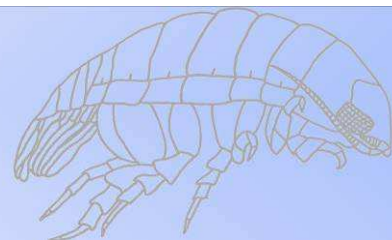


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen



e-Rapport nr. 8-2009


Marinbiologisk miljøundersøkelse ved A/S Sævareid Fiskeanlegg i 2009

Erling Heggøy
Per-Otto Johansen



UNI FOB
UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN
UNIFOB AS

UNIFOB - Seksjon for anvendt miljøforskning

Høyteknologisenteret, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen, Norway 55 58 44 65  55 58 45 25

Rapportens tittel: Marinbiologisk miljøundersøkelse ved A/S Sævareid Fiskeanlegg i 2009	Dato: 01.09.2009
	Antall sider og bilag: 41
Forfatter(e): Erling Heggøy og Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Erling Heggøy
	Prosjektnummer: 802152

Oppdragsgiver: A/S Sævareid Fiskeanlegg	Tilgjengelighet: Åpen
--	--------------------------

Abstract:

The purpose of this investigation was to assess the environmental conditions in the inner part of Sævareidfjorden, western Norway in 2009. Sævareidfjorden is used as a recipient for a land-based salmon smolt farm. The results are compared to previous investigations in 1985, 1986, 1993, 1998, 2002 and 2004.

Samples were taken from three stations in the vicinity of the outlet from the smolt farm, and one station in the deep part of the recipient. Sediment samples were taken to describe the benthic fauna and determine the grain size and organic content of the sediment. Oxygen, salinity, temperature and transparency of the water were measured.

The main results of the benthic studies show improved conditions at Sæv 40, close to the new outlet. High oxygen content in June 2009 and during previous investigations indicates frequent renewal of the bottom water in the inner part of Sævareidfjorden.

Keywords: Fish farm Recipient Benthos Sediment Hydrography	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment Hydrografi
---	---

ISSN NR.: 1890-5153

SAM e-Rapport nr. 8-2009

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	1/9-09	P-O. Johansen
Prosjektet / undersøkelsen:	1/9-09	Erling Heggøy

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MATERIALE OG METODER	5
2.1 Undersøkellesområdet	5
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	5
2.2.1 Hydrografi	7
2.2.2 Sediment.....	8
2.2.3 Bunndyr	8
2.2.4 Strandsonen	11
3 RESULTATER OG DISKUSJON	12
3.1 Hydrografi	12
3.2 Sediment	14
3.3 Bunndyr	17
3.4 Strandsonen	22
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	23
5 TAKK	24
6 LITTERATUR	25
7 VEDLEGG	26

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved i Sævareidfjorden i Fusa kommune. Undersøkelsen er gjort etter oppdrag fra A/S Sævareid Fiskeanlegg.

A/S Sævareid Fiskeanlegg har i dag et konsesjonsvolum på 5 millioner settefisk per år. Settefisk-karene er plassert på land og avrenning fra smoltanleggene går ut i sjøen i den indre delen av Sævareidfjorden. I området der smoltanleggene ligger i dag var det tidligere en kartongfabrikk, som hadde utslipp til fjorden. I perioden 1984-1990 var et matfiskanlegg plassert i den indre delen av Sævareidfjorden. Resipienten mottar også tilsig av avløpsvann fra bebyggelsen rundt Sævareidfjorden.

I 2002 ble det installert et filtersystem som fjernet mer enn 80 % av partikler større enn 1,5 mm fra både fôrspill og fiske-ekskremer. Før dette hadde utslippet gått urensset ut i fjorden. Fra 2007 ble et nytt filtersystem satt i drift med seks trommelfiltre som har kapasitet til å rense 360 000 liter vann/minutt og som fjerner i snitt 97,3 % av det organiske materiale. 80 % av avløpsvannet går i dag gjennom dette renseanlegget før det slippes ut på 18 m dyp ca 60 m fra land. Avløpet fra klekkeriet og et par mindre avdelinger går fortsatt urensset ut i overflaten ved hovedbygningen, men vil bli koplet til rensesystemet ved en utvidelse av oppdrettsanlegget.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet rundt utslippet fra A/S Sævareid Fiskeanlegg. Undersøkelsen gir en tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene i resipienten og skal avdekke eventuelle forandringer i forhold til tidligere undersøkelser. Med resipient menes her det sjøområdet som mottar utslipp, i dette tilfellet fra A/S Sævareid Fiskeanlegg. Marine miljøforhold beskrives på grunnlag av undersøkelser av vann- (hydrografi), bunnprøver (sediment og bunnfauna) og strandbefaring. Resultatene vurderes opp mot SFT's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997) og MOM-systemet (NS 9410).

Det ble utført marine resipientundersøkelser i dette området i 1985 (Johannessen et al. 1985; Johannessen og Wennevik 1985), 1986-87 (Johannessen og Stensvold 1987), 1993 (Botnen et al. 1994), 1998 (Johannessen et al. 1999), 2002 (Johansen et al. 2002) 2004 (Heggøy et al.

2004. Strømmålinger utenfor smoltanlegget ble utført i 1987 (Johannessen og Lønning 1987) og 2001 (notat fra SAM). Undersøkelser av den indre delen av Sævareidfjorden har vist at tilstanden har bedret seg siden midten av 1980-tallet (Johannessen og Stensvold 1987; Botnen et al. 1994; Johannessen et al. 1999). I 2002 og 2004 ble det påvist endringer i faunaen ved utslippspunktet som skyldes organisk utslipp og i dypet av fjorden ble det registrert en liten negativ utvikling. Resultatene fra miljøundersøkelsen i 2009 er sammenliknet med de tidligere miljøundersøkelsene og vil dessuten være et referansemateriale ved framtidige undersøkelser.

SAM-marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

2 MATERIALE OG METODER

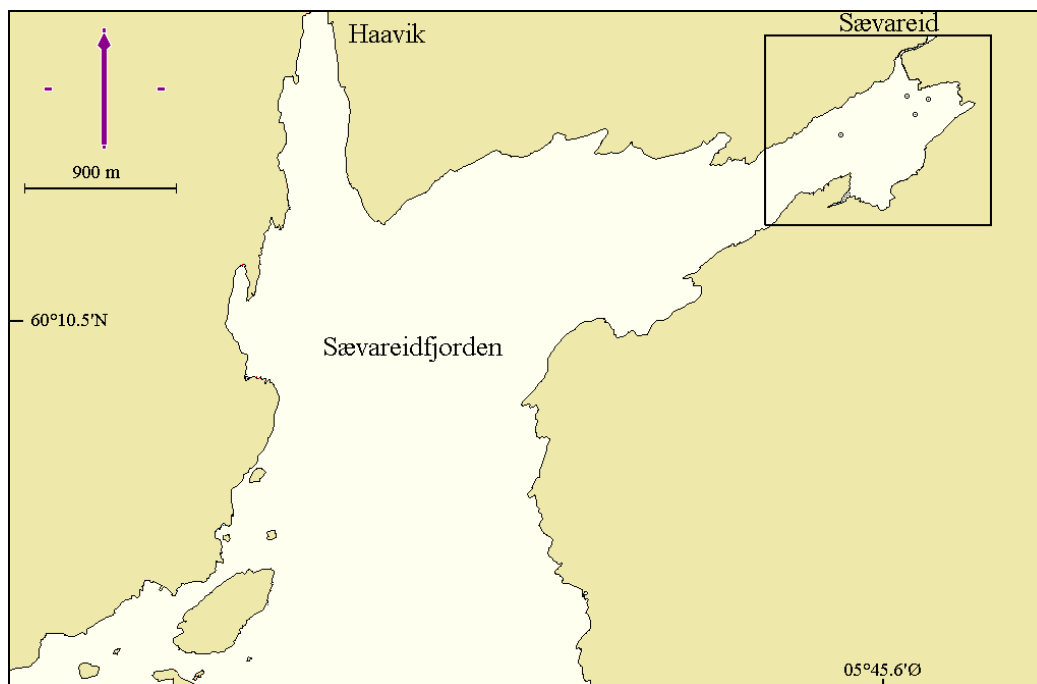
2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger i den innerste delen av Sævareidfjorden (Figur 2.1). Det indre bassenget har et maksimaldyp på ca 85 m og et terskeldyp på ca 50 m. Den ytre delen av Sævareidfjorden har et relativt åpent og dypt utløp til Bjørnafjorden.

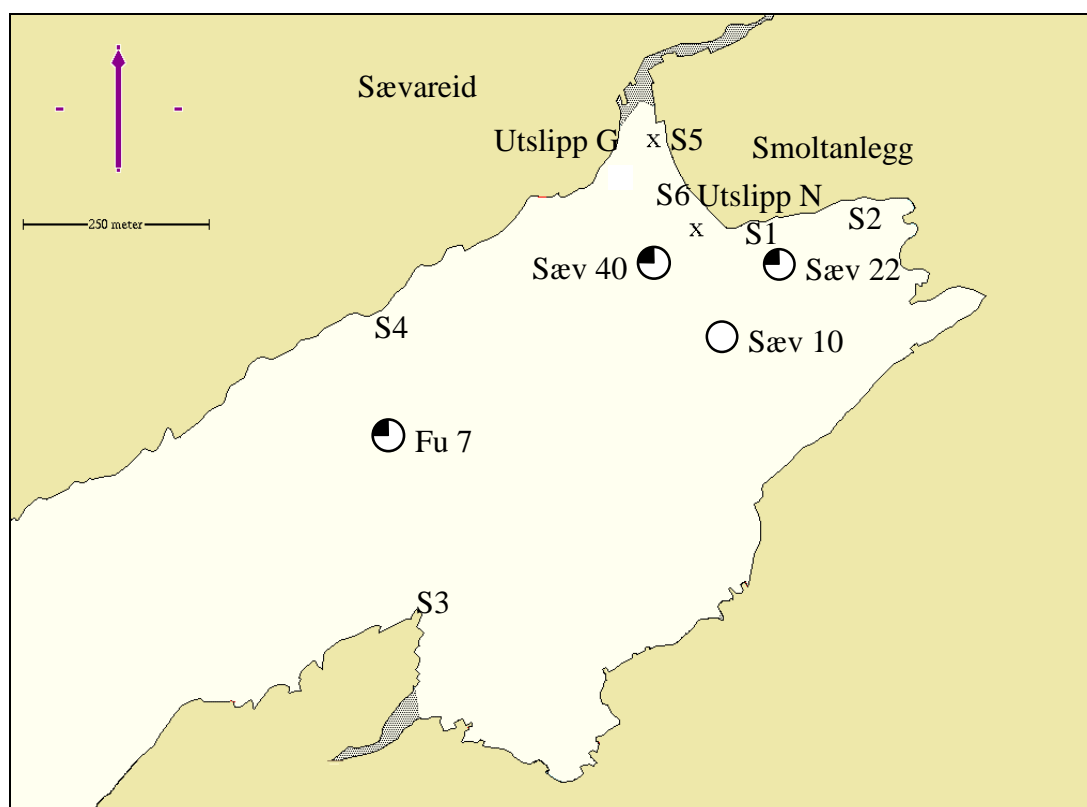
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra båten *Tresko* den 3. juni 2009. Det ble tatt tre bunnprøver fra fire stasjoner (Fu 7, Sæv 10, Sæv 22 og Sæv 40) i den indre delen av Sævareidfjorden (Figur 2.1 og 2.2). Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.

Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra en stasjon i den dypeste delen av fjorden.



Figur 2.1. Oversiktskart over undersøkelsesområdet.



Figur 2.2. Detaljskisse over undersøkelsesområdet med plasseringen av stasjonene. S1 til S6 viser plasseringen av fotostasjonene. Utslippspunktene er angitt med kryss: N fra det nye anlegget og G for de gamle utslippene fra anlegget. Vurdering av miljøforholdene på bunntasjonene er markert med ringer, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ● = dødt.

2.2.1 Hydrografi

Siktedypet gir et mål for gjennomsnittligheten 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. I områder med stor organisk forurensning og store tilførsler av næringsstoffer kan sikten til tider være dårlig. Molvær et al. (1997) har klassifisert siktedypet i sommermånedene juni-august fra <2,5 m (meget dårlig) til >7,5 m (meget godt).

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 (H₂S) 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 %.

Hydrografimålingene ble foretatt ved hjelp av en CTD-sonde (STD/CTD-sonde SD204). Dataene ble hentet ut og er illustrert ved hjelp av programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126. Siktedypet ble målt med en hvit Secchi-skive (25 cm diameter).

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i juni 2009. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb. Full grabb tar 17 liter sediment.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St Fu 7 03.06.09	Sævareid	86	1	17	Mørke-grått finkornet sediment
	60°11,116'N		2	17	Bløtt. Mye sagflis.
	05°45,333'Ø		3	17	
St Sæv10 03.06.09	Sævareid	41	1	9	Grått finkornet sediment. Sagflis.
	60°11,182'N		2	12	
	05°45,817'Ø		3	9	
St Sæv 22 03.06.09	Sævareid	31	1	10	Grått finkornet sediment med mørkegrått sediment under. Litt H ₂ S-lukt. Sagflis.
	60°11,246'N		2	10	
	05°45,894'Ø		3	11	
St Sæv 40 03.06.09	Sævareid	56	1	17	Mørkegrått finkornet sediment. H ₂ S-lukt. Mye organisk materiale. Sagflis
	60°11,243'N		2	17	
	05°45,764'Ø		3	17	

2.2.2 Sediment

Det ble tatt en sedimentprøve fra det første grabbhugget på hver stasjon til analyse av partikkelfordeling og organisk innhold (% glødetap).

Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan 1984). Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt-fraksjonen.

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørrvekt og askefri tørrvekt i samsvar med Norsk Standard 4764.

Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sedimentoverflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter

som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m². Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sedimentvolumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m² van Veen grabb har et volum på 17 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet. I henhold til NS-EN ISO 16665, skal grabben ha ≥ 60 % perforering i toppen. Dette for å forhindre at det blir dannet en trykkbølge foran grabben som presse vekk dyrene på overflaten. Ved denne undersøkelsen hadde grabben < 60 % perforering. For å hindre at det ble dannet en trykkbølge foran grabben, ble farten på grabben redusert før den nådde bunnen.

I 1985, 1986 og 1993 ble det benyttet en større van Veen grabb (0,2 m²), samt at det ble tatt fem grabbhugg i 1985 mot 2 i 1986 og 3 i 1993. Prøveareal var større i 1985 (1,0 m²), 1986 (0,4 m²) og 1993 (0,6 m²) sammenlignet med 1998, 2002, 2004 og 2009 (0,3 m²). Det innsamlede datamaterialet fra 1985 til 1993 er dermed ikke direkte sammenlignbart med materialet fra 1998 til 2009.

Grabbinholdet ble 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 som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skyllet på nytt i en 1mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart på Zoologisk museum, Universitetet i Bergen.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned, og krepsdyr som lever fritt på bunnen, er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). For å sammenlikne faunaen mellom de enkelte stasjonene ble det utført en cluster- og ordinasjonsanalyse (multivariat analyse). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad. Artsdiversiteten beregnes for hver prøve og samlet på stasjonene. Diversiteten brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig). Når oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997) lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

I kartet over innsamlingsområdet er bunnstasjonene markert med symboler (○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ● = dødt) for å illustrere vår oppfatning av miljøforholdene. Symbolene blir gitt på grunnlag av alle resultatene i undersøkelsen, både fra feltarbeidet og alle de ferdige analysene. Symbolene oppsummerer vårt helhetsinntrykk og bygger også på vår erfaring med slike undersøkelser.

Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. (1997). Tilstandsklassene for sikten er beregnet for perioden juni til august.

Parameter	Måle- enhet	Tilstandsklasse				
		I Bakgrunn (meget god)	II God	III Moderat (mindre god)	IV Dårlig	V Svært dårlig
Dypvann Oksygen	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Overflaten Sikt (saltholdiget >20)	m	7,5	7,6-60	60,-4,5	4,5-2,5	<2,5
Sediment Shannon-Wiener indeks('H)		>4	4-3	3-2	2-1	<1

Tabell 2.3 Vurdering av miljøtilstanden i nærsone og overgangssone ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2 (god)	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3 (dårlig)	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ²
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

2.2.4 Strandsonen

Undersøkelsene av strandsonen ble utført 3. juni 2009.

Strandsonen er voksested for en rekke alger og dyr med ulike toleranse for de fysiske forholdene i fjæren, som tørrlegging, temperatur og saltholdighet. Mange av algene og dyrene finnes derfor i bestemte soner i fjæren. I tillegg er bølgepåvirkning, bunnsstrat og tilgangen på næringssalter avgjørende faktorer for mengdefordelingen mellom de ulike dyre- og algegruppene. Økt tilførsel av næringssalter fører bl.a. til mer grønnalger i fjæren. Høye forekomster av grønnalger kan imidlertid også komme av ferskvannspåvirkning.

I den indre delen av Sævareidfjorden ble det tatt fotografi av algene og dyrene i strandsonen på seks steder (Figur 2.2). Fem av disse stedene ble fotografert i 2002. Dominerende organismer ble notert.

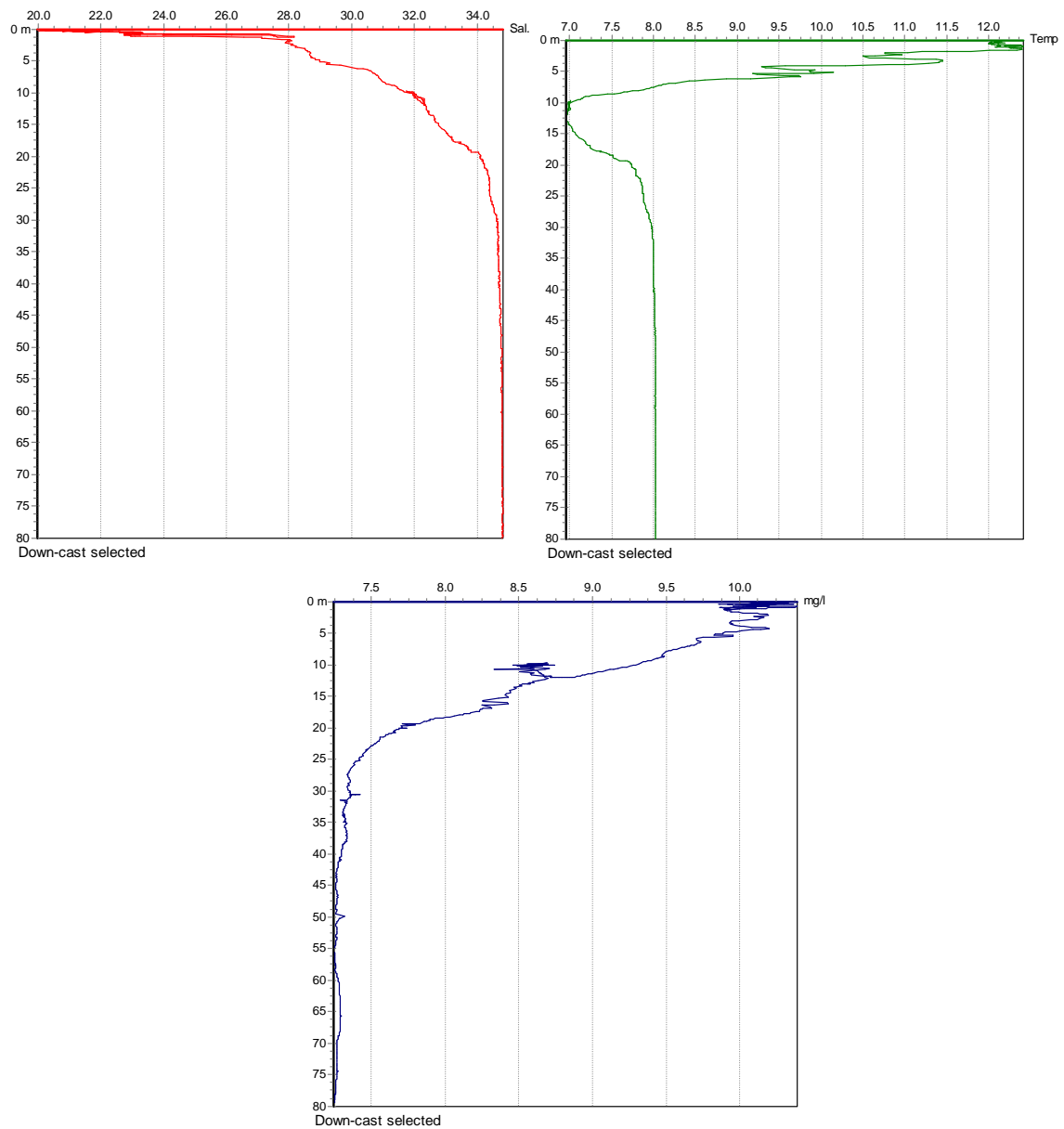
3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten ned til 80 m dyp, like over bunnen på stasjon Fu 7. Resultatene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.1. Noen historiske data er presentert i Tabell 3.2.

Tabell 3.1. Resultater fra hydrografimålingene i Sævareidfjorden den 3. juni 2009.

Stasjon Dato	Dyp	Temp. (° C)	Saltholdighet (psu)	Tetthet (σ_t)	Oksygen (mg/l)	Oksygen (ml/l)	Oks.met. (% metning)
Fu 7 3.6.2009	1	12,4	27,54	20,74	9,90	6,97	109,7
	2	10,8	27,94	21,32	10,18	7,17	109,1
	3	11,3	28,49	21,68	9,96	7,01	108,3
Sikt 3 m	5	9,9	28,98	22,30	9,88	6,96	104,4
	7	8,1	30,75	23,95	9,66	6,80	99,1
	10	7,0	31,90	25,03	9,28	6,54	93,4
	15	7,1	32,77	25,72	8,43	5,94	85,5
	20	7,7	34,10	26,70	7,73	5,44	80,3
	25	7,9	34,38	26,92	7,42	5,23	77,5
	30	8,0	34,63	27,12	7,35	5,18	77,1
	40	8,0	34,69	27,21	7,30	5,14	76,6
	50	8,0	34,76	27,31	7,32	5,15	76,9
	60	8,0	34,78	27,37	7,28	5,13	76,5
	70	8,0	34,80	27,43	7,27	5,12	76,4
	80	8,0	34,80	27,48	7,25	5,11	76,1



Figur 3.1. Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold (mg/l) fra overflaten og til 80 meter dyp på stasjon Fu 7 den 3. juni 2009.

Tabell 3.2. Saltholdighet (overflate og bunnvann) og oksygen (bunnvann) ved Fu 7, 60°11,116'N, 5°45,333'Ø, de gangene det er målt fra 1985 til 2004.

Dato	Saltholdighet i overflaten psu	Saltholdighet nær bunnen psu	Oksygen nær bunnen (ml/l)	Referanse
25. april 1985	30,3	34,7	5,86	Johannessen og Wennevik 1985
12. mai 1986	8,7	34,7	5,17	Johannessen og Stensvold 1987
4. juni 1986	24,5	34,5	4,31	Johannessen og Stensvold 1987
1. juli 1986	15,0	34,1	5,60	Johannessen og Stensvold 1987
21. august 1986	21,7	34,5	4,90	Johannessen og Stensvold 1987
29. oktober 1986	10,9	34,3	3,63	Johannessen og Stensvold 1987
4. februar 1987	26,6	34,3	5,57	Johannessen og Stensvold 1987
26. mai 1993	27,1	34,6	5,74	Botnen et al. 1994
8. juni 1998	29,5	34,6	6,71	Johannessen et al. 1999
18. mars 2002	26,5	34,2	6,08	Johansen et al. 2002
9. juli 2004	28,1	34,9	4,95	Heggøy et al. 2004
3. juni 2009	27,5	34,8	5,11	Heggøy og Johansen 2009

Temperaturen var 12 °C i overflaten og sank til 8 °C nær bunnen på stasjon Fu 7.

Saltholdigheten økte fra 27,5 i overflaten til 34,8 nær bunnen (Tabell 3.1). Ved tidligere undersøkelser har saltholdigheten i overflaten variert fra 8,7 til 30,3 og saltholdigheten i bunnvannet fra 34,1 til 34,9 (Tabell 3.2). Nedbør og ferskvannsavrenning gir et overflatelag i Sævareidfjorden med noe lavere tetthet enn de underliggende vannmassene.

Oksygeninnholdet i bunnvannet på stasjon Fu 7 den 3. juni 2009 var 5,1 ml/l og fikk tilstandsklasse I (meget god). (Tabell 3.1). Tidligere har oksygeninnholdet i bunnvannet på denne stasjonen vært 5,6-6,1 ml/l om våren (februar-april), 4,3-6,7 ml/l om sommeren (mai-juli) og 3,6-4,9 ml/l på høsten (august-oktober) (Tabell 3.2). Utskiftningen av bunnvannet, og dermed tilførselen av nytt oksygenrikt vann, synes å være god i Sævareidfjorden. Av de ti målingene som er gjort siden 1985, er det bare to målinger som har tilstandsklasse II (god) resten har tilstandsklasse I (meget god).

Siktedypet ble målt til 3 m, som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse IV (Dårlig). Det dårlige siktedypet kan komme av at våroppblomstringen enda ikke var over. Prøvene ble tatt helt i begynnelsen av den delen av året tilstandsklassene er beregnet for.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene fra 2009 er presentert i Tabell 3.3 og Figur 3.2.

Historiske data er presentert i Tabell 3.4.

Tabell 3.3. Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra fire stasjoner i Sævareidfjorden i 2009.

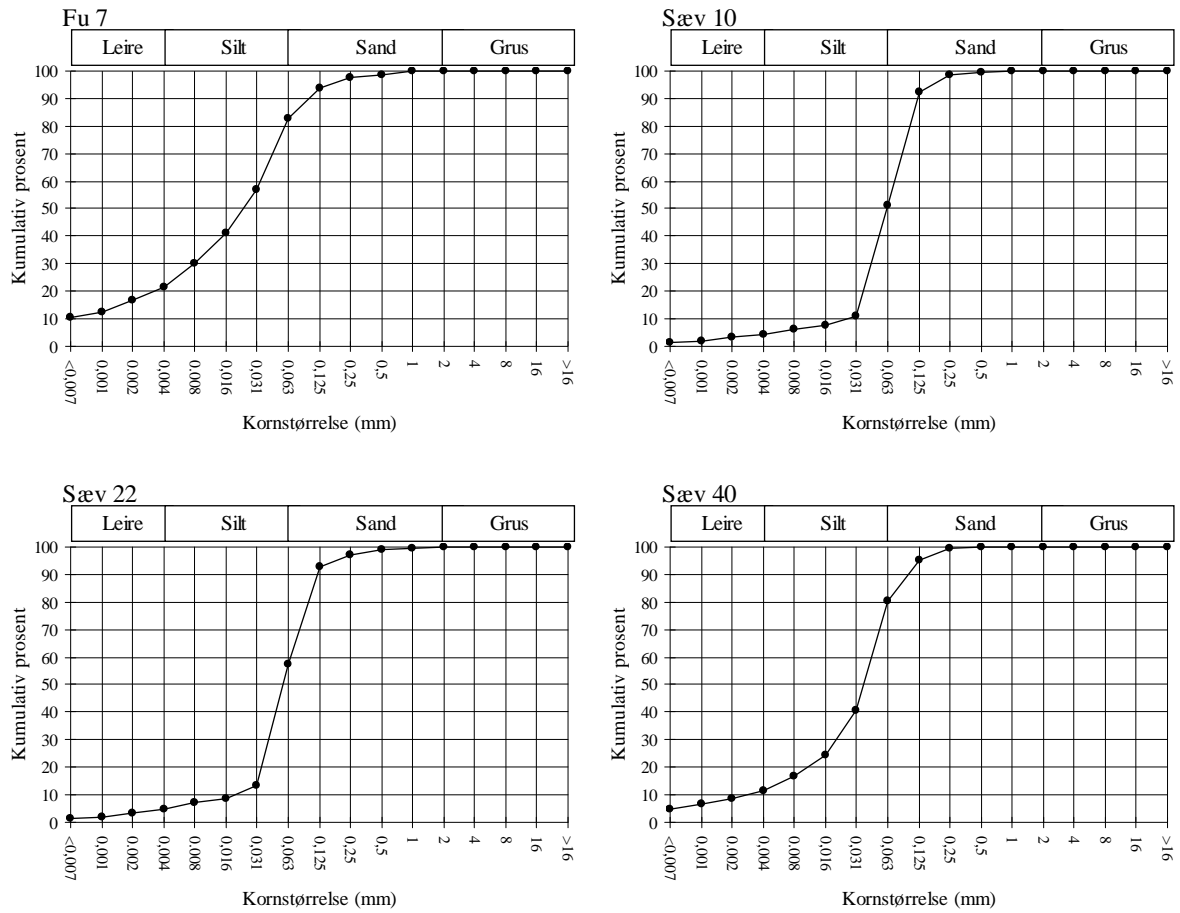
Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Fu 7	86	21,0	22	61	83	17	0
Sæv 10	41	3,3	4	47	51	49	0
Sæv 22	31	8,0	5	53	57	42	0
Sæv 40	56	15,3	11	69	80	20	0

Tabell 3.4. Oversikt over organisk innhold (% glødetap) og leire/silt-innholdet i sedimentprøver fra Sævareidfjorden i 1985-2004. Korrigerte verdier.

Stasjon	Organisk innhold (% glødetap)						Leire+Silt (%)					
	1985	1986	1993	1998	2002	2004	1985	1986	1993	1998	2002	2004
Fu 7	29,2	21,1	27,8	23,1	24,1	21,0	55	80	94	91	52	71,3
Sæv 10	-	7,4	5,5	12,1	3,8	4,4	-	54	60	69	52	52,2
Sæv 22	-	-	-	4,6	4,0	5,5	-	-	-	55	58	61,0
Sæv 40	-	-	-	-	17,3	10,3	-	-	-	-	84	56,7

Den dypeste stasjonen Fu 7 hadde et leire/silt innhold på 83 %. Etter at undersøkelsene startet i 1985, har innholdet av leire og silt variert fra 52 % (2002) til 94 % (1993) på denne stasjonen (Tabell 3.4). På Sæv 10 var leire/silt innholdet 51 % i 2009, som er på nivå med det som ble målt i 2002 og 2004 (52 %). Kornfordelingen har endret seg lite på Sæv 10 fra 1986 til 2009 (Tabell 3.4). Sedimentet på stasjon Sæv 22 inneholdt 57 % leir/silt i 2009, som er på nivå med det som er målt tidligere. På Sæv 40 inneholdt sedimentet 80 % leir/silt og 20 % sand, som er noe finere enn det som ble målt i 2004, men på nivå med det som ble målt i 2002 (Tabell 3.4).

Høyest innhold av organisk materiale ble funnet på de to dypeste stasjonene, som i 2004. Det organiske innholdet på stasjon Fu 7 var 21,0 %, som er på nivå med det som er målt tidligere. Det organiske innholdet i sedimentet på Sæv 10 var på 3,3 %. På stasjon Sæv 22 var det organiske innholdet på 8,0 %. Det ble registrert sagflis i sedimentet fra alle stasjonene. Mest var det i sedimentet fra Fu 7, hvor det også er registrert mye sagflis tidligere.



Figur 3.2. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver i Sævareidfjorden i 2009.

3.3 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.5, Figurene 3.3-3.5 og i Vedleggstabellene 1-2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i juni 2009, og sett i sammenheng med tidligere undersøkelser, også et bilde av hvordan miljøforholdene har vært over tid.

Gode miljøforhold i sjøbunnen kjennetegnes ofte ved høyt artsantall og relativt jevn fordeling av individer mellom arter. Tilførsel av store mengder organisk materiale som f.eks. fra oppdrettsanlegg (fôrrester og fiskeekskremitter) kan gi dårlige miljøforhold. Nedbrytning av organisk materiale kan føre til at sedimentet og vannet over bunnen blir oksygenfattig, eller helt uten oksygen, og det kan dannes hydrogensulfid. Uten oksygen kan det ikke leve dyr i bunnen. Svake bunnstrømmer i området vil være medvirkende til opphopning av organisk materiale. Gode strømforhold kan medvirke til spredning og raskere omsetning av organisk stoff.

Stasjon Fu 7 som ligger i det dypeste partiet (86 m) i den indre del av Sævareidfjorden, hadde 1188 individer fordelt på 43 arter (0,3 m²). Tallet på arter og individer har økt på denne stasjonen siden første undersøkelsen i 1985. Antall individer har økt mer i forhold til artsantallet, noe som har resultert i en lavere diversitet (Tabell 3.5). En av de artene som har hatt en økning i individantallet, og som trekker ned diversiteten er børstemarken *Polydora* sp. Stasjonen fikk SFT's tilstandsklasse III (God) som ved de to forgående undersøkelsene. Dette er en tilstandsklasse ned i forhold til det stasjonen fikk ved de tre første undersøkelsene. Både økningen i antall arter og økningen i forekomsten av *Polydora* sp. indikerer at tilførsel av organisk materiale stimulerer bunnfaunaen.

Tabell 3.5. Antall arter, individer, diversitet (H') og jevnhet (J) for hver stasjon. Klassifisering av miljøkvalitet i tilstandsklasser (T.kl.) ved bruk av artsdiversitet (H') (Molvær et al. 1997) OG MOM bunntilstand etter NS9410. Ved undersøkelsene i 1985, 1986 og 1993 ble det brukt en 0,2 m² grabb, mens det ble benyttet en 0,1 m² grabb ved undersøkelsene i 1998, 2002, 2004 og 2009.

Sample	Mnd. År	Hugg nr.	Prøveareal (m ²)	Antall Arter	Antall individer	Diversitet(H)	Jevnhet(J)	T.kl. (SFT)	MOM B. tilst.
Fu7	apr.1985	Sum 1-5	1,0	26	144	4,0	0,8	II	
Fu7	mai.1993	Sum 1-3	0,6	26	241	3,5	0,8	II	
Fu7	jun.1998	Sum 1-3	0,3	29	293	3,6	0,7	II	
Fu7	mar.2002	Sum 1-3	0,3	22	739	2,3	0,5	III	
Fu7	jul.2004	Sum 1-3	0,3	35	1521	2,7	0,5	III	
Fu7	jun.2009	Sum 1-3	0,3	43	1188	2,4	0,4	III	
Sæv10	jun.1986	Sum 1-2	0,4	34	500	2,9	0,6	III	
Sæv10	mai.1993	Sum 1-3	0,6	39	459	3,2	0,6	II	
Sæv10	jun.1998	Sum 1-3	0,3	41	677	3,7	0,7	II	
Sæv10	mar.2002	Sum 1-3	0,3	48	758	3,4	0,6	II	
Sæv10	jul.2004	Sum 1-3	0,3	56	877	4,3	0,7	I	
Sæv10	jun.2009	Sum 1-3	0,3	48	865	4,4	0,8	I	
Sæv22	jun.1998	Sum 1-3	0,3	57	1071	4,0	0,7	I	
Sæv22	mar.2002	Sum 1-3	0,3	59	1704	3,6	0,6	II	
Sæv22	jul.2004	Sum 1-3	0,3	38	471	4,0	0,8	I	
Sæv22	jun.2009	Sum 1-3	0,3	40	1663	3,0	0,6	II	
Sæv40	mar.2002	Sum 1-3	0,3	22	8497	0,7	0,2		3
Sæv40	jul.2004	Sum 1-3	0,3	9	12603	0,4	0,1		3
Sæv40	jun.2009	Sum 1-3	0,3	44	3378	2,9	0,5		1

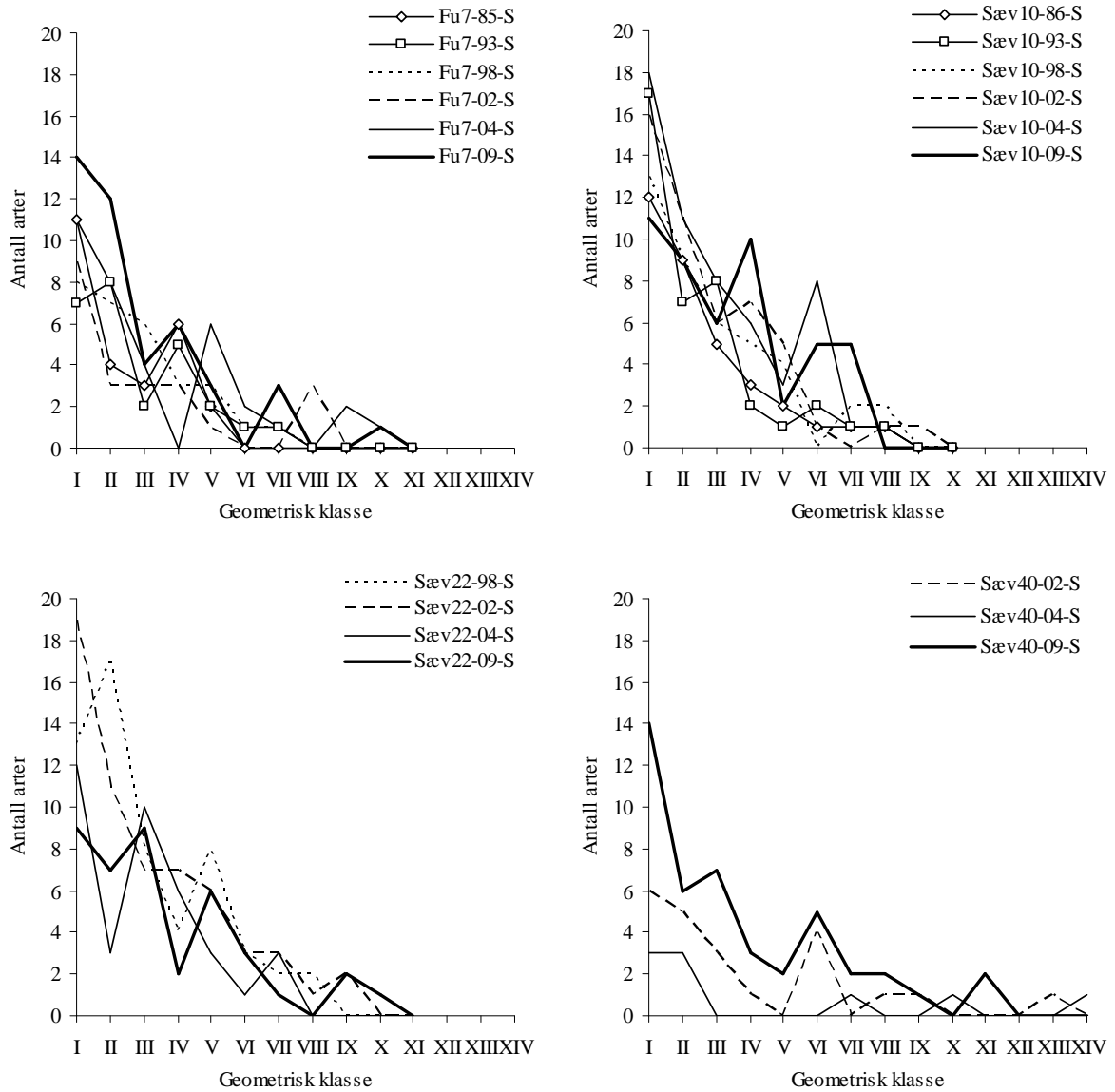
Stasjon Sæv 10 som ligger på 41 m dyp, hadde 865 individer fordelt på 48 arter i 2009.

Sammenlignet med 2004 er det små endringer og stasjonen fikk SFT's tilstandsklasse I (Meget god), som i 2004. Det har vært en økning i antall individer, antall arter og diversitet på denne stasjonen etter at undersøkelsene tok til i 1985, til tross for at et større areal av sjøbunnen ble undersøkt de første to årene (Tabell 3.5). Den mest tallrike arten i 2009 var børstemarken *Chaetozone* sp.

Stasjon Sæv 22 som ligger på 31 m dyp, hadde 1663 individer fordelt på 40 arter i 2009. Dette er en liten økning i antall arter forhold til det som ble funnet i 2004, men artsantallet er fortsatt litt lavere enn det som ble funnet i 1998 og 2002 (Tabell 3.5). Diversiteten ble beregnet til 3,0 som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse II (God). Stasjonen har tidligere vært i SFT's tilstandsklasse I (Meget god) og II (God). I 2009 ble det registrert 389 individer av børstemarken *Capitella capitata*. Dette er en art som ofte forekommer på steder med stor

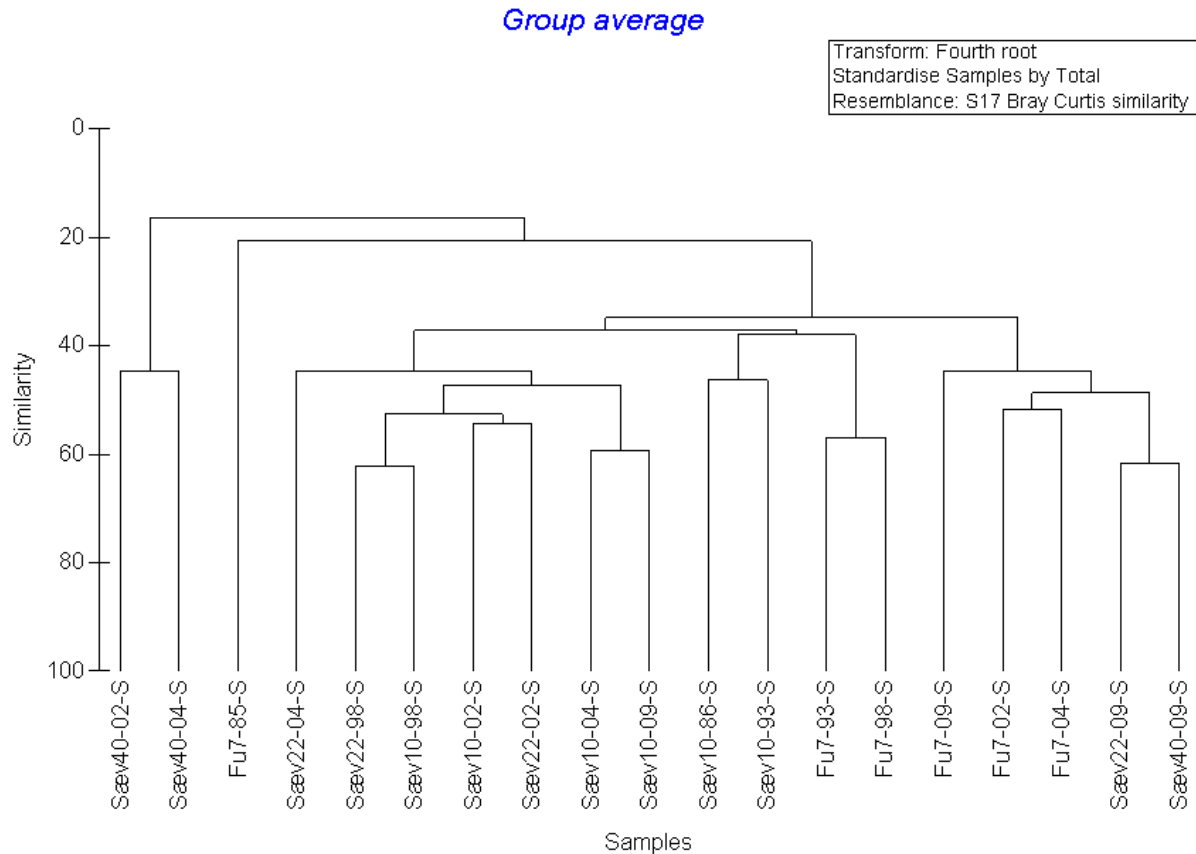
tilførsel av organisk materiale og dårlige miljøforhold. I 1998 ble denne arten ikke registrert, i 2002 ble det funnet 83 individer, mens det i 2004 ble funnet ett individ.

Stasjon Sæv 40 som ligger på 56 m dyp like ved utløpet fra A/S Sævareid Fiskeanlegg, hadde 3378 individer fordelt på 44 arter i 2009. Dette er en markert forbedring siden 2004 da det ble funnet 9 arter med tilsammen 12603. Diversiteten har gått fra 0,7 og 0,4 i henholdsvis 2002 og 2004 til 2,9 i 2009. Børstemarkene *Capitella capitata*, *Oligochaeta* indet og *Malacoceros fuliginosa* dominerte både i 2004 og 2002, og utgjorde henholdsvis 99,9 % og 97,2 % av den registrerte faunaen. Disse artene forekommer ofte på steder med stor tilførsel av organisk materiale og dårlige miljøforhold. I 2009 utgjorde de tre artene bare 42 % av alle individene. Fra 2004 til 2009 var antall individer av *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosa* redusert fra henholdsvis 11776 til 1046 og 705 til 1. Den mest tallrike slekten i 2009 var børstemarken *Polydora* sp. Denne arten er ikke registrert på denne stasjonen tidligere. Undersøkelsen i 2009 plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse III (Mindre god) mot tilstandsklasse V (Meget dårlig) i 2002 og 2004. Vurdert opp mot MOM-systemet fikk stasjonen MOM bunntilstand 3 (dårlig) i 2002 og 2004, mens stasjonen fikk MOM bunntilstand 1 (meget god) i 2009. De multivariate analysene viser også at prøvene i 2009 skiller seg klart fra i 2002 og 2004. Denne positive endringen på Sæv 40 kan med stor sannsynlighet knyttes til det nye renseanlegget som ble satt i drift i 2007.

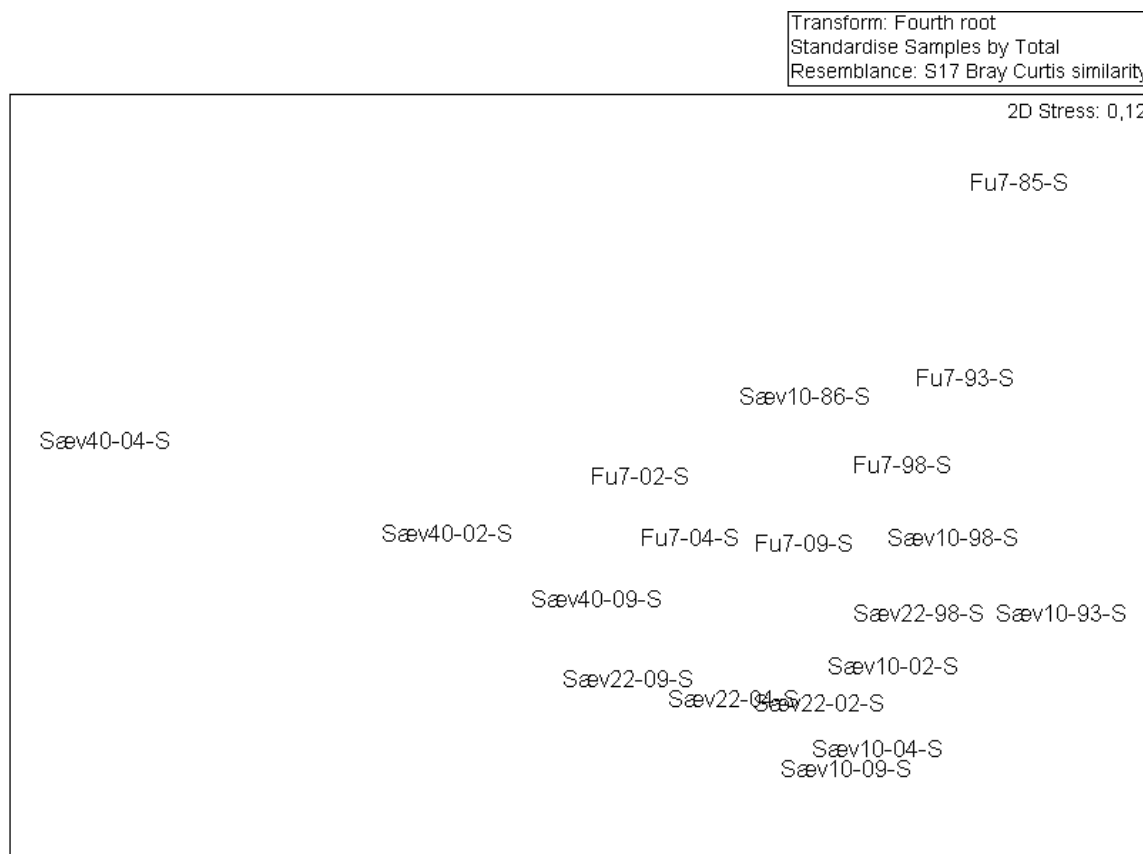


Figur 3.3. Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Sævareidfjorden. Ved undersøkelsene i 1985, 1986 og 1993 ble det brukt en 0,2 m² grabb, mens det ble benyttet en 0,1 m² grabb ved undersøkelsene i 1998, 2002, 2004 og 2009.

Resultatene fra de multivariate analysene er vist i Figurene 3.4 og 3.5. Det har vært en endring på alle de undersøkte stasjonene siden de første ble undersøkt i 1985. Som det er vist til ut fra en arts vurdering har endringen vært mot bedre forhold på Sæv 40. Endringene på Fu 7 tyder på at denne stasjonen blir stimulert av organisk tilførsel.



Figur 3.4. Clusteranalyse som viser faunalikheten mellom stasjonene i de årene de er undersøkt. I vedleggsdelen til rapporten finnes det mer informasjon om metoden. Fu7-85-S er summen av huggene fra stasjon Fu 7 i 1985 osv. Ved undersøkelsene i 1985, 1986 og 1993 ble det brukt en 0,2 m² grabb, mens det ble benyttet en 0,1 m² grabb ved undersøkelsene i 1998, 2002, 2004 og 2009.



Figur 3.5. MDS-plott som viser faunalikheten mellom stasjonene i de årene det er samlet prøver. Prøvene er merket med stasjonsnummer - årstall. Prøver som er plassert nær hverandre har mer lik fauna enn prøver som er plassert lengre fra hverandre. Stress = 0,12. I vedleggsdelen til rapporten finnes det mer informasjon om metoden. Ved undersøkelsene i 1985, 1986 og 1993 ble det brukt en 0,2 m² grabb, mens det ble benyttet en 0,1 m² grabb ved undersøkelsene ved undersøkelsene i 1998, 2002, 2004 og 2009.

3.4 Strandsonen

Det ble ikke registrert større forekomster av hurtigvoksende brun- og grønnalger langs den naturlige strandsonen (Figur 3.6). I deler av området var det, som i 2002, en smal stripe med grønnalger over tangbeltet. På steinkaien like i elvemunningen (Fotolokalitet S5) var det en del grønnalger i strandsonen, som trolig skyldes tilførselen av ferskvann. Den nye fyllingen (Fotolokalitet S6) hadde også en del grønnalger. Grønnalger er de første artene som etablerer seg på nytt substrat. En kan imidlertid forvente at de i løpet av et par år har tapt konkurransen med andre alger, og at strandsonen i steinfyllingen har de samme artene som ellers i fjorden. Det ble ikke registrert noen endringer på stasjonene hvor strandsonen var uberørt siden sist.



Figur 3.6. Strandsonen hadde et godt utviklet tangbelte, men med en liten stripe av grønnalger øverst. Foto av S3.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen utenfor A/S Sævareid Fiskeanlegg på Sævareid i Fusa kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment- og bunndyrsundersøkelser utført i juni 2009. Bunnprøvene ble tatt fra fire stasjoner og resultatene ble sammenliknet med tidligere undersøkelser fra stedet.

Sævareidfjorden har en relativt åpen forbindelse med Bjørnafjorden og utskiftningen av bunnvannet i den indre delen synes å være god. De to grunneste stasjonene inneholdt lite organisk materiale. Sedimentet på den dypeste stasjonen (Fu 7) inneholdt omlag like mye organisk materiale i 2009 som ved de tidligere undersøkelsene. På stasjonen nærmest det nye utslippet (Sæv 40), hadde det organiske innholdet i sedimentet gått litt opp sammenlignet med 2004, men var fremdeles lavere enn hva som ble målt i 2002.

Til tross for den svake økningen i organisk materiale på Sæv 40, var det en markert nedgang i antallet individ av de tre børstemarkene *Capitella capitata*, *Oligochaeta indet* og *Malacoceros fuliginosa*, som forekommer i områder med stor tilførsel av organisk materiale og dårlige miljøforhold. Stasjon Sæv 40 viser en klar forbedring av bunnforholdene og dette kan med stor sannsynlighet knyttes til det nye renseanlegget som ble satt i drift i 2007.

På den dypeste stasjonen, Fu 7, ble det registrert en fortsatt økning i antall arter. Diversiteten var imidlertid på nivå med det som er beregnet de siste tre undersøkelsene og stasjonen fikk SFT's tilstandsklasse III (Mindre god). Børstemarken *Polydora sp.* trekker ned diversitet på denne stasjonen. Tilstedeværelsen av andre arter, samt figuren med de geometriske klassene, indikerer at det har vært en bedring.

Vi mener at effektene av det nye renseanlegget er så gode at en utvidelse av konsesjonsvolumet til A/S Sævareid Fiskeanlegg kan aksepteres, men at de indre delene av Sævareidfjorden bør følges opp.

5 TAKK

Vi takker Hans Christian Utskot på *Tresco* for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok G. Vassenden og E. Heggøy. Sedimentanalysene ble utført av H. Grønning. Bunnprøvene ble sortert av N. Korableva, K. Stensland, G. Nilsen, T. Ensrud og R. Tveiten. Bunndyrene ble identifisert av P. Johannessen.

6 LITTERATUR

- Botnen HB, Tvedten ØF, Johannessen PJ. 1994. Resipientundersøkelse ved fiskeanleggene på Sævareid, Fusa kommune. *Institutt for Fiskeri- og Marinbiologi, Universitetet i Bergen*. Rapport nr. 1, 1994. 30 s.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme og A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Heggøy E, Vassenden G, Botnen HB, Johannessen P. 2004. Marinbiologisk miljøundersøkelse ved Fusa Fiskeanlegg A/S I Sævariedfjorden, Fusa kommune i 2004.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Johannessen PJ, Hagen H, Botnen HB. 1999. Miljøundersøkelse utenfor smoltanlegget på Sævareid, Fusa kommune. *IFM Rapport 4-1999*. Universitetet i Bergen. 30 s.
- Johannessen PJ, Egge JK, Wennevik V. 1985. Resipientundersøkelser i Fusa kommune. *Institutt for Marinbiologi, Universitetet i Bergen. Rapportserie: Rapp.nr. 26, 1985*. 41 s.
- Johannessen PJ, Lønning TM. 1987. Strømningsundersøkelser ved Sævareid. *Institutt for Marinbiologi, Universitetet i Bergen. Rapportserie: Rapp. nr. 64, 1987*. 11 s.
- Johannessen PJ, Stensvold AM. 1987. Resipientundersøkelse i Sævareidfjorden 1986-87, Fusa kommune. *Institutt for Marinbiologi, Universitetet i Bergen. Rapportserie: Rapp. nr. 56, 1987*. 31 s.
- Johannessen PJ, Wennevik V. 1985. Resipientundersøkelse ved Sævareid, Fusa kommune. *Institutt for Marinbiologi, Universitetet i Bergen. Rapportserie: Rapp.nr. 22, 1985*. 18 s.
- Johansen P-O, Vassenden G, Botnen HB, Johannessen P. 2002. Marinbiologisk miljøundersøkelse ved Sævareid Fiskeanlegg i Sævareidfjorden, Fusa kommune i 2002. *Institutt for Fiskeri- og Marinbiologi, Universitetet i Bergen*. Rapport nr. 8, 2002. 40 s.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning nr. 97:03*. 36 s.
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

Vedleggstabell 1. Artsliste	27
Vedleggstabell 2. De ti mest tallrike artene.....	32
Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....	36

Vedleggstabell 1. Artsliste



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): A/S Sævareid fiskeanlegg 5645 Sævareid

Prosjekt nr.: 802152

Prøvetakssted (område): Sævareidfjorden

Dato for prøvetaking: 3. juni 2009

Ansvarlig for prøvetaking (firma): UNIFOB SAM-Marin

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen

Artene er identifisert av: Per Johannessen

Metode: Materialet er framskaffet i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering til prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test 157. Undersøkelsen følger NS-EN ISO 16665 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 4 sider.

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

Signatur: 
Signaturberettiget

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Side 1/4	Stasjon Prøveinnsamlingsår Grabbhuggnummer	Fu 7	Fu 7	Fu 7	Sæv 10	Sæv 10	Sæv 10
		2009	2009	2009	2009	2009	2009
		1	2	3	1	2	3
	*HYDROZOA indet.	+				+	+
	Cerianthus lloydii				16	11	8/2
	Edwardsia sp.				30	33	19
	*NEMERTINI indet.	73	12	15	46	28	51
	*NEMATODA indet.			1	3	3	1
	POLYCHAETA						
	Aphrodita aculeata						0/1
	Polynoidae indet.	1				1	1
	Pholoe baltica	3/3	4	0/1	9/6	12/2	10/3
	Sige fusigera	2		1			
	Phyllodoce rosea		0/1				
	Eteone longa	0/1		1			
	Ophiodromus flexuosus	3/3	2	0/1		1	
	Syllidae indet.			1			
	Eunereis elitoralisis					1	
	Eunereis longissima			1	0/1		
	Glycera alba	2/1	0/5	3/3	2/1	5/3	0/1
	Glycera lapidum		1				
	Goniada maculata		0/3	0/1		1/1	
	Glyphohesione klatti					1/1	
	Lumbrineridae indet.		3				1
	Aricidea catherinae				3	4	2
	Paraonis sp.				1	15	
	Prionospio cirrifera		13			11	1
	Prionospio fallax	31/1	25	6/2	15	41/1	14
	Scolecopsis korsuni		1	2		1	
	Spio sp				1		
	Spiophanes kroeyeri			1			
	Polydora sp.	70	353	323			
	Spiochaetopterus typicus		1	1			
	Aphelochaeta sp.	1	13	2	9	15	3
	Chaetozone sp.		3	1	29	33	36
	Diplocirrus glaucus	1			3/1	4	2/1
	Scalibregma inflatum		1	1			1
	Heteromastus filiformis	8/2	5	4			
	Mediomastus fragilis				12/1	11/1	13/2
	Praxillella affinis					2/1	1
	Praxillella sp		0/1				
	Owenia borealis				43/1	11/4	23
	Myriochele oculata	9	1	2	24	15	15
	Pectinaria auricoma	1/1			1		1
	Pectinaria belgica	1		1/1			
	Pectinaria koreni				2/1	5	1
	Neoamphitrite affinis		1				
	Mugga wahrbergi						1
	Sosane sulcata				4/2	1	
	Ampharete falcata	0/1					
	Ampharete lindstroemi				2	2	1

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Side 2/4	Stasjon Prøveinnsamlingsår Grabbhuggnummer	Fu 7	Fu 7	Fu 7	Sæv 10	Sæv 10	Sæv 10
		2009	2009	2009	2009	2009	2009
		1	2	3	1	2	3
Polycirrus medusa			1	1			
Amaeana trilobata	1/1			2			
Jasmineira sp					3	11	1
Sabellidae indet.						2	
Sabellides octocirrata						1/1	1
Amphicteis gunneri							1
CRUSTACEA							
*Calanus finmarchicus		4	12	4	1	1	1
*AMPHIPODA indet.					3	9	4
*Hyperiididae indet.		1					
*Decapoda larve				1	1		
MOLLUSCA							
Philine scabra			1	1	1		4
Cylichna cylindracea					2/1	1	4
Thyasira flexuosa	13/9	41/8	31/9		45/6	38/8	
Thyasira sarsii	10/13	14/10	13/17			0/3	
Thyasira equalis	1						
Montacuta ferruginosa					1	3/1	
Mysella bidentata	1				3	7	0/1
Abra nitida	1/2	3/4	2/9				0/7
Corbula gibba	1		1			0/1	0/2
*OPHIUROIDEA indet.							
Amphipholis squamata	2/1						
Amphiura chiajei	7/3	+	2/2		1	0/1	
Amphiura filiformis	5				13	20/1	17
Ophiura carnea	1						
Spatangoida indet				0/1			
ECHINOIDEA							
Brissopsis lyrifera					2	4	2
Leptosynapta inhaerens					3	4	1
ENTEROPNEUSTA indet.							
ASCIDIACEA indet.						1	
*PISCES							
*Fiske egg		5	5	1			4
*VARIA		+	+	+	+	+	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Side 3/4	Stasjon Prøveinnsamlingsår Grabbhuggnummer	Sævn 22	Sævn 22	Sævn 22	Sævn 40	Sævn 40	Sævn 40
		2009	2009	2009	2009	2009	2009
		1	2	3	1	2	3
*PORIFERA		+		+			
*HYDROZOA indet.					+		
Cerianthus lloydii							5
*NEMERTINI indet.		2	3	2		1	
*NEMATODA indet.		50	59	50	40	45	401
POLYCHAETA							
Paramphinome jeffreysii						1	
Polynoidae indet.			1		1	3	1
Gattyana cirrosa			1	3			
Pholoe baltica		13	11/1	12/1	8	1	37/21
Pholoe assimilis		2	1	1	1		8
Phyllodoce groenlandica		4/1	0/1	1/1	3/1	3/3	3/34
Eteone longa							1
Eteone flava		1		2/1			
Nereimyra punctata					1		1
Ophiodromus flexuosus					2		1
Glycera alba		8	9/1	11/3	15/1	17	17/3
Goniada maculata					1	1	
Lumbrineridae indet.		1		2			
Naineris quadricuspida							0/5
Scoloplos armiger		1	5/6	6/1			
Protodorvillea kefersteini							16
Laonice cirrata						0/1	
Prionospio cirrifera		4	6/1	7			8
Prionospio fallax		6	6	10	21	10	17
Prionospio steenstrupii					8	8/1	17/1
Spio sp			1	3			1
Malacoceros fuliginosa							0/1
Malacoceros vulgaris		1					
Polydora sp.		137	75	300	524	432	126
Cirratulus cirratus			3	1		1	22/2
Aphelochaeta sp.		62	158	123	83	67	27
Cirriformia tentaculata				1			7
Chaetozone christi		1	0/1	1			
Chaetozone sp.		1	2			1	
Diplocirrus glaucus							0/1
Pherusa plumosa							2
Scalibregma inflatum			1				1
Capitella capitata		171	71	147	541	282	223
Mediomastus fragilis		11	3	16			7/2
Notomastus latericeus				2			
Owenia borealis		1	1	2			
Myriochele oculata			1				
Macrochaeta clavicornis							5
Pectinaria koreni		8/1	4	12/2	6	7	19
Sosane sulcata							1
Polycirrus medusa				1	1		
Jasmineira sp			2	2			1
Sabellidae indet.			1	2		1	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Side 4/4	Stasjon	Sæv 22	Sæv 22	Sæv 22	Sæv 40	Sæv 40	Sæv 40
	Prøveinnsamlingsår	2009	2009	2009	2009	2009	2009
	Grabbhuggnummer	1	2	3	1	2	3
Arenicola marina							1
OLIGOCHAETA indet.				1	32	314	15
CRUSTACEA							
*Calanus finmarchicus					8	4	2
*AMPHIPODA indet.			1	1	2	2	7
*Euphausiacea indet.						0/3	
*Meganyctiphanes norvegica					1		
*Caprellidae indet						3	
*Decapoda larve		1			1	2	
*Galathea intermedia						0/1	
*PYCNOGONIDA indet.		1					
MOLLUSCA							
Philine scabra				1/1			5/2
Mytilus edulis		0/1					
Thyasira flexuosa		9/2	0/1	14/1	2		2/1
Thyasira sarsii					129/8	50/2	10/4
Mysella bidentata		2/3	0/1	1/1	1	0/1	
Macoma calcarea		0/3	1/2	0/1			
Arctica islandica				0/3			
Abra alba		0/5					
Abra nitida		9/17	10/4	5/20	5/41	7/41	
Corbula gibba		15/11	4	15/12	0/2		
BRYOZOA							
Bryozoa skorpeformet						+	
Bryozoa grenet							+
*OPHIUROIDEA indet.							
Amphiura filiformis		+					
Spatangoida indet						0/1	
ECHINOIDEA							
Echinocardium cordatum				1			
*PISCES							
*Fiske egg		1		1	2	7	2
*VARIA		+		+	+	+	+

Vedleggstabell 2. De ti mest tallrike artene

Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøvedyp, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene i Sævareidfjorden.

Fu7-85-S	15 m	1m ²	Kum	Fu7-93-S	15 m	0,6m ²	Kum
Arter	Antall	%	(%)	Arter	Antall	%	(%)
Lysilla loveni	20	14	14	Thyasira sarsii	65	27	27
Glycera alba	19	13	27	Thyasira flexuosa	43	18	45
Spiochaetopterus typicus	15	10	38	Pholoe inornata	23	10	54
Typosyllis sp.	14	10	47	Amphiura filiformis	20	8	63
Polycirrus medusa	11	8	55	Pectinaria auricoma	14	6	68
Spiophanes kroeyeri	10	7	62	Goniada maculata	13	5	74
Amphiura filiformis	10	7	69	Amphiura chiajei	10	4	78
Lumbrineris sp.	8	6	74	Spiochaetopterus typicus	9	4	82
Aphelochaeta marioni	6	4	78	Glycera alba	8	3	85
Lucinoma borealis	6	4	83	Myriochele oculata	7	3	88

Fu7-98-S	15 m	0,3m ²	Kum	Fu7-02-S	15 m	0,3m ²	Kum
Arter	Antall	%	(%)	Arter	Antall	%	(%)
Thyasira sarsii	86	29	29	Chaetozone setosa	238	32	32
Thyasira flexuosa	51	17	47	Polydora sp.	235	32	64
Chaetozone setosa	27	9	56	Thyasira sarsii	184	25	89
Abra nitida	22	8	63	Pectinaria koreni	18	2	91
Pholoe inornata	16	5	69	Glycera alba	14	2	93
Amphiura filiformis	14	5	74	OLIGOCHAETA indet.	9	1	94
Prionospio fallax	11	4	77	Prionospio fallax	8	1	96
Lumbrineris sp.	8	3	80	Abra nitida	7	1	96
Glycera alba	7	2	83	Prionospio cirrifera	5	1	97
Scalibregma inflatum	7	2	85	Capitella capitata	5	1	98

Fu7-04-S	15 m	0,3m ²	Kum	Fu7-09-S	15 m	0,3m ²	Kum
Arter	Antall	%	(%)	Arter	Antall	%	(%)
Polydora sp.	645	42	42	Polydora sp.	746	63	63
Chaetozone sp.	275	18	60	Thyasira flexuosa	111	9	72
Thyasira sarsii	263	17	78	Thyasira sarsii	77	6	79
Abra nitida	88	6	84	Prionospio fallax	65	5	84
Thyasira flexuosa	42	3	86	Abra nitida	21	2	86
Glycera alba	35	2	89	Heteromastus filiformis	19	2	87
Pholoe baltica	24	2	90	Aphelochaeta sp.	16	1	89
Pectinaria koreni	23	2	92	Glycera alba	14	1	90
Capitella capitata	22	1	93	Amphiura chiajei	14	1	91
Prionospio fallax	19	1	94	Prionospio cirrifera	13	1	92

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Sæv10-86-S	78 m	0,4m ²	Kum
Arter	Antall	%	(%)
Capitella capitata	231	46	46
Thyasira flexuosa	88	18	64
Prionospio malmgreni	52	10	74
Chaetozone setosa	19	4	78
Heteromastus filiformis	18	4	82
Goniada maculata	13	3	84
Glycera alba	11	2	86
Pectinaria auricoma	9	2	88
Synaptidae indet.	7	1	90
Mysella bidentata	4	1	90
Macoma calcarea	4	1	91
Pholoe minuta	4	1	92
Scoloplos armiger	4	1	93

Sæv10-93-S	78 m	0,6m ²	Kum
Arter	Antall	%	(%)
Thyasira flexuosa	188	41	41
Prionospio cirrifera	66	14	55
Myriochele oculata	46	10	65
Goniada maculata	42	9	75
Glycera alba	23	5	80
Pectinaria auricoma	13	3	82
Echinocardium cordatum	8	2	84
Sabellidae indet.	7	2	86
Pholoe inornata	7	2	87
Polycirrus medusa	5	1	88
Cylichna cylindracea	5	1	89

Sæv10-98-S	78 m	0,3m ²	Kum
Arter	Antall	%	(%)
Thyasira flexuosa	141	21	21
Amphiura filiformis	131	19	40
Myriochele oculata	110	16	56
Prionospio cirrifera	77	11	68
Prionospio fallax	30	4	72
Thyasira sarsii	23	3	76
Brissopsis lyrifera	22	3	79
Lumbrineris sp.	16	2	81
Synaptidae indet.	15	2	83
Heteromastus filiformis	13	2	85
Polycirrus medusa	12	2	87

Sæv10-02-S	78 m	0,3m ²	Kum
Arter	Antall	%	(%)
Amphiura filiformis	309	41	41
Prionospio fallax	137	18	59
Thyasira flexuosa	61	8	67
Pholoe baltica	25	3	70
Prionospio cirrifera	19	3	73
Chaetozone setosa	18	2	75
Paraonis sp.	18	2	77
Synaptidae indet.	17	2	80
Pectinaria auricoma	15	2	82
Edwardsia sp.	14	2	84
Mediomastus fragilis	14	2	85

Sæv10-04-S	78 m	0,3m ²	Kum
Arter	Antall	%	(%)
Amphiura filiformis	188	21	21
Mysella bidentata	83	9	31
Sabellidae indet.	62	7	38
Thyasira flexuosa	59	7	45
Prionospio fallax	52	6	51
Ophiura affinis	52	6	57
Abra nitida	40	5	61
Edwardsia sp.	38	4	65
Prionospio cirrifera	37	4	70
Pholoe baltica	33	4	73

Sæv10-09-S	78 m	0,3m ²	Kum
Arter	Antall	%	(%)
Chaetozone sp.	98	11	11
Thyasira flexuosa	97	11	23
Edwardsia sp.	82	9	32
Owenia borealis	82	9	42
Prionospio fallax	71	8	50
Myriochele oculata	54	6	56
Amphiura filiformis	51	6	62
Pholoe baltica	42	5	67
Mediomastus fragilis	40	5	71
Cerianthus lloydii	37	4	76

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Sæv22-98-S	15 m	0,3m ²	Kum
Arter	Antall	%	(%)
Thyasira flexuosa	234	22	22
Prionospio cirrifera	230	21	43
Prionospio fallax	89	8	52
Amphiura filiformis	71	7	58
Myriochele oculata	50	5	63
Sabellidae indet.	41	4	67
Philine scabra	34	3	70
Chaetozone setosa	31	3	73
Cirratulus cirratus	28	3	75
Goniada maculata	21	2	77
Polycirrus medusa	21	2	79

Sæv22-02-S	15 m	0,3m ²	Kum
Arter	Antall	%	(%)
Prionospio fallax	507	30	30
Thyasira flexuosa	350	21	50
Prionospio cirrifera	132	8	58
Edwardsia sp.	102	6	64
Myriochele oculata	88	5	69
Capitella capitata	83	5	74
Philine scabra	61	4	78
Sabellidae indet.	60	4	81
Owenia fusiformis	41	2	84
Goniada maculata	26	2	85
Mysella bidentata	26	2	87

Sæv22-04-S	15 m	0,3m ²	Kum
Arter	Antall	%	(%)
Mediomastus fragilis	81	17	17
Thyasira flexuosa	72	15	32
Corbula gibba	66	14	46
Sabellidae indet.	47	10	56
Ophiura affinis	29	6	63
Mysella bidentata	26	6	68
Scoloplos armiger	19	4	72
Pholoe baltica	11	2	75
Pectinaria koreni	11	2	77
Prionospio fallax	10	2	79
Glycera alba	10	2	81
Phyllodoce groenlandica	10	2	83

Sæv22-09-S	15 m	0,3m ²	Kum
Arter	Antall	%	(%)
Polydora sp.	512	31	31
Capitella capitata	389	23	54
Aphelochaeta sp.	343	21	75
Abra nitida	65	4	79
Corbula gibba	57	3	82
Pholoe baltica	38	2	84
Glycera alba	32	2	86
Mediomastus fragilis	30	2	88
Thyasira flexuosa	27	2	90
Pectinaria koreni	27	2	91

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Sæv40-02-S	78 m	0,3m ²	Kum
Arter	Antall	%	(%)
Capitella capitata	7608	90	90
OLIGOCHAETA indet.	496	6	95
Malacoceros fuliginosa	158	2	97
Prionospio steenstrupii	50	1	98
Thyasira sarsii	50	1	98
Aphelochaeta sp.	48	1	99
Cirratulus cirratus	42	0	99
Ophiodromus flexuosus	13	0	100
Glycera alba	7	0	100
Pholoe baltica	4	0	100
Eumida bahusiensis	4	0	100

Sæv40-04-S	78 m	0,3m ²	Kum
Arter	Antall	%	(%)
Capitella capitata	11776	93	93
Malacoceros fuliginosa	705	6	99
OLIGOCHAETA indet.	112	1	100
Phyllodoce groenlandica	3	0	100
Thyasira sarsii	2	0	100
Naineris quadricuspida	2	0	100
Arenicola marina	1	0	100
Cirriiformia tentaculata	1	0	100
Sabella pavonina	1	0	100

Sæv40-09-S	78 m	0,3m ²	Kum
Arter	Antall	%	(%)
Polydora sp.	1082	32	32
Capitella capitata	1046	31	63
OLIGOCHAETA indet.	361	11	74
Thyasira sarsii	203	6	80
Aphelochaeta sp.	177	5	85
Abra nitida	94	3	88
Pholoe baltica	67	2	90
Glycera alba	53	2	91
Prionospio fallax	48	1	93
Phyllodoce groenlandica	47	1	94

Generell Vedleggsdel - 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 uforurenset 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 uforurensete 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.

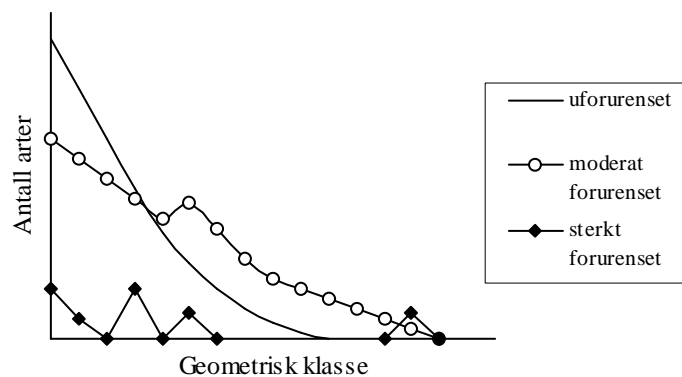
Geometriske klasser

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 og 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 og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset 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 forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper 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 uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset 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 artsrikdom (S, totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J, fordelingen av antall individer per art). Disse to komponentene er sammenfattet i Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') (Shannon og Weaver 1949):

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

der: $p_i = n_i/N$, n_i = antall individer av art i , N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede stasjoner. 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:

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

der: H' = Shannon Wiener indeks og H'_{\max} = diversitet dersom alle arter har likt individantall.

Dersom $H' = H'_{\max}$ er J maksimal og får verdien en. J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet (Rygg og Thélín 1993). Disse er revidert og gitt ut i nytt format (Molvær et al. 1997). Etter disse retningslinjene kan bunndyrprøvene 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 (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

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 og 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:

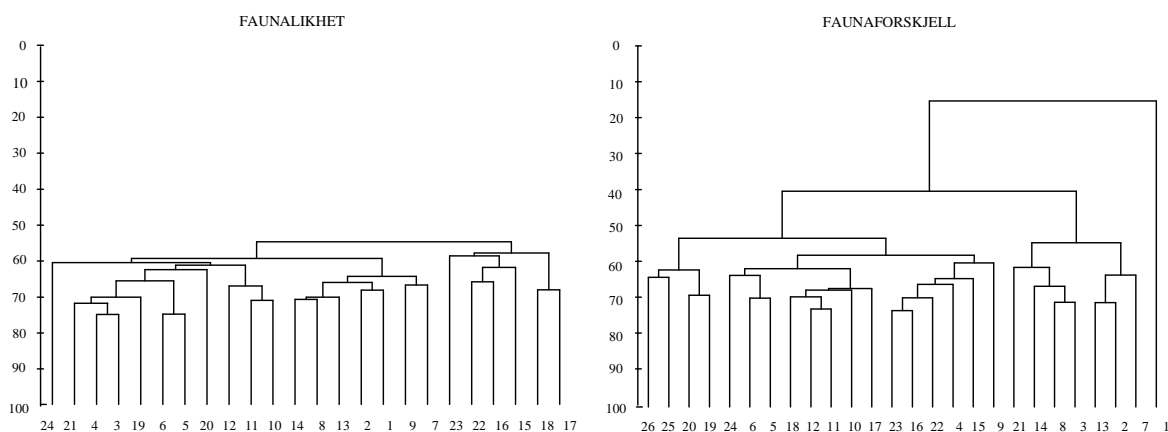
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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.

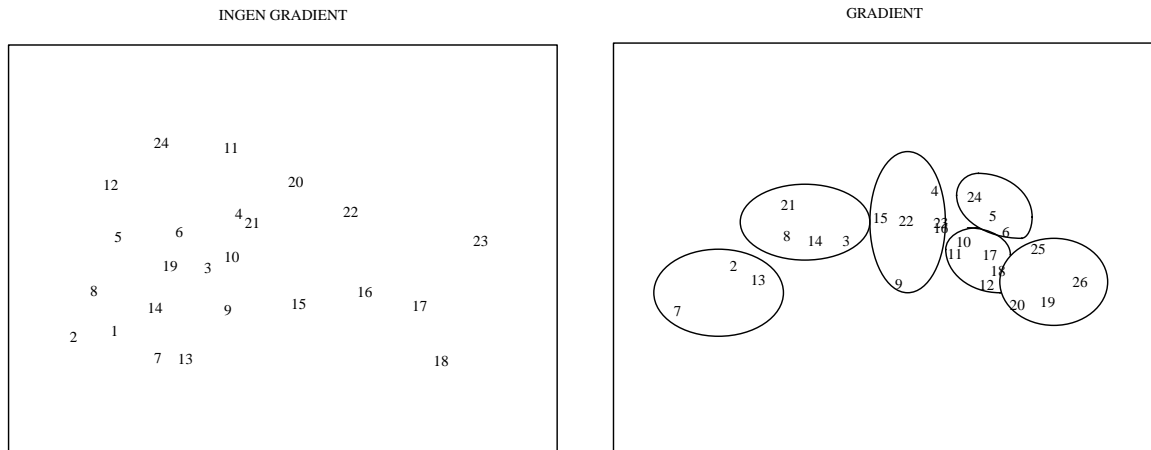
Dataprogrammer

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 “DIVERSI”. 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.



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, Thélín, 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.