiledning nr, 97:03, 36 s,
- Pearson TH, Rosenberg R, 1978, Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment, - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311,
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ, 1983, Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities, 2, Data analyses, - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255,
- Pielou EC, 1966, The measurement of species diversity in different types of biological collections, - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144,
- Rygg B, Thélin, I, 1993, *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon*, - *SFT-veiledning* nr, 93:02 20 pp,
- Shannon CE, Weaver W. 1949. *The mathematical theory of communication*, - University of Illinois Press, Urbana, 117 s.

MARINBIOLOGISKE UNDERSØKELSER

SAM-marin er en avdeling ved Seksjon for Anvendt Miljøforskning hos Universitetsforskning Bergen (Unifob). Unifob er Universitetet i Bergen sitt forskningsselskap. SAM-marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåking på oppdrag fra kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-marin er akkreditert for biologisk prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test157.

Våre internettsider finnes på internettadressen: <http://sammarin.unifob.uib.no/>