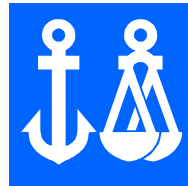


AnalyCen 



DNV

OCEANOR

TEKNISK RAPPORT

FAGRÅDET FOR YTRE OSLOFJORD

OVERVÅKING AV EUTROFITILSTANDEN I
YTRE OSLOFJORD

DELRAPPORT: BLØTBUNNSFAUNA
2001

RAPPORT NR. 2002-0362

REVISJON NR. 01



DET NORSKE VERITAS

TEKNISK RAPPORT

Dato for første utgivelse: 2002-04-24	Prosjekt nr.: 59000339	DET NORSKE VERITAS REGION NORGE AS <i>Miljørådgivning</i> Veritasveien 1, 1322 HØVIK, Norge Tel: +47 67 57 99 00 Fax: +47 67 57 99 11 http://www.dnv.com Org. No: NO 945 748 931 MVA
Godkjent av: Christian L. S. Rafn Service Area Leader	Organisasjonsenhet: HSE Management, CONNO 651	
Oppdragsgiver: Fagrådet for Ytre Oslofjord	Oppdragsgiver ref.: Bjørn Svendsen	
Sammendrag:		
<p>Fauna og sediment fra 12 stasjoner i Ytre Oslofjord ble prøvetatt og analysert i 2001. Sedimentet kan karakteriseres som relativt fint og homogent (> 90 % finstoff). Innholdet av totalt organisk karbon i sedimentet var lavt. Til sammen ble det funnet 208 arter og 10269 individer. Børstemark dominerte faunaen.</p> <p>Generelt viser sammenligning med tidligere års undersøkelser at diversitet, antall arter og antall individer er høyere i 2001 enn tidligere år.</p> <p>Multivariate analyser viser at dyp spiller en stor rolle for forskjellen i fauna mellom stasjonene.</p> <p>Generelt kan bunnfaunasamfunnet på de undersøkte stasjoner i Ytre Oslofjord betegnes som en normal fjordfauna som ikke er markert påvirket.</p>		

Rapport nr.: 2002-0362	Emnegruppe: Marin overvåkning	
Rapporttittel: Overvåking av eutrofitilstanden i Ytre Oslofjord Delrapport: Bløtbunn		
Utført av: Siri M. Bakke		
Verifisert av: Sam Arne Nøland		
Dato for denne revisjon: 24.04.2002	Rev. nr.: 01	Antall sider: 16

Indekseringstermer

Bløtbunn
Benthos
Sediment

- Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet, dvs. fri distribusjon innen DNV etter 3 år
- Strengt konfidensiell
- Fri distribusjon

<i>Innholdsfortegnelse</i>		<i>Side</i>
1	SAMMENDRAG	1
2	INNLEDNING	2
3	MATERIALE OG METODER.....	3
3.1.1	Prøvetaking og laboratorie analyser	3
3.1.2	Statistiske analyser	3
4	RESULTATER OG DISKUSJON.....	4
4.1	Sedimentkarakteristika og innhold av organisk materiale	4
4.2	Bløtbunnsfauna	5
4.2.1	Diversitet og dominans	6
4.2.2	Likhetsanalyser	12
5	KONKLUSJON.....	14
6	REFERANSER	15
	Appendiks A Statistiske analyser	
	Appendiks B Artsliste	
	Appendiks C Analyseresultater	

TEKNISK RAPPORT

FORORD

Prøvetakingen av bløtbunnsfauna og sediment ble utført av Det Norske Veritas.

Rapporten beskriver resultatene fra kjemiske/fysiske analyser og biologiske bløtbunnsanalyser av sedimenter fra 12 stasjoner i Ytre Oslofjord

Medarbeidere

Feltarbeid: Tormod Hansen – DNV
Sindre Holm – UiO
Sverre Basberg – UiO

Organisk karbon og kornstørrelse i sediment

Jordforsk Lab.

Bløtbunn

Tormod Hansen (børstemark, varia)
Siri Mordal Bakke (børstemark, varia)
Thomas Møskeland (krepsdyr)
Sam-Arne Nøland (pigghuder)
Per-Bie Wikander (bløtdyr)
Øystein Stokland (børstemark, varia)

Utarbeidelse av denne rapport:

Siri M. Bakke

Prosjektleder:

Tor Jensen

Verifikatør:

Sam Arne Nøland



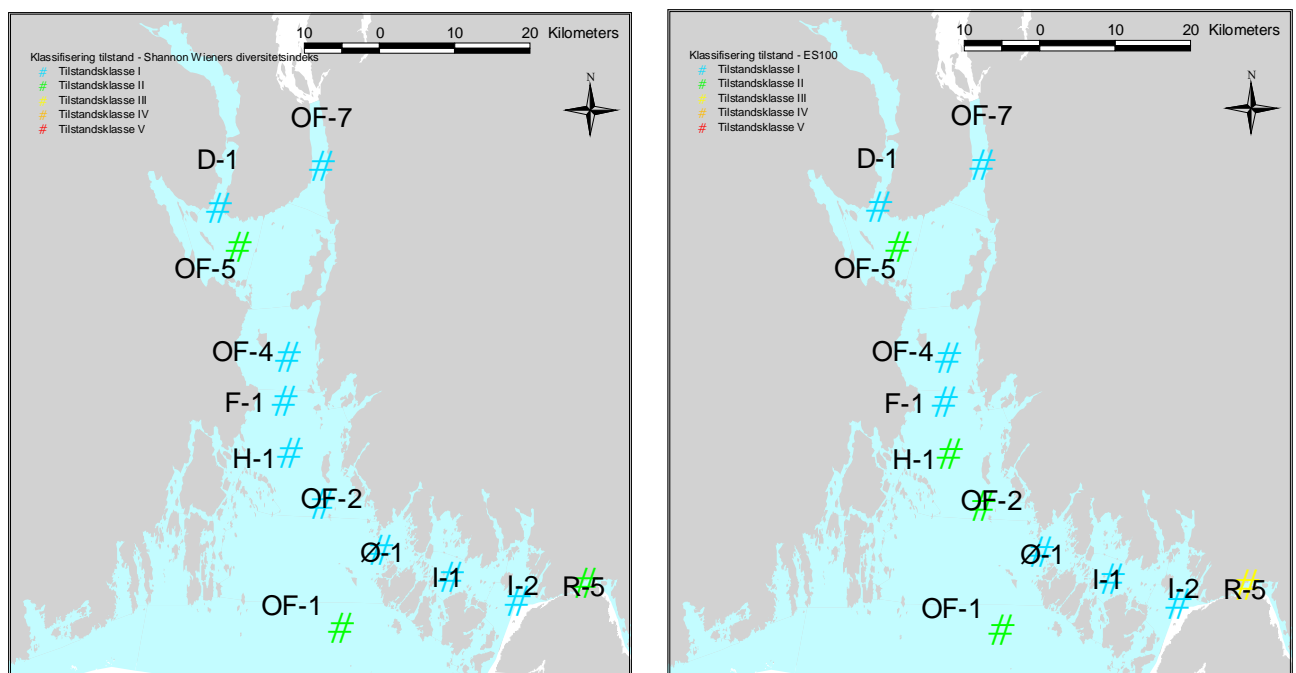
De biologiske analysene er utført ved DNVs Biolaboratorium, avd. for miljørådgivning. Biolaboratoriet er akkreditert av Norsk Akkreditering for å utføre prøvetaking av marine sedimenter og analyser av bløtbunnsfunn under akkreditering nr. P083.

TEKNISK RAPPORT

1 SAMMENDRAG

Bløtbunnsfauna og sediment fra tolv stasjoner i Ytre Oslofjord ble undersøkt i 2001. Sedimentet på alle stasjonene har en stor andel finstoff (> 90 %) og må karakteriseres som homogent og fint. Tilsammen ble det funnet 208 arter og 10269 individer. Børstemark dominerte i faunasamfunnet.

Diversitetsindeksen (H') tilsvare SFTs (97:03) tilstandsklasse I "meget god" på de fleste stasjoner med unntak av stasjon R-5 (Ringdalsfjorden), OF-1 (Torbjørnskjær) og OF-5 (Breiangen) som har diversitetsindeks (H') tilsvarende tilstandsklasse II "god".



Figur 1.1. Klassifisering av tilstanden til stasjoner på basis av Shannon Wieners diversitetsindeks (H') (figur til venstre) og ES_{100} (høyre) basert på kriterier gitt i SFT 97:03.

Sammenligningen med tidligere undersøkelser på stasjoner som er lokalisert i noenlunde samme område og dyp viser at diversitet (H'), antall arter (S) og individer (N) er høyere i 2001 enn tidligere år, selv om prøvetatt areal per stasjon i 2001 (3 grabber) er mindre enn i tidligere undersøkelser (4 grabber).

De multivariate analysene viser at dyp er en avgjørende faktor for forskjellen i fauna mellom stasjonene. De dype stasjonene midtfjords og de mer "grunne" stasjonene nær land grupperer seg i hver sin gruppe. En videre inndeling av de dype stasjonene midtfjords viser en klar geografisk inndeling fra indre til ytre deler.

Generelt må bunnfaunasamfunnet på de undersøkte stasjoner i Ytre Oslofjord betegnes som en normal fjordfauna som ikke er svekket.

2 INNLEDNING

Fagrådet for Ytre Oslofjord (FYO) og Statens Forurensningstilsyn (SFT) har sammen engasjert Det Norske Veritas (DNV) til å utføre en samordnet overvåking av eutrofitilstanden i ytre Oslofjord for år 2001. Programmet er planlagt videreført til år 2005.

Området er avgrenset av Drøbaksundet i nord og linjen mellom Kosterøyene og Jomfruland i sør og inkluderer Drammensfjorden. Overvåkingen i 2001 omfattet ikke sjøområdene i Telemark.

Bakgrunnen for overvåkingen er å få økt kunnskap om miljøtilstanden i området og forhold som påvirker denne. EUs avløpsdirektiv (1991/271/EØF) legger vekt på at tilstanden i resipienten er av stor betydning for hvilke rensekrav som skal fastsettes. Direktivet angir kriterier for klassifisering av sjøområdene (følsomme, mindre følsomme) og relevante rensekrav som skal gjennomføres innen en frist på syv år. I brev av 21.2.2001 til EFTAs overvåkingsorgan ESA har Miljøverndepartementet klassifisert områder som følsomme og mindre følsomme. Neste revisjon skal foreligge senest i løpet av 2004.

Målsetningen med overvåkingen er å:

- fremskaffe en årlig oversikt over tilførsler av næringssalter og organisk materiale fra ulike norske kilder.
- beskrive tilstanden og følge utviklingen over tid i forhold til:
 - hydrografi
 - hydrokjemi
 - algeplankton
 - bløtbunnssamfunn
 - hardbunnssamfunn
- levere informasjon og data som grunnlag for oppfølging av relevante nasjonale og internasjonale forpliktelser, utarbeide miljømål, vurdere behovet for og effekten av tiltak

Overvåkingen i 2001 er gjennomført i samarbeid med:

Oceanor:	Analyser av algeplankton, rapportering av vannkvalitet
Inter Consult Group:	Utredning av tilførsler fra norske kilder
AnalyCen:	Kjemiske analyser av vannprøver
Universitetet i Oslo:	Forskningsfartøyet F/F <i>Trygve Braarud</i>

Det er utarbeidet en samlerapport og fire delrapporter i forbindelse med overvåkingen:

DNV, 2002. Overvåking av eutrofitilstanden i ytre Oslofjord. Samlerapport – 2001.
Rapport nr.: 2002-0365.

ICG, 2001. Delrapport: Tilførsler – Kildeoversikt, for perioden 1990 - 2000. Tre datavedlegg: Nitrogen, Fosfor, Organisk materiale.

DNV, 2002. Delrapport: Vannkvalitet 2001. Rapport nr.: 2002-0363

DNV, 2002. Delrapport: Gruntvannssamfunn 2001. Rapport nr.: 2002-0364

DNV, 2002. Delrapport: Bløtbunnsfauna 2001. Rapport nr.: 2002-0362

Denne rapporten omhandler resultater fra undersøkelse av bløtbunnsfaunaen fra 12 stasjoner.

3 MATERIALE OG METODER

3.1.1 Prøvetaking og laboratorie analyser

Det ble prøvetatt fauna og sediment fra 12 stasjoner i Ytre Oslofjord, plassert fra Filtvedt og ytre deler av Drammensfjorden ut til Torbjørnskjær samt i Hvaler området og Singlefjorden. F/F *Trygve Braarud* ble brukt til prøvetaking av sedimenter og bunnfauna i perioden 26/2 til 1/3 i 2001.

Prøvetaking og biologiske analyser ble utført i henhold til akkreditert metode - "Prøvetaking av marint sediment og bløtbunnsanalyser" (Akkreditering nr. P083).

Bunnfauna ble samlet inn ved hjelp av van Veen grabb (0,1 m² overflateareal). Fra hver stasjon ble det tatt 3 replikate prøver. Hver grabbprøve ble vasket gjennom sifter med hullstørrelse 5 mm, deretter 1 mm. Restmaterialet ble overført til plastbøtter/flasker, dobbelmerket, tilsatt fargestoff (Bengalrosa) og konserveret i nøytralisert formalin for videre bearbeidelse i laboratoriet.

Det ble også tatt kjernep prøver av sediment hvor de øvre 0-5 cm ble analysert for innhold av totalt organisk karbon (TOC) og kornstørrelsesfordeling. Prøvene ble frosset i felt og transportert til analyserende laboratorium (Jordforsk).

Bunnfaunaprøvene ble vasket på 1 mm sikt i laboratoriet for å fjerne formalin og gjenværende fint sediment. Materialet ble grovsortert under lupe, og samtlige dyr plukket ut, sortert i hovedgrupper og overført til 70 % etanol. Deretter ble dyrene i størst mulig grad bestemt til art.

3.1.2 Statistiske analyser

På grunnlag av arts- og individantall er det utført statistiske analyser av prøvene for vurdering av faunasammensetning og forurensningsgrad. Metodene er beskrevet i Appendiks A.

4 RESULTATER OG DISKUSJON

4.1 Sedimentkarakteristika og innhold av organisk materiale

En visuell beskrivelse av sedimentet er gitt i tabell 4.1.

Tabell 4.1. Beskrivelse av sedimentkjerner fra Ytre Oslofjord 2001

Stasjon	Sted	Dyp	Kommentar
R-5	Ringdalsfjorden	34	0-1 cm svært mykt, >1 cm gråsort mudder
I-1	Ramsø	52	0-4 cm gråbrunt mudder, >4 cm grå leire
I-2	Singlefjorden	90	0-3,5 cm gråbrunt mudder, >3,5 cm grå leire
Ø-1	Leira	50	0-5 cm gråbrunt mudder, >5 cm grå leire
F-1	Larkollen	288	0-4 brun-gråbrun, resten grå leire
H-1	Rauø	343	0-1 lysbrun, 1-4 brunaktig, resten grå leire
D-1	Ytre Drammensfjord	85	0-3 gråbrun, resten grå leire
OF-1	Torbjørnskjær	452	0-1 cm brunlig, 1-7 gråbrun, >7 grå leire
OF-2	Missingene	358	0-3,5 cm gråbrunt mudder, >3,5 cm grå leire
OF-4	Bastø	306	0-2 brunlig, >2 grå leire
OF-5	Breiangen	199	0-2 gråbrunt, resten grå leire
OF-7	Filtvedt	200	0-5 cm gråbrunt mudder, >5 cm grå leire

Kornstørrelse og innhold av totalt organisk karbon (TOC) samt normaliserte TOC verdier i sedimentet er oppgitt i tabell 4.2. Analyserapport er gitt i Appendiks C.

Sedimentet på alle bløtbunnsstasjonene har en stor andel finstoff (> 90 %) og kan karakteriseres som homogent og fint.

Innholdet av målt TOC i sedimentet tilsvarer SFTs (97:03) tilstandsklasse I (meget god) på alle stasjoner. Før man setter tilstandsklasse skal imidlertid konsentrasjonen av totalt organisk karbon (TOC) i sedimentet standardiseres for teoretisk 100 % finstoff i henhold til formelen: Normalisert TOC = målt TOC + 18 x (1-F) hvor F er andel finstoff.

Legger man de normaliserte verdier til grunn er det kun 4 av stasjonene hvor TOC nivået tilsvarer SFTs tilstandsklasse I (stasjon I-1, OF-1, OF-2 og OF-5). 6 av stasjonene har TOC nivåer som tilsvarer tilstandsklasse II (god) (stasjon I-2, D-1, F-1, H-1, OF-4, og OF-7). Stasjon Ø-1 og R-5 har TOC verdier som tilsvarer tilstandsklasse III (mindre god). Bruken av normaliserte TOC verdier synes å være noe tvilsom, og i dette tilfellet kan sedimentet på alle de målte stasjonene betegnes som svært fint og homogent med liten forskjell i grad av finstoffinnhold. Den lille forskjellen i finstoffinnhold i sedimentet mellom stasjonene bidrar til relativt store endringer i klassifiseringsgrad. I tillegg samsvarer tilstandsklasse basert på de normaliserte TOC verdiene i liten grad med tilstandsklasse basert på fauna.

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.2. Andel finstoff (prosent) og totalt organisk karbon (mg/kg) i sedimentet.

Stasjon	Sted	Dyp i m	Korn < 63µm	TOC	Normalisert TOC	Tilstandsklasse målt TOC	Tilstandsklasse normalisert TOC
R-5	Ringdalsfjorden	34	90,2	1,6	3,4	I	III
I-1	Ramsø	52	99,9	1,8	1,8	I	I
I-2	Singlefjorden	90	96,5	1,8	2,4	I	II
Ø-1	Leira	50	92,0	1,9	3,3	I	III
F-1	Larkollen	288	98,5	1,8	2,1	I	II
H-1	Rauø	343	99,1	1,9	2,1	I	II
D-1	Ytre Drammensfjord	85	94,8	1,2	2,1	I	II
OF-1	Torbjørnskjær	452	99,2	1,6	1,7	I	I
OF-2	Missingene	358	99,3	1,7	1,8	I	I
OF-4	Bastø	306	93,7	1,3	2,4	I	II
OF-5	Breiangen	199	99,1	1,4	1,6	I	I
OF-7	Filtvedt	200	95,2	1,5	2,4	I	II

4.2 Bløtbunnsfauna

Tilsammen ble det funnet 208 arter og 10269 individer på de 12 stasjonene. Faunaen domineres av børstemark. Tabell 4.3 viser fordelingen av arter og individer på de ulike dyregruppene.

Tabell 4.3 Fordeling av arter og individer på de ulike dyregruppene.

Dyregrupper	Arter		Individer	
	Antall	%	Antall	%
Varia	15	7,2	763	7,4
Børstemark	119	57,2	5450	53,1
Krepsdyr	29	13,9	235	2,3
Bløtdyr	38	18,3	3209	31,2
Pigghuder	7	3,4	612	6,0
	208	100	10269	100

Komplett artsliste finnes i Appendiks B.

TEKNISK RAPPORT

4.2.1 Diversitet og dominans

Dyp, antall arter (S) og individer (N), Shannon wiener diversitetsindeks (H'), Jevnhet (J) og ES₁₀₀ (forventet antall arter på 100 individer) er vist i tabell 4.4. I tabell 4.5 er de ti dominante artene på hver stasjon vist.

Tabell 4.4. Dyp, antall arter (S) og individer (N), Shannon Wieners diversitetsindeks (H'), Jevnhet (J) og ES₁₀₀

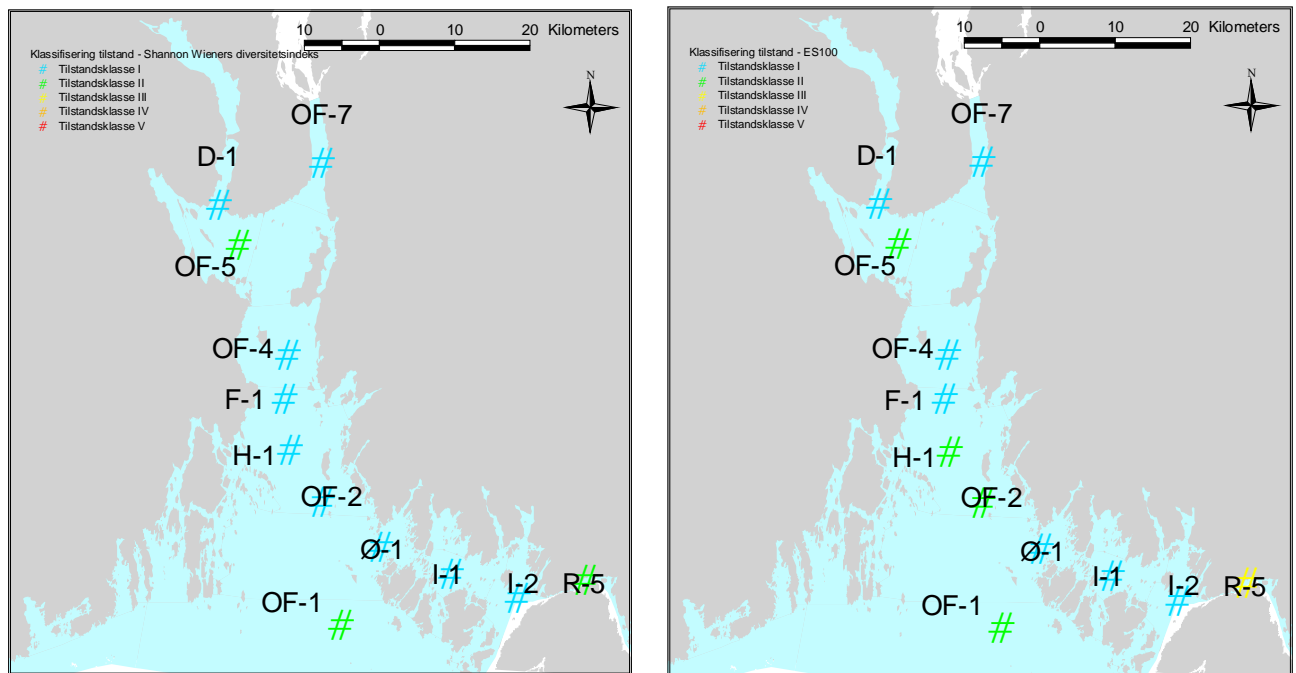
Stasjon	Sted	Dyp i m	S	N	H'	J	ES ₁₀₀	Tilstandsklasse	
								H'	ES ₁₀₀
R-5	Ringdalsfjorden	34	37	907	3,2	0,6	17,2	II	III
I-1	Ramsø	52	63	909	4,5	0,8	30,0	I	I
I-2	Singlefjorden	90	78	807	4,7	0,7	32,0	I	I
Ø-1	Leira	50	62	790	4,1	0,7	26,2	I	I
F-1	Larkollen	288	50	413	4,4	0,8	28,4	I	I
H-1	Rauø	343	49	751	4,0	0,7	22,9	I	II
D-1	Ytre Drammensfjord	85	86	981	4,6	0,7	32,4	I	I
OF-1	Torbjørnskjær	452	53	1632	3,6	0,6	18,7	II	II
OF-2	Missingene	358	44	715	4,3	0,8	24,3	I	II
OF-4	Bastø	306	65	821	4,7	0,8	31,0	I	I
OF-5	Breiangen	199	31	716	3,6	0,7	18,0	II	II
OF-7	Filtvedt	200	67	827	4,6	0,8	30,9	I	I

Antall arter per stasjon varierte fra 31 (OF-5) til 86 (D-1). Antall individer varierte fra 413 (F-1) til 1632 (OF-1). Diversitetsindeksen H' varierte fra 3,2 (R-5) til 4,7 (I-2 og OF-4). ES₁₀₀ verdien varierte fra 17 (R-5) til 32 (I-2 og D-1).

Bløtbunnsamfunnet blir vanligvis betraktet som uforstyrret når diversitetsindeksen (H') ligger over 4. Verdier mellom 3 og 4 kan tyde på en moderat påvirkning eller andre forstyrrende faktorer, mens verdier mellom 2 og 3 er unaturlig lave og tyder på en forstyrret bunnfauna. Indeksverdier under 2 tyder på en klart påvirket bunnfauna, beskrevet i Aschan og Skullerud (1990).

Diversitetsindeksen (H') tilsvarer SFTs (97:03) tilstandsklasse I "meget god" på de fleste stasjoner med unntak av stasjon R 5, OF-1 og OF-5 som har diversitetsindeks (H') tilsvarende tilstandsklasse II "god".

TEKNISK RAPPORT



Figur 4.1. Klassifisering av tilstanden til stasjoner på basis av Shannon Wieners diversitetsindeks (H') (figur til venstre) og ES_{100} (høyre) basert på kriterier gitt i SFT 97:03.

Diversitetsindeksen (H') bør ifølge Pearson & Rosenberg (1978) brukes kombinert med Pielou's jevnhetsindeks (J). Jevnhetsindeksen (varierer mellom 0-1) for faunaen på de fleste stasjoner varierer mellom 0,7 og 0,8. Stasjon OF-1 og R-5 har en jevnhetsindeks på 0,6.

På basis av ES_{100} verdien klassifiseres 7 av stasjonene i SFTs tilstandsklasse I, "meget god", som tilsvarer verdier over 26 (I-1, I-2, OF-4, OF-7, D-1, Ø-1, F-1). Fire av stasjonene kan plasseres i tilstandsklasse II, "god" (OF-1, OF-2, OF-5 og H-1), mens stasjon R5 tilsvarer tilstandsklasse III "mindre god". Generelt vil verdier under 20 indikere at bunnfaunasamfunnet er forstyrret. Legger man dette til grunn er det de samme stasjoner som i tilfellet ovenfor som peker seg ut. Verdiene basert på Hurlberts rarefaction beregninger er gitt i tabell 4.4 og varierte fra 17 (R-5) til 32 (I-2 og D-1).

Faunaen på stasjon R-5 må karakteriseres som noe påvirket. Den reduserte diversiteten på stasjon OF-1 i ytre åpne deler av Ytre Oslofjord (Torbjørnskjær – midtfjords) skyldes antageligvis andre sediment- og næringsmessige forhold ved bunnen p.g.a dypet. Stasjon OF-5 er lokalisert midtfjords i Breiangen og den noe reduserte diversiteten her kan skyldes en lett påvirkning av faunaen.

Det er nødvendig å merke seg at dette bare er indekser som viser generelle trekk i en rekke komplekse økologiske data. Det er derfor nødvendig å sammenholde dette med artssammenheng og andre faktorer som f.eks. dyp og sedimenttype på de enkelte stasjoner for å komme frem til mer riktige økologiske konklusjoner.

TEKNISK RAPPORT

Dominerende arter

De ti dominante artene utgjorde fra 63 % (OF-4) til 90 % (R-5). Den dominante arten utgjorde fra 15 % (OF-2) til 35 % (R-5), se tabell 4.5.

Generelt viser ti på topp listen en moderat til stor dominans av indikatorarter (Rygg, 1995) på flere av stasjonene. Imidlertid er det vanlig at indikatorarter dominerer faunaen i større grad i fjorder enn i åpne områder langt fra land. Dette skyldes stadig tilsig av organisk materiale og næringsalter fra land. Indikatorartene er i stand til å utnytte ressursene bedre enn andre arter og er ofte mer tolerante overfor oksygensvikt etc. og vil derfor dominere faunaen i kystområder.

Stasjon R-5 skiller seg ut med en stor andel særlig utpregede indikatorarter for organisk belastning (*Chaetozone setosa* og *Thyasira sarsii*) som utgjør 56 % av det totale individantallet på stasjonen. Stasjon R-5 er en forholdsvis grunn stasjon (34 m) lokalisert nær land i Ringdalsfjorden i Singlefjordområdet.

Stasjon D-1 i ytre deler av Drammensfjorden og I-2 i Singlefjorden, som begge ligger i områder markert påvirket av tilførsler fra land, skiller seg også ut med en forholdsvis stor andel (hhv. 35% og 30%) av særlig utpregede indikatorarter (*Heteromastus filiformis* og *Nemertea spp.* på stasjon D-1 og *H. filiformis* og *C. setosa* på stasjon I-2). Stasjon D-1 og I-2 har imidlertid høye diversitetsindekser (4,6 og 4,7), noe som viser et høyt mangfold i bunnfaunaen til tross for dominansen av indikatorarter.

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.5. De ti dominante artene på hver stasjon.

I-1	Antall	%	Cum.%	I-2	Antall	%	Cum.%
Maldane sarsi	176	19,36	19,36	Heteromastus filiformis	138	17,10	17,10
Amphiura filiformis	106	11,66	31,02	Chaetozone setosa	99	12,27	29,37
Melinna cristata	102	11,22	42,24	Spiophanes kroyeri	77	9,54	38,91
Thyasira equalis	57	6,27	48,51	Terebellides stroemi	66	8,18	47,09
Polycirrus norvegicus	46	5,06	53,57	Levinsenia gracilis	38	4,71	51,80
Amphiura chiajei	32	3,52	57,09	Thyasira equalis	37	4,58	56,38
Heteromastus filiformis	31	3,41	60,50	Nemertea spp.	30	3,72	60,10
Levinsenia gracilis	28	3,08	63,58	Prionospio cirrifer	30	3,72	63,82
Scionella lornensis	26	2,86	66,44	Glycera alba	23	2,85	66,67
Chaetozone setosa	23	2,53	68,97	Prionospio steenstrupi	21	2,60	69,27
OF-4	Antall	%	Cum.%	OF-5	Antall	%	Cum.%
Nucula tumidula	138	16,81	16,81	Levinsenia gracilis	128	17,88	17,88
Thyasira equalis	86	10,48	27,29	Thyasira equalis	124	17,32	35,20
Paramphinome jeffreysii	63	7,67	34,96	Nemertea spp.	104	14,53	49,73
Edwardsia sp.	49	5,97	40,93	Thyasira sarsii	86	12,01	61,74
Spiophanes kroyeri	35	4,26	45,19	Nuculoma tenuis	75	10,47	72,21
Nemertea spp.	33	4,02	49,21	Edwardsia sp. juv	39	5,45	77,66
Thyasira obsoleta	32	3,90	53,11	Abra nitida	27	3,77	81,43
Onchnesoma steenstrupi	31	3,78	56,89	Prionospio cirrifer	25	3,49	84,92
Myriochele oculata	27	3,29	60,18	Caulerella spp.	14	1,96	86,88
Terebellides stroemi	26	3,17	63,35	Paramphinome jeffreysii	13	1,82	88,70
OF-7	Antall	%	Cum.%	D-1	Antall	%	Cum.%
Thyasira equalis	162	19,59	19,59	Heteromastus filiformis	253	25,79	25,79
Abra nitida	128	15,48	35,07	Nemertea spp.	93	9,48	35,27
Prionospio cirrifer	58	7,01	42,08	Prionospio cirrifer	71	7,24	42,51
Nemertea spp.	44	5,32	47,40	Nucula sulcata	69	7,03	49,54
Heteromastus filiformis	31	3,75	51,15	Thyasira equalis	59	6,01	55,55
Chaetozone setosa	30	3,63	54,78	Diplocirrus glaucus	38	3,87	59,42
Nuculoma tenuis	29	3,51	58,29	Terebellides stroemi	30	3,06	62,48
Edwardsia sp. juv	24	2,90	61,19	Prionospio fallax	29	2,96	65,44
Thyasira pygmaea	23	2,78	63,97	Maldane sarsi	26	2,65	68,09
Thyasira sarsii	22	2,66	66,63	Chaetozone setosa	24	2,45	70,54
Ø-1	Antall	%	Cum.%	H-1	Antall	%	Cum.%
Amphiura filiformis	231	29,24	29,24	Paramphinome jeffreysii	134	17,84	17,84
Amphiura chiajei	104	13,16	42,40	Tharyx sp.	114	15,18	33,02
Pholoe inornata	67	8,48	50,88	Thyasira equalis	104	13,85	46,87
Prionospio cirrifer	46	5,82	56,70	Nucula tumidula	83	11,05	57,92
Mysella bidentata	46	5,82	62,52	Ceratocephale loveni	49	6,52	64,44
Nemertea spp.	33	4,18	66,70	Neoleanira tetragona	30	3,99	68,43
Prionospio fallax	26	3,29	69,99	Echiura spp.	26	3,46	71,89
Abyssoninoe hibernica	25	3,16	73,15	Paradoneis lyra	26	3,46	75,35
Ophiuroidea spp. juv	17	2,15	75,30	Golfingia spp.	21	2,80	78,15
Labidoplax buskii	15	1,90	77,20	Prionospio cirrifer	20	2,66	80,81
OF-1	Antall	%	Cum.%	OF-2	Antall	%	Cum.%
Thyasira equalis	354	21,69	21,69	Tharyx sp.	107	14,97	14,97
Abra nitida	289	17,71	39,40	Thyasira sarsii	101	14,13	29,10
Tharyx sp.	281	17,22	56,62	Thyasira equalis	62	8,67	37,77
Nuculoma tenuis	199	12,19	68,81	Paramphinome jeffreysii	54	7,55	45,32
Paramphinome jeffreysii	109	6,68	75,49	Paradoneis lyra	48	6,71	52,03
Thyasira sarsii	64	3,92	79,41	Nucula tumidula	44	6,15	58,18
Paradoneis lyra	39	2,39	81,80	Ceratocephale loveni	35	4,90	63,08
Heteromastus filiformis	32	1,96	83,76	Neoleanira tetragona	29	4,06	67,14
Ophelina cylindricaudata	28	1,72	85,48	Prionospio cirrifer	28	3,92	71,06
Myriochele oculata	26	1,59	87,07	Nemertea spp.	21	2,94	74,00
R-5	Antall	%	Cum.%	F-1	Antall	%	Cum.%
Chaetozone setosa	321	35,39	35,39	Thyasira equalis	76	18,40	18,40
Thyasira sarsii	183	20,18	55,57	Tharyx sp.	61	14,77	33,17
Anobothrus gracilis	113	12,46	68,03	Paradoneis lyra	39	9,44	42,61
Prionospio cirrifer	56	6,17	74,20	Abra nitida	23	5,57	48,18
Polydora sp.	44	4,85	79,05	Nemertea spp.	21	5,08	53,26
Prionospio fallax	36	3,97	83,02	Nucula tumidula	21	5,08	58,34
Glycera alba	27	2,98	86,00	Sagitta sp.	18	4,36	62,70
Ophiodromus flexuosus	13	1,43	87,43	Prionospio cirrifer	16	3,87	66,57
Ampharete lindstroemi	10	1,10	88,53	Neoleanira tetragona	15	3,63	70,20
Euchone incolor	10	1,10	89,63	Paramphinome jeffreysii	14	3,39	73,59

TEKNISK RAPPORT

Sammenligning med tidligere års undersøkelser

Data fra undersøkelsen utført av DNV i 2001 er sammenlignet med data fra tidligere undersøkelser (NIVA, 1990; NIVA, 1996; NIVA, 2000; NIVA, 2001 og UiO, 1995). Sammenligningen er gjort på parametrene diversitet (H'), antall arter (S) og antall individer (N) på stasjoner som er lokalisert i noenlunde samme område og dyp, se oversikt i tabell 4.6. Det gjøres oppmerksom på at data fra 2001 er summen av 3 grabber (areal 0,3 m²) som sammenlignes med summen av 4 grabber (areal 0,4 m²) prøvetatt tidligere år, med unntak av bløtbunnsstasjonene D-6 og D-17 i Singlefjorden hvor det ble tatt kun to grabber i 1994 (NIVA, 1996). Tross dette er både antall arter og antall individer generelt høyere i 2001 undersøkelsen enn tidligere undersøkelser, se tabell 4.6 og figur 4.2 og 4.3.

Tabell 4.6. Oversikt over parametrene dyp, diversitet, antall arter og individer på stasjoner undersøkt i 2001 og på tidligere undersøkte sammenlignbare stasjoner. Årstall for undersøkelse av sammenlignbare stasjoner er gitt i parentes bak stasjonsbetegnelse.

DNV Stasjon	Dyp i m	H'	S	N	NIVA/UIO Stasjon*	Dyp* i m	H'*	S*	N*
D-1	85	4,6	86	981					
I-1	52	4,5	63	909	D-6 (1994)	51	4,2	52	859
I-2	90	4,7	78	807	D-17 (1994)	94	3,5	56	815
OF-5	199	3,6	31	716	10 (1989)	190	3,8	33	204
OF-7	200	4,6	67	827	LM-4 (1993)	203	4,1	45	402
OF-4	306	4,7	65	821	18 (1989)	223	3,9	38	245
F-1	288	4,4	50	413					
H-1	343	4	49	751	24 (1989)	306	4,3	41	373
OF-2	358	4,3	44	715	26 (1989)	355	3,7	37	530
OF-1	452	3,6	53	1632	A460 (1999)	452	3	47	1269
Ø-1	50	4,1	62	790	28 (1989)	32	3	47	1430
R-5	34	3,2	37	907					

* Tidligere undersøkte stasjoner lokalisert i samme område som stasjoner undersøkt i 2001.

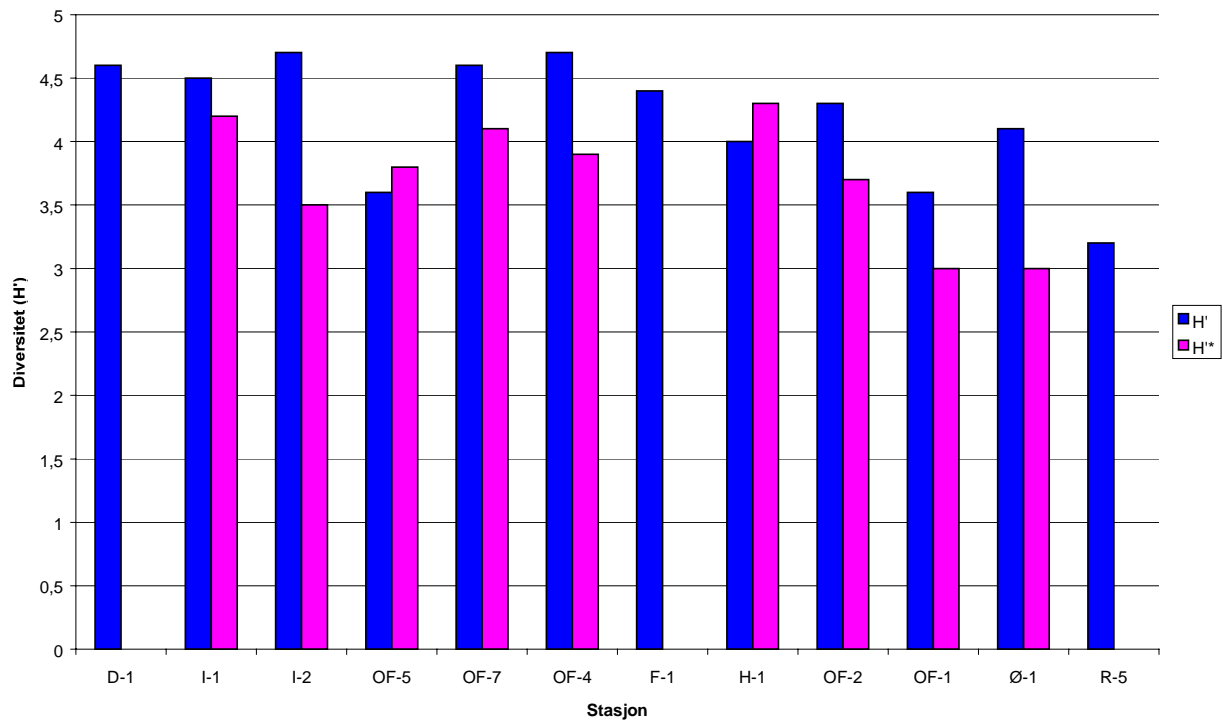
Diversiteten er generelt høyere i 2001 enn tidligere år, med unntak av områdene ved stasjon H-1 og OF-5 hvor diversiteten har gått noe ned siden forrige undersøkelse.

I områdene ved stasjon I-1 (Ramsø), I-2 (Singlefjorden) og Ø-1 (Leira), hvor det i denne undersøkelsen ble funnet et friskt bunndyrsamfunn med høye diversitetsindekser (hhv. 4,5, 4,7 og 4,1) har det i tidligere undersøkelser i 1980 og 1990 vært et forstyrret bunndyrsamfunn på disse stasjonene (NIVA, 1996).

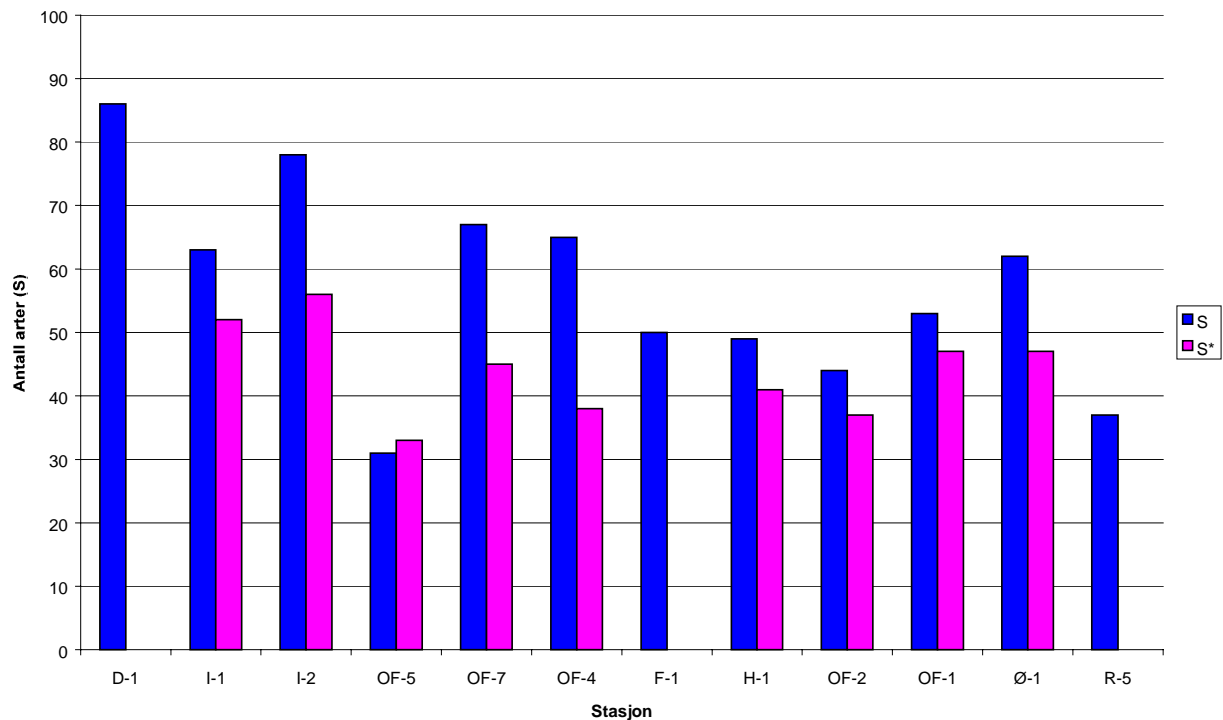
I 1994 var tilstanden på stasjon D6 (tilsvarende I-1, 2001) og D17 (tilsvarende I-2, 2001) god (NIVA -1996). Imidlertid utførte NIVA i år 2000 eutrofirelaterte dyp- og overflateobservasjoner (NIVA, 2001) i Hvaler og Singlefjorden og fant så lave oksygenivå i området ved stasjon I-1 (Ramsø (tidligere L-8)) og I-2 (Singlefjorden (tidligere S-9)) at bunndyrsfaunaen var antatt ødelagt.

I området ved stasjon Ø-1 (Leira) var diversiteten den samme i 2001 som i 1989.

TEKNISK RAPPORT

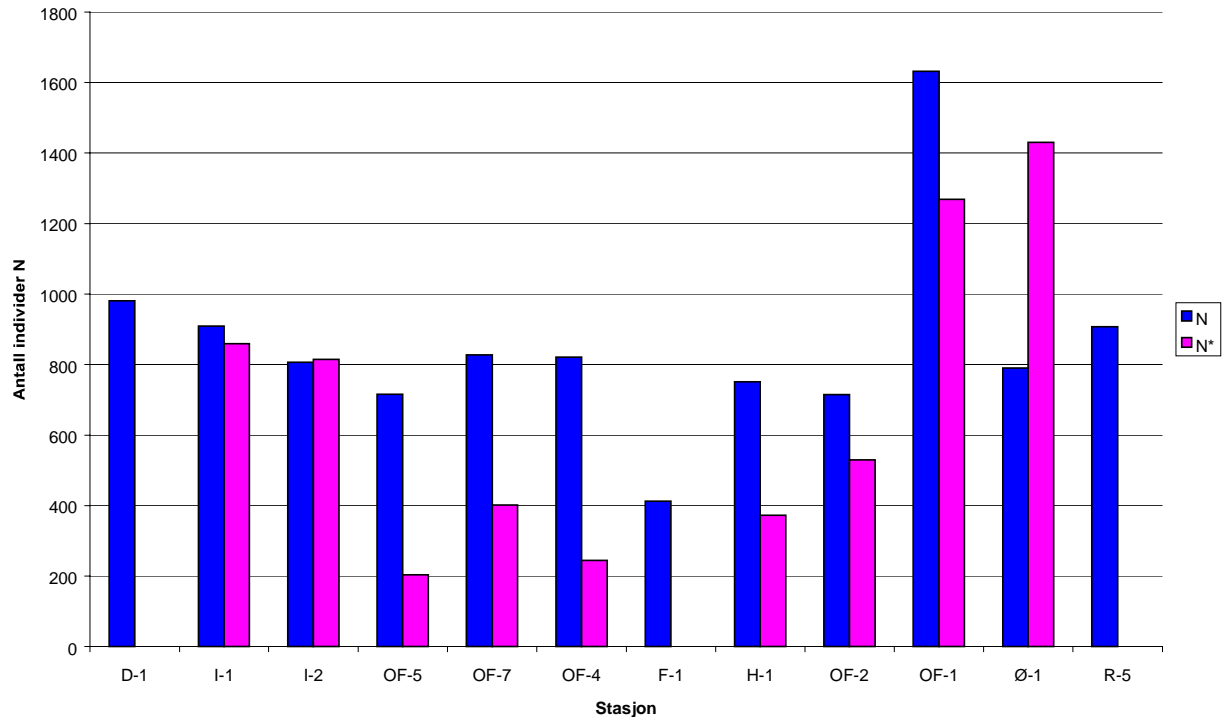


Figur 4.1. Oversikt endring i diversitet (H') mellom tidligere undersøkelser (lilla) og siste undersøkelse i 2001 (blå), se tabell 4.6 for detaljer.



Figur 4.2. Oversikt over antall arter (S) funnet i tidligere undersøkelser (lilla) og siste undersøkelse i 2001 (blå), se tabell 4.6 for detaljer.

TEKNISK RAPPORT



Figur 4.3. Oversikt over antall individer (N) funnet i tidligere undersøkelser (lilla) og siste undersøkelse i 2001 (blå), se tabell 4.6 for detaljer.

4.2.2 Likhetsanalyser

Likhetsanalyser (klassifikasjon og ordinasjon) er benyttet til å gruppere stasjoner etter grad av faunalikhet. Ved klassifikasjon og ordinasjon beregnes først likheten mellom hver stasjon og alle andre stasjoner. Resultatet sammenstilles i en tabell som benyttes i de videre analyser. Resultatene fra klassifikasjons- og ordinasjonsanalysen presenteres i dendrogram og MDS plott (figur 4.4 og 4.5). Disse viser at stasjonene deler seg inn i 2 hovedgrupper ved ca. 30 % likhet, mens stasjon R-5 ikke inngår i noen grupper. Gruppe 1 kan videre inndeles i 2 undergrupper a og b ved ca 50 % likhet.

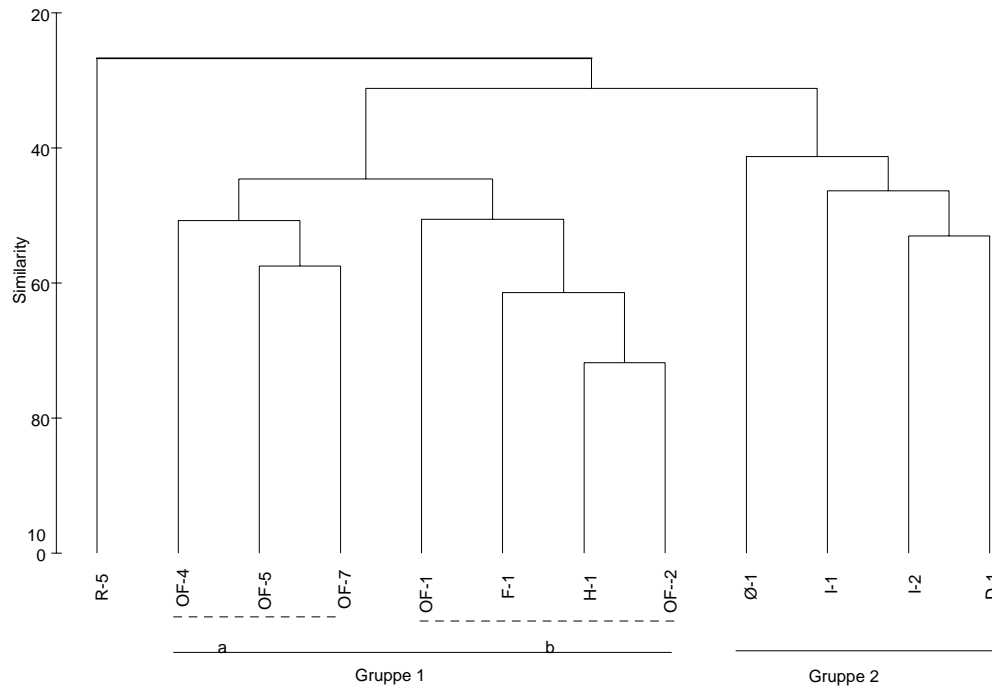
Gruppe 1: a) OF-4, OF- 5 og OF-7 - dypet varierer fra 199 m – 306 m.

b) F-1, H-1, OF-1, OF-2 – dypet varierer fra 288 m – 452 m.

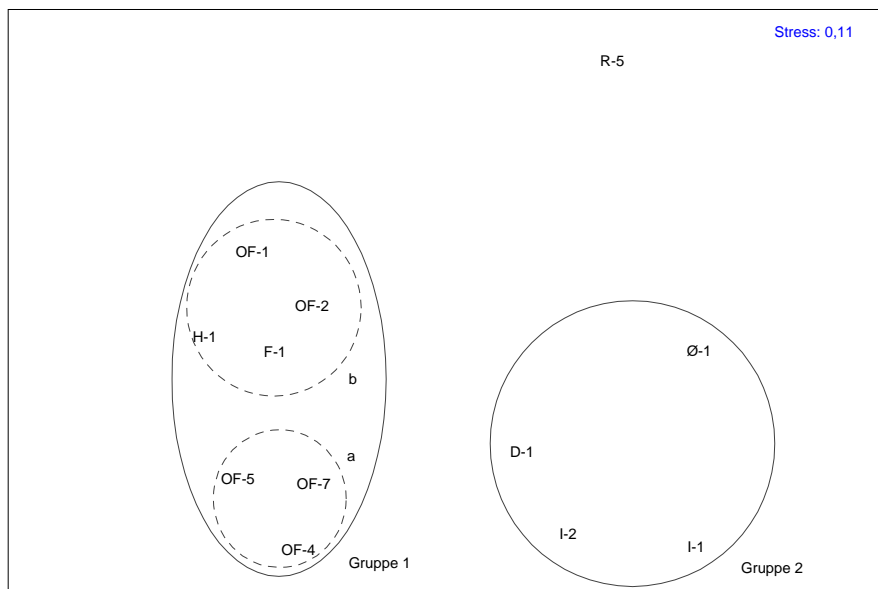
Gruppe 2: I-1, I-2, D-1, Ø-1 – dypet varierer fra 50 m – 90 m.

Undergruppe 1a består av stasjoner i de dype bassengene i de indre deler av Ytre Oslofjord, mens undergruppe 1b består av stasjoner fra bassengene i midtre og ytre deler. Stasjonene i gruppe 2 er lokalisert i lokale resipienter nær land og er de grunneste stasjonene i området.

TEKNISK RAPPORT



Figur 4.4 Dendrogram Ytre Oslofjord 2001.



Figur 4.5. MDS plott Ytre Oslofjord 2001.

TEKNISK RAPPORT

Simperanalysen viser at stasjon R-5 skiller seg fra de øvrige med et stort antall av indikatorartene for organisk belastning *C. setosa* og *Thyasira sarsii* i faunaen i forhold til stasjonene i gruppe 1 og 2.

Gruppe 1 og 2 skiller seg fra hverandre bl.a fordi stasjonene i gruppe 2 (grunne stasjoner nær land) har et relativt stort antall av pigghuden *Amphiura filiformis* og børstemarken *H. filiformis*, mens disse finnes i liten grad i faunaen til stasjonene i gruppe 1.

Gruppe 1 skiller seg ut med et større antall av børstemarken *Paramphinome jeffreysii*. *P. jeffreysii* er som *C. setosa*, *H. filiformis* og *T. sarsii* karakterisert som særlig utsagnskraftig indikator av Rygg (1995). Imidlertid er ikke *P. jeffreysii*, i motsetning til de øvrige, karakterisert som indikatorart i andre arbeider (Pearson & Rosenberg, 1978). *P. jeffreysii* har en dybdeutbredelse fra 10 - 5000 m. og trives på leire- og sandbunn (Kirkegaard, 1992).

Undergruppe a og b i gruppe 1 skiller seg fra hverandre bl.a p.g.a. et større antall av børstemarken *Tharyx sp.* i undergruppe b og et større antall av børstemarken *L. gracilis* i undergruppe a. *Tharyx sp.* er karakterisert som indikatorarter, mens *L. gracilis* kan betegnes som en nøytral art i følge Rygg (1995).

Bnioenvanalyse som sammenligner miljøfaktorer med faunadataene viser en høy korrelasjon (0,8) mellom fauna og dyp. Dette viser at dyp er en viktig parameter for faunasammensetningen i Ytre Oslofjord.

5 KONKLUSJON

Generelt kan bunnfaunaen på de undersøkte stasjoner i Ytre Oslofjord betegnes som en normal fjordfauna uten markert påvirkning. Diversiteten (artsmangfoldet) på stasjonene tilsvarende SFTs tilstandsklasse I (meget god), med unntak av stasjon R-5 (Ringdalsfjorden), OF-1 (Hvalerbassenget) og OF-5 (Breidangen). Disse har en diversitet tilsvarende tilstandsklasse II (god). Diversitetsindekser og multivariate analyser tyder på en lett forstyrret fauna spesielt på stasjon R-5, men også på stasjonene OF-1 og OF-5. Stasjon R-5 er en grunn stasjon inne i Ringdalsfjorden som er påvirket av tilførsler fra Haldenvassdraget. Stasjonen er preget av mye algeplankton. Stasjon OF-1 er en dyp stasjon (452 m) lokalisert i Hvalerdypet og den reduserte diversiteten her kan skyldes andre sediment- og næringsmessige forhold ved bunnen p.g.a dypet. Stasjon OF-5 er lokalisert i Breiangenbassenget og er også relativt dyp (199 m). Breiangen er påvirket av tilførsler fra Drammenselva og den noe reduserte diversiteten kan skyldes en lett belastning.

Generelt er diversiteten i 2001 høyere enn tidligere år på sammenlignbare stasjoner. I området ved stasjon H-1 (Rauø) og OF-5 (Breiangen) har diversiteten i faunaen gått litt ned, men tilstandsklassen er den samme (god).

De multivariate analysene viser at dyp er en avgjørende faktor for forskjellen i fauna mellom stasjonene. De dype stasjonene midtfjords og de mer "grunne" stasjonene nær land grupperer seg i hver sin gruppe med innbyrdes høy likhet. En videre inndeling av de dype stasjonene midtfjords viser en klar geografisk inndeling fra indre til ytre deler.

6 REFERANSER

Bray, J.R. & J.T. Curtis 1957: An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27: 325-349.

Gray, J.S. & F.B. Mirza 1979: A possible method for the detection of pollution –induced change in benthic communities. *Mar. Poll. Bull.* 10: 142-146.

Gray, J.S. & Pearson, T.H. 1982: Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. I. Comparative methodology. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol. 9: 111-119.

Kirkegaard, J.B. 1992: Havbørsteorme. I. Errantia. Danmarks fauna. Dansk naturhistorisk forening. Bd. 83.

Kruskal, J.B. & M. Wish. 1978: Multidimensional scaling. Sage Publishers. California. 93s.

Lance, G. N. & W.T. Williams, 1967: A general theory of classificatory sorting strategies. II. Clustering systems. -*Computer Jour.* 10: 271-277.

NIVA 1990: Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord 1989. Hovedrapport 427/90.

NIVA 1996: Overvåking av Hvaler-Singlefjorden og munningen av Iddefjorden 1990-1994. Bløtbunnsfauna 1994. Rapport 659/96.

NIVA 2000: Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Bløtbunn datarapport 1999. Rapport 789/00.

NIVA 2001: Overvåking av Ytre Oslofjord. Delprosjekt nr. 2 Overvåking av Hvaler og Singlefjorden i 2000. Rapport lnr. 4367-2001.

Pearson, T.H. & Rosenberg, R., 1978: Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, Vol. 16: 229-311.

Rygg, B. 1995: Indikatorarter for miljøtilstand på marin bløtbunn. Klassifisering av 73 arter/taksa. En ny indeks for miljøtilstand, basert på innslag av tolerante og ømfintlige arter på lokaliteten. NIVA.

SFT 97:03, 1997: Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

TEKNISK RAPPORT

Sokal, R.R. & Rolf, F. J. 1969-1981: Biometry: The principles and practice of statistics in biological research 776 s. W.H. Freeman, San Fransisco.

Stevenson, W. 1973: Proc. R. Soc. Qd, 84:73-86.

Universitetet i Oslo, Biologisk institutt, 1995: Overvåking av forurensnings-situasjonen i Indre Oslofjord. Undersøkelser av bløtbunnsfauna 1993. Statlig program for forurensningsovervåkning. Rapport 622/95.

Warwick, R.M., Clarke, K. R. & Suharsono, 1990: A statistical analysis of coral community responses to the 1982-3 El Niño in Thousand Island. Indonesia. Coral Reefs. Vol. 8: 171-179.

- o0o -

APPENDIKS

A

STATISTISKE ANALYSER

STATISTISKE ANALYSER

DIVERSITET OG JEVNHET

Diversitetsindekser er vanlig brukt som forsøk på å integrere kompleksiteten i et samfunn ned til et enkelt mål som bl.a. kan brukes til å overvåke forandringer som skyldes forurensningspåvirkning. Ideen er at samfunn med høy diversitet er mindre påvirket av forurensning enn samfunn med lav diversitet. Høy diversitet tyder på at samfunnet er i likevekt.

Redusert diversitet kan oppstå på grunn av kjemiske eller fysiske forandringer i miljøet. Diversiteten er imidlertid også påvirket av faktorer som predasjon og konkurranse, og vil variere sesongmessige med rekruttering. Alle disse faktorene må tas med ved vurdering av indeksverdien.

De fleste diversitetsmål tar hensyn både til antall arter og til individenes fordeling mellom artene. Høyt artsantall og en jevn fordeling av individene mellom artene gir høy diversitet, mens lavt artsantall og individmessig dominans av noen få arter reduserer indeksverdien.

Det finnes en rekke forskjellige metoder til å beregne diversitet som alle tolker faunasammensetningen på noe forskjellig måte. Det er derfor vanlig å benytte flere diversitetsmål i samme undersøkelse.

I denne undersøkelsen er det brukt to anerkjente og vanlige metoder til å beregne bunnfaunaens diversitet; Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') og ES_{100} indeksen basert på Sanders "rarefaction" metode.

Shannon-Wieners diversitetsindeks

Shannon-Wieners diversitetsindeks er beregnet etter formelen:

$$H = - \sum_i^S p_i \log_2 p_i$$

hvor $p_i = n_i/N$, og n_i = antall individer av i 'te art, N = totalt antall individer og S = totalt antall arter. Indeksen er sensitiv også for sjeldne arter. Samfunnet blir vanligvis betraktet som upåvirket av forurensning og i likevekt når indeksverdien ligger over 4,0.

ES_{100}

Antall arter i en "rarefaction" kurve representert med 100 individer (dvs. forventet antall arter i en prøve på 100 individer, kalt ES_{100}), brukes som et standardisert diversitetsmål. Generelt vil ES_{100} verdier under 20 indikere at bunnfaunasamfunnet er forstyrret.

Jevnhet

Sammen med Shannon-Wieners diversitetsindeks er det også vanlig å beregne jevnhet. Jevnhet gir informasjon om bunndyrsamfunnet er dominert av noen få arter eller om individene er jevnere fordelt mellom artene.

Jevnhet er beregnet etter formelen:

$$J = H'/H_{\max} = H'/\log_2 S$$

hvor H' er Shannon-Wieners diversitetsindeks og S er totalt antall arter. Verdien for jevnhet varierer mellom 0-1. Lav verdi viser at samfunnet er dominert av få arter noe som er vanlig ved påvirkning av forurensning.

LIKHETSANALYSER

Likhetsanalyser (klassifikasjon og ordinasjon) er benyttet til å gruppere stasjoner etter grad av likhet i faunasammensetning. Likhetsanalyser er nyttige fordi de gir en objektiv oversikt over tendenser i komplekse biologiske data. Likhetsanalyser gir også mulighet til å studere sammenheng mellom faunagrupper og andre målte parametre som dyp, sedimentets kornstørrelsesfordeling, og innhold av f.eks. hydrokarboner og metaller. Dette gir muligheter til å kunne påvise eventuelle effekter av forurensning.

Multivariate analyser er mer velegnet enn univariat statistikk til å overvåke biologiske samfunn. Metodene er mer sensitive og mye mer av dataene ekstraheres slik at skadelige effekter kan påvises på et tidlig tidspunkt (Warwick & Clarke, 1991 og 1992). I følge Stevenson (1973) er likhetsanalyser den eneste objektive metode til å skille mellom små forskjeller i flerartssamfunn.

Faunalikhet mellom stasjoner ble undersøkt ved å beregne Bray-Curtis likhetsindeks, som er vanlig brukt i analyser av bunnfauna:

$$d = \frac{\sum_{i=1}^s |x_{1j} - x_{2j}|}{\sum_{i=1}^s (x_{1j} + x_{2j})}$$

hvor x_{1j} og x_{2j} er antall individer av art j på stasjon 1 og 2, og S er antall arter. d er ulikhetsindeksen mellom stasjon 1 og 2 summert for alle artene. d varierer mellom 0 og 1.

Verdier nær 1 vil si at stasjonene er meget ulike med få eller ingen felles arter. Indeksen er et mål for likhet mellom hver av stasjonene i undersøkelsen og resultatene fremkommer som en likhetsmatrise.

Klassifikasjon

Hierarchical agglomerative clustering (Lance & Williams, 1967).

Ved klassifikasjon foretas en trinnvis sortering av likhetsmatrisen. Her er brukt "group average sorting" som er en hierarkisk grupperingsteknikk som grupperer stasjoner etter gjennomsnittlig likhet mellom stasjonene. Resultatet fremkommer som et dendrogram hvor stasjonene er sortert trinnvis fra x-aksen og oppover. Jo lavere ned i dendrogrammet stasjonene sammenføres (horisontale linjer) jo likere er de i faunasammensetning.

Ordinasjon

Non metric multidimensional scaling, MDS (Kruskal & Wish, 1978).

Utgangspunktet er likhetsmatrisen, basert på fauna mellom stasjonene. Ordinasjonen grupperer stasjonene på et annet matematisk grunnlag enn klassifikasjonen. Ordinasjonen avhenger bare av likhetsgraden i trekant matrisen. MDS tilstreber å konstruere et "kart" over stasjonene i et gitt antall dimensjoner, i dette tilfellet todimensjonalt. Likheten mellom stasjonene vises ved avstanden mellom dem i "kartet". Liten avstand mellom punktene (stasjonene) angir stor grad av likhet, mens stor avstand angir liten grad av likhet mellom stasjonene. Når grupperingen i de to metodene stemmer overens tyder dette på at inndelingen er reell.

Simper

En analyse som viser hvilke arter som i hovedsak er ansvarlig for grupperingene av stasjonene i klassifikasjons- og ordinasjonsanalysene (Warwick et. al., 1990).

Bioenv

Metode hvor likhetsmatrisene til biotiske og abiotiske data lenkes sammen for å finne den optimale sammensetning av miljøfaktorer (abiotiske data) som "best forklarer" biota strukturen. Følgende trinnvise prosedyre følges:

Likhetsmatrisen for biota konstrueres bare en gang, men den ekvivalente trekant matrise for de abiotiske data utregnes mange ganger, for alle mulige kombinasjoner av miljøfaktorer.

"Harmonic rank correlation for the weighted Spearman Coefficient" ($\rho\omega$) mellom biota matrisen og de abiotiske trekant matrisene kalkuleres for hvert tilfelle.

$\rho\omega$ vil nå et maksimum for noen kombinasjoner av faktorene. Maksimum ρ på hvert nivå vil vanligvis øke monotonisk når antall faktorer øker opp til den optimale kombinasjonen og så avta monotonisk når flere faktorer legges til. Dette gjør den optimale kombinasjonen til et naturlig sett av best forklarende faktorer til det biotiske mønsteret .

0,8 betraktes som en optimal verdi for $\rho\omega$.

Transformasjon: Ved bruk av Bray-Curtis likhetsindeks er transformasjon av data anbefalt for å unngå at dominerende arter blir tillagt for stor vekt. Før beregning av Bray-Curtis indeks ble derfor datamatriksen transformert ved å benytte kvadratrottransformasjon.

Miljøfaktorene ble transformert før bioenv analysen. Log10 transformasjon ble utført på dyp, mens prosentverdiene ble arcsin transformert ($\arcsin \sqrt{p}$) hvor p er prosenten eller forholdstallet.

Arcsin transformasjon strekker ut begge halene i en distribusjon av prosenter eller proporsjoner og presser sammen midtpartiet (Sokal & Rolf, 1981).

Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research (PRIMER) ble brukt til de multivariate analysene.

- o0o -

APPENDIKS

B ARTSLISTE

- o0o -

APPENDIKS

C

ANALYSERESULTATER

- o0o -