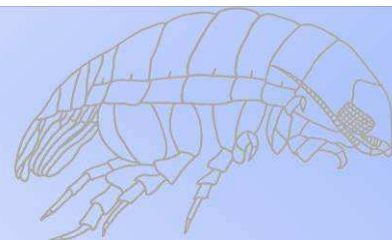


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni miljø



e-Rapport nr. 12-2013



Marinbiologisk miljøundersøkelse ved AS Sævareid Fiskeanlegg Fusa kommune, 2012

Tone Vassdal
Per-Otto Johansen
Ragni Torvanger
Tom Alvestad




uni Research
SAM-marin

Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen

	SAM-Marin	
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25		Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: Marinbiologisk miljøundersøkelse ved AS Sævareid Fiskeanlegg Fusa kommune, 2012	Dato: 19.4.2013 Antall sider og bilag: 52
Forfatter(e): Tone Vassdal, Per-Otto Johansen, Ragni Torvanger og Tom Alvestad	Prosjektleder: Tone Vassdal Prosjektnummer: 806942

Oppdragsgiver: Sævareid Fiskeanlegg as	Tilgjengelighet: Åpen
--	-----------------------

Abstract: On assignment from Sævareid Fiskeanlegg, SAM-marin investigated the marine environment at Sævareid in 2012. The aim of this investigation was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna and hydrographical data of the sea water. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority.

The oxygen content in the bottom sea water was satisfactorily high. The content of organic matter expressed as volatile total solids in the sediment was highest in the deepest part of the basin and at the same level as during the last investigation in 2009. The content of copper in the sediment was high at two stations, probably due to bedrock drilling near the fresh water lakes. The soft bottom benthic fauna had increased number of individuals at all stations and reduced diversity at three stations compared to 2009.

Keywords: Resipient Hydrograp Fish farm Benthos Sediment Pollutants	Emneord: Resipient Hydrografi Oppdrett Bunndyr Sediment Miljøgifter	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 12-2013
--	--	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	19.4.2013	<i>Per Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	19.4.2013	<i>Tone Vassdal</i>

SAM-Marin er en del av Uni Research AS, og er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, gløderest, korfordeling, taksonomisk analyse og faglige vurdering og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til kjemi analyser, samlet av: SAM-marin

Litoralundersøkelse utført av: Tom Alvestad

Sortering av sediment utført av: SAM-marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per Johannessen

Rapportering utført av: SAM-marin

Glødetapsanalyser utført av: -

Kornfordelingsanalyser utført av: SAM-marin

Ikke akkreditert:

Glødetap utført av SAM-marin

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Leid fartøy med båtfører Sindre Helland

Kjemiske analyser utført av: eurofins akkrediteringsnummer Test003

Akkreditert: Metaller og TOC

Ikke akkreditert: -

Andre: -

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.2.1 Hydrografi	8
2.2.2 Sediment	9
2.2.3 Kjemiske analyser	9
2.2.4 Bunndyr	10
2.2.5 Strandsonen	13
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment	17
3.3 Kjemiske analyser	19
3.4 Bunndyr	20
3.5 Strandsonen	28
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	29
5 TAKK	31
6 LITTERATUR	32
7 VEDLEGG	33
Generell vedleggsdel.....	34
Vedleggstabell 1. Artsliste.....	42
Vedleggstabell 2. De ti mest tallrike artene.....	47
Vedleggstabell 3. Analysebevis.....	51

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse i Sævareidfjorden i Fusa kommune. Undersøkelsen er gjort etter oppdrag fra AS Sævareid Fiskeanlegg.

AS Sævareid Fiskeanlegg har i dag et konsesjonsvolum på 10 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 1996 ble det installert et filtersystem som renses en delstrøm fra slampotter i de største karene. I 2001 ble utslippsledningene forlenget med 54 m slik at disse kommer ut på ca. 17 meters dybde. I 2007 ble det bygget en ny filterkum med seks trommelfiltre. Alt avløpsvannet i hovedkanalen går gjennom disse filtrene. Filterdukene har lysåpning på 500 µm og filtrene har en kapasitet på 360.000 liter vann per minutt. I 2010 tok anlegget i bruk en ny produksjonshall. I forbindelse med byggingen av denne hallen ble det også etablert en ny gren på avløpskanalen. I 2011 ble det montert en filteroppsats for kontroll av filtereffektiviteten av partikler (fôrrester, fekalier og annet) i vannet før og etter trommelfiltrene. Målingene fra denne filteroppsatsen viste i 2011 at omlag 86% av utslippet ble filtrert bort. Høsten og vinteren 2012 har det blitt gjennomført en oppgradering av avløpene fra klekkeriene. I dag er det slik at alt avløpsvannet på anlegget blir filtrert. Mesteparten av avløpsvannet blir ledet ut hovedavløpet, mens for klekkeriene renses vannet i egne filtre og spylevannet blir ledet i til hovedavløpet.

Sævareid settefisk arbeider med å oppgradere slambehandlingssystemet hvor det gamle bygget vil bli revet og det vil bli satt opp en ny og større hall. Hensikten med en større sedimentasjonstank er å gjøre forholdene i tanken roligere, slik at partiklene sedimenterer bedre enn i dag. Det er også planer om å lede spylevannet fra klekkeriene direkte opp i sedimentasjonstanken og å rense overløpet fra sedimentasjonstanken med et filter med finmasket duk.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet rundt utslippet fra AS 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 AS Sævareid Fiskeanlegg.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot KLIF tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007), Vanndirektivets indekser (Direktorats gruppa Vanndirektivet 2009) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard 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 2009 viste en forbedring på Sæv 40 fra 2006 til 2009 og fra svært gode til moderate forhold på de øvrige stasjonene (Heggøy og Johansen 2009). Resultatene fra miljøundersøkelsen i 2012 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 Undersøkellesområdet

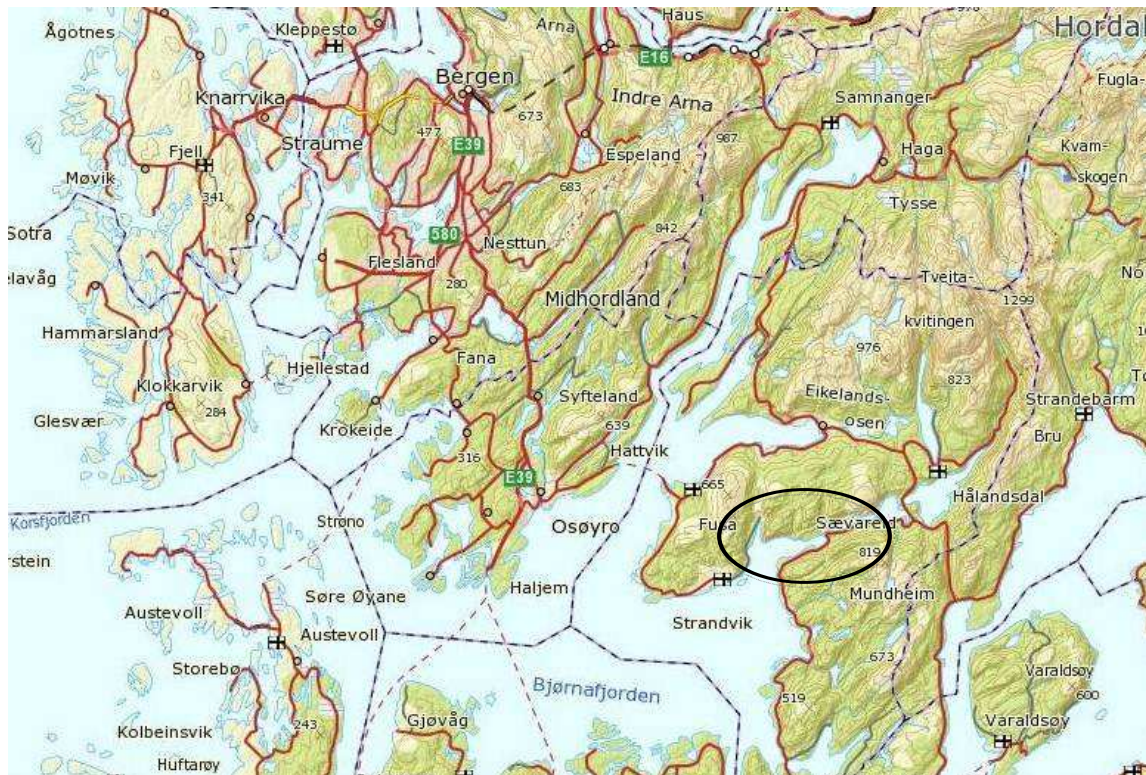
Undersøkellesområdet ligger i den innerste delen av Sævareidfjorden (Figur 2.1-2.3). Det indre bassenget har et maksimaldyp på ca. 85 m og et terskeldyp på ca. 50 m. Den ytre delen av Sævareidfjorden har et relativt åpent og dypt utløp til Bjørnafjorden.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

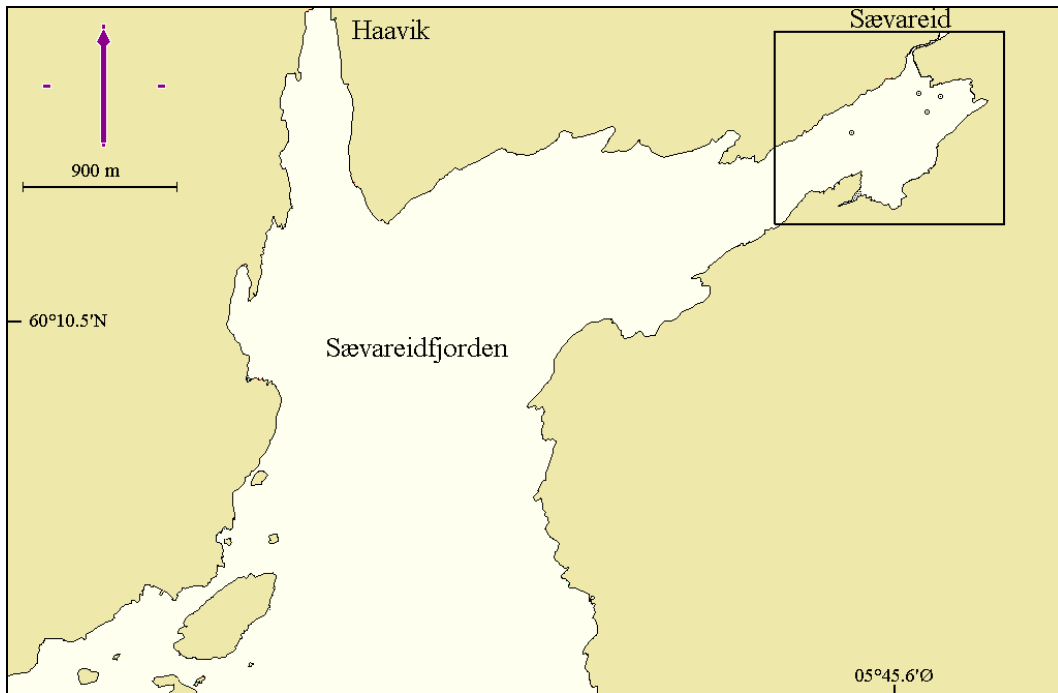
Prøveinnsamlingene ble foretatt 18.09-2012. Det ble tatt tre bunnprøver fra fire stasjoner (Fu 7, Sæv 10, Sæv 22 og Sæv 40) i den indre delen av Sævareidfjorden (Figur 2.2 og 2.3).

Undersøkelsen ble gjennomført av Stian Kvalø og Tom Alvestad fra SAM-Marin. Båtfører var Sindre Helland. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.

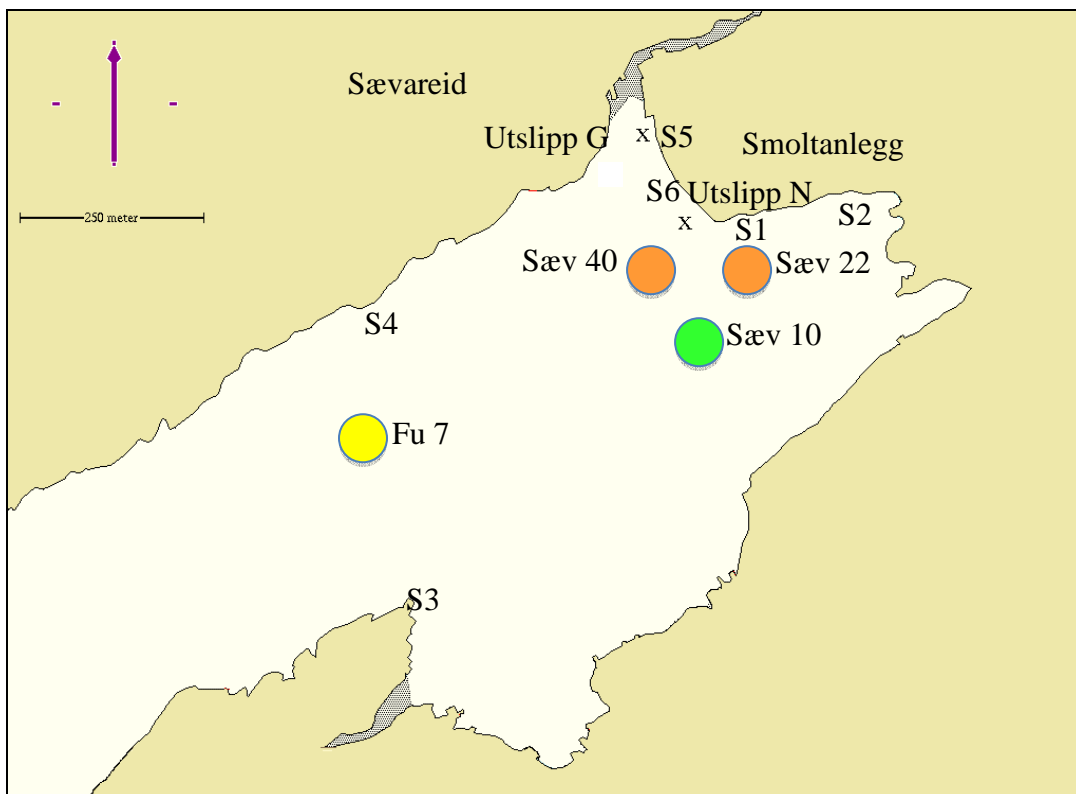
Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra en stasjon i den dypeste delen av fjorden Fu 7 på 80 meter.



Figur 2.1. Oversiktskart over undersøkellesområdet.



Figur 2.2. Oversiktskart over undersøkelsesområdet.



Figur 2.3. Detaljsskisse over undersøkelsesområdet med plasseringen av stasjonene. S1 til S6 viser plasseringen av fotostasjonene for strandsonundersøkelse. Utslippspunktene er angitt med kryss: N fra det nye anlegget og G for de gamle utslippene fra anlegget. Vurdering av miljøforholdene mht bunndyrsfauna er markert med ringer. Grønn tilsvarer tilstandsklasse II, gul tilsvarer tilstandsklasse III, og oransje tilsvarer tilstandsklasse IV.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet 18.09-2012,. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84 ,oppgitt som DMM). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb, duograb. Full grabb tar 21 liter sediment.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St Fu 7 18.09.12	Sævareid 60°11,116'N 05°45,333'Ø	86	1	21 (full)	Biologi, Kjemi og geologi
			2		Biologi
			3		Biologi Mye treflis CTD-måling
St Sæv10 18.09.12	Sævareid 60°11,182'N 05°45,817'Ø	41	1	15	Biologi, Kjemi og geologi
			2	14	Biologi
			3	14	Biologi Grått sediment, mye slangestjerner, gravende kråkeboller, steiner
St Sæv 22 18.09.12	Sævareid 60°11,246'N 05°45,894'Ø	31	1	16	Biologi, Kjemi og geologi
			2	16	Biologi
			3	16	Biologi Mørk grå farge , silt /leire, litt lukt
St Sæv 40 18.09.12	Sævareid 60°11,243'N 05°45,764'Ø	56	1	16	Biologi, Kjemi og geologi
			2	21(full)	Biologi
			3		Biologi Mye organisk materiale, mudder, mørk farge, mye capitella, H ₂ S-lukt

2.2.1 Hydrografi

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.

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). Korn-fordelingen 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 (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. Et finpartikulært sediment vil også kunne ha et høyere innhold av miljøgifter enn et grovere sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment-overflaten, 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 Kjemiske analyser

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis Sentron pH meter type Argus og Radiometer MeterLab PHM 201 portable pH meter. Eh ble målt både med platinaelektrode og en referanseelektrode av typen Ag/AgCl-elektrode, fylt med mettet KCl-løsning. Resultatene fra pH og Eh vurderes etter MOM-standard, NS 9410, 2007.

2.2.4 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 bunndyrsprøver 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 av type duograb.

Duograbben har to kammer, og det kan derfor tas ut ekstra prøver til geologi og kjemi i samme hugg som til biologi. 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 duograb har et volum på 21 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, 2009 og 2012 (0,3 m²). Det innsamlede datamaterialet fra 1985 til 1993 er dermed ikke direkte sammenlignbart med materialet fra 1998 til 2012.

Grabbinholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hull diameter 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 bunndyranalysene. 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.

Direktoratsgruppen for gjennomføring av vanndirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne veileder skal på sikt erstatte Klifs veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og ømfintlighetsindeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 2.5). Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 og NQI2 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Vedlegg 1. Metode for beregning av Shannon- Wiener diversitetsindeks, er i denne

rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to veiledere. Klassegrensene for Shannon –Wiener er også forskjellig i de to veilederne, se tabell 2.2. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær et al. 1997, Bakke et al. 2007 og Veileder 01:2009, Direktoratgruppen Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

	Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser				
				I	II	III	IV	V
				Svært god/ Bakgrunn	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig
Dypvann	Oksygen *	97:03	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Shannon-Wiener ind. (H')	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H')	97:03		>4	3-4	2-3	1-2	<1
	NQI1	01:2009		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2	01:2009		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	TA2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

*Omregningsfaktoren til mgO₂ /l er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6⁰C

Tabell 2.3. Vurdering av miljøtilstanden i nærsone og overgangssonen 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 .

2.2.5 Strandsonen

Det ble gjort en befaring i strandsonen 18. september 2012.

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). De samme seks stedene ble også fotografert i 2009. Fem av disse stedene ble fotografert i 2002.

Dominerende organismer ble notert.

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Sævareid settefiskanlegg har hatt en produksjon som vist i tabell 2.4.

Tabell 2.4. Fôrforbruk og produksjon i settefiskanlegget de siste 5 år og frem til 18.sept. 2012.

	2008	2009	2010	2011	2012, pr 18.09.12
Fôrforbruk, tonn	637	663	690	922	882
Produsert, antall	6,0	5,1	6,5	7,8	6,6

Tabellen viser fôrforbruk benyttet ved anlegget på Sævareid, og det totale antall smolt levert fra bedriften, inklusive lokaliteten på Tveitnes. Det siste året har denne lokalitet blitt benyttet til avlasting, fra juni til november.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

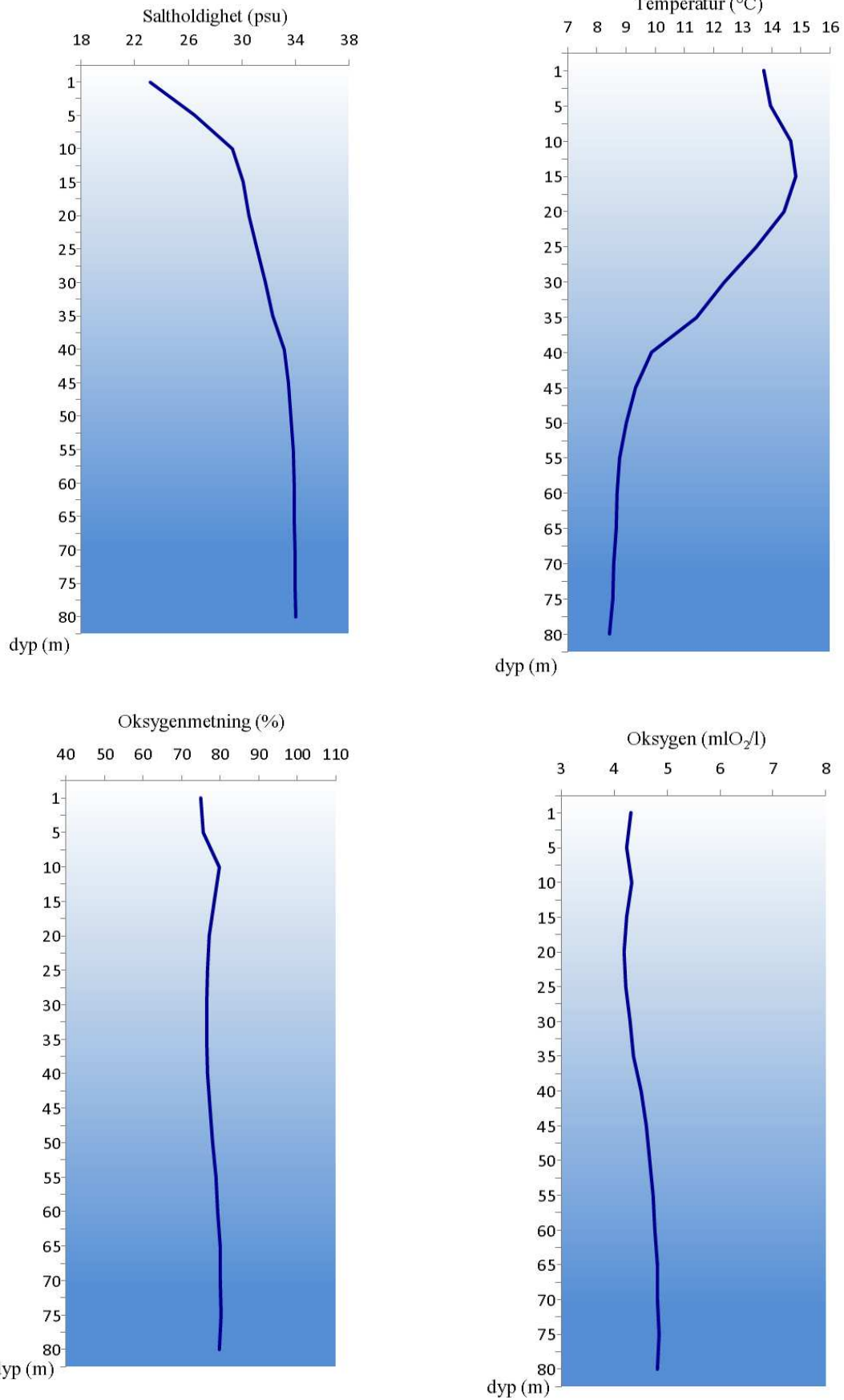
3.1 Hydrografi

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, 18. september 2012.

Stasjon Dato	Dyp	Temp. (° C)	Saltholdighet (psu)	Tetthet (σ_t)	Oksygen (mg/l)	Oksygen (ml/l)	Oks. metn. (% metning)
Fu 7 18.09-12	1	13,7	23,16	17,12	6,1	4,32	75,0
	2	13,6	24,28	18,00	6,5	4,58	80,0
	3	13,9	25,15	18,63	6,9	4,85	85,5
	5	14,0	26,49	19,65	6,0	4,24	75,6
	7	14,0	26,88	19,96	6,4	4,48	80,1
	10	14,7	29,34	21,73	6,2	4,34	79,8
	15	14,8	30,14	22,33	6,0	4,23	78,5
	20	14,4	30,53	22,74	5,9	4,18	77,3
	25	13,5	31,14	23,42	6,0	4,23	76,8
	30	12,4	31,78	24,15	6,1	4,30	76,5
	40	9,9	33,19	25,74	6,4	4,51	76,7
	50	9,0	33,68	26,31	6,6	4,68	78,2
	60	8,7	33,89	26,57	6,8	4,77	79,4
	70	8,6	33,95	26,68	6,9	4,82	79,9
	80	8,4	34,06	26,84	6,9	4,82	79,8

SAM-Marin



Figur 3.1. Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold i ml/l og % metning fra overflaten og til 80 meter dyp på stasjon Fu 7 den 18.09-2012.

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 2012.

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
18. september 2012	23,2	34,1	4,82	Vassdal, Johansen, Torvanger

Temperaturen i overflaten var 13,7 °C og sank til 8,4 °C nær bunnen på stasjon Fu 7. De varmeste vannmassene ble registrert på 10 til 15 meters dyp med rundt 14,8 °C.

Saltholdigheten i overflaten var 23,2 og økte til 34,1 nær bunnen (Tabell 3.1). Ved tidligere undersøkelser har saltholdigheten i overflaten variert fra 8,7 til 30,3 og saltholdigheten i bunnvannet har variert lite fra 34,1 til 34,9 (Tabell 3.2) på 13 undersøkelser og ved ulike årstider. Nedbør og ferskvannsavrenning gir et overflatelag i Sævareidfjorden med noe lavere tetthet enn de underliggende vannmassene i 2012, og dette har også vært tilfelle ved de tidligere undersøkelsene. Hydrografiundersøkelsen ved Fu7 i september 2012 viste relativt stabile vannmasser med hensyn til temperatur, saltholdighet og oksygen fra 60-80 meters dyp.

Oksygeninnholdet i bunnvannet på stasjon Fu 7 i september 2012 var 4,8 ml/l og fikk tilstandsklasse I- Svært 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 -Svært god. Oksygenmetningen viste 79,8 % noe som også tilsvarer tilstandsklasse I- Svært god.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene fra 2012 er presentert i Tabell 3.3 og Figur 3.2.

Historiske data er presentert i Tabell 3.4. Etter at analysene av prosent glødetap ble foretatt ble det registrert en feil med termometeret til glødetapsovnen. Dette gjør at det er usikkerhet knyttet til reell temperatur under brenning av organisk innhold i prøvene fra Sævareid, og dermed til resultatene av prosent glødetap.

Tabell 3.3. Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra fire stasjoner i Sævareidfjorden i 2012. * Pga. usikkerhet med temperaturnivået til glødetapsovnen i 2012, er ikke glødetapsmålingene utført akkreditert.

Stasjon	Dyp (m)	Org. innhold (% glødetap)*	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Fu 7	86	22,4	25	66	91	8	0
Sæv 10	41	5,8	7	45	51	49	0
Sæv 22	31	4,6	3	54	57	42	0
Sæv 40	56	13,3	13	48	61	39	0

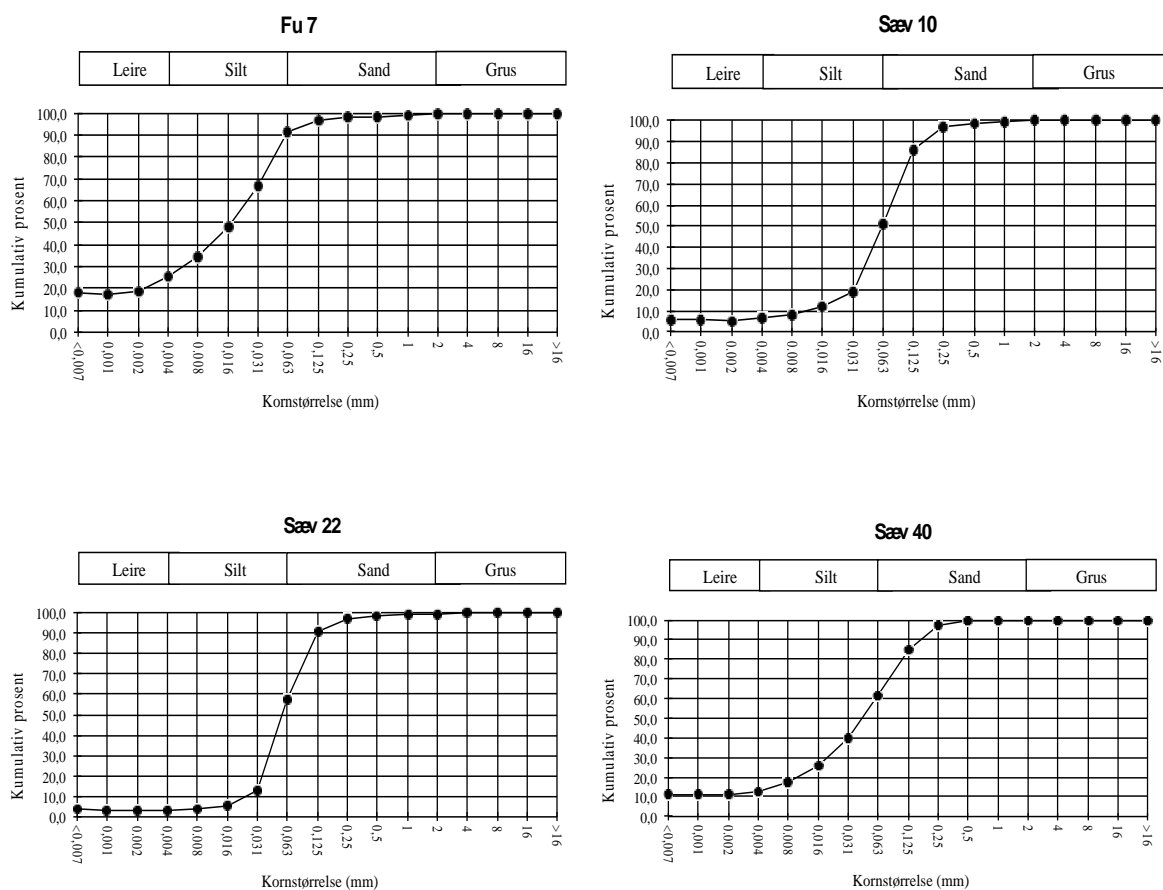
Tabell 3.4. Oversikt over organisk innhold (% glødetap) og leire/silt-innholdet i sedimentprøver fra Sævareidfjorden i 1985-2009. Korrigerte verdier.

Stasjon	Organisk innhold (% glødetap)							Leire+Silt (%)						
	1985	1986	1993	1998	2002	2004	2009	1985	1986	1993	1998	2002	2004	2009
Fu 7	29,2	21,1	27,8	23,1	24,1	21,0	21,0	55	80	94	91	52	71	83
Sæv 10	-	7,4	5,5	12,1	3,8	4,4	3,3	-	54	60	69	52	52	51
Sæv 22	-	-	-	4,6	4,0	5,5	8,0	-	-	-	55	58	61	57
Sæv 40	-	-	-	-	17,3	10,3	15,3	-	-	-	-	84	57	80

Den dypeste stasjonen Fu 7 hadde et leire/silt innhold på 91 %. 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 2012, som er tilsvarende med det som ble målt i 2002 (52%), 2004 (52 %) og 2009 (51%). Kornfordelingen har endret seg lite på Sæv 10 fra 1986 til 2012 (Tabell 3.3 og 3.4). Sedimentet på stasjon Sæv 22 inneholdt 57 % leir/silt i 2012, som er på nivå med det som er målt tidligere. På Sæv 40 inneholdt sedimentet 61 % leire/silt og 39 % sand, som er noe grovere enn det som ble målt i 2009, men på samme nivå som ble målt i 2004 (Tabell 3.4).

Høyest innhold av organisk materiale (% glødetap) ble funnet på de to dypeste stasjonene Fu7 og Sæv 40, og samsvarer med tidligere undersøkelser.

Det organiske innholdet på stasjon Fu 7 var 22,4 %, som er på nivå med det som er målt tidligere. % glødetap indikerer at stasjonen har et forhøyet innhold av organisk innhold i sedimentet. Det organiske innholdet i sedimentet på Sæv 10 var på 5,8 %, og viste en økning i forhold til målingene i 2002, 2004 og 2009 som låg på mellom 3,3 og 4,4 % . På stasjon Sæv 22 var det organiske innholdet på 4,6 %, noe som var en nedgang i forhold til 2009, men på samme nivå som tidligere år. På Sæv 40 ble det målt et glødetap på 13,3% som er litt lavere enn det som ble registrert i 2009. Det ble registrert mye sagflis i sedimentet fra stasjon Fu 7, hvor det også er registrert mye sagflis som trolig stammer fra tidligere utslipp i forbindelse med kartongfabrikken.



Figur 3.2. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver i Sævareidfjorden i september 2012.

3.3 Kjemiske analyser

For hver av prøvestasjonene er det gitt en oppsummering av resultatene fra de kjemiske analysene i tabell 3.5. Den målte verdien av TOC normaliseres ved beregning med leire/silt andel. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure *et. al*, 1993). For fosfor er det ikke satt grenseverdier for tilstandsklasser i bunnsediment og det må tas hensyn til dette i vurderingene. For sink og kobber er det oppgitt tilstandsklasser i henhold til grenseverdier i veileder 97:03.

Stasjon Fu 7 i det dypeste området hadde en normalisert TOC verdi på 91,6 mg TOC/g noe som tilsvarer tilstandsklasse V-Svært dårlig. Fosfornivåene var forhøyet på stasjonen. Analyse av kobberinnhold i sedimentet viste forhøyede verdier med 95 mg Cu/kg noe som gir tilstandsklasse IV-Dårlig. Innhold av sink i bunnsedimentet viste 190 mg Zn/kg og dette tilsvarer tilstandsklasse II-God.

Stasjon Sæv 10 på 41 meter hadde en normalisert TOC på 37,8 mg /g som tilsvarer tilstandsklasse IV-Dårlig. Fosfornivået var litt forhøyet på denne stasjonen. Det ble funnet lave verdier av både kobber og sink i sedimentet, og tilsvarende tilstandsklasse I- Bakgrunn for begge metaller.

Resultatene fra analyser av TOC på stasjon Sæv 22 på 31 meter viste 21,7 mg TOC/g, noe som gir tilstandsklasse II- God. Fosfornivået var noe forhøyet. Målte verdier for kobber og sink var lave og tilsvarende tilstandsklasse I- Bakgrunn for begge.

Stasjon Sæv 40 på 56 meters dyp hadde en normalisert TOC på 77 mg /g og resultatene tilsvarer tilstandsklasse V-Svært dårlig. Fosforinnhold i sedimentet på denne stasjonen er også svært høyt. Kobberverdiene (91 mg/kg) er forhøyede og havner i tilstandsklasse IV- Dårlig. Målte verdier for sink (240 mg/kg) tilsvarer tilstandsklasse II-God.

De to stasjonene som hadde det mest finkornede sedimentet, hadde også høyest innhold av metaller. Undersøkelser av Sævareidvassdraget i 2012 viste en økning av gjennomsnittlig kobber-, sink- og kadmium-konsentrasjoner i overflatevannet fra Skogeidvatnet og Henangervatnet fra 2010 til 2012 (Johnsen & Johnsen 2012). De forhøyede metallkonsentrasjonene i vannet kan trolig settes i

sammenheng med boring av tunnel til en kraftstasjonen i nedslagsfeltet hvor berggrunnen er kobberholdig.

Tabell 3.5. Innholdet av de undersøkte kjemiske parameterne i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter KLIF klassifisering (Bakke *et. al.*, 2007) for sink, kobber og normalisert TOC.

Stasjon	Årstall	Dybde (m)	Kobber mg/kg TS	TK	Sink mg/kg TS	TK	Fosfor g/kg TS	Totalt organisk karbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Tørrstoff (TS) %
Fu 7	2012	86	95	IV	190	II	2,9	90	91,6	V	24,3
Sæv 10	2012	41	23	I	64	I	1,2	29	37,8	IV	56,0
Sæv 22	2012	31	20	I	66	I	2,2	14	21,7	II	66,7
Sæv 40	2012	56	91	IV	240	II	5,1	70	77,0	V	47,7

Måling av pH og redokspotensialet (Eh)

Målinger av pH og Eh i på stasjon Fu 7 i på 86 meter viste en høg pH og svakt negativt redokspotensiale. Dette indikerer gode oksygenforhold i sedimentet på prøvestasjonen, og plasserer Fu 7 i tilstand 1, beste tilstand i forhold til pH og Eh i sedimentprøvene (tabell 3.6). Resultatene fra stasjon Sæv 10, Sæv 22 og Sæv 40 viste høg pH, men noe lavere redokspotensiale, og får tilstand 2 i bunnsedimentet på disse tre stasjonene.

Tabell 3.6. Resultater fra måling av pH og Eh i sedimentet fra de undersøkte stasjoner i september-2012. Den beregnede pH/Eh verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best

Stasjon / År	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand, prøve
Fu 7-2012	7,54	-9	1	1
Sæv 10-2012	7,36	-43	2	2
Sæv 22-2012	7,42	-159	2	2
Sæv 40-2012	7,40	-50	2	2

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.7 , 3,8 og 3,9, Figurene 3.3-3.5 og i Vedleggstabell 1 og 2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i september 2012, og sett i sammenheng med tidligere undersøkelser, gir det 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 ved bunnen kan medvirke til spredning av organiske rester og raskere omsetning av organisk materiale.

I følge MOM-standarden er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg (utslipp). Det er isteden utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved fiskeanlegg. Stasjon 40 kan karakteriseres som nærsone til utslippet. Stasjon Sæv 10 ligger på 41 m i det som kan karakteriseres som overgangssonen fra utslippet, mens stasjon Sæv 22 ligger på 31 m i området nærsone/overgangssone i forhold til utslippet. Tilstandsklassene til disse stasjonene er derfor vurdert både i forhold til KLIF og til MOM- standardene.

Stasjon Fu 7 som ligger i det dypeste partiet på 86 meter i den indre del av Sævareidfjorden, hadde 5157 individer fordelt på 59 arter innenfor et areal på 0,3 m² av bunnen. 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 3.8). En av de artene som har hatt en økning i individantallet, og som trekker ned diversiteten er børstemarken *Polydora* sp som i 2012 utgjorde 65 % av alle individene. Dette var også den mest vanlige arten ved undersøkelsen i 2009 og utgjorde da 63% av alle individene på stasjon Fu 7 (vedleggs tabell 2). Stasjonen fikk tilstandsklasse III –Moderat, som er det samme som ved de tre siste undersøkelsene (2002, 2004 og 2009). Ved de tre første undersøkelsene i 1985, 1993 og 1998 fikk denne stasjonen tilstandsklasse II-God. Både økningen i antall arter og økningen i forekomsten av *Polydora* sp. indikerer at tilførsel av organisk materiale stimulerer bunnfaunaen på den dypeste stasjonen, Fu 7.

Stasjon Sæv 10 som ligger på 41 m dyp, hadde 7301 individer fordelt på 81 arter i 2012. Sammenlignet med 2004 og 2009 ser vi en reduksjon av artsdiversitet, og stasjon Sæv 10 får tilstandsklasse II - God, i 2012. Dette er samme tilstandsklasse (II-God) som i 1993, 1998 og 2002. Undersøkelsene i 2004 og 2009 viste en artsdiversitet som tilsvarte tilstandsklasse I-

Svært god. Det har vært en økning i antall individer og antall arter på denne stasjonen siden undersøkelsene tok til i 1985, til tross for at et større areal av sjøbunnen ble undersøkt de første to årene (Tabell 3.8). I 2012 ble det også sett på sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet, NQI1, NQI2, og analyse av disse indeksene viste at stasjonen får tilstandsklasse III-Moderat i forhold til ømfintlige arter. Etter klassifisering i MOM-standard får Sæv 10 Miljøtilstand 1 (meget god) i 2012. Den mest tallrike arten i 2012 var børstemarken *Prinospio fallax* som utgjorde 35 % av alle individene på stasjonen. Den nest vanligste art var børstemarken *Chaetozone* sp. som utgjorde 19 % av alle individene. Ved undersøkelsen i 2009 var børstemarken *Chaetozone* sp mest vanlig med 11 % av alle registrerte individer på stasjon Sæv 10. Geometrisk klasse I ligger høyere for 2012 enn tidligere, men en nedgang i diversitet og kraftig økning i antall individer og arter indikerer at stasjonen har en stimulans fra tilførsel av organisk materiale.

Stasjon Sæv 22 som ligger på 31 m dyp, hadde 5392 individer og 31 arter i 2012. På denne stasjonen viste resultatene fra 2012 en reduksjon av antall arter, men økning i antall individer, og artsdiversiteten er redusert i forhold til tidligere undersøkelser. Resultatene av bunndyrsanalysen på stasjon Sæv 22 tilsvarer tilstandsklasse IV- Dårlig i 2012. Stasjonen har tidligere fått tilstandsklasse I -Svært god i 1998 og 2004, og II – God i 2002 og 2009 (Tabell 3.8). Etter klassifisering i MOM-standard får Sæv 22 Miljøtilstand 2 (god) i 2012. I 2012 var den vanligst forekommende arten børstemarken *Capitella capitata*, med 3850 individer som utgjorde 71% av alle individer på stasjonen. Dette er en art som ofte forekommer på steder med stor tilførsel av organisk materiale og dårlige miljøforhold. I 2009 var *Capitella capitata* den nest vanligste arten med 23 % av individantallet på stasjon Sæv 22. I 1998 ble denne arten ikke registrert, i 2002 ble det funnet 83 individer, mens det i 2004 ble funnet ett individ. Den nest vanligste arten var børstemarken *Polydora* sp., med 14 % av individene i 2012. I 2009 var *Polydora* sp. den vanligste arten på stasjonen med 31% av individene.

Stasjon Sæv 40 ligger i nærsonen på 56 m dyp like ved utløpet fra Sævareid Fiskeanlegg, og hadde 8497 individer og 21 arter i 2012. Dette er en reduksjon i antall arter fra 2009 da det ble funnet 44 arter på Sæv 40. Antall arter i 2002 og 2004 var henholdsvis 22 og 9 (Tabell 3.8). Diversiteten har gått fra 0,7 (2002) og 0,4 (2004) 2,9 (2009) og til 1,2 i 2012. I forhold til KLIFs klassifisering med hensyn til artsdiversitet plasserer dette stasjonen i tilstandsklasse IV - Dårlig. For 2009 tilsvarer artsdiversiteten tilstand III-Moderat, og for 2002 og 2004 tilsvarer

resultatene tilstandsklasse V- Svært dårlig. Etter klassifiseringssystemet i MOM- standard får stasjon Sæv 40 Miljøtilstand 2 (god), (Tabell 2.3). I 2002 og 2004 viste resultatene Miljøtilstand 3 (dårlig), og i 2009 Miljøtilstand 1 (meget god). I 2012 var den vanligste arten på Sæv 40 børstemarken *Capitella capitata* med 6468 individer og 77 % av det totale individantallet. Oligochaeta indet og *Malacoceros fuliginosa* var nummer to og nummer tre på listen over de mest vanlige artene på stasjonen, med henholdsvis 12 % og 7 % av alle individene i 2012. *Capitella capitata*, Oligochaeta indet og *Malacoceros fuliginosa* dominerte både i 2002 og 2004, og de tre artene utgjorde da til sammen 97,2 % og 99,9 % og av de registrerte individene. Disse artene dominerer ofte på steder med stor tilførsel av organisk materiale. I undersøkelsen i 2012 hadde de samme tre artene til sammen 95,9 % av det totale individantallet på Sæv 40.

Tabell 3.7. Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet, NQI1, NQI2, for hver enkelt prøve (grabbhugg) samt sum og snitt for hver stasjon i 2012. Klassifisering av miljøtilstand i tilstandsklasser er foretatt etter veileder 97:03 (Molvær et al), veileder 01:2009, (Direktoratsgruppen Vanddirektivet 2009), samt NS 9410, MOM miljøtilstand.

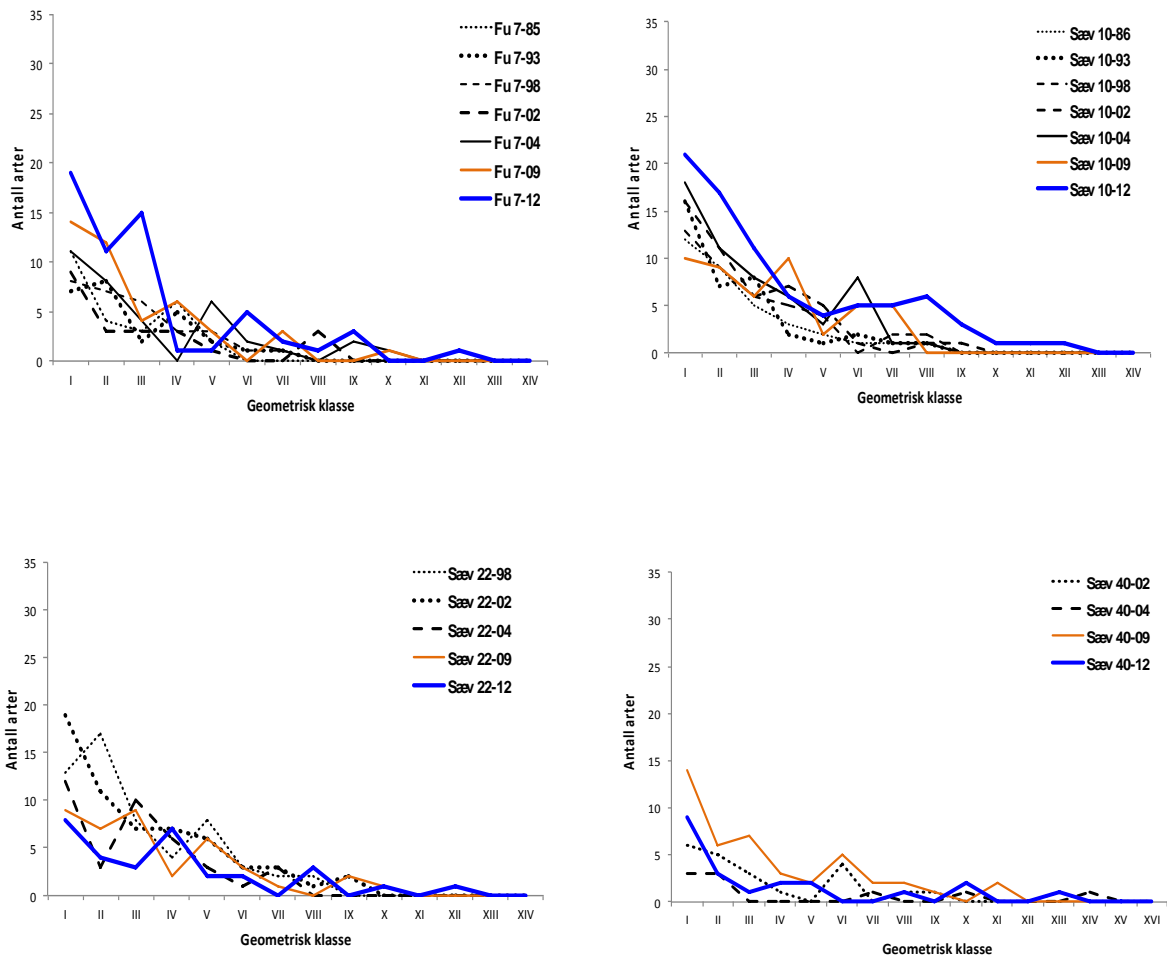
Stasjon år	Hugg	Ant. arter	Ant. ind.	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	AMBI	Jevnhet (J)	H'-max	Klif TK (97:03)	Klif TK (01:2009)	MOM TK
Fu7 2012	1	44	2314	2,36	0,54	0,40	4,17	0,43	5,46			
	2	32	1086	1,53	0,53	0,33	4,19	0,31	5,00			
	3	33	1757	2,11	0,52	0,38	4,20	0,42	5,04			
	Sum 1-3	59	5157	2,16				0,37	5,88	III		
	Snitt	36	1719	2,00	0,53	0,37	4,19	0,39	5,17		III	
Sæv 10 2012	1	56	2662	3,22	0,58	0,49	3,91	0,55	5,81			
	2	51	3013	3,29	0,56	0,49	4,05	0,58	5,67			
	3	59	1626	3,83	0,61	0,56	3,69	0,65	5,88			
	Sum 1-3	81	7301	3,54				0,56	6,34	II		
	Snitt	55	2434	3,45	0,58	0,51	3,88	0,60	5,79		II / III	1
Sæv 22 2012	1	18	1861	0,70	0,35	0,14	5,81	0,17	4,17			
	2	22	2141	1,66	0,40	0,26	5,37	0,37	4,46			
	3	22	1390	2,13	0,43	0,32	5,04	0,48	4,46			
	Sum 1-3	31	5392	1,61				0,33	4,95	IV		
	Snitt	21	1797	1,50	0,39	0,24	5,40	0,34	4,36		IV	2
Sæv 40 2012	1	15	2818	1,43	0,33	0,21	5,70	0,37	3,91			
	2	16	2382	1,60	0,33	0,22	5,81	0,40	4,00			
	3	4	3156	0,19	0,19	0,09	6,00	0,09	2,00			
	Sum 1-3	21	8356	1,17				0,27	4,39			2
	Snitt	12	2785	1,07	0,30	0,17	5,84	0,29	3,30			

I – Svært god	II - God	III – Moderat	IV – Dårlig	V – Meget dårlig
---------------	----------	---------------	-------------	------------------

Tabell 3.8. Antall arter, individer, diversitet (H') og jevnhet (J) for hver stasjon alle undersøkte år. Klassifisering av miljøkvalitet i tilstandsklasser (T.kl.) ved bruk av artsdiversitet (H') (Molvær et al. 1997), MOM miljøtilstand 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, 2009 og 2012. Resultatene for 2012 er markert med uthevet skrift.

Stasjon	Mnd. År	Hugg nr.	Prøveareal		Antall arter	Antall ind.	Diversitet(H)	Jevnhet (J)	Klif TK (veil. 97:03)	MOM TK
			(m ²)							
Fu7	apr.85	Sum 1-5	1		26	144	3,97	0,8	II	
Fu7	mai.93	Sum 1-3	0,6		26	241	3,55	0,8	II	
Fu7	juni.98	Sum 1-3	0,3		29	293	3,57	0,7	II	
Fu7	mars.02	Sum 1-3	0,3		22	739	2,29	0,5	III	
Fu7	juli.04	Sum 1-3	0,3		35	1521	2,72	0,5	III	
Fu7	juni.09	Sum 1-3	0,3		43	1188	2,37	0,4	III	
Fu7	sep.12	Sum 1-3	0,3		59	5157	2,16	0,4	III	
Sæv10	juni.86	Sum 1-2	0,4	34	500	2,90	0,6	III	1	
Sæv10	mai.93	Sum 1-3	0,6	39	459	3,18	0,6	II	1	
Sæv10	juni.98	Sum 1-3	0,3	41	677	3,66	0,7	II	1	
Sæv10	mars.02	Sum 1-3	0,3	48	758	3,36	0,6	II	1	
Sæv10	juli.04	Sum 1-3	0,3	56	877	4,33	0,7	I	1	
Sæv10	juni.09	Sum 1-3	0,3	48	865	4,37	0,8	I	1	
Sæv10	sep.12	Sum 1-3	0,3	81	7301	3,54	0,56	II	1	
Sæv22	juni.98	Sum 1-3	0,3	57	1071	4,04	0,7	I	1	
Sæv22	mars.02	Sum 1-3	0,3	59	1704	3,65	0,6	II	1	
Sæv22	juli.04	Sum 1-3	0,3	38	471	4,00	0,8	I	1	
Sæv22	juni.09	Sum 1-3	0,3	40	1663	3,03	0,6	II	1	
Sæv22	sep.12	Sum 1-3	0,3	31	5392	1,61	0,33	IV	2	
Sæv40	mars.02	Sum 1-3	0,3	22	8497	0,7	0,2		3	
Sæv40	juli.04	Sum 1-3	0,3	9	12603	0,4	0,1		3	
Sæv40	juni.09	Sum 1-3	0,3	44	3378	2,9	0,5		1	
Sæv40	sep.12	Sum 1-3	0,3	21	8356	1,2	0,3		2	

I – Svært god	II - God	III – Moderat	IV – Dårlig	V – Meget dårlig
---------------	----------	---------------	-------------	------------------



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 $0,2 \text{ m}^2$ grabb, mens det ble benyttet en $0,1 \text{ m}^2$ grabb ved undersøkelsene i 1998, 2002, 2004, 2009 og 2012.

Resultatene fra de multivariate analysene er vist i Figurene 3.4 og 3.5. Analysene av data fra 2012 viste at stasjon Fu 7-12 hadde størst faunalikhet med stasjon Sæv 10-12, med rundt 50 % likhet. Stasjon Sæv 22-12 hadde størst faunalikhet med stasjon Sæv 22-09 og Sæv 40-09. Stasjon Sæv 40-12 hadde størst faunalikhet med stasjon Sæv 40-02.

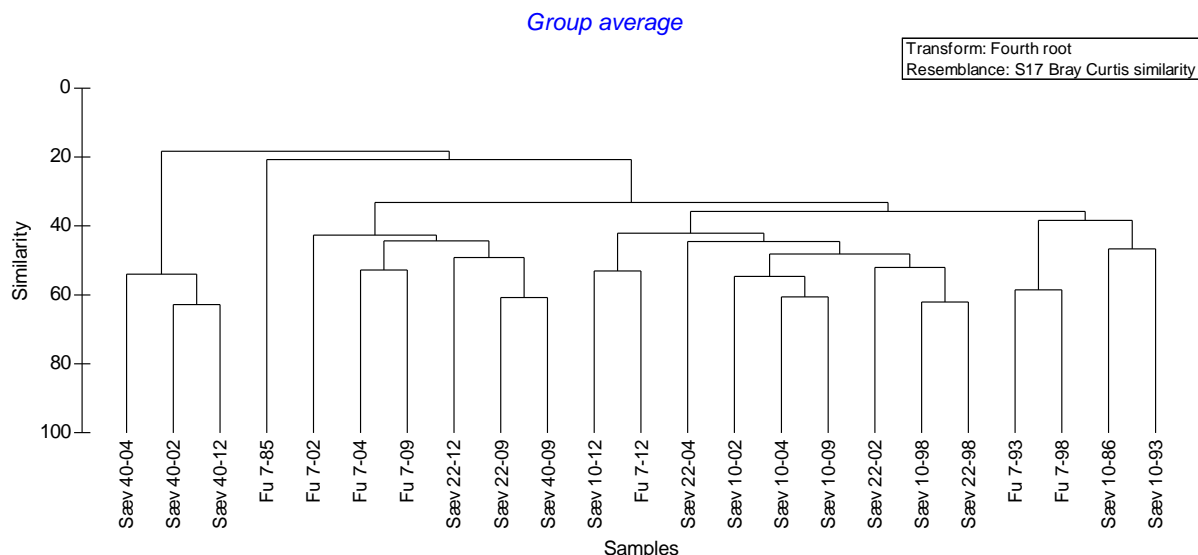
Tabell 3.9. De ti mest tallrike artene på stasjonene ved Sævareid. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Resultater fra de mest tallrike artene fra tidligere undersøkelser er vist i vedleggstabell 2.

Fu 7-12				Sæv 10-12			
Arter	0,3 m ² Antall	%	Kum %	Arter	0,3 m ² Antall	%	Kum %
<i>Polydora sp.</i>	3374	65	65	<i>Prionospio fallax</i>	2559	35	35
<i>Thyasira sarsii</i>	415	8	73	<i>Chaetozone sp.</i>	1406	19	54
<i>Chaetozone sp.</i>	317	6	80	<i>Pectinaria koreni</i>	522	7	61
<i>Prionospio fallax</i>	285	6	85	<i>Thyasira flexuosa</i>	320	4	66
<i>Abra nitida</i>	201	4	89	<i>Prionospio cirrifera</i>	288	4	70
<i>Pectinaria koreni</i>	88	2	91	<i>Capitella capitata</i>	269	4	73
<i>Prionospio cirrifera</i>	70	1	92	<i>Abra nitida</i>	202	3	76
<i>Thyasira flexuosa</i>	63	1	93	<i>Mediomastus fragilis</i>	176	2	79
<i>Philine scabra</i>	56	1	94	<i>Galathowenia oculata</i>	174	2	81
<i>Mediomastus fragilis</i>	52	1	95	<i>Owenia borealis</i>	140	2	83

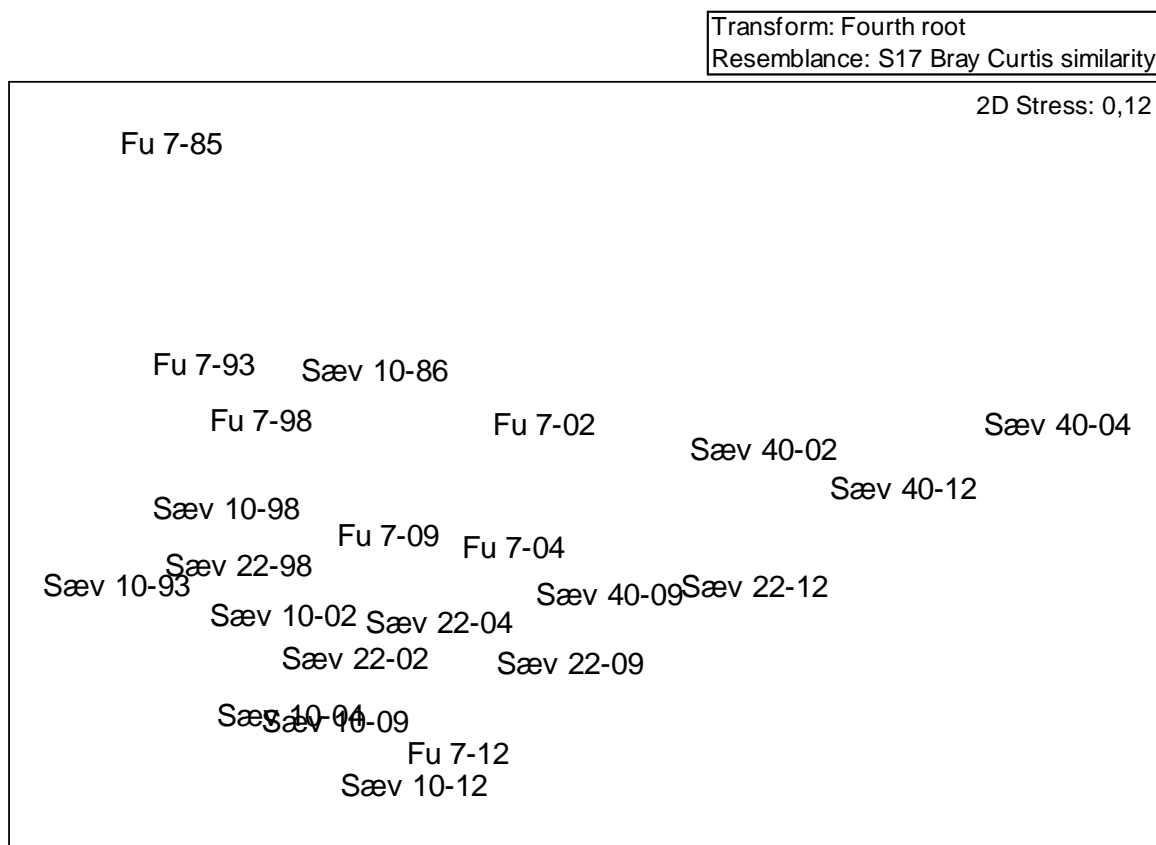
Sæv 22-12				Sæv 40-12			
Arter	0,3 m ² Antall	%	Kum %	Arter	0,3 m ² Antall	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	3850	71	71	<i>Capitella capitata</i>	6468	77	77
<i>Polydora sp.</i>	757	14	85	<i>Oligochaeta indet.</i>	978	12	89
<i>Chaetozone sp.</i>	200	4	89	<i>Malacoceros fuliginosus</i>	568	7	96
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	196	4	93	<i>Protodorvillea kefersteini</i>	248	3	99
<i>Pectinaria koreni</i>	139	3	95	<i>Cirratulus cirratus</i>	28	0,3	99
<i>Oligochaeta indet.</i>	52	1	96	<i>Chaetozone sp.</i>	18	0,2	99
<i>Phyllodoce mucosa</i>	42	1	97	<i>Phyllodoce mucosa</i>	15	0,2	100
<i>Abra nitida</i>	27	1	98	<i>Prionospio steenstrupii</i>	13	0,2	100
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	19	0,4	98	<i>Pectinaria koreni</i>	4	0,05	100
<i>Glycera alba</i>	14	0,3	98	<i>Naineris quadricuspida</i>	3	0,04	100

Oppsummering:

Artsantallet sank og individantallet økte på de to stasjonene (Sæv 40 og Sæv 22) som ligger nærmest utslippspunktet. Børstemarken *Capitella capitata* dominerte på begge disse stasjonene i 2012. Forholdene for bunnfaunaen var dårligere på stasjon Sæv 22 enn ved tidligere undersøkelser. Også på stasjon Sæv 40 miljøforholdene for bunnfauna var noe dårligere enn i 2009, men bedre enn i 2002 og 2004. Både arts og individantallet økte på de to stasjonene som ligger lengst fra utslippspunktet (Sæv 10 og Fu 7). Forholdene for bunnfaunaen på stasjon Sæv 10 var relativt gode, men stasjonen fikk en lavere artsdiversitet i 2012 sammenlignet med 2009 og to arter utgjorde til sammen 54 % av individantallet. På den dypeste stasjonen, Fu 7 var bunnfaunaen tilsvarende det som har vært registret tidligere. Alt i alt ser det ut til at bunnfaunaen i bassenget får en økt tilførsel fra organisk materiale. Siden forholdene i bassenget utenfor Sævareid er spesielle med en terskel med 50 m saldyb og 86 m bassengdyp, så er det viktig å sikre at tilførselen av organisk materiale ikke blir større enn det som bunnfaunaen kan bryte ned.



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 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, 2009 og 2012.



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 i 1998, 2002, 2004, 2009 og 2012.

3.5 Strandsonen

Det ble ikke registrert noen større endringer av strandsonen siden 2009. Ingen større forekomster av hurtigvoksende brun- og grønnalger ble registrert.

I deler av området var det, som i 2009 og 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. Det var også litt grønnalger på fyllingen (Fotolokalitet S6) i 2012, men mindre enn det som ble registrert i 2009. Grisatang dominerte ved de fleste fotolokalitetene.

Det var ikke like gunstig tidevann i 2012 som i 2009 (veldig lite lavvann). Bortsett fra noe mindre mengder grønnalger på Fotolokalitet S6, ble det ikke registrert merkbare endringer i strandsonen siden siste undersøkelse i 2009.



Fotolokalitet S3 i 2009 (til venstre) og 2012



Fotolokalitet S5 i 2009 (til venstre) og 2012



Fotolokalitet S6 i 2009 (til venstre) og 2012

Figur 3.6. Fotolokalitet S3, S5 og S6 fra 2009 og 2012

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen utenfor AS Sævareid Fiskeanlegg på Sævareid i Fusa kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment- og bunndyrsundersøkelser utført i september-2012. 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 ganske god. Målinger av oksygen i bunnvann på stasjon Fu 7 viste også gode forhold, og tilsvarte tilstandsklasse I-Meget god, både for % metning og for ml O₂ /l. Dette er tilsvarende det som ble målt i bunnvann på stasjon Fu 7 i juni 2009. Fra totalt 11 målingene på stasjon Fu 7 på ulike tidspunkt, er det kun to målinger som kom ut med tilstandsklasse II for oksygen i bunnvann.

Strandsoneundersøkelsen som ble foretatt på de samme 6 fotostasjoner som tidligere viste tilsvarende forhold av makroalger i strandsonen i 2012 sammenlignet med 2009. Ingen større forekomster av hurtigvoksende brun- og grønnalger ble registrert. Fotostasjon S6 hadde noe mindre grønnalger i 2012 enn i 2009.

Sedimentet på den dypeste stasjonen (Fu 7) inneholdt litt høyere mengde organisk innhold målt som glødetap i 2012 enn i 2004 og 2009. Innholdet av fosfor i sedimentet var også noe

forhøyet på denne stasjonen. Normalisert TOC på Sæv 40 ga tilstandsklasse V- Svært dårlig. Beregning av TOC er imidlertid ikke tilpasset kystfarvann og dette resulterer i at det ikke alltid er samsvar mellom denne metoden og glødetap for klassifisering av organisk innhold i sedimentet. De to grunneste stasjonene på 31 meter (Sæv 22) og 41 meter (Sæv 10) hadde som tidligere et lavt innhold av organisk materiale målt som glødetap.

Målinger av pH og Eh på de fire stasjonene viste at den dypeste stasjonen hadde de beste forholdene med tilstand 1, og de andre stasjonene fikk alle tilstand 2. Dette indikerer at det ikke er oksygensvikt i sedimentet på de undersøkte stasjoner.

Måling av kobber og sink i sedimentet viste forhøyede verdier av kobber på stasjonen nærmest utslippet (Sæv 40), og på den dypeste stasjonen (Fu 7). Begge disse stasjonene fikk henholdsvis tilstandsklasse IV-Dårlig for kobber og II-God for sink i sedimentet. De forhøyede metallkonsentrasjonene kan sees i sammenheng med at det har vært boring av tunnel til en kraftstasjonen i nedslagsfeltet hvor berggrunnen er kobberholdig. De to grunneste stasjonene (Sæv 10 og Sæv 22) fikk tilstandsklasse I- Bakgrunn både for kobber og sink.

På den dypeste stasjonen, Fu 7, ble det registrert en økning i antall arter og individer i 2012. Diversiteten var tilsvarende det som ble registret de siste tre undersøkelsene fra 2002, 2004 og 2009. I 2012 får bunndyrsfauna tilstandsklasse III – Moderat/Mindre god. Børstemarken *Polydora* sp. var den mest vanlige arten med 65 % av alle individene på stasjonen, noe som trekker ned diversiteten.

På stasjon Sæv 10 ble det funnet 81 arter, noe som er en økning i antall arter og individer i bunnfaunaen sammenlignet med alle tidligere undersøkelser. Dette tyder på en økt tilførsel av næring til sedimentet og stimulering av bunndyrsfaunaen. Artsdiversiteten har gått ned i forhold til de to foregående undersøkelsene i 2004 og 2009. Artsdiversiteten gir tilstandsklasse II-God, og analyse av de sammensatte indekser for artsmangfold og ømfintlige arter gir tilstandsklasse III-Moderat. Sæv 10 hadde det groveste bunnsedimentet av de undersøkte stasjoner, og trolig også den beste bunnstrømmen av de fire stasjonene. Vurdering av bunnfauna etter MOM-standard gir stasjonen Miljøtilstand 1 (meget god).

Stasjon Sæv 22 hadde i 2012 en nedgang i antall arter, og økning i antall individer i forhold til tidligere undersøkelser. Artsdiversiteten er redusert og stasjonen får tilstandsklasse IV-Dårlig i forhold til bunndyrsfauna. Børstemarken *Capitella capitata* dominerte på stasjonen og

utgjorde 71 % av alle individene på stasjonen. Dette er en art som ofte dominerer på stasjoner med økt organisk tilførsel. Vurdering av bunnfauna på stasjon Sæv 22 etter MOM-standard gir stasjonen Miljøtilstand 2 (god).

Stasjon Sæv 40 hadde i 2012 en sterk nedgang i antall arter, og økning i antall individer i forhold til undersøkelsen i 2009. Artsdiversiteten er lavere enn i 2009, men høyere enn i 2002 og 2004. I 2009 utgjorde børstemarken *Capitella capitata* 31 % av de totale individene på stasjonen men i 2012 dominerte denne børstemarken og utgjorde 71 % av alle individene. Stasjonen i nærsonen til et utslipp skal vurderes etter MOM standard, og i forhold til denne får Sæv 40 Miljøtilstand 2(god). I 2009 fikk stasjonen Miljøtilstand 1 og resultatene viser at det er en forverring av forholdene for bunndyrsfaunaen på stasjonen nærmest utslippet siden 2009. Resultatene fra undersøkelsene i 2002 og 2004 ga Sæv 40 Miljøtilstand 3, og tilstanden for bunndyr i 2012 er derfor bedre enn de to første undersøkelsene.

Alt i alt ser det ut til at bunnfaunaen i bassenget får en økt tilførsel fra organisk materiale. Siden det er et relativt lite basseng utenfor Sævareid med en terskel med 50 meter saldyp og 86 m bassengdyp, så er det viktig å sikre at tilførselen av organisk materiale ikke oppmagasineres.

Tabell 4.1. Oppsummering av resultatene fra undersøkelsen ved Sævareid i september 2012. Miljøtilstanden er klassifisert etter KLIF tilstandsklasser og MOM-miljøtilstand.

Stasjon	Dyp (m)	Org. innhold (%-glødetap)	pH/Eh tilstand	Normal. TOC T. kl.	Oksygen KLIF T. kl.	Kobber T.kl.	Sink T.kl.	Fauna KLIF T. kl.	Fauna MOM T.kl.
Fu 7-2012	86	22,4	1	V	-	IV	II	III	-
Sæv 10-2012	41	5,8	2	IV	-	I	I	II/III	1
Sæv 22-2012	31	4,6	2	II	-	I	I	IV	2
Sæv 40-2012	56	13,3	2	V	I	IV	II	-	2

5 TAKK

Vi takker båtfører Sindre Helland for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Stian Kvalø og Tom Alvestad. Sedimentanalysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten, Natalia Korableva og Nargis Islam. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen, Frøydis Lygre og Tom Alvestad.

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.
- Heggøy E, Johansen P-O. 2009. Marinbiologisk miljøundersøkelse ved A/S Sævareid Fiskeanlegg i 2009. SAM e- rapport nr 8-2009. 41s
- 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.
- Johnsen GH, Smith Johnsen C. 2012. Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa i 2012. *Rådgivende biologer - Rapport nr 1694*. 36 sider.
- 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

Generell vedleggsdel.....	34
Analyse av bunndyrsdata	34
Generelt	34
Geometriske klasser	34
Univariate metoder	35
Ømfintlighet	36
Sammensatte indekser	36
Referansetilstand og klassegrenser.....	36
Multivariate analyser.....	36
Dataprogrammer.....	38
Litteratur til Generelt Vedlegg	41
Vedleggstabell 1. Artsliste.....	42
Vedleggstabell 2. De ti mest tallrike artene.....	47
Vedleggstabell 3. Analysebevis.....	51

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.

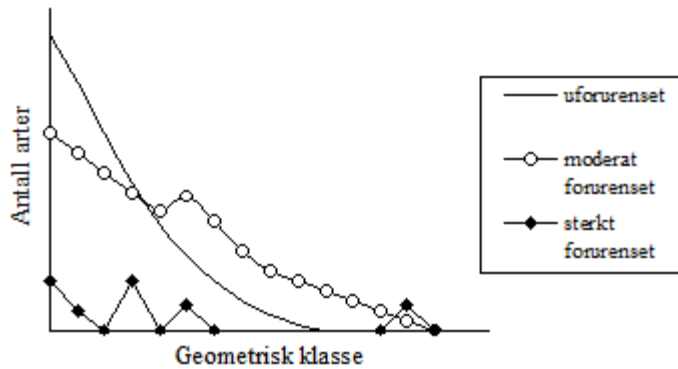
Geometriske klasser

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 toppe og nullverdier (Figur v1)

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



Figur v1. Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et 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. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratgruppen Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

Diversitet.

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (S , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J , fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

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

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 uforurensete 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:

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

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.

Hurlbert diversitetsindeks $ES(100)$ er beskrevet som:

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s 1 - \frac{[(N - N_i)! / ((N - N_i - 100)! 100!)]}{[N! / ((N - 100)! 100!)]}$$

hvor ES_{100} = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og N_i individer av i -ende art.

Diversitetsindekse SN er beskrevet som:

$$SN = \ln S / \ln(\ln N)$$

hvor S er antallet arter, og N er antallet individer i prøven

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al., 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaekspertes. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 bestemmes ut fra både arts mangfold og ømfintlighet.

NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formlene:

$$\text{NQI1 (Norwegian quality status, version 1)} = [0.5 \cdot (1 - \text{AMBI}/7) + 0.5 \cdot (\text{SN}/2.7) \cdot (N/(N+5))]$$

$$\text{NQI2 (Norwegian quality status, version 2)} = [0.5 \cdot (1 - \text{AMBI}/7) + 0.5 \cdot (H'/6)]$$

hvor AMBI er en sensitivitetsindeks, SN og H' diversitetsindekser, og N er antall individer i prøven.

Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten (H') og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg) og gjennomsnittet klassifiserer stasjonen etter veileder 01:2009. I tillegg blir diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen regnet ut og rapportert i henhold til Molvær et al. 1997 for sammenligning med historiske data. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig) (Tabell v2 og v3)

Tabell v2 :Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til veileder 01:2009*:

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008)				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0.78	>0.72	0.63-0.72	0.49-0.63	0.31-0.49	<0.31
NQI2	0.73	>0.65	0.54-0.65	0.38-0.54	0.20-0.38	<0.20
H'	4.4	>3.8	3.0-3.8	1.9-3.0	0.9-1.9	<0.9
ES ₁₀₀	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9.0	>8.4	7.5-8.4	6.1-7.5	4.2-6.1	<4.2

* Tallverdiene er foreløpig de samme for alle regioner og vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

Tabell v3 Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment og bløtbunnsfauna. Veiledning 97:03- Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

Parameter		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
Artsmangfold	Hulberts indeks	>26	26-18	18-11	11-6	<6
bløtbunnsfauna	Shannon-Wiener indeks	>4	4-3	3-2	2-1	<1

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 miljøgradienter. 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. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulik prøveareal. 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:

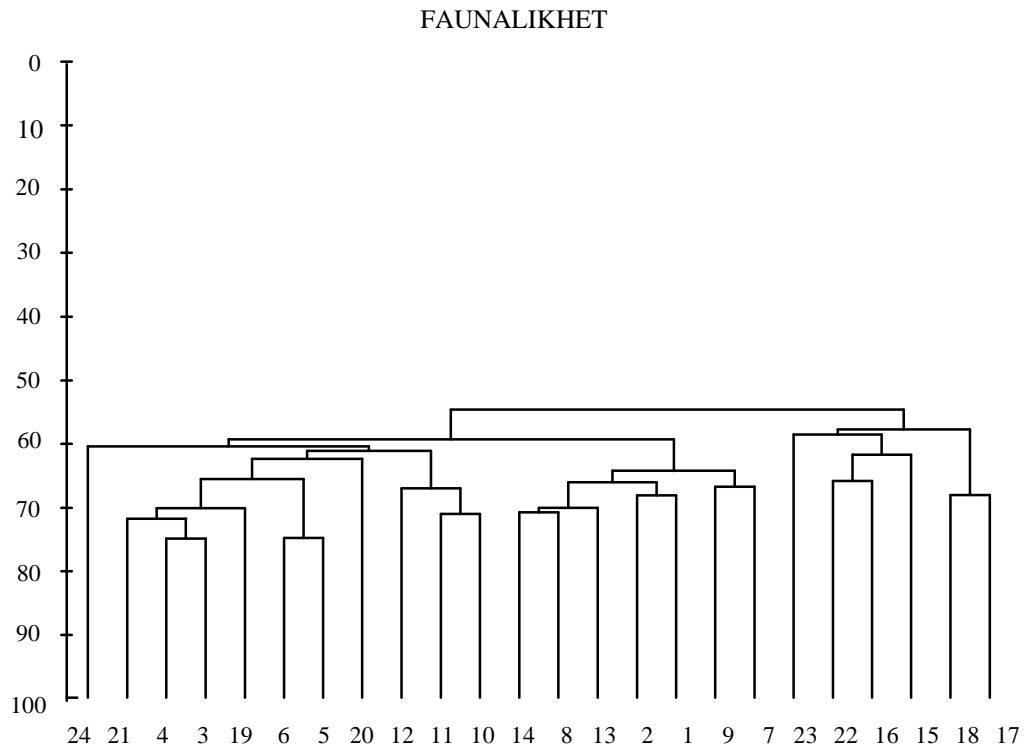
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

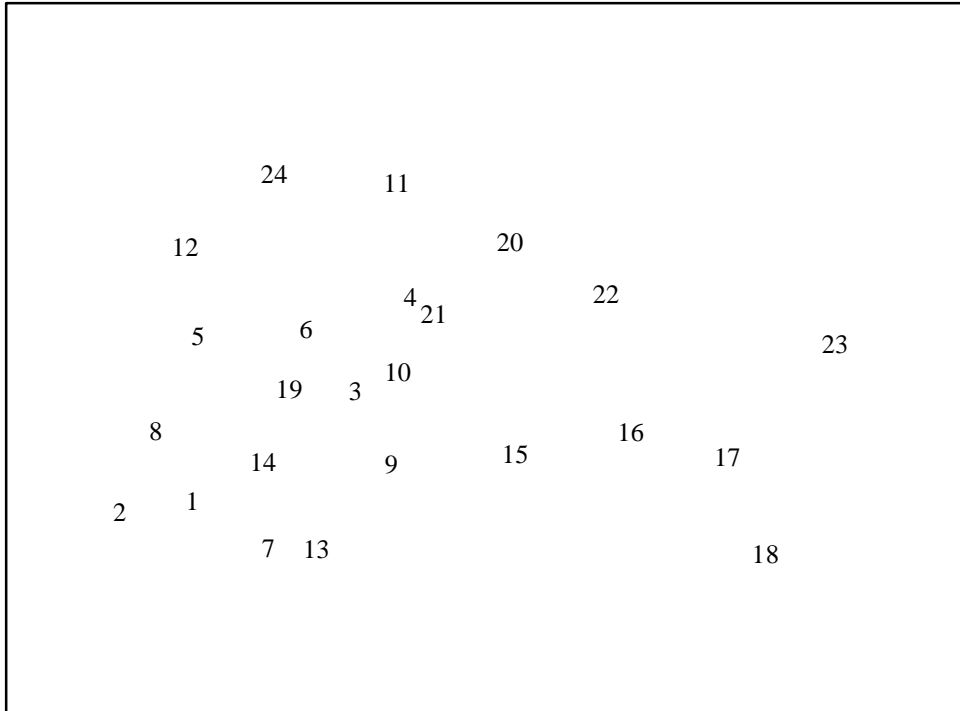
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget 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. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

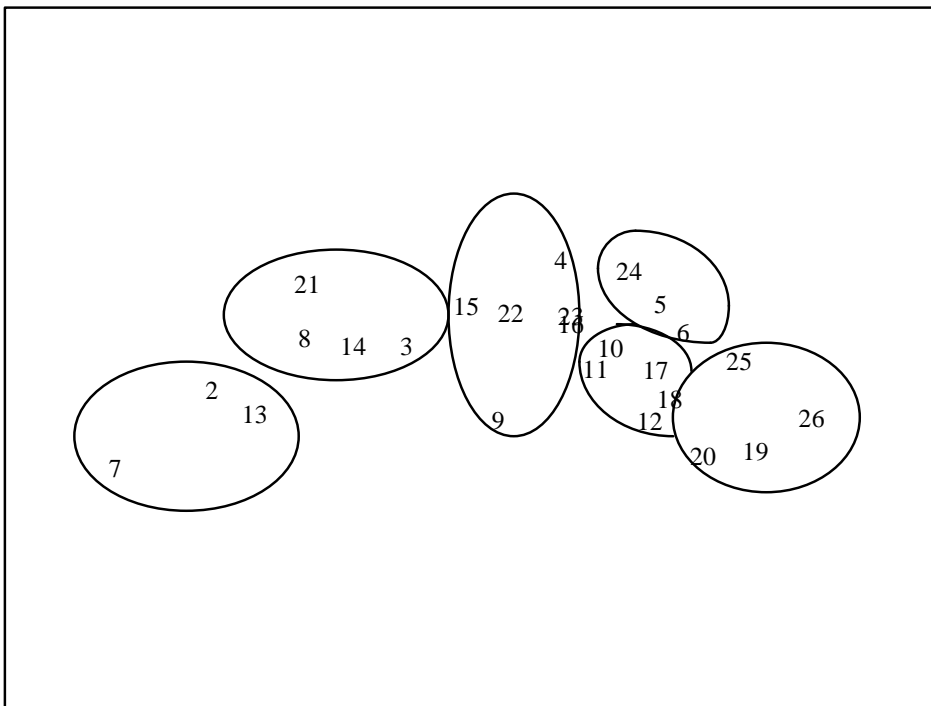


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114*
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs 27:325-349*.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin 10:142-146*.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review 16:229-311*.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series 12:237-255*.
- Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology 13:131-144*.
- Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02 20 pp*.
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Vannportalen.no.. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

Vedleggstabell 1. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



SAM-Marin
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



Oppdragsgiver (navn og adresse): AS Sævareid Fiskeanlegg

Prosjekt nr.: 806942

Prøvetakingssted (område): Sævareidfjorden

Dato for prøvetaking: 18.09.12

Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -

Artene er identifisert av: Per Johannessen, Frøydis Lygre og Tom Alvestad

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>

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 til stede 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:.....*Frøydis Lygre*.....
Godkjent taksonom

SAM-Marin

s. 1/4	Stasjon	Sæv 10	Sæv 10	Sæv 10	Sæv 40	Sæv 40	Sæv 40
	År	2012	2012	2012	2012	2012	2012
	Arter	Hugg					
		1	2	3	1	2	3
*	ANTHOZOA						
	<i>Cerianthus lloydii</i>	1	0/2	3			
	<i>Edwardsia</i> sp.	26	77	36			
*	NEMERTINI indet.	29	8	3			
*	NEMATODA indet.	37	40	23	ca. 20000	ca. 20000	ca. 15000
	POLYCHAETA						
	<i>Aphrodita aculeata</i>	0/2					
	Polynoidae indet.	3	1	2			
	<i>Pholoe baltica</i>	8	8	5	1		
	<i>Sige fusigera</i>	4/2	8/1	0/1	1	1	
	<i>Phyllodoce groenlandica</i>		1				
	<i>Phyllodoce mucosa</i>				10	3/2	
	<i>Eteone longa</i>		2	1			
	<i>Eumida bahusiensis</i>			1			
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>				1		
	<i>Ophryotrocha</i> sp.			2			
	<i>Exogone</i> sp.		2	2			
	<i>Eunereis elitoralis</i>	3	1	1			
	<i>Nephtys hombergii</i>	1					
	<i>Sphaerodoropsis minuta</i>	1					
	<i>Glycera alba</i>	9/11	6/7	6/7	0/1		
	<i>Glycera rouxii</i>	1					
	<i>Goniada maculata</i>		0/2				
	Lumbrineridae indet.	1		2			
	<i>Naineris quadricuspida</i>				2	1	
	<i>Aricidea catherinae</i>		10	3			
	<i>Paraonis</i> sp.	71	20	44			
	<i>Protodorvillea kefersteini</i>				167	79	2
	<i>Prionospio cirrifera</i>	187	81	20		1	
	<i>Prionospio fallax</i>	1292	803	464			
	<i>Prionospio steenstrupii</i>					13	
	<i>Scoelepis korsuni</i>	23	3	7			
	<i>Spio</i> sp.	1	4	9			
	<i>Spiophanes kroeyeri</i>	0/2	2/1	1/1			
	<i>Malacoceros fuliginosus</i>				288	200	80
	<i>Polydora</i> sp.	62	12	47			
	<i>Pseudopolydora pulchra</i>		1	2			
	<i>Spiochaetopterus typicus</i>	+					
	<i>Cirratulus cirratus</i>				7/1	18/2	
	<i>Aphelochaeta</i> sp.	3	1				
	<i>Cirriformia tentaculata</i>					1	
	<i>Chaetozone</i> sp.	188	912	306	15	3	
	<i>Diplocirrus glaucus</i>	1/2	7/3	2/2			
	<i>Scalibregma inflatum</i>		0/1				
	<i>Capitella capitata</i>	8	195	66	1988	1408	3072
	<i>Mediomastus fragilis</i>	48	67	61		1	
	Maldanidae indet.			3			
	<i>Gyptis rosea</i>	1		1			
	<i>Owenia borealis</i>	19/13	23/27	11/47			
	<i>Galathowenia oculata</i>	90	32	52			
	<i>Pectinaria auricoma</i>	1	2/1				
	<i>Pectinaria belgica</i>			1			
	<i>Pectinaria koreni</i>	51/68	197/94	83/29	1	3	
	<i>Sosane sulcata</i>			1			
	<i>Ampharete falcata</i>	2					
	<i>Ampharete lindstroemi</i>			1			
	<i>Streblosoma intestinale</i>		5	2			
	<i>Polycirrus plumosus</i>	1		1			
	<i>Polycirrus norvegicus</i>	1					
	Sabellidae indet.	21	46	36			

SAM-Marin

s. 2/4	Stasjon	Sæv 10	Sæv 10	Sæv 10	Sæv 40	Sæv 40	Sæv 40
År	Arter	2012	2012	2012	2012	2012	2012
	Hugg	1	2	3	1	2	3
	Sabellides octocirrata	7	4	6			
	Amphicteis gunneri			0/1			
	Thelepus cincinnatus	0/1					
	OLIGOCHAETA indet.		1		333	643	2
	SIPUNCULA						
	Sipuncula indet	2					
	Phascolion strombus			2			
	CRUSTACEA						
	Idothea sp.				1		
	Jaera sp.				1		
*	Calanus finmarchicus	1	3	4	1	4	
*	Bradyidius sp.	2	1				
*	AMPHIPODA indet.	2	16	7	3	3	
*	Caprellidae indet	4	5	8		2	
*	Paguridae indet.	0/1		0/2			
*	Galathea sp.	0/1		0/2			
*	Lophogaster typicus		2	1			
*	Crangonidae indet		1	1			
	Podon sp.			1			
*	PYCNOGONIDA indet.		1	1			
*	Chironomidae indet larve	1					
	MOLLUSCA						
	Aporrhais pespelecani	3	6/1	5			
	Euspira montagui	0/2					
	Euspira pulchella	0/2		0/1			
	Cylichnina umbilicata			1			
	Diaphana minuta			1			
	Philine scabra	18/6	31/11	21/7			
	Philine aperta	0/3	0/5	0/7			
	Cylichna cylindracea	4					
	Thyasira flexuosa	66/41	87/42	71/13			
	Thyasira sarsii	19/25	0/10	4/11		1	
	Tellimya ferruginosa	1	1				
	Kurtiella bidentata	54/2	17/1	7		2	
	Abra nitida	76/19	51/8	42/6			
	Corbula gibba	11	35	1			
	PHORONIDA						
	Phoronida indet.		2				
	ASTEROIDEA						
	Amphiura chiajei	0/1		1/1			
	Amphiura filiformis	33/1	8	8/5			
	Ophiocten affinis	8/14	2/10	16/1			
	Ophiura sp.	0/3	0/2				
	Ophiopholis aculeata	0/1					
	Spatangoida indet		0/3	0/10			
	ECHINOIDEA						
	Echinoida indet			0/1			
	Echinocardium flavescens	1					
	Echinocardium cordatum			1			
	Brissopsis lyrifera	2	3	1			
	Synaptidae indet.	7	3	1			
	Pseudothyone raphanus		0/1				
*	VARIA	+	+	+		+	+

SAM-Marin

s. 3/4	Stasjon	Sæv 22	Sæv 22	Sæv 22	Fu 7	Fu 7	Fu 7
År	Arter	2012	2012	2012	2012	2012	2012
	Hugg	1	2	3	1	2	3
*	ANTHOZOA						
	Cerianthus lloydii					0/1	
	Edwardsia sp.				4		
*	NEMERTINI indet.				18	1	20
*	NEMATODA indet.	ca. 20000	ca. 25000	ca. 10000	18	1	15
	POLYCHAETA						
	Paramphinome jeffreysii				2		1
	Polynoidae indet.				31	1	8
	Gattyana cirrosa		1				
	Pholoe baltica	2		1	3		1
	Sige fusigera		1		4/13	1/1	1/8
	Phyllodoce mucosa	4/1	27/2	8			1
	Phyllodoce rosea				3		2
	Eteone longa			1	1/1		
	Nereimyra punctata				2/1		0/1
	Ophiodromus flexuosus						1
	Syllidae indet.				2		
	Exogone sp.		1		2	1	
	Platynereis dumerilii		1				
	Nephtys hombergii					1	
	Glycera alba	3/1	5	3/2	9/14	1/1	3/10
	Glycera lapidum				0/4		0/1
	Goniada maculata	2		3			1
	Lumbrineridae indet.		8	4	2		
	Orbinia sp.				1		
	Scoloplos armiger	2			1		
	Ehlersia cornuta		4				
	Paraonis sp.				1		
	Protodorvillea kefersteini	31	40	125	1		
	Prionospio cirrifera				55	6	9
	Prionospio fallax				162	23	100
	Prionospio steenstrupii	1	1				
	Scolelepis korsuni				3/1		2
	Spio sp		1				
	Spiophanes kroeyeri					1	
	Spiophanes wigley				0/2		
	Malacoceros fuliginosus	9	6	4			
	Polydora sp.	38	519	200			
	Polydora spp.				1426	833	1115
	Spiochaetopterus typicus				+	2	
	Flabelligera affinis				1		
	Aphelochaeta sp.				4		
	Cirriformia tentaculata		2/1	1			
	Chaetozone sp.	13	112	75	157	2	158
	Capitella capitata	1701	1344	805	5		
	Heteromastus filiformis					1	
	Mediomastus fragilis	2	4	7	13	2	37
	Notomastus latericeus	2		9			
	Owenia borealis				1/5	0/1	0/1
	Galathowenia oculata				4	1	
	Pectinaria koreni	29/6	2	97/5	12/25	4/19	5/23
	Ampharete falcata					1	1
	Ampharete lindstroemi					1	
	Polycirrus norvegicus						1
	Amaeana trilobata					1	
	Verruca stroemi		0/10				
	Sabellidae indet.				6		1
	Sabellides octocirrata				4	1	1
	Thelepus cincinnatus				0/1		1
	Arenicola marina	0/3	3	2			

SAM-Marin

s. 4/4	Stasjon	Sæv 22	Sæv 22	Sæv 22	Fu 7	Fu 7	Fu 7
År	Arter	2012	2012	2012	2012	2012	2012
	Hugg	1	2	3	1	2	3
	OLIGOCHAETA indet.	4	45	3			
*	HIRUDINEA indet.				1		
	CRUSTACEA						
*	Calanus finmarchicus	1	1	14	4	1	1
*	Nebalia sp.				1		
*	AMPHIPODA indet.			1	4		
*	Corophiidae indet.				1		
*	Euphausiacea indet.						1
*	Caprellidae indet		1				
*	Crangon allmanni					1	
*	Decapoda indet				0/1		
*	Caridea indet			2			
	MOLLUSCA						
	Diaphana minuta				1		
	Philine scabra				18/15	10	10/3
	Nudibranchia indet.				1	1	1
	Lucinoma borealis					1	
	Thyasira flexuosa			1	18	26	18/1
	Thyasira sarsii			0/1	147/48	56/19	115/30
	Macoma calcarea			1/2			
	Abra nitida	4		23	33/31	36/22	53/26
	Corbula gibba	3	1	7	2/1	1	1
	BRYOZOA						
	Bryozoa indet grenet		+				
	ASTEROIDEA						
	Amphiura filiformis				0/1		
	Ophiocten affinis				2	2/2	0/1
	ECHINOIDEA						
	Asterias rubens					0/1	0/3
	Echinocardium flavescens				1/5	0/1	
	Synaptidae indet.					1	1
	Ocnus lacteus				1		
	ASCIDIACEA indet.				3		1
*	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 fra 1985 til og med 2009.

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

SAM-Marin

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

SAM-Marin

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

SAM-Marin

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

Vedleggstabell 3. Analysebevis



Uni Research AS
HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
5006 BERGEN
Attn: Uni Miljø

**Eurofins Environment Testing Norway AS
(Bergen)**

F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42
Fax:
bergen@eurofins.no

AR-12-MX-002857-01



EUNOBE-00004825

Prøvemottak: 22.10.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 22.10.2012-07.11.2012
Referanse: 806942 71/12

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2012-1022-005	Prøvetakingsdato:	18.09.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Fu 7, 86 m Hugg 1	Analysedato:	22.10.2012			
Analyse	Resultat	Enhet	MU	Metode	LOQ	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
Totalt fosfor (P)	2900	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	95	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	190	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	90	mg/g tv		EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff						
Total tørrstoff	24.3	% (v/v)		EN 14346	0.1	

Prøvenr.:	441-2012-1022-006	Prøvetakingsdato:	18.09.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Sævn 22, 31m Hugg 1	Analysedato:	22.10.2012			
Analyse	Resultat	Enhet	MU	Metode	LOQ	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
Totalt fosfor (P)	2200	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	20	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	66	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	14	mg/g tv		EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff						
Total tørrstoff	66.7	% (v/v)		EN 14346	0.1	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 2

AR-12-MX-002857-01



EUNOBE-00004825



Prøvenr.:	441-2012-1022-007	Prøvetakingsdato:	18.09.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Sævn 10, 41m Hugg 1	Analysedato:	22.10.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)					
Totalt fosfor (P)	1200	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	23	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	64	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	29	mg/g tv	EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff					
Total tørrstoff	56	%(v/v)	EN 14346	0.1	

Prøvenr.:	441-2012-1022-008	Prøvetakingsdato:	18.09.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Sævn 40, 56 m Hugg 1	Analysedato:	22.10.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)					
Totalt fosfor (P)	5100	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	91	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	240	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	70	mg/g tv	EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff					
Total tørrstoff	47.7	%(v/v)	EN 14346	0.1	

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Bergen 07.11.2012

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 2 av 2