

Marinbiologisk miljøundersøkelse ved AS Sævareid Fiskeanlegg Fusa kommune, 2014



Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 17.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 17.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)

**SAM-Marin**

Uni Research Miljø
 SAM-Marin
 Thormøhlensgt. 55
 5008 Bergen, Norway

Tlf: 55 58 44 05
 E-post: Sam-marin@uni.no
 Internet: www.uni.no
 Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: Marinbiologisk miljøundersøkelse ved AS Sævareid Fiskeanlegg Fusa kommune, 2014	Dato: 28.11.2014 Antall sider og bilag: 60
Forfatter(e): Einar Bye-Ingebrigtsen, Torben Lode, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Einar Bye-Ingebrigtsen Prosjektnummer: 808837
Oppdragsgiver: AS Sævareid Fiskeanlegg	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: On assignment from AS Sævareid Fiskeanlegg, SAM-Marin investigated the marine environment at Sævareid in august 2014. 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 oxygen content in the bottom of the 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 2012. Further the analyses of the sediment samples showed no significant change in copper content compared with previous investigation in 2012, with high levels at to stations. The soft bottom benthic fauna had a highly increased number of individuals at the two stations closest to the facility, while the two stations further away had an reduction. Despite of this change in number of individuals at the different stations, the condition of all the stations are (according to "NS 9410:2007" and "Veileder 02:2013") classified to the same classes as the results from 2012, which indicate no major changes since 2012.

Keywords: Environment, survey, resipient, aquaculture, benthos, sediment.	Emneord: Miljø, undersøkelse, resipienti, havbruk, bunndyr, sediment.
---	---

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 51-2014

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	28.11.2014	<i>P-O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	28.11.2014	<i>Einar Bye-Ingebrigtsen</i>

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 17.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 17.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)

SAM-marin er en del av Uni Research Miljø (Uni Research AS), og er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse og faglige vurdering og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

Følgende er utført akkreditert ved SAM-marin:

Prøvetaking til sediment analyser, samlet av: Trond E. Isaksen og Stian E. Kvalø

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ragna Tveiten, Ina Birkeland, Linda B. Pedersen

Identifikasjon av marin fauna utført av: Arne Nygren, Øydis Alme (opplæring), Per Johannessen, Frøydis Lygre.

Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Per-Otto Johansen

Ikke akkreditert:

- Strandsonebefaring utført av: Stian E. Kvalø

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Båten "Reidar" med båtfører Joachim Tveit og kranfører Roger Rolland (Bolaks AS)

Kjemiske analyser utført av: Eurofins AS akkrediteringsnummer TEST 003

Akkreditert: TOC, sink, kobber, fosfor, tørrstoff.

Ikke akkreditert: -

Geologiske analyser utført av: Molab AS akkrediteringsnummer TEST 032

Akkreditert: Kornfordeling, TOM

Ikke akkreditert: -

Andre: -

Innhold

1. Innledning.....	5
2. Materiale og metode.....	7
Undersøkellesområdet	7
Hydrografi	10
Bløtbunnundersøkelse – Prøver og analyser	10
Sediment (geologi)	11
Kjemi (metaller, organiske stoffer, pH/ E_h).....	12
Bunndyr (biologi)	13
Strandsonen.....	16
Produksjonsdata fra anlegget	16
3. Resultater og diskusjon	17
Hydrografiske målinger	17
Sediment (geologi)	19
Kjemiske analyser	21
Sedimentanalyser	21
Måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E_h).....	22
Bunndyr	24
Strandsone	30
4. Sammendrag og konklusjon	32
5. Takk.....	33
6. Litteratur.....	34
7. Vedlegg.....	35
1) Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyrsdata	35
2) MOM B-parametere	44
3) Artsliste	46
4) Geometriske klasser	49
5) Analysebevis	50
6) CTD-data.....	55
7) Fotodokumentasjon - strandsone	56

1. INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse i Sævareidfjorden, i Fusa kommune. Undersøkelsen er gjort på oppdrag fra AS Sævareid Fiskeanlegg. Innsamlingene ble gjennomført 27. august 2014.

Formålet med undersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet rundt utslippet fra AS Sævareid Fiskeanlegg for å vurdere anleggets påvirkning på resipienten.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av strandsonbefaring med fotostasjoner og vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot Miljødirektoratet tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (SFT 1997, SFT 2008), Direktoratsgruppa Vanndirektivets indekser (Veileder 02:2013), og stasjonene nærmest utslippspunktet også vurdert etter MOM-standarden (NS 9410:2007).

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 del strøm 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 ble det gjennomført en oppgradering av avløpene fra klekkeriene, 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 til hovedavløpet.

Uni Research Miljø, Seksjon for Anvendt Miljøforskning - marin del (SAM-Marin) har god kjennskap til området og den historiske utviklingen i miljøet rundt Sævareid. 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 Unifob). Undersøkelser av den indre delen av Sævareidfjorden viser 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 2012 viste en forverring på Sæv40, Sæv22 og Sæv10, mens Fu7 beholdt samme

tilstandsklasse (moderat), til tross for en kraftig økning i antall individer sammenliknet med resultatene fra tidligere år (Vassdal et al. 2013).

Resultatene fra miljøundersøkelsen i 2014 er sammenliknet med den forrige miljøundersøkelsen fra 2012 og vil være et referansemateriale ved framtidige undersøkelser.

Undersøkelsen er utført av Uni Research Miljø, seksjon for anvendt miljøforskning – marin del (SAM-Marin) på oppdrag fra kundenavn. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

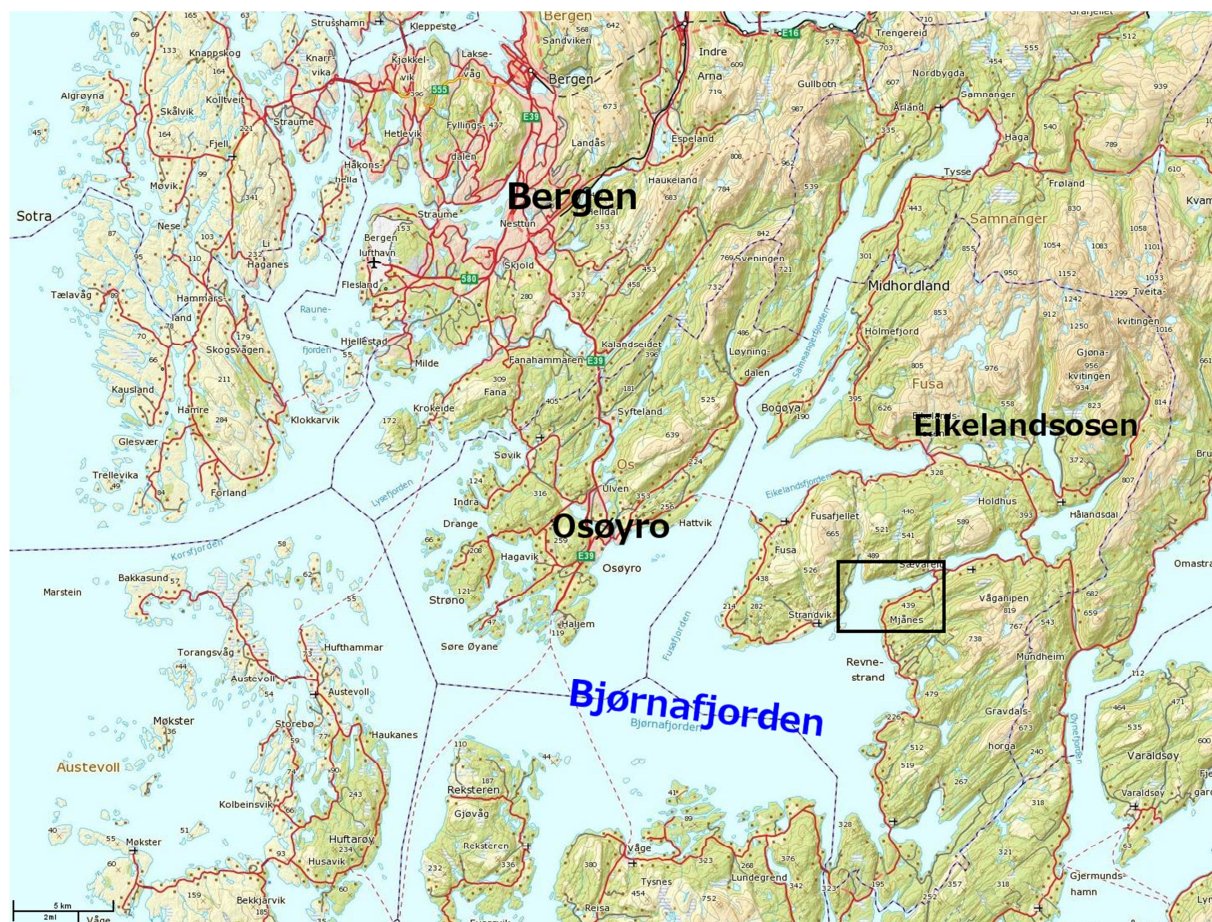
2. MATERIALE OG METODE

Undersøkellesområdet

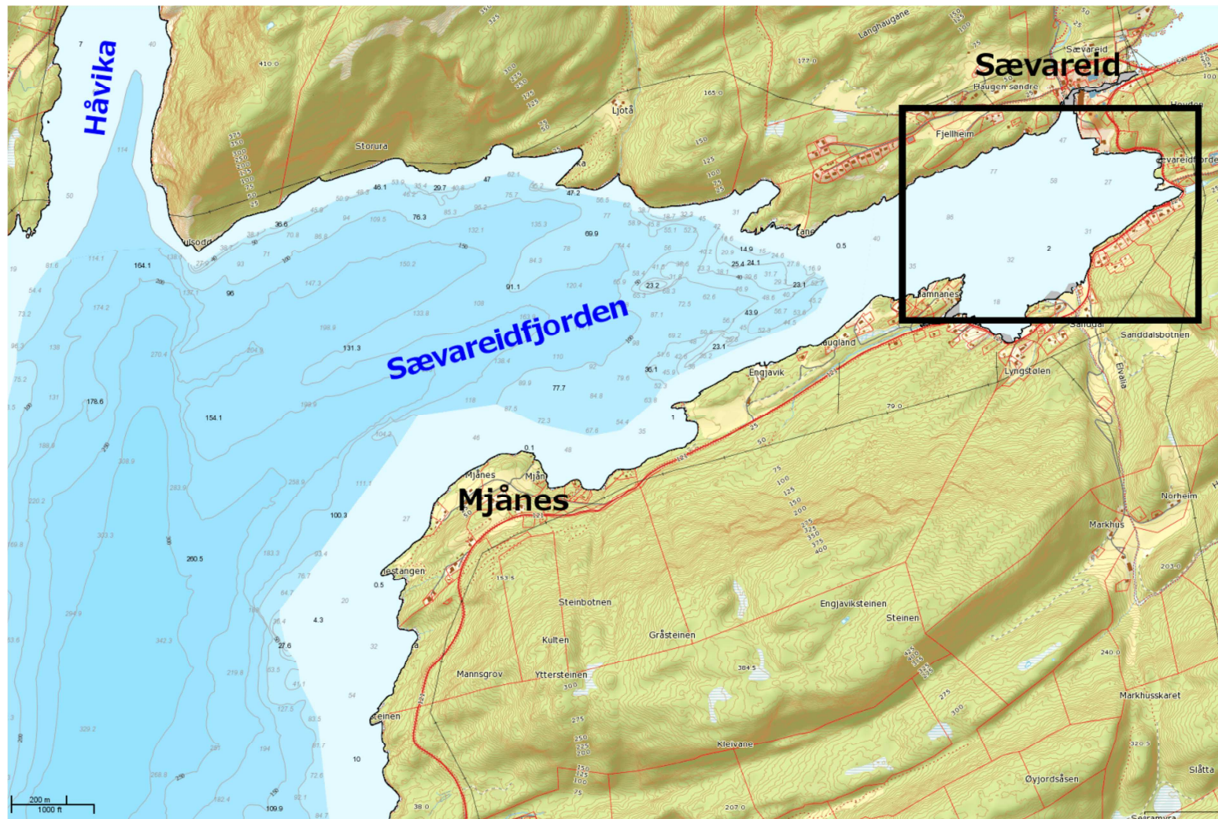
Undersøkellesområdet ligger i den innerste delen av Sævareidfjorden (Figur 1 - Figur 2Figur 4). Det indre bassenget har et maksimaldyp på ca. 85 m og et terskeldyp på ca. 50 m. Den ytre delen av Sævareidfjorden har et relativt åpent og dypt utløp til Bjørnafjorden.

Prøveinnsamlingene og strandsonedefaringen ble gjennomført 27. aug. 2014. Det ble tatt tre bunnprøver fra fire stasjoner (Fu 7, Sæv10, Sæv22 og Sæv40), i tillegg ble det tatt bilder fra seks fotostasjoner (S1-S6) til vurdering av strandsonen i den indre delen av Sævareidfjorden. Innsamlingen av bunnprøvene og strandsonedefaringen ble gjennomført av Trond E. Isaksen og Stian Kvalø fra SAM-Marin. Båtfører var Joachim Tveit og Roger Rolland kranfører (Bolaks AS). Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 1.

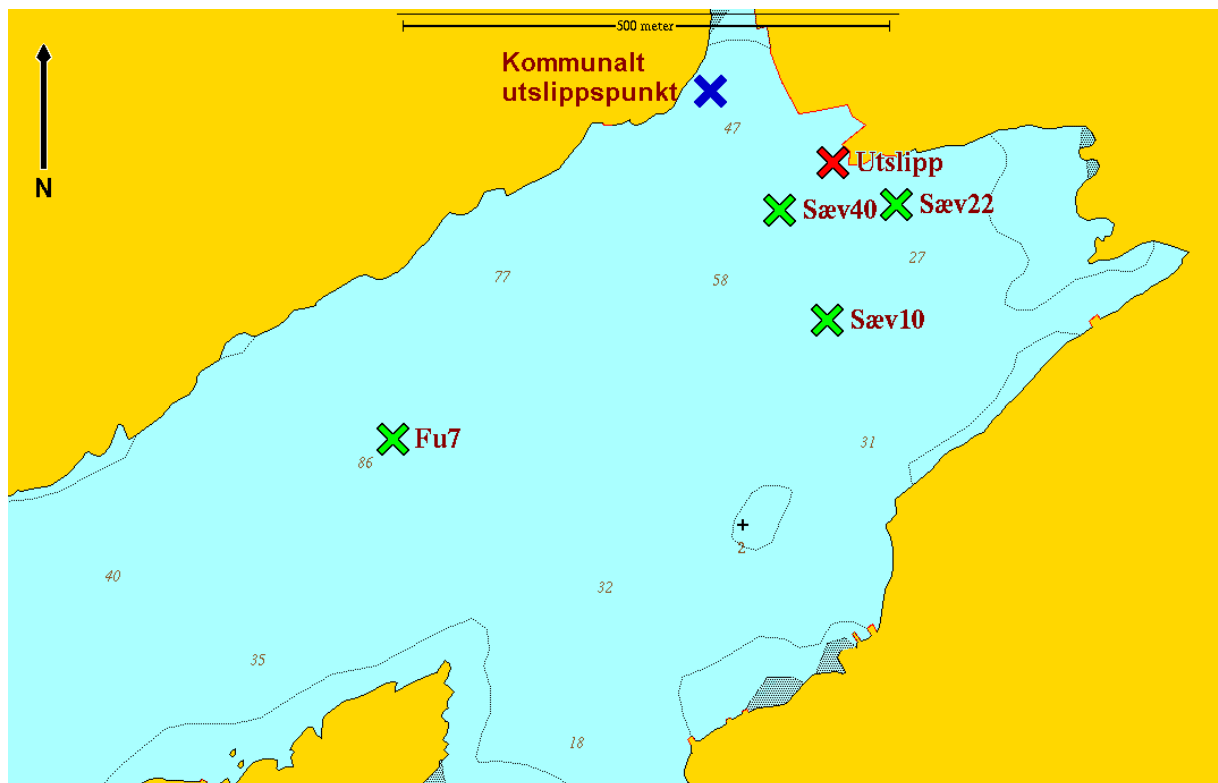
Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra den dypeste delen av fjorden (Fu 7, 86 meter) og fra stasjonen nærmest utslippspunktet (Sæv40, 56 meter).



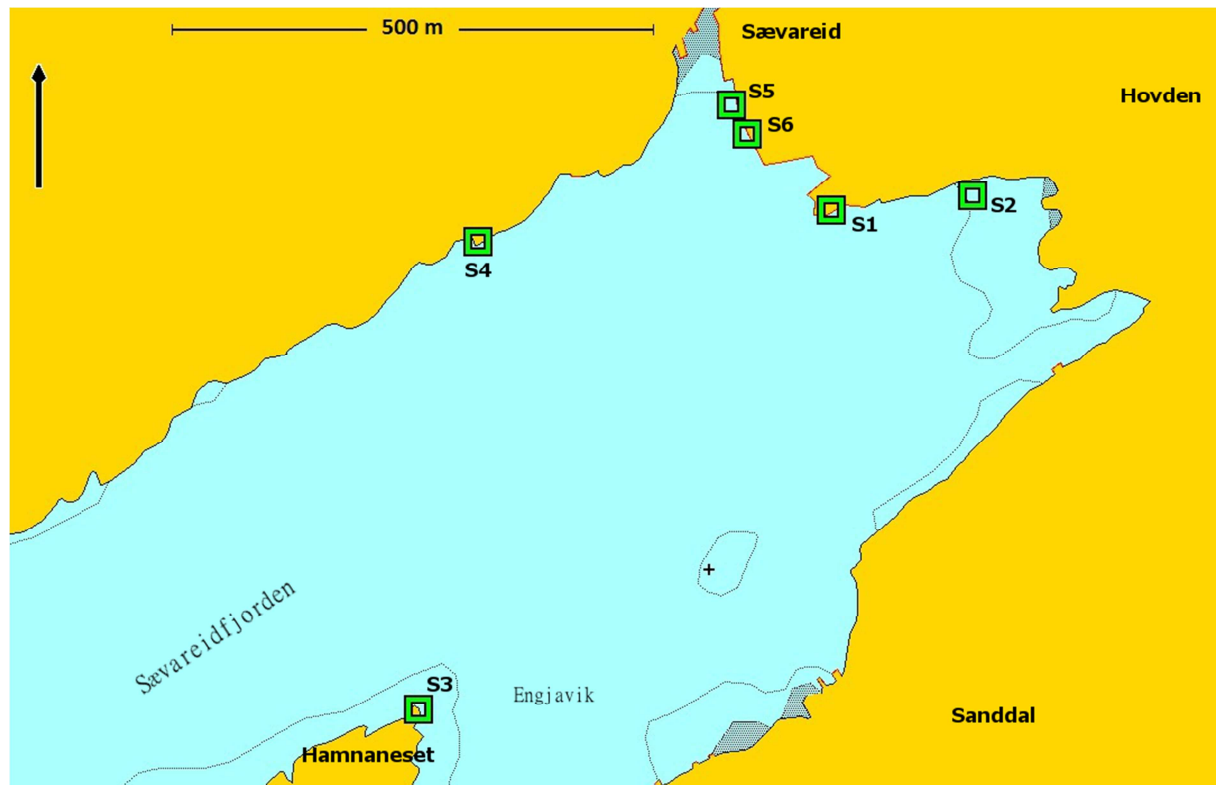
Figur 1. Oversiktskart over fjordsystemet rundt Bjørnafjorden. Firkant viser kartutsnitt for undersøkellesområdet. Kartkilde: Fiskeridirektoratet.



Figur 2. Områdekart over Sævareidfjorden. Firkant viser kartutsnitt for undersøkelsesområdet.



Figur 3. Kartutsnitt av undersøkelsesområdet. Utslippspunktet er markert med et rødt kryss. Prøvestasjonene (Sæv10, Sæv22, Sæv40 og Fu7) er markert med grønne kryss. Kommunalt utslippspunkt er markert med et blått kryss.



Figur 4. Fotostasjoner i indre Sævareidfjorden. S1 til S6 (markert med grønne firkanter) viser plasseringen av fotostasjonene ifm. strandsonbefaringen.

Tabell 1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet Sævareidfjorden. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det er benyttet en van Veen kombigrabb («Duo») hvor det ene kammeret utgjør 0,1 m² og brukes til biologiprøver (Volum 21 liter, maks 22 cm bitedybde), mens det andre kammeret er mindre og brukes til kjemi- og geologiprøver. MOM B-parametere (B1/B2) registrert på hver stasjon.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St Fu 7 27.08.14	Sævareid 60°11,116'N 05°45,333'Ø	86	1	21	Biologi
			2	21	Biologi, kjemi, geologi.
			3	21	Biologi Grågrønn silt/leire. <i>Spiochaetopterus</i> -rør observert. Noe løv i prøvene. CTD-målinger
St Sæv10 27.08.14	Sævareid 60°11,182'N 05°45,817'Ø	41	1 2 3	10 10 10	Biologi, kjemi og geologi, B1/B2 Biologi Biologi Lyst sediment, ingen lukt. Løv i prøvene.
St Sæv 22 27.08.14	Sævareid 60°11,246'N 05°45,894'Ø	31	1 2 3	12 9 8	Biologi, Kjemi og geologi, B1/B2 Biologi Biologi Lyst sediment. Ingen lukt. Mye organisk terrestrisk materiale (løv, kvist).
St Sæv 40 27.08.14	Sævareid 60°11,243'N 05°45,764'Ø	56	1 2 3	17 7 16	Biologi, kjemi og geologi, B1/B2 Biologi Biologi Brunsvart sediment, litt H ₂ S-lukt. Mye organisk terrestrisk materiale (løv, kvist). CTD-målinger

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 føre til at dyrelivet dør ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Vann kan også være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet.

Måling av temperatur, saltholdighet, oksygen og oksygenmetning i vannsøylen ble utført med en STD/CTD-sonde av typen SD204 med påmontert oksygensensor. For å hente ut og analysere data ble den tilhørende programvaren Minisoft SD200w (versjon 3.17.11.164) benyttet.

Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ble målt samtidig med innsamling av bløtbunnsprøver i henhold til NS 9410:2007.

Bløtbunnundersøkelse – Prøver og analyser

Bløtbunnundersøkelsene omfatter sedimentprøver for analyse av geologi, kjemi og bunndyr (biologi). Prøvetakingen er utført akkreditert i samsvar med standard NS-EN ISO 16665:2013 Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna og ISO 5667-19:2004 Veileder i sedimentprøvetaking i marine områder.

Bunnprøver for geologiske, kjemiske og biologiske sedimentanalyser samles inn ved bruk av van Veen grabb med justerbare vekter. Det ble brukt en modifisert van Veen grabb (med to kamre med til sammen 0,15 m² åpning og 0,5 mm perforerte silplater i inspeksjonslukene) som tar biologi-, kjemi- og geologiprøver i same hugg (kombi-grabb, utviklet av Det Norske Veritas). Biologi-kammeret tilsvarer prøveareal på 0,1 m², mens det minste kammeret har prøveareal på 0,05 m² som er tilstrekkelig for geologi- og kjemiprøver.

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. Miljøtilstand basert på makrofauna vurderes på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen i et prøveareal på 0,2 m² i henhold til klassifiseringssystemet i NS 9410:2007. Det ble det tatt tre grabbprøver på samme posisjon fra hver stasjon, alle tre huggene blir brukt ved klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa Vanddirektivet, 2013), mens kun de to første huggene blir brukt til å klassifisere miljøtilstand etter klassifiseringssystemet i NS 9410:2007.

Hvor dypt grabben graver ned i sedimentet avhenger av konsistensen til sedimentet og av vekt til grabben. For å få et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve blir sedimentnivået av hver grabbprøve målt. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. 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, det vil si at grabben må inneholde minst 5 liter sediment for at prøven kan godkjennes for biologiske analyser (NS-EN ISO 16665:2013). Prøver med mindre prøvevolum kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Alle huggprøver er kontrollert med hensyn til mengde og type sediment (fast eller løs konsistens, innhold av skjellsand, stein, grus o.a.) og farge. Grabb-hugg som inneholder tilfredsstillende sedimentmengde med uforstyrret sedimentoverflate regnes som godkjente prøver for geologi, kjemi og biologi analyser i henhold til akkrediteringskravene. Det er særlig viktig at øvre sedimentlag i grabbprøver som skal brukes til geologi- og kjemi analyser er uforstyrret (NS-EN ISO 5667-19:2004).

For hver stasjon i det undersøkte området ble det tatt 3 grabb-hugg til biologiprøver og hvorav 1 av de også samlet prøver til geologi- og kjemiprøver. Totalt ble det samlet inn 12 huggprøver fra 4 stasjoner (Tabell 1).

Bearbeiding av prøver og analysering av bløtbunnsparametrene (geologi, kjemi og biologi) er beskrevet under.

Sediment (geologi)

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. Klassifisering av ulike sedimentfraksjoner basert på partikkelstørrelse som oppgitt i NS-EN ISO 16665:2013 er vist i Tabell 2.

Tabell 2. Klassifisering av kornstørrelse i sediment (NS-EN ISO 1665:2013).

Silt / leire	Svært fin sand	Fin sand	Medium sand	Grov sand	Svært grov sand	Grus
< 63 µm	63-125 µm	125-250 µm	250-500 µm	500 µm - 1 mm	1 - 2 mm	> 2 mm

Organisk innhold i sediment blir målt som prosent glødetap i samsvar med NS 4764-1980. I beregningen er dette differansen til vekt av tørket prøve (vannfri prøve) og vekt av prøven etter brenning ved 550 °C (aske). Organisk innhold i sediment samsvarer ofte med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale sammenlignet med grovt sediment. I områder med svake strømforhold og akkumulering av finere partikler kan slikt sediment ofte være oksygenfattig like under sediment-overflaten. Under slike forhold kan sedimentet ha en råtten lukt av hydrogensulfid (H₂S). Dette vil være særlig fremtredende i områder med stor organisk tilførsel og/eller dersom bunnvannet i området inneholder lite oksygen.

Det ble samlet sedimentprøver fra hver stasjon i det undersøkte området. Prøvetakingen og analyse er utført etter gjeldende standarder NS-EN ISO 5667-19:2004 og NS 4764:1980. Kornfordeling og

organisk innhold (% glødetap, total organisk materiale) er analysert akkreditert av Molab AS. Molab AS har et kvalitetssikringsystem som tilfredsstiller NS-EN ISO/IEC 17025:2005 og er akkreditert for analyse av total organisk materiale og kornfordeling med akkrediterings nr. TEST 032.

Resultat av kornfordelingen til sedimentprøvene er presentert i kurveform, der partikkelstørrelse fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelse blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

Kjemi (metaller, organiske stoffer, pH/ E_h)

Det er tatt ut prøve fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametere. Prøvetaking utføres i henhold til NS-EN ISO 5667-19:2004. Miljøgifter i sediment er hovedsakelig knyttet til finstoff (leire, silt) og organisk materiale. Det ble tatt prøver til kjemisk analyse fra alle bløtbunnstasjonene med bruk av metoder i samsvar med "Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann" (SFT 2008, TA-2229/2007). Prøvene ble sendt til Eurofins Norsk Miljøanalyse AS (akkrediteringsnummer TEST 003) for kjemiske analyser.

Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) er utført etter NS-EN ISO 17294-2:2004. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) er utført etter NS-EN 13137:2001 og beregning av normalisert TOC i henhold til gjeldende veileder (SFT 1997, TA 1467/1997). For klassifisering av totalt organisk karbon i sedimentprøver, må konsentrasjoner av TOC i sediment standardiseres for andel finstoff (F) med bruk av formelen:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18 \times (1-F)$$

Det er de normaliserte verdiene som brukes i tilstandsklassifiseringen av TOC med bruk av grenseverdier som oppgitt i Tabell 4. Innholdet av tørrstoff er analysert etter NS-EN 14346:2006. Tilstandsklasser gis for de målte parametere som inngår i Miljødirektoratets veiledere (TA 1467/1997 og TA 2229/2007) (Tabell 4).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E_h) i marint sediment kan si noe grad av anoksiske forhold i bunnvann og sediment. Anoksiske forhold har negativ effekt på makrofauna og viktige nedbryterorganismer som børstemark. I sterkt anoksiske sedimenter vil det derfor kunne dannes surt miljø og hydrogensulfid (H_2S) under bakteriell nedbryting av organisk materiale. Surhetsgrad og redokspotensialet i sedimentprøvene ble målt med to portable SevenGo™ pH/ E_h metere (Mettler Toledo). Redokspotensialet ble målt med Ag/AgCl-redokselektrode (InLab Redox) fylt med 3M KCl løsning. Tilstand basert på disse målingene er beregnet på samme måte som i MOM B-undersøkelser i henhold til skjema B1 (NS 9410:2007).

Bunndyr (biologi)

Bunndyr eller bløtbunnsfauna i denne undersøkelsen skal forstås som virvelløse dyr større enn 1 mm som lever på- eller i overflatesediment (gravende dyr). Vanlige dyregrupper i denne sammenheng er børstemark, muslinger, snegler, krepsdyr og pigghuder.

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 bløtbunns-artene 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. Dersom det er dårlige miljøforhold vil det være få eller ingen arter tilstede i sedimentet.

Metoder som omfatter innsamling av bløtbunnsprøver, opparbeidelse av prøvene, artsbestemmelse og databehandling er utført i samsvar med standard NS-EN ISO 16665:2013. For innsamling av bunnprøver er det brukt van Veen grabb (som beskrevet innledningsvis i dette kapitlet). Grabbinnholdet vaskes gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard, 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene fikseres med 20 % boraks-bufret formalin (8 % formaldehyd løsning) tilsatt bengalrosa i felt. I laboratoriet skylles prøvene på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene sorteres ut fra sediment-restene og overføres til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det lar seg gjøre bestemmes dyr til art. Bunndyrsmaterialet oppbevares i SAM-Marin sine lokaler ved Høyteknologisenteret i Bergen i 3 år.

Opparbeiding av det biologiske materialet er utført i samsvar med SAM-Marin sin akkreditering for denne type arbeid (akkrediteringsnummer TEST 157). Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedlegg 3). 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 benyttet for analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. 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.

Direktoratsgruppa Vanndirektivet har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder 02:2013). Denne veilederen erstatter Veileder 01:2009 og på sikt de gjeldende SFT veilederne (SFT 1997; SFT 2008). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}),

sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQI₁, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI₂₀₁₂ og AMBI (komponent i NQI₁), samt indeks for individtetthet DI. Indeksverdiene blir omregnet til nEQR-verdier (normalised ecological quality ratio) som gir en tallverdi mellom 0 og 1. Denne omregningen gjør at tallverdiene fra de forskjellige indeksene kan sammenliknes (se Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyr).

Tilstandsklassen til stasjonen blir bestemt av snittet av de enkelte indeksenes nEQR-verdier, tilstandsverdien sier noe om både hvilken tilstandsklasse stasjonen hører til og hvor høyt eller evt. lavt stasjonen er plassert i denne klassen. Klassegrenser for nEQR er vist i Tabell 3. Grenseverdier for klassifisering av biologiske indekser og andre parametere er vist i Tabell 4. For miljøundersøkelser ved matfiskanlegg er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden nær anlegget og i overgangssonen (NS 9410:2007), denne vil bli benyttet for stasjonene som er plassert mellom utslippspunktet fra settefiskanlegget og fjernsonen, i likhet med tidligere undersøkelser (Tabell 5). Klassifiseringssystemet i NS 9410:2007 tar utgangspunkt i et prøvemateriale på 0,2 m² ved klassifisering av miljøtilstand i nær- og overgangssonen. Det biologiske prøvematerialet ved denne undersøkelsen og tidligere undersøkelser f.o.m. 1998 ved Sævareid Fiskeanlegg er hentet fra totalt 0,3 m² (3 hugg på 0,1 m²), og miljøtilstanden har tidligere vært vurdert på hele prøvematerialet. For å få en korrekt klassifisering av miljøtilstand i henhold til klassifiseringssystemet i NS 9410:2007, vil det i denne rapporten bli vurdert på et prøvemateriale på 0,2 m², ved å benytte kun de to første huggene fra de aktuelle stasjonene til vurderingen. For klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 vil prøvematerialet fra samtlige hugg bli benyttet i vurderingen.

For å kunne sammenlikne bunndyrs-resultatene med forrige undersøkelsen, vil miljøtilstand og tilstandsverdier fra undersøkelsen i 2012 beregnes på nytt med samme metode som ved undersøkelsen i 2014.

Tabell 3. Klassegrenser for nEQR i henhold til Direktoratets gruppa Vanndirektivet sin veileder 02:2013.

Tilstandsklasse	Basisverdi (nedre grenseverdi)
Klasse 1 (Svært god)	0,8
Klasse 2 (God)	0,6
Klasse 3 (Moderat)	0,4
Klasse 4 (Dårlig)	0,2
Klasse 5 (Svært dårlig)	0,0

Tabell 4. Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i SFT 1997 (TA 1467/1997), SFT 2008 (TA 2229/2007) og Direktoratgruppen Vanndirektivet 2013 (Veileder 02:2013). Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen *	TA 1467	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	TA 1467	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	NQI1	02:2013		0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	<0,31
	Shannon-Wiener (H')	02:2013		5,7-4,8	4,8-3,0	3,0-1,9	1,9-0,9	<0,9
	ES ₁₀₀	02:2013		50-34	34-17	17-10	10-5	<5
	ISI ₂₀₁₂	02:2013		13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	<4,5
	NSI	02:2013		31-25	25-20	20-15	15-10	<10
	DI	02:2013		<0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05
	Organisk karbon	TA 1467	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	TA 2229	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 6°C

Tabell 5. Vurdering av miljøtilstanden i nærsonen og overgangssonen ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410:2007 (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 .

Strandsonen

Det ble gjort en befarung i strandsonen 27. august 2014.

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 (S1-S6, Figur 4). De samme seks stedene ble også fotografert i 2009 og 2012.

De dominerende organismer ble notert.

Produksjonsdata fra anlegget

Sævareid settefiskanlegg har hatt en produksjon som vist i Tabell 6. Tabellen viser fôrforbruk i tonn og det totale antall smolt levert fra bedriften.

Tabell 6. Fôrforbruk i tonn og produsert mengde (antall smolt) på lokaliteten de siste 3 år.

År	Utføret mengde (tonn)	Produsert mengde (antall individ)
2014	638 tonn (1.jan - 28.aug)	Estimat for 2014: 7,8 millioner smolt
2013	1 240 tonn	8 000 000 smolt
2012	1 140 tonn	7 800 000 smolt

3. RESULTATER OG DISKUSJON

Hydrografiske målinger

Temperatur, saltholdighet, oksygeninnhold og tetthet ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjonene Fu7 og Sæv40, 27. august 2014.

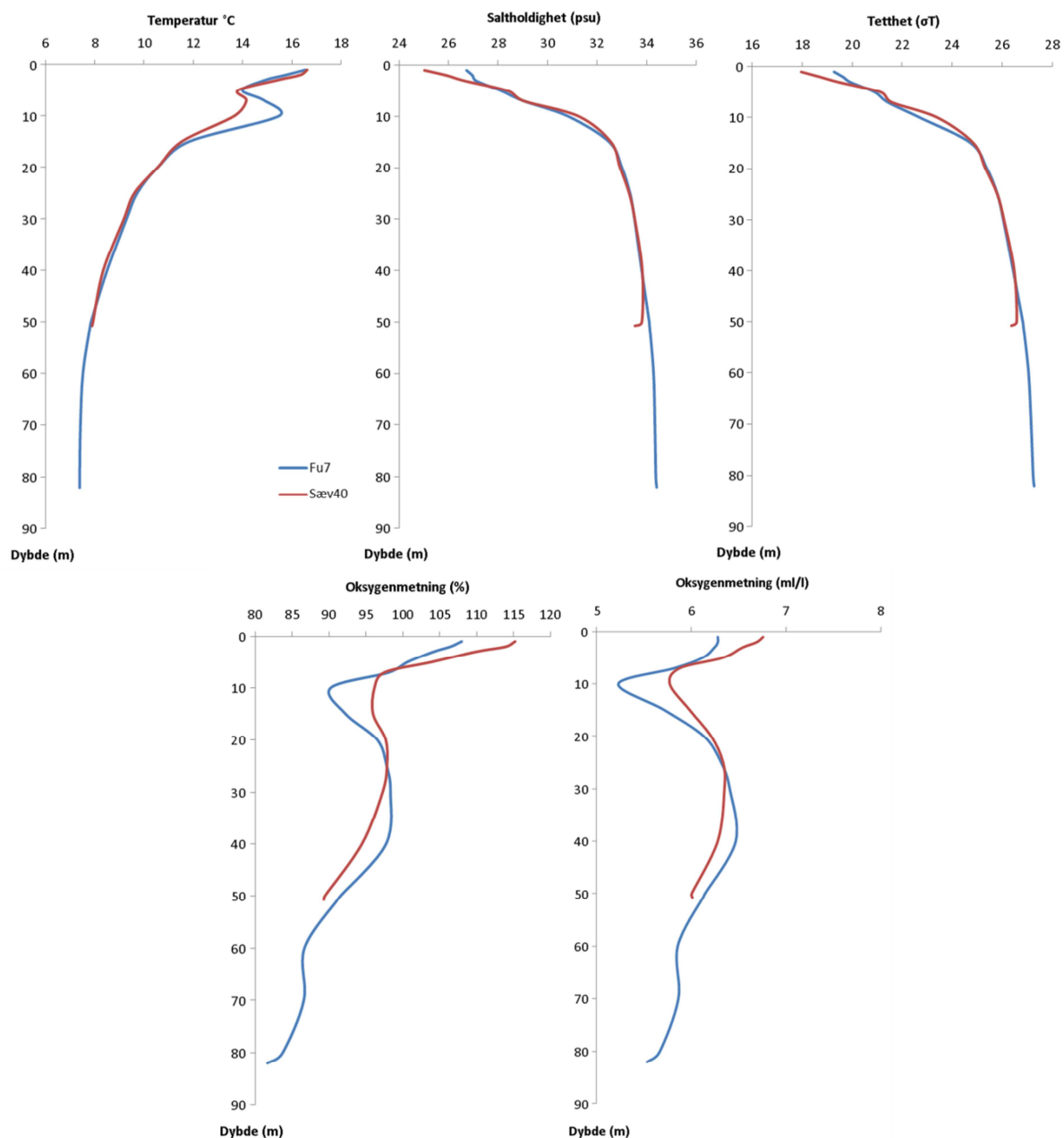
Både temperatur- og saltholdighetsstratifiseringen er svært lik på de 2 målte stasjonene. Temperaturen i overflaten var 16,6 °C og sank til 7,4 °C nær bunnen på stasjon Fu 7. Saltholdigheten i overflaten ved Fu7 var 26,7 og økte til 34,4 nær bunnen (Tabell 7 og Figur 5). Ved tidligere undersøkelser har saltholdigheten i overflaten variert fra 8,7 til 30,3 og saltholdigheten i bunnvannet har variert lite fra 34,1 til 34,9 (Tabell 7) på 14 undersøkelser og ved ulike årstider. Nedbør og ferskvannsavrenning gir et overflatelag i Sævareidfjorden med noe lavere tetthet enn de underliggende vannmassene i 2014, og dette har også vært tilfelle ved de tidligere undersøkelsene. Forskjellen i tetthet (som følge av lavere saltholdighet, og dermed lavere tetthet i ferskvannet) bidrar til å danne et sprangsjikt som hindrer blanding av de øvre vannmassene med vann nedenfor. Dybden på sprangsjiktet vil variere med dybdefordelingen av temperatur og saltholdighet som følge av årstider og værforhold.

Oksygeninnholdet i vannsøylen varierer i liten grad mellom de ulike stasjonene, men Sæv40 har noe høyere oksygenmetning i de øverste 20 meterne (Figur 5). De høyest registrerte oksygenverdiene er registrert i overflaten og viser en metning på 115 % (Sæv40) og 107 % (Fu7). Oksygenrafen viser avtagende oksygeninnhold fra overflaten og ned til 10 meter, hvor det deretter får en ny topp på 25-40 meters dyp, før oksygeninnholdet igjen er avtagende ned mot bunnen. Oksygeninnhold i vannmasser er ikke like stabilt som temperatur og saltholdighet, og vil i større grad bli påvirket av små-skala endringer, som for eksempel tidevannsstrømmer og høye konsentrasjoner av planktoniske organismer ved enkelte dyp. Det er derfor ikke unormalt med vertikale variasjoner som fremstår av disse målingene.

Måling av bunnvann på stasjon Fu7 viste et oksygeninnhold på 5,5 ml/l og en oksygenmetning 81 %, noe som tilsvarer tilstandsklasse I – «Svært god» for begge parameterne i henhold til grenseverdier gitt i gjeldende veileder (TA 1467; se Tabell 4).

Tidligere har oksygeninnholdet i bunnvannet på denne stasjonen variert mellom 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 7). 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».

Resultatene fra målingene presenteres i Figur 5. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedlegg 6.



Figur 5. Profilmålinger av temperatur, saltholdighet, oksygen (% metning og ml/l) og tetthet på stasjonene Fu7 og Sæv40 i Sævareidfjorden. Målinger utført 27. august 2014 med bruk av STD/CTD-sonde påmontert oksygensensor. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO₂/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Tabell 7. 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 2014.

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 et al., 2012
27. august 2014	26,7	34,4	5,54	Bye-Ingebrigtsen et al. 2014

Sediment (geologi)

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 8 og **Figur 6**.

Sedimentet på stasjonen Fu7 domineres av fine partikler i form av leire og silt (86,8 % av alt sediment) med innslag av sand (12,6 %). Den resterende andelen består av grus.

Stasjonene Sæv40, Sæv22 og Sæv10 har en noe annerledes sediment-sammensetning. Sediment består også her i hovedsak av silt og leire (57-61 %), men med en betydelig større andel middels grove partikler (fin og meget fin sand, 38-41 %). Den resterende andelen består av grus.

Ut fra kornstørrelsesfordelingen ved undersøkelsestidspunktet ved de 4 stasjonene kan det virke som om det er dårligere bunnstrømforhold i området ved stasjon Fu7 sammenlignet med de andre tre stasjonene. Bunnstrømforhold påvirker sedimenteringsrater av ulike partikkelstørrelser ved at svake bunnstrømmer tillater finere partikler å sedimentere. Slike lavstrømsområder kan påvirke områders

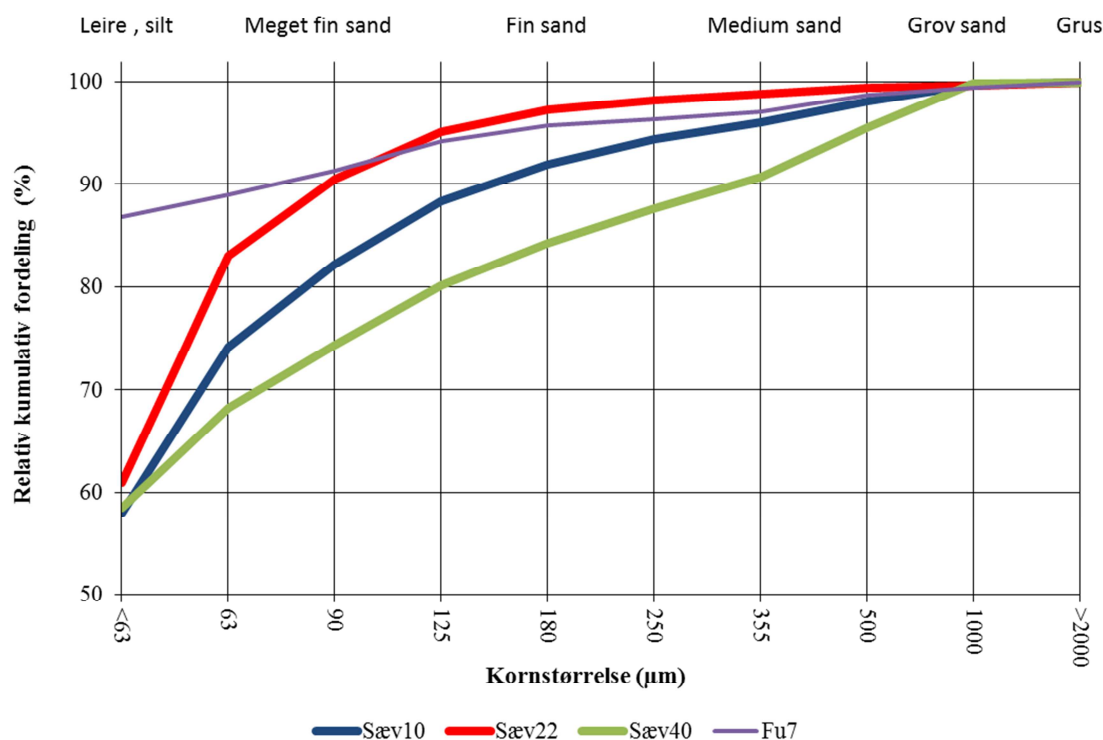
miljøkvalitet ved at finpartikulært sediment enklere binder opp organiske og kjemiske avfallsstoffer, samtidig som disse avfallsstoffene har lettere for å sedimentere grunnet den lave strømhastigheten.

Normale verdier for glødetap i norske fjorder ligger på under 10 % glødetap (TOM). Glødetapsverdien ved Sæv22 og Sæv10 er å anse som svært bra, mens verdiene er forhøyet ved Fu7 (19,7 %) og Sæv40 (14,3 %). Dette indikerer på organisk belastning ved disse to stasjonene.

Resultatene fra sedimentundersøkelsene viser at det er liten forandring sammenliknet med forrige undersøkelse i 2012 (Tabell 8).

Tabell 8. Sediment. Oversikt over dyp, totalt organisk materiale (% glødetap, TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Sævareid, august 2014, samt historiske data fra undersøkelsen i september 2012. Historiske data står i kursiv.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% TOM)	Leire + Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Sæv40					
2014	56	14,3	58,5	41,3	0,2
2012	"	<i>13,3</i>	<i>61,5</i>	<i>38,5</i>	<i>0,0</i>
Sæv22					
2014	31	3,3	60,9	38,7	0,3
2012	"	<i>4,6</i>	<i>57,1</i>	<i>42,5</i>	<i>0,4</i>
Sæv10					
2014	41	4,4	57,9	41,8	0,3
2012	"	<i>5,8</i>	<i>51,1</i>	<i>48,8</i>	<i>0,1</i>
Fu7					
2014	86	19,7	86,8	12,6	0,5
2012	"	<i>22,4</i>	<i>91,3</i>	<i>8,3</i>	<i>0,4</i>



Figur 6. Sedimentfraksjoner. Relativ kumulativ fordeling av kornstørrelse i sedimentprøver fra ulike stasjoner ved Sævareid, august 201. Kornstørrelser er kategorisert som sedimentfraksjoner fra finest til grovest (ISO 16665:2014): leire / silt (< 63 µm), meget fin sand (63 – 124 µm), fin sand (125 – 249 µm), medium sand (250 – 499 µm), grov sand (500 – 2000 µm), grus (> 2000 µm).

Kjemiske analyser

Sedimentanalyser

Konsentrasjoner av fosfor i marine sedimenter ligger vanligvis under 1000 mg/kg TS i Vestlandsfjordene. Nivåer mellom 1000 og 5000 mg/kg TS anses som moderate, mens verdier over 5000 mg/kg TS anses som svært mye. Alle de 4 undersøkte stasjonene har fosforverdier over det som betraktes som normalt (Tabell 9). Verdiene for fosfor ved Sæv10, Sæv22 og Fu7 er på et moderat nivå, med henholdsvis 1 600, 1 800 og 3100 mg/kg TS. Ved Sæv40 ligger imidlertid konsentrasjonen av fosfor på hele 9000 mg/kg TS, dette er sterkt forhøyede verdier og tyder på høy grad av organisk belastning. Sammenliknet med undersøkelsen i 2012 er det kun ved stasjonen Sæv40 det har vært vesentlige endringer med en kraftig økning i fosforkonsentrasjon (Tabell 9).

Stasjonene Sæv40 og Fu7 har svært høye verdier for normalisert TOC og begge stasjonene får Miljødirektoratets tilstandsklasse V (Svært dårlig). Sæv10 og Sæv22 viser bedre verdier for normalisert TOC og får Miljødirektoratets tilstandsklasse III (Moderat).

Klassifiseringssystemet krever beregning av normalisert totalt organisk karbon (TOC). Dette betyr at både finstoff (leire og silt) og TOC må analyseres og brukes i beregningene. I følge gjeldende veileder (TA 1467/1997) har dette medført at grenseverdiene mellom tilstandsklassene har blitt strengere. Formelen som benyttes til dette er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten. Slike kystnære områder kan ha til dels store variasjoner med tanke på organisk materiale i sediment. Kilden til slike variasjoner kan være både terrestrisk og marin (TA 1883/2002). Det påpekes også i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa Vanndirektivet) at forholdet mellom normalisert TOC og glødetap er vist å variere og at de ikke er direkte sammenlignbare.

Verdiene av metallene kobber og sink er målt for samtlige undersøkte stasjoner. Sæv22 og Sæv10 viser svært gode verdier (tilstandsklasse I) for begge parameterne. Sæv40 og Fu7 derimot har et svakt forhøyet sinknivå (tilstandsklasse II – God), og høy konsentrasjon av kobber (tilstandsklasse IV – Dårlig) (Tabell 9). Undersøkelsen i september 2012 viste tilsvarende verdier og de forhøyede kobberverdiene ble den gang sett i sammenheng med boring av tunnel til en kraftstasjon i nedslagsfeltet hvor berggrunnen er kobberholdig (Vassdal et al. 2013). I tillegg har en undersøkelse av Sævareidvassdraget i 2012 (Johnsen & Johnsen, 2012) vist en økning i gjennomsnittlig kobber-, sink- og kadmiumkonsentrasjoner i overflatevannet fra Skogseidvatnet og Henangervatnet fra 2010 til 2012. Det er derfor rimelig å anta at det er flere kilder som bidrar til de forhøyede kobberkonsentrasjonene.

Måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E_h)

Resultatene fra måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E_h) sammen med andre vurderinger av sedimentet som er vanlig for en MOM B-undersøkelse er vist i Vedlegg 2. Resultat av de kjemiske målingene er oppsummert i Tabell 10.

Kjemiske målinger viste gode pH- og E_h -verdier (tilstandsklasse 2) i bunnprøvene fra Sæv40, Sæv10 og Fu7. I prøven fra Sæv22 viste målingene meget gode pH- og E_h -verdier (tilstandsklasse 1). De sensoriske parameterne viste at sedimentet fra disse stasjonene i hovedsak var lys i fargen med fast konsistens og uten lukt. Prøven fra Sæv40 avvirket fra dette med mørkt sediment og noe lukt, mens sedimentet ved Fu7 var mykt. Samlet vurdering gir tilstandsklasse 1 (meget god) for stasjon Sæv22 og tilstandsklasse 2 (god) for Sæv10, Sæv40 og Fu7.

Tabell 9. Innholdet av undersøkte kjemiske parameterne i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS) fra stasjonene ved Sævareid, august 2014, samt historiske data fra undersøkelsen i september 2012. Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter Miljødirektoratets klassifisering for sink, kobber (TA 2229/2007) og normalisert TOC (TA1467/1997). Historiske data står i kursiv.

Stasjon		Totalt organisk karbon mg/g	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor mg/kg		Sink mg/kg		Kobber mg/kg		Tørrstoff (TS) %
					TK	TS	TK	TS	TK	TS	
Sæv40											
	2014	73	80,5	V	9000		300	II	79	IV	35,8
	2012	70	77,0	V	5100		240	II	91	IV	47,7
Sæv22											
	2014	13	20,0	II	1800		50	I	14	I	62,1
	2012	14	21,7	II	2200		66	I	20	I	66,7
Sæv10											
	2014	24	31,6	III	1600		67	I	22	I	57,3
	2012	29	37,8	IV	1200		64	I	23	I	56,0
Fu7											
	2014	93	95,4	V	3100		210	II	100	IV	27,2
	2012	90	91,6	V	2900		190	II	95	IV	24,3

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

Tabell 10. Målte surhetsgrad- (pH) og redoksverdier (E_h) i sedimentet fra de undersøkte stasjonene ved Sævareid, august 2014, samt historiske data fra undersøkelsen i september 2012. Den beregnede pH/ E_h -verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best. Historiske data står i kursiv.

Stasjon / Parameter	pH	E_h	pH/ E_h poeng	Tilstand
Sæv40				
	2014	7,26	-56	2
	2012	7,40	-50	2
Sæv22				
	2014	7,57	-36	1
	2012	7,42	-159	2
Sæv10				
	2014	7,32	68	2
	2012	7,36	-43	2
Fu7				
	2014	7,61	-90	2
	2012	7,54	-9	1

Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 11-Tabell 13, Figur 7Figur 9, og i Vedlegg 3-4. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene i indre Sævareidfjorden ved Sævareid, august 2014. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Det finnes ingen egen standard som beskriver spesielle krav til hvordan en miljøundersøkelse av utslipp fra settefiskanlegg skal vurderes. Ettersom utslippene fra settefiskanlegg kan forventes å likne på utslipp fra matfiskanlegg vil resultatene fra denne undersøkelsen vurderes på samme måte som en MOM C-undersøkelse. Dvs. at klassifiseringssystemene beskrevet i NS 9410:2007 og Veileder 02:2013 blir benyttet. Makrofauna i nærsonen til avløpet vurderes utfra klassifiseringssystemet beskrevet i NS 9410:2007 (se Tabell 5). Fjernsonen vurderes i henhold til Veileder 02:2013 (Tabell 3Tabell 4). For overgangssonen er begge kriterier brukt til klassifisering av tilstanden.

Stasjonen Sæv40 (56 m) ligger nærmest utslippspunktet og representerer nærsonen. Totalt ble det samlet kun 17 arter med til sammen hele 12150 individer på denne stasjonen. Den mest dominerende arten (*Capitella capitata*) utgjorde 66 % av det totale individtallet. *C. capitata* er en opportunist og en typisk art å finne i områder med høy grad av organisk belastning. Sammenliknet med undersøkelsen i 2012 har andelen *C. capitata* gått ned, samtidig som andelen av den opportunistiske børstemarken *Malacoceros fuliginosus* har økt tilsvarende. Basert på artsantall og artssammensetning får stasjonen Sæv40 miljøtilstand 2 (God) i henhold til NS 9410:2007.

På stasjonen Sæv22 (31 m) i overgangssonen, ble det samlet totalt 36 arter med til sammen 18610 individer. Den mest dominerende arten (*Capitella capitata*) utgjorde 90 % av det totale individtallet (89,9 % ved 0,2 m² prøveareal). Dette resultatet er akkurat innenfor er miljøtilstand 2 (God) for stasjonen Sæv22 i henhold til NS 9410:2007. Klassifisering av miljøtilstanden er også vurdert i henhold til Veileder 02:2013. Det samlede resultatet av diversitets-, individtetthets-, ømfintlighets- og sammensatte- indekser gir en tilstandsverdi på 0,21 og plasserer stasjonen i absolutt nedre del av Direktoratgruppen Vanndirektivets tilstandsklasse IV (dårlig).

På stasjonen Sæv10 (46 m) som også er i overgangssonen, ble det samlet totalt 61 arter med til sammen 4852 individer. Den mest dominerende arten er den opportunistiske børstemarken *Prionospio fallax* som utgjorde 54 % av det totale individtallet (49,2 % ved 0,2 m² prøveareal). Resultatet gir miljøtilstand 1 (Meget god) for stasjonen Sæv10 i henhold til NS 9410:2007. I henhold til Veileder 02:2013 får stasjonen en tilstandsverdi på 0,54 og plasserer stasjonen i øvre del av Direktoratgruppen Vanndirektivets tilstandsklasse III (Moderat).

Fjernstasjonen Fu7 ligger i dypområdet på 86 meters dyp i indre Sævareidfjorden, 535 meter sørvest for utslippspunktet. På denne stasjonen ble det samlet totalt 46 arter med til sammen 1636 individer. Blant de mest tallrike artene finner man børstemarkene *Pectinaria koreni* (28,8 %), *Pseudopolydora paucibranchiata* (17,9 %), *Prionospio fallax* (5,6 %) samt skjellet *Thyasira sarsii* (10,3 %). Hvorav *P. paucibranchiata* og *P. fallax* er opportunistiske arter. Beregnet nEQR på grabbnivå gir en

tilstandsverdi på 0,57 som tilsvarer øvre del av tilstandsklasse III – Moderat. Klassifiseringssystemet i NS 9410 er ikke gjeldende for fjernsonen.

Figur 7 viser en grafisk oversikt over fordelingen av arter på geometriske klasser. Fraværet av en tidlig høy topp i starten, knekkene og de sene toppene i figuren indikerer påvirkning av miljøet på bunnfaunaen ved samtlige stasjoner, men er mest fremtredende ved stasjonen Sæv40, men fordelingen av de geometriske klassene indikerer på miljøpåvirkning ved samtlige stasjoner. Undersøkelsen i 2012 viser mye av de samme trekkene, men Sæv10 og Fu7 hadde da en mye større andel arter med få individer (markert med en høyere topp i de første geometriske klassene).

De multivariate analysene viser først og fremst stor likhet mellom hugg innad på stasjonene (Figur 8 og Figur 9). Det er videre en større og signifikant forskjell mellom stasjonene. Samtidig viser analysene at Sæv40 og Sæv22 skiller seg fra Sæv10 og Fu7. Samtlige stasjoner, med unntak av Sæv40, viser signifikant endring fra forrige undersøkelse i 2012.

Tabell 11. Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved Sævareid, august 2014. Hvert grabbhugg representerer prøveareal på 0,1 m². Totalt prøveareal i undersøkelsene er 0,3 m². Antall individer, arter, diversitet (H'), sensitivitet (ES₁₀₀ og NSI), individtetthet (DI) og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI₁) er beregnet for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Beregnede indeksverdier og nEQR er vist for alle stasjonene. Miljøtilstand er gitt på stasjonene som er plassert i nærsonen eller i overgangssonen fra avløpet. Miljøtilstand følger klassifiseringssystemet i NS 9410:2007 og er vurdert på grunnlag av artsantall og artssammensetning fra de to første huggene (totalt 0,2 m² prøveareal) ved den enkelte stasjon. Klassifisering av tilstandsverdi på stasjoner i overgangssonen og i fjernsonen fra utløpet er utført i henhold til Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa Vanddirektivet, 2013) med bruk av nEQR-verdier. Grabbverdien av nEQR er basert på grabbgjennomsnittet for hver enkel indeks mens stasjonsverdien av nEQR er basert på sum (kumulert grabbdata). Miljøtilstand og tilstandsklasser er markert med fargekoder.

Stasjon	Grabbhugg	Antall arter	Antall individer	NQI ₁ verdi	H' verdi	ES ₁₀₀ verdi	ISI ₂₀₁₂ verdi	NSI verdi	DI verdi	Tilstandsverdi (Veileder 02:2013)	Miljøtilstand (NS 9410)
Sæv40 27.08.2014	1	9	4844	0,26	1,06	3,23	5,77	6,51	1,64		
	2	4	3633	0,19	1,05	3,03	3,76	6,68	1,51		
	3	13	3673	0,30	1,54	3,66	5,21	6,71	1,52		
	Sum	17	12150	0,31	1,25	3,31	5,57	6,62	1,56		2
	Snitt	8,7	4050	0,25	1,22	3,30	4,91	6,64	1,56		
	Stasjon _{nEQR}				0,20	0,27	0,13	0,33	0,13	0,08	
Grabb _{nEQR}				0,16	0,26	0,13	0,25	0,13	0,08		
Sæv22 27.08.2014	1	26	4512	0,38	1,00	5,95	6,99	9,29	1,60		
	2	26	7635	0,36	0,55	4,71	5,84	8,11	1,83		
	3	24	6463	0,35	0,72	5,44	5,38	8,32	1,76		
	Sum	36	18610	0,38	0,75	5,87	6,54	8,47	1,74		2
	Snitt	25,3	6203,3	0,36	0,76	5,37	6,07	8,58	1,74		
	Stasjon _{nEQR}				0,27	0,17	0,23	0,46	0,17	0,05	0,23
Grabb _{nEQR}				0,26	0,17	0,21	0,40	0,17	0,05	0,21	
Sæv10 27.08.2014	1	42	1510	0,59	3,26	17,11	8,04	22,84	1,13		
	2	44	1531	0,58	2,81	18,66	8,09	23,70	1,13		
	3	45	1811	0,57	2,54	16,91	8,12	23,63	1,21		
	Sum	61	4852	0,59	2,96	18,57	8,21	23,39	1,16		1
	Snitt	43,7	1617,3	0,58	2,87	20,03	8,08	23,39	1,16		
	Stasjon _{nEQR}				0,54	0,59	0,62	0,67	0,74	0,15	0,55
Grabb _{nEQR}				0,53	0,58	0,61	0,66	0,74	0,15	0,54	
Fu7 27.08.2014	1	37	669	0,59	3,80	20,48	8,17	21,95	0,78		
	2	32	456	0,59	3,49	18,46	7,73	21,68	0,61		
	3	32	511	0,57	3,11	17,00	7,07	23,13	0,66		
	Sum	46	1636	0,58	3,65	19,93	8,20	22,23	0,69		
	Snitt	33,7	545,3	0,58	3,47	18,65	7,66	22,25	0,69		
	Stasjon _{nEQR}				0,53	0,67	0,63	0,67	0,69	0,33	0,59
Grabb _{nEQR}				0,53	0,65	0,62	0,61	0,69	0,33	0,57	

I – Svært god

II - God

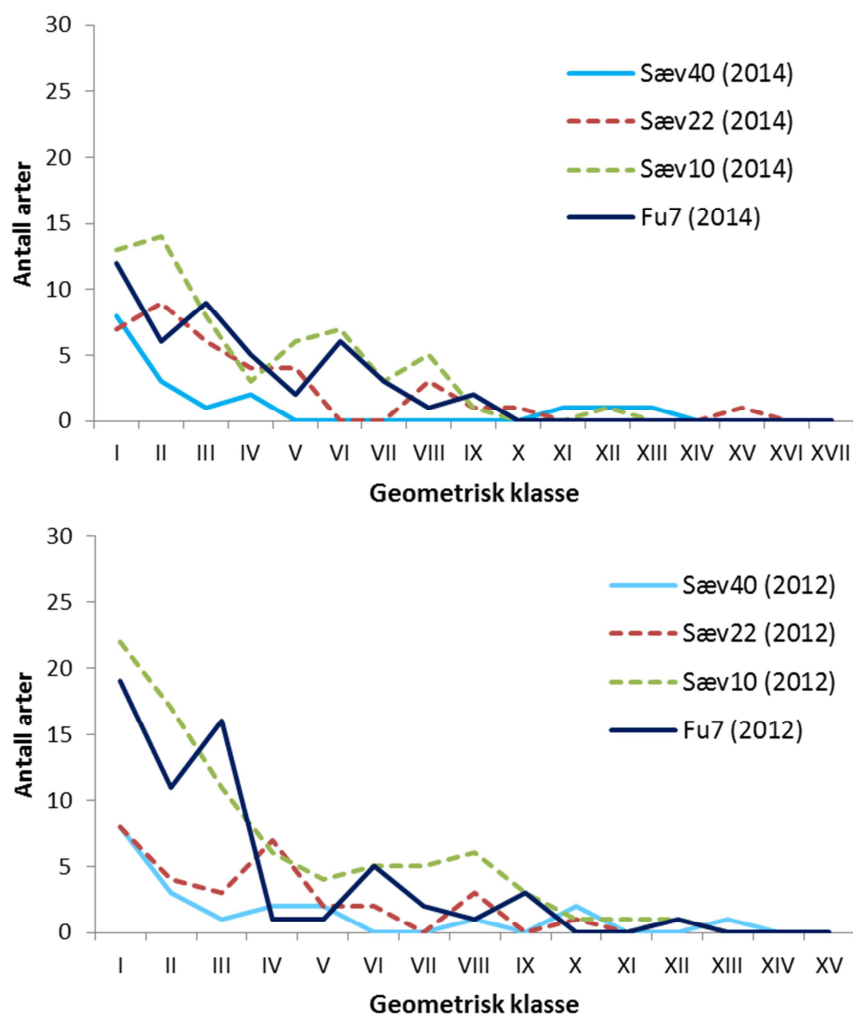
III – Moderat

IV – Dårlig

V – Meget dårlig

Tabell 12. Makrofauna. Sammenligning av bunnfaunaresultater fra undersøkelsen i august 2014 med forrige undersøkelse i september 2012. Antall individer og arter samt snittverdier av indeksene NQI1, H', ES₁₀₀, ISI₂₀₁₂, NSI og DI er basert på prøvemateriale fra 3 grabbhugg (0,3 m²). Tilstandsverdi er basert på grabbverdiene av nEQR (hugg 1-3). Miljøtilstand er basert på prøvemateriale fra hugg 1 og 2 (0,2 m²). Historiske data står i kursiv.

Stasjon	Dato	Antall arter	Antall individer	NQI1 verdi	H' verdi	ES ₁₀₀ verdi	ISI ₂₀₁₂ verdi	NSI verdi	DI verdi	Tilstandsverdi (Veileder 02:2013)	Miljøtilstand (NS 9410)
Sæv40	27.8.2014	17	12150	0,25	1,22	3,30	4,91	6,64	1,56		2
Sæv40	18.9.2012	20	8355	0,29	1,07	4,35	4,69	7,42	1,39		2
Sæv22	27.8.2014	36	18610	0,36	0,76	5,37	6,07	8,58	1,74	0,21	2
Sæv22	18.9.2012	31	5392	0,39	1,50	7,79	6,43	9,12	1,20	0,28	2
Sæv10	27.8.2014	61	4852	0,58	2,87	20,03	8,08	23,39	1,16	0,54	1
Sæv10	18.9.2012	82	7302	0,59	3,45	20,20	8,32	21,64	1,34	0,55	1
Fu7	27.8.2014	46	1636	0,58	3,47	18,65	7,66	22,25	0,69	0,57	
Fu7	18.9.2012	60	5161	0,53	2,00	11,50	7,90	15,73	1,19	0,42	



Figur 7. Antall arter (langs y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Sævareid, august 2014 og september 2012.

Tabell 13. De ti mest tallrike artene fra prøvene ved Sævareid, august 2014 (t.v.) og fra forrige undersøkelse i september 2012 (t.h.). Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Prøveareal er lik 0,3 m².

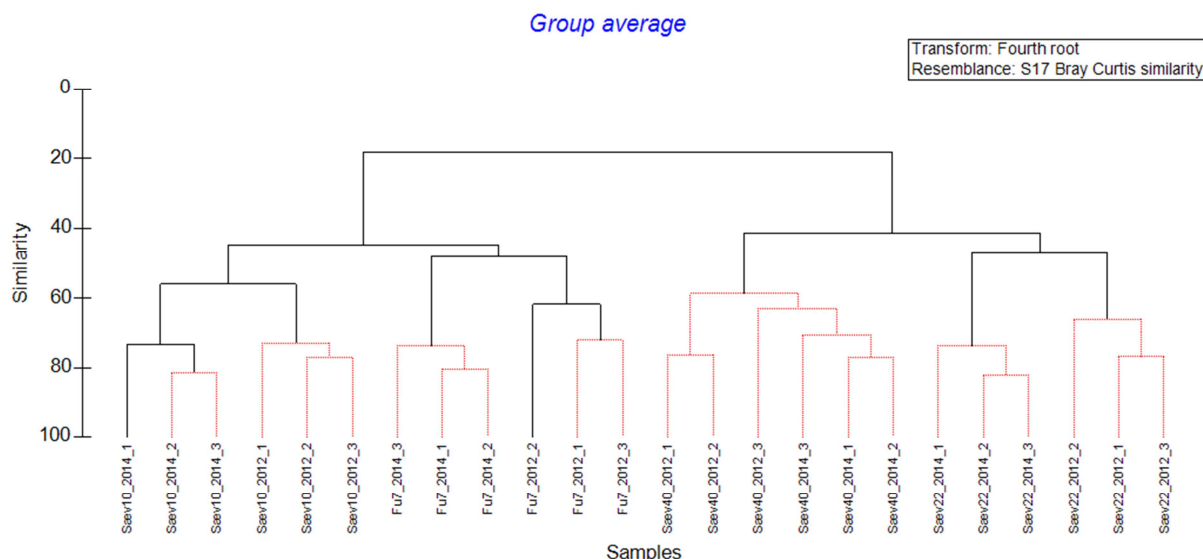
Sæv40	Antall	%	Kum. %	Sæv40 (2012)	Antall	%	Kum. %
Capitella capitata	8032	66,1	66,1	Capitella capitata	6468	77,4	77,4
Malacoceros fuliginosus	2896	23,8	89,9	OLIGOCHAETA indet.	978	11,7	89,1
OLIGOCHAETA indet.	1184	9,7	99,7	Malacoceros fuliginosus	568	6,8	95,9
Pectinaria koreni	10	0,1	99,8	Protodorvillea kefersteini	248	3,0	98,9
Phyllodoce mucosa	9	0,1	99,8	Cirratulus cirratus	28	0,3	99,2
Ophiocten affinis	4	0,0	99,9	Chaetozone sp.	18	0,2	99,4
Arenicola marina	3	0,0	99,9	Phyllodoce mucosa	15	0,2	99,6
Thyasira sarsii	2	0,0	99,9	Prionospio steenstrupii	13	0,2	99,8
Actiniidae indet.	2	0,0	99,9	Pectinaria koreni	4	0,0	99,8
Glycera alba	1	0,0	99,9	Naineris quadricuspida	3	0,0	99,9
Cirratulus cirratus	1	0,0	100,0				
Owenia borealis	1	0,0	100,0				
Galathowenia oculata	1	0,0	100,0				
Edwardsia sp.	1	0,0	100,0				
Amphiura filiformis	1	0,0	100,0				
Oxydromus flexuosus	1	0,0	100,0				
Abra alba	1	0,0	100,0				

Sæv22	Antall	%	Kum. %	Sæv22 (2012)	Antall	%	Kum. %
Capitella capitata	16744	90,0	90,0	Capitella capitata	3850	71,4	71,4
Pectinaria koreni	650	3,5	93,5	Polydora sp.	757	14,0	85,4
Prionospio fallax	416	2,2	95,7	Chaetozone sp.	200	3,7	89,2
Protodorvillea kefersteini	221	1,2	96,9	Protodorvillea kefersteini	196	3,6	92,8
Phyllodoce mucosa	218	1,2	98,1	Pectinaria koreni	139	2,6	95,4
Malacoceros fuliginosus	164	0,9	98,9	OLIGOCHAETA indet.	52	1,0	96,3
Tharyx sp.	29	0,2	99,1	Phyllodoce mucosa	42	0,8	97,1
Glycera alba	28	0,2	99,2	Abra nitida	27	0,5	97,6
Prionopio plumosa	21	0,1	99,4	Malacoceros fuliginosus	19	0,4	98,0
Cirratulidae indet.	18	0,1	99,5	Glycera alba	14	0,3	98,2

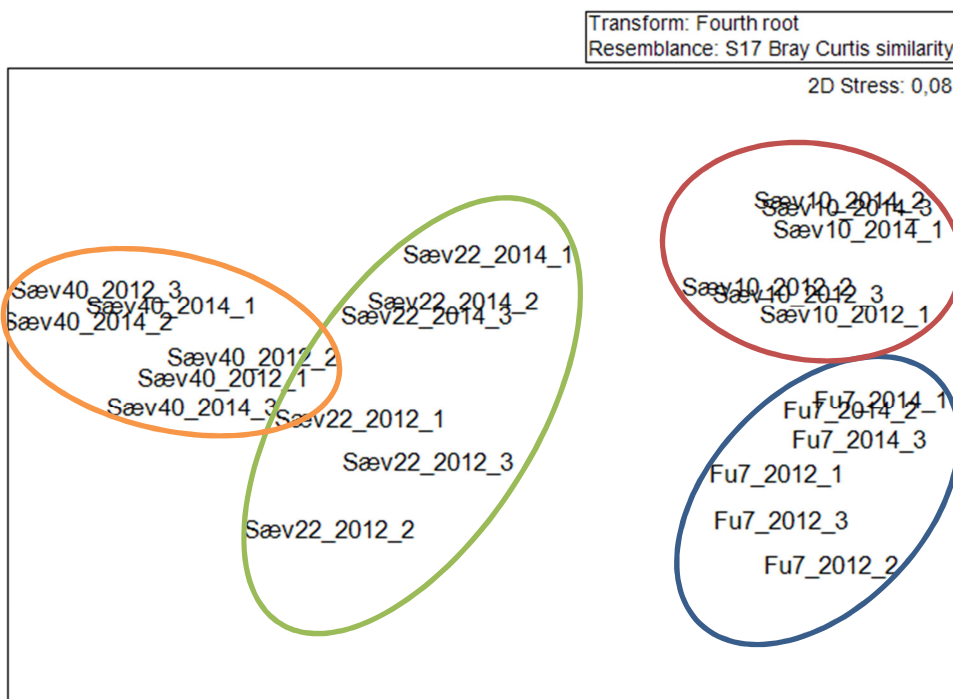
Sæv10	Antall	%	Kum. %	Sæv10 (2012)	Antall	%	Kum. %
Prionospio fallax	2622	54,0	54,0	Prionospio fallax	2559	35,0	35,0
Pectinaria koreni	358	7,4	61,4	Chaetozone sp.	1406	19,3	54,3
Galathowenia oculata	243	5,0	66,4	Pectinaria koreni	522	7,1	61,4
Edwardsia sp.	207	4,3	70,7	Thyasira flexuosa	320	4,4	65,8
Tharyx sp.	197	4,1	74,8	Prionospio cirrifera	288	3,9	69,8
Ophiocten affinis	181	3,7	78,5	Capitella capitata	269	3,7	73,5
Thyasira flexuosa	174	3,6	82,1	Abra nitida	202	2,8	76,2
Mediomastus fragilis	112	2,3	84,4	Mediomastus fragilis	176	2,4	78,6
Owenia borealis	89	1,8	86,2	Galathowenia oculata	174	2,4	81,0
Paradoneis lyra	82	1,7	87,9	Owenia borealis	140	1,9	82,9

Fu7	Antall	%	Kum. %	Fu7 (2012)	Antall	%	Kum. %
Pectinaria koreni	471	28,8	28,8	Polydora spp.	3374	65,4	65,4
Pseudopolydora paucibranchiata	293	17,9	46,7	Thyasira sarsii	415	8,0	73,4
Thyasira sarsii	169	10,3	57,0	Chaetozone sp.	317	6,1	79,6
Prionospio fallax	92	5,6	62,7	Prionospio fallax	285	5,5	85,1
Mediomastus fragilis	86	5,3	67,9	Abra nitida	201	3,9	89,0
Galathowenia oculata	73	4,5	72,4	Pectinaria koreni	88	1,7	90,7
Chaetozone setosa	55	3,4	75,7	Prionospio cirrifera	70	1,4	92,0
Thyasira flexuosa	51	3,1	78,9	Thyasira flexuosa	63	1,2	93,3
Paramphinome jeffreysii	49	3,0	81,8	Philine scabra	56	1,1	94,3
Owenia borealis	39	2,4	84,2	Mediomastus fragilis	52	1,0	95,3

Annelida/Polychaeta	Mollusca	Echinodermata	Crustacea	Andre
---------------------	----------	---------------	-----------	-------



Figur 8. Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt ved Sævareid, august 2014 og september 2012. Betegnelse som f.eks. «Sæv10_2014_1» angir henholdsvis stasjonsnavn, årstall og huggnummer. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner. Stiplet linje marker ikke-signifikante forskjeller, mens harde linjer marker signifikante forskjeller.



Figur 9. MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt ved Sævareid, august 2014 og september 2012. Betegnelse som f.eks. «Sæv10_2014_1» angir henholdsvis stasjon, årstall og huggnummer. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.

Strandsone

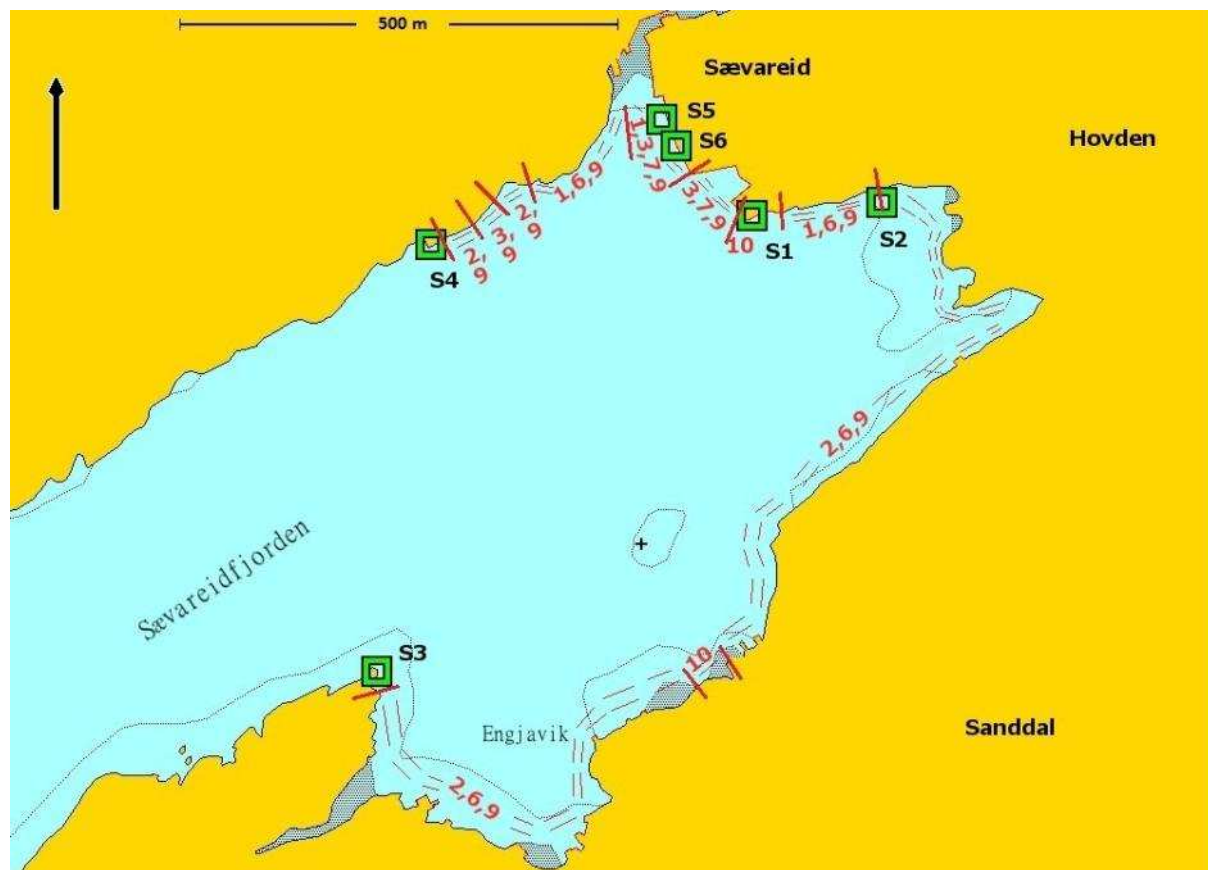
Det ble gjennomført strandsonebefaring ved Sævareid 27. august 2014. Gjennomgående for området var moderate forekomster av grisetang og blæretang/spiraltang samt en hel del grønske. Ved enkelte områder ble det bare registrert spredt grønske. Området mellom fotostasjon S1 og S2 samt området like ved og vest av fotostasjonene S5 og S6 skiller seg ut med tette forekomster av grisetang. Generelt virker det å være noe mer grønske i området sammenlignet med undersøkelsen i 2012, og området virker i 2014 å være mer likt slik det var ved undersøkelsen i 2009 (se tidsserier for fotostasjoner S1-S5 i Vedlegg 7 og Figur 11 for S6). Det er viktig å merke seg at undersøkelsen i 2012 ble utført ved veldig lite lavvann og at dette kan påvirke sammenlignbarheten på fotoene fra denne undersøkelsen. Det er også ulikheter i tidspunkt for befaringsene i 2009 (juni), 2012 (september) og 2014 (august).

Totalt registreres ingen større endringer i strandsonen ved undersøkelsen i 2014 sammenlignet med tidligere undersøkelser i 2012 og 2009. Området virker å ha holdt seg rimelig stabilt de siste 5 årene og de endringer som observeres er mest nærliggende å koble til naturlig variasjon. I de siste årene har det vært tilfeller av tøffere og kaldere vintre enn på lenge på Vestlandet, til eksempel vinteren 2011/2012. Vinteren 2013/2014 var derimot relativt mild. Dette er forhold som ventes å kunne innvirke artssammensetningen i strandsonen, spesielt i områder som i løpet av vinteren da islegges.

Tabell 14. Skala benyttet ved littoralbefaringen

1	Tett grisetangbelte
2	Tynt grisetangbelte
3	Spredt med grisetang, <1 m mellom plantene
4	Spredt med grisetang, >1 m mellom plantene
5	Tett med blæretang / spiraltang
6	Blæretang / spiraltang bare øverst
7	Blæretang / spiraltang spredt
8	Ingen tang
9	Grønske
10	Spredt grønske

Figur 10 viser en oversikt over plasseringen av stasjoner for befaring i området. Forklaring til tallkodene benyttet i kartet er vist i Tabell 14.



Figur 10: Oversiktskart over område for strandsonebefaring ved Sævareid med fotostasjoner (S1-S6). Fotostasjoner er angitt ved grønne firkanter. Resultat av befaringen er gitt i kartet ved tallkoder (1-10), Forklaring av tallkoder er gitt i Tabell 14. Tallkodene representerer soner gitt i kartet ved røde streker med stiplede linjer mellom



Figur 11. Fotolokalitet S6. Fotodokumentasjon fra befaring i 2009, 2012 og 2014 (f.v.).

4. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i indre Sævareidfjorden utenfor AS Sævareid Fiskeanlegg på Sævareid i Fusa kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser, samt strandsonetrafik utført i august 2014. Bunnprøvene ble tatt fra fire stasjoner og resultatene ble sammenliknet med forrige undersøkelse fra september 2012, hovedresultatene fra undersøkelsen i august 2014 er vist i Tabell 15.

Sævareidfjorden har en relativt åpen forbindelse med Bjørnafjorden og utskiftningen av bunnvannet i den indre delen synes å være ganske god. Oksygeninnhold i bunnvannet på stasjon Fu 7 ble målt til 5,5 ml O₂/l (metning 81 %) gir tilstandsklasse I (Svært god) i henhold til TA-1467/1997. Dette er høyere oksygeninnhold sammenliknet med målingene fra september 2012 som også ga beste tilstandsklasse.

Den undersøkte stasjonen ved nærsonen (Sæv40) består ved undersøkelsestidspunktet av et middels finfragmentert sediment dominert av silt og leire (59 %), men med store andeler fin og grov sand. Ved overgangssonen (Sæv22 og Sæv10) er situasjonen ganske lik, men en større andel av sanden er finfragmentert. Ute i fjernsonen (Fu7) består sedimentet i all hovedsak av silt og leire (87 %), den resterende andelen består av meget fin til grov sand. Sediment-forholdene tyder på bedre og kraftigere bunnstrømforhold ved nærsonen og overgangssonen enn ved fjernsonen.

Glødetap er et mål på totalt organisk materiale (TOM) i sedimentet, hvorpå høyere prosent glødetap indikerer høyere andel organisk innhold. Stasjonene i overgangssonen (Sæv10 og Sæv22) har ved undersøkelsestidspunktet lave verdier for glødetap, godt innenfor normale verdier for norske fjorder som typisk er på under 10 %. Sedimentet ved nærsonen (Sæv40) og fjernsonen (Fu7) har et forhøyet glødetap på henholdsvis 14,3 % og 19,7 %.

Et annet mål på organisk innhold i sediment er TOC, som måler sedimentets totale innhold av karbon. Nærsonen (Sæv40) og fjernsonen har ved undersøkelsestidspunktet svært høye TOC-verdier og får Miljødirektoratets tilstandsklasse V (Svært dårlig). Prøver fra overgangssonen viser imidlertid lavere TOC-nivåer som gir tilstandsklasse II (God) og III (Moderat) for henholdsvis Sæv22 og Sæv10. Det må understrekes at verdier og forhold angitt av glødetap og TOC ikke nødvendigvis er sammenlignbare og at normalisert TOC er ikke tilpasset forholdene i kystnære områder.

Fosforkonsentrasjonen er svært forhøyet i sedimentet ved nærsonen (Sæv40) på undersøkelsestidspunktet. Ved overgangssonen (Sæv22 og Sæv10) er verdiene lave og innenfor det som kan anses som normalt i norske vestlandsfjorder (<2000 mg/kg TS). I fjernsonen måles det moderate verdier av fosfor. Måling av pH og Eh viser generelt gode forhold både i nærsonen, overgangssonen og fjernsonen, med lave verdier for begge parameterne.

Kobber og sink viser svært gode verdier for stasjonene i overgangssonen (Sæv22 og Sæv10) og gir tilstandsklasse I (Bakgrunnsnivå/Svært god) for begge parameterne. I nærsonen (Sæv40) og fjernsonen (Fu7) er spesielt kobberverdiene, men også sinkverdiene høyere. Begge stasjonene får tilstandsklasse II (God) for sink, og tilstandsklasse IV (Dårlig) for kobber.

Bunnfaunaen ved nærsonen (Sæv40) vitner, om høy grad av organisk belastning ved undersøkelsestidspunktet. I prøvene ble det funnet totalt 17 ulike arter og 12150 individer, hvorav den opportunistiske børstemarken *C. capitata* utgjør 66 % av det totale individ antallet. I henhold til klassifiseringssystemet i NS 9410:2007 får dermed nærsonen miljøtilstand 2 (God). Bunnfaunaen ved overgangssonestasjonen Sæv22 vitner også om høy organisk belastning, med en tilstandsverdi på 0,21 som gir tilstandsklasse IV (Dårlig) i henhold til Veileder 02:2013, og et artsmangfold som gir miljøtilstand 2 (God) i henhold til MOM-standard. Bunnfaunaen ved stasjonen Sæv10 i overgangssonen gir en tilstandsverdi på 0,54 som tilsvarer tilstandsklasse III (Moderat) i henhold til Veileder 02:2013. Sæv10 får imidlertid miljøtilstand 1 (Svært god) etter NS 9410:2007. Med en tilstandsverdi på 0,57 får fjernsonestasjonen Fu7 samme tilstandsklasse som i 2012, III (Moderat) i henhold til Veileder 02:2013. Resultatene fra bunndyrsanalysene viser ingen store endringer sammenliknet med forrige undersøkelse i 2012, da samtlige stasjoner har fått samme tilstandsklasse i 2014 som i 2012.

Strandsonetrafikasjon som ble foretatt på de samme 6 fotostasjoner som tidligere, viste tilsvarende forhold av makroalger i strandsonen i 2014 sammenlignet med tidligere befaringer i 2012 og 2009.

Bassenget utenfor Sævareid er relativt lite med en terskel med 50 meter saltdyp og 86 m bassengdyp, det er derfor viktig å sikre at tilførselen av organisk materiale ikke oppmagasineres. Resultatene fra resipientundersøkelsen ved Sævareid, august 2014 viser generelt svært like forhold som ved forrige undersøkelse i 2012, dette tyder på at bunnfaunaen i indre Sævareidfjorden håndterer den organiske belastningen ved undersøkelsestidspunktet.

Tabell 15. Oppsummering av resultatene fra bunnprøver innsamlet ved Sævareid, august 2014. Miljøtilstand etter NS 9410, tilstandsverdi etter Veileder 02:2013, glødetap (TOM), normalisert TOC (tilstandsklasse), fosfor, sink (tilstandsklasse), kobber (tilstandsklasse), oksygeninnhold i bunnvann (O₂, ml/l) og pH/Eh-tilstand. For de parametrene som har tilstandsklasser er disse fargekodet.

Stasjon	Dyp (m)	Miljøtilstand (NS 9410)	Tilstandsverdi (Veileder 02:2013)	TOM (%)	Norm. TOC	Fosfor (mg/kg TS)	Sink TK.	Kobber TK.	O ₂ (ml/l)	pH/Eh Tilstand
Sæv40	56	2	-	14,3	V	9000	II	IV	-	2
Sæv22	31	2	0,21	3,2	II	1800	I	I	-	1
Sæv10	41	1	0,54	4,4	III	1600	I	I	-	2
Fu7	86	-	0,57	19,7	V	3100	II	IV	5,5	2

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

5. TAKK

Vi takker båtfører Joachim Tveit og kranfører Roger Rolland for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Trond E. Isaksen og Stian Kvalø. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten, Ina Birkeland og Linda B. Pedersen. Bunndyrene ble identifisert av Arne Nygren, Øydis Alme, Per Johannessen og Frøydis Lygre.

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.
- 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. 41 s.
- 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, 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.
- Johnsen GH, Smith Johnsen C. 2012. Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa i 2012. *Rådgivende biologer - Rapport nr. 1694*. 36 sider.
- 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.
- Vassdal, T., P. O. Johansen, R. Torvanger and T. Alvestad. 2013. Marinbiologisk miljøundersøkelse ved AS Sævareid Fiskeanlegg, Fusa kommune, 2012. *SAM e-rapport nr. 12-2013*. 53 s.

7. VEDLEGG

1) Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

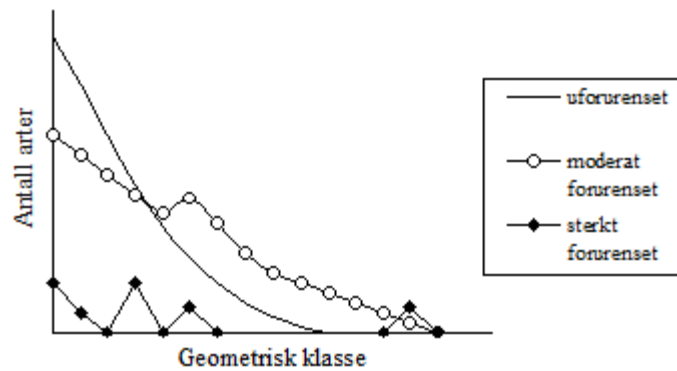
Geometriske klasser

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

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

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



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

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksene kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (TA-1467/1997 og Veileder 02:2013).

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.

Hurlbert diversitetsindeks ES_{100} viser forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve, og er beskrevet vha. følgende formel:

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

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.

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI, AMBI og NSI.

ISI er beskrevet av Rygg (2002) og senere revidert, den reviderte ISI betegnes ISI_{2012} (Rygg og Norling, 2013). Beregning av ISI utføres med følgende formel:

$$ISI = \sum_i^S \left[\frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

hvor ISI_i er verdi for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivetsverdier

AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner hver art 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 faunaekspert. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

NSI er en ny sensitivetsindeks og ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivetsverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivetsverdiene av alle individene i prøven. Hvordan NSI beregnes er beskrevet av Rygg og Norling (2013).

$$NSI = \sum_i^S \left[\frac{N_i * NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

hvor N_i er antall individer og NSI_i verdi for arten i , N_{NSI} er antall individer tilordnet sensitivetsverdier

Individtetthet

DI (density index) er en ny indeks for individtetthet (Rygg og Norling, 2013). DI er spesielt utviklet med tanke på tilstandsklassifisering av individfattig fauna. DI er beskrevet av formelen:

$$DI = abs [\log_{10}(N_{0,1m^2}) - 2.05]$$

hvor abs står for absoluttverdi og $N_{0,1m^2}$ antall individer pr. 0,1 m²

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser som NQI1 (Norwegian quality Index) bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1.

NQI1 er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$NQI1 = \left[0,5 * \left(\frac{(1 - AMBI)}{7} \right) + 0,5 * \left(\frac{\left[\frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right]}{2,7} \right) * \left(\frac{N}{N + 5} \right) \right]$$

hvor N er antall individer og S antall arter

Klassegrenser

Klassegrensene for hver indeks er gitt av Veileder 02:2013 (Tabell v2). Samme grenseverdier brukes for grabbklassifisering (gjennomsnitt av grabbverdier) og stasjonsklassifisering (kumulerte grabbdata).

Tabell v2: Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2013*:

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI ₂₀₁₂	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05

* Klassegrensene er foreløpig de samme for alle påvirkningstyper, 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.

Normalisert EQR (nEQR) og tilstandsklasse

nEQR (normalized ecological quality ratio) benyttes for å muliggjøre en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser. nEQR beregnes for grabbgjennomsnittverdier (snitt) og kumulert grabbdata (sum) per stasjon for hver enkelt indeks. Gjennomsnittet av enkeltindeksenes nEQR-verdier fra både grabbgjennomsnitt og kumulert grabbdata brukes til å beregne tilstandsverdier (nEQR) på stasjonen. nEQR beregnes med følgende formel:

$$\text{nEQR} = (\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) / (\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) * 0,2 + \text{Klassens nEQR basisverdi}$$

Klassens nEQR basisverdi (nedre grenseverdi) er den samme for alle indekser og er satt til:

Basisverdi klasse I	=	0,8
Basisverdi klasse II	=	0,6
Basisverdi klasse III	=	0,4
Basisverdi klasse IV	=	0,2
Basisverdi klasse V	=	0,0

nEQR gir en tallverdi på en skala fra 0 til 1. Ettersom nEQR følger en kontinuerlig skala viser verdien ikke bare tilstandsklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger.

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 faunagradianter 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:

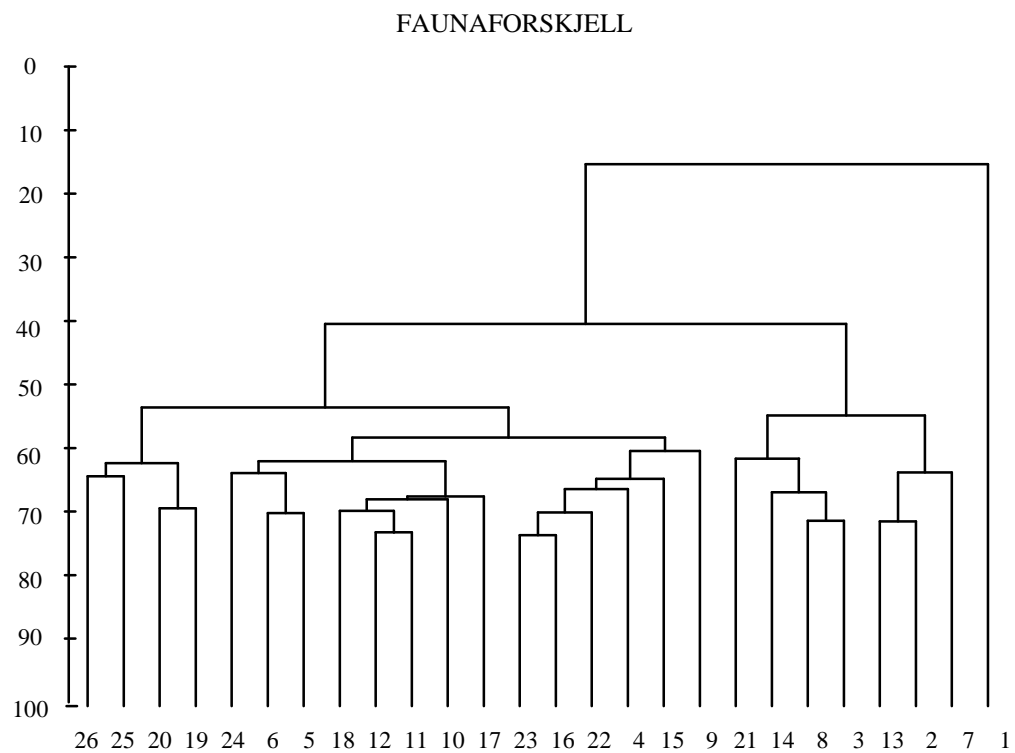
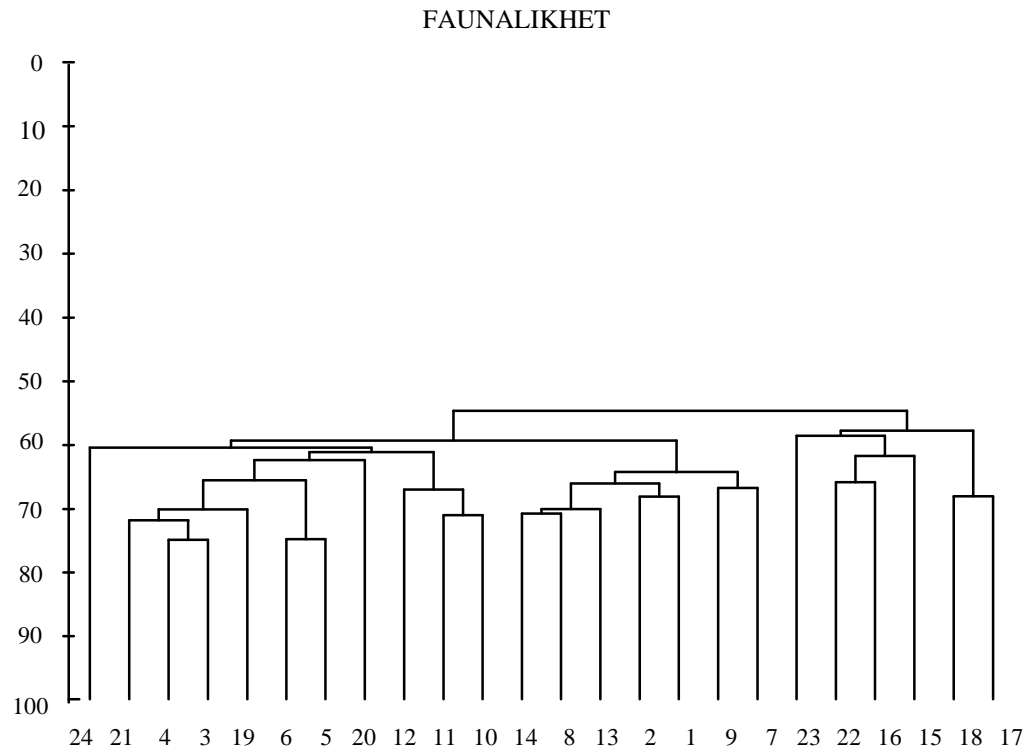
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

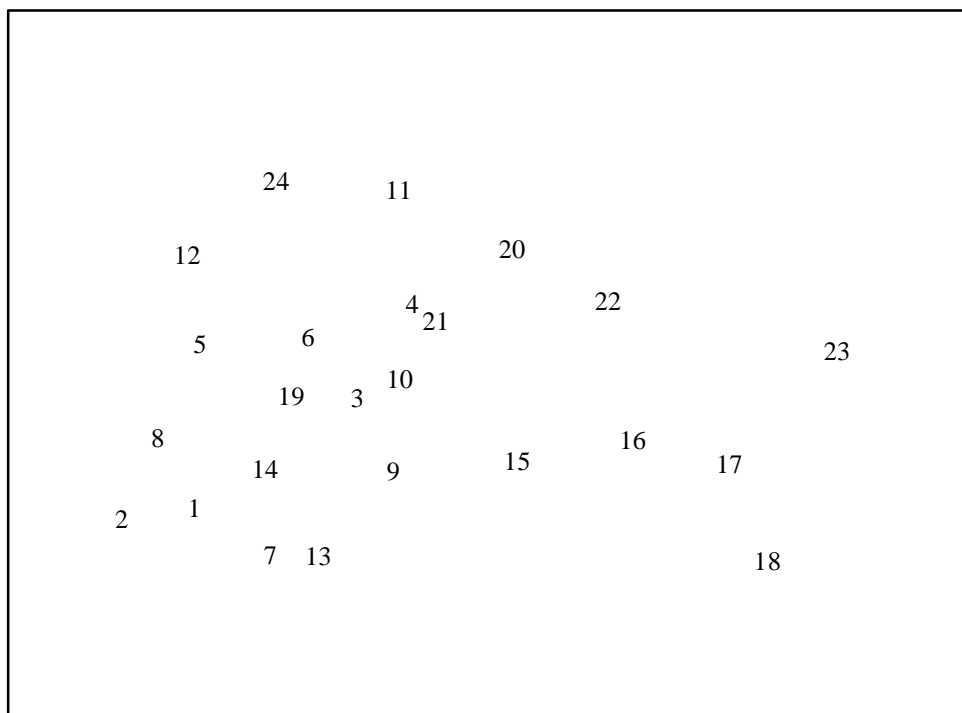
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Interne makroer er benyttet til utregning av samtlige indekser, unntatt makroen «Diversi» som beregner diversitet (H') og inndelingen i geometriske klasse. «Diversi» er laget av Knut Årestad ved Insitutt 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.

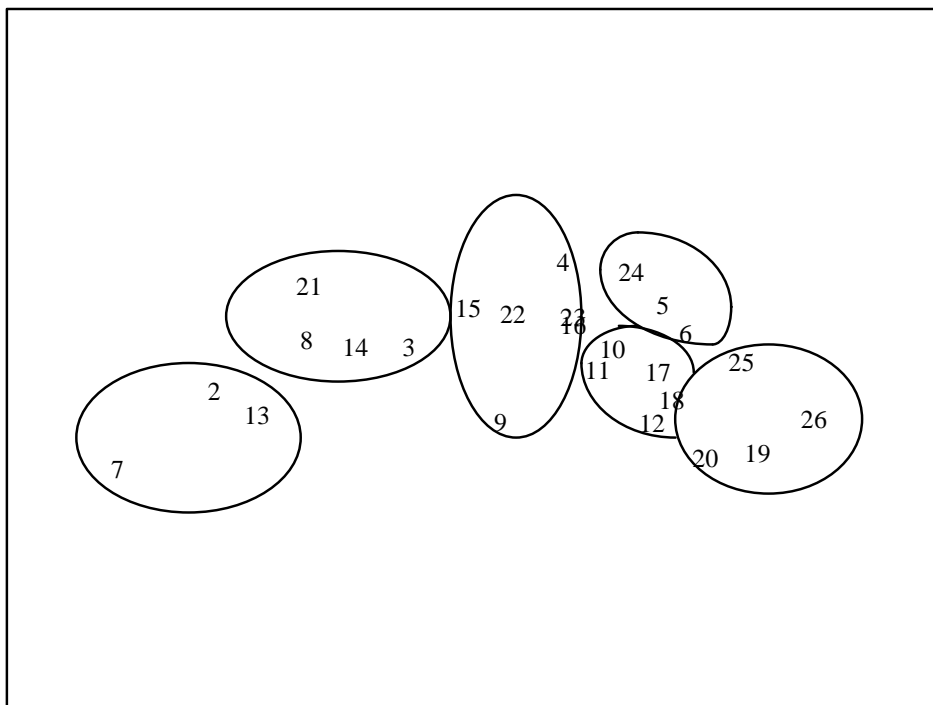


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

- 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.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratets gruppa, 263 s.
- 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.
- 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.
- Rygg B., 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. Niva-rapport 4548 – 2002. 32s.
- Rygg B., Norling K., 2013. Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI) NIVA-rapport 6475-2013, 46 s.
- SFT. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - SFT-veiledning nr. 93:02. 20 s.
- SFT. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s. TA 1467/1997.
- SFT. 2008. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

2) MOM B-parametere

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: AS Sævareid Fiskeanlegg

Dato: 27.08.2014

Lokalitet: Sævareid

Lokalitetsnr: 10141

Lokalitetstype: Settefisk

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr								Indeks											
			Fu7	Sæv10	Sæv22	Sæv40																
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0	0														0,0		
I	Tilstand (Gruppe I)		A																			
II	pH	verdi	7,61	7,32	7,57	7,26																
	E _h (mv)	verdi	-309	-151	-255	-275																
		+ ref. verdi	-90	68	-36	-56																
	pH/E _h	fra figur	2	2	1	2															1,8	
	Tilstand, prøve		2	2	1	2																
	Tilstand, gruppe II		2																			
	Buffer temp:		-		Temp sjø:		15,7	Temp sediment:		8,8												
	pH sjø:		8,04		Eh sjø:		392	Ref. elektrode:		219												
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		TEI				27.08.2014															
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0	0																
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0																	
		Brun/Sort = 2				2																
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0																	
		Noe = 2				2																
		Sterk = 4																				
	Konsistens	Fast = 0		0	0	0																
		Myk = 2	2																			
		Løs = 4																				
	Grab- volum	v < 1/4 = 0																				
1/4 ≤ v < 3/4 = 1			1	1																		
v ≥ 3/4 = 2		2			2																	
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0																	
	2 - 8 cm = 1																					
	t ≥ 8 cm = 2																					
	SUM		4	1	1	6																
	Korrigert sum (*0,22)		0,88	0,22	0,22	1,32															0,7	
	Tilstand prøve		1	1	2	1																
	Tilstand gruppe III		1																			
	Middelverdi gruppe II og III		1,44	1,11	0,61	1,66	0	0	0	0	0	0									0,5	
	Tilstand gruppe II og III		1																			
	pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand	Tilstand		Lokalitetstilstand																	
			Gruppe I	Gruppe II og III																		
			A	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4																
			4	1, 2, 3		1, 2, 3																
			4	4		4																
			LOKALITETSTILSTAND												1							

Korrekturlest: 27.10.2014
datoEBI
Sign.TL
Sign.

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: AS Sævareid Fiskeanlegg

Dato: 27.08.2014

Lokalitet: Sævareid

Lokalitetsnr: 10141

Lokalitetstype: Settefisk

Prøvetakingssted (nr)	Fu7	Sæv10	Sæv40	Sæv22						
Dyp (m)	86	41	56	31						
Antall forsøk	1	1	1	1						
Bobling (i prøve)	Nei	Nei	Nei	Nei						
Primær-sediment	Grus									
	Skjellsand									
	Sand									
	Mudder									
	Silt	x	x	x	x					
	Leire	x	x	x	x					
Fjellbunn										
Steinbunn										
Pigghuder, antall										
Krepsdyr, antall										
Skjell, antall	Ja			Ja						
Børstemark, antall	Ja	Ja	Ja	Ja						
Andre dyr, antall										
<i>Malacoceros fuliginosa</i>										
Beggiatoa										
Fôr										
Fekalier										
Kommentarer	Noe løv	Løv i grabbprøver	Noe løv							

Korrekturlest:

27.10.2014

dato

EBI

Sign.

TL

Sign.

3) Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 009

**Vedlegg SF-SAM-505 Benthos
Artsliste****Uni Research Miljø : Sam-
marin**

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 10.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 10.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)

**SAM-Marin**

(Seksjon for anvendt miljøforskning,
marin del.)
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
Telefon: 55 58 44 05
Mail: sam-marin@uni.no

**Oppdragsgiver (navn og adresse): AS Sævareid Fiskeanlegg****Prosjekt nr.: 808837****Prøvetakingssted (område): Indre Sævareidfjorden****Dato for prøvetaking: 27.08.2014****Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Research AS****Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -****Artene er identifisert av: Arne Nygren, Øydis Alme (opplæring), Frøydis Lygre, Per Johannessen**

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	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: 2 sider.

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

Signatur: 
 Godkjent taksonom

Prøveinnsamlingsår Grabbhuggnummer	Sæv 10	Sæv 10	Sæv 10	Sæv 22	Sæv 22	Sæv 22	Sæv 40	Sæv 40	Sæv 40	Fu 7	Fu 7	Fu 7
	2014	2014	2014	2014	2014	2014	2014	2014	2014	2014	2014	2014
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
* HYDROZOA indet.	+	+	+							+		
ANTHOZOA												
Actiniidae indet									2			
Cerianthus lloydii	4/9	6/3	9/4							1		1
Edwardsia sp.	85	67	55						1			
Virgularia mirabilis			0/1									
* NEMERTEA indet.	4	6	6	1		5				38	32	38
* NEMATODA indet.	ca 20	ca 30	ca 60	ca 100	ca 200	ca 200	12800	9600	11200	ca 40	12	ca 30
PRIAPULIDA												
POLYCHAETA												
Ampharete sp.			1								1	
Aphelochaeta sp.										3		
Aphrodita aculeata												1
Arenicola marina					3	0/1			3			
Aricidea ceruttii	4											
Capitella capitata	1		1	5/3816	18/7080	25/5800	3456	2704	1872			1
Capitellidae indet.					3							
Chaetozone setosa				1		1				24	21	10
Cirratulidae indet.	36	2	1/1	4	8	6				22	6	8
Cirratulus cirratus				7	2	1	1					
Diplocirus glaucus		1										
Eteone longa	1	1			2							
Eulalia sp.			3									
Eunida ockelmanni		1	1	1								
Eunereis elitoralis	1		1									
Exogone hebes										1		
Galathowenia oculata	145	39	59				1			20	18	35
Glycera alba		12	10	10	9	9			1	5	9	12
Glycera rouxii	1											
Goniada maculata	10	13	16									
Lumbrineris aniara				2								
Magelona alleni	1	1	3	2								
Malacoceros fuliginosus					3	161	1184	656	1056			
Mediomastus fragilis	64	7/9	32	2	2	3				41	45	
Notomastus latericeus				1								
Ophelina modesta										2		3
Ophryotrocha sp.												1
Owenia borealis	48	24	17	1				1		16	18	5
Oxydromus flexuosus									1			
Paradoneis lyra	9	23/26	23/1							2	3	
Paramphinome jeffreysii			1			1				48		1
Pectinaria belgica	1		1									
Pectinaria koreni	132	98	128	246	160	244	4		6	163	131	177
Pholoe assimilis										2	3	1
Pholoe baltica	5	10	7	3	6	5				1	1	1
Phyllodoce groenlandica		1	1	1	3	4						
Phyllodoce mucosa				117	80	21	3		6			
Phyllodoce rosea		1	1									1
Polynoidae indet.	1	1										
Prionospio plumosa				1	9	11						
Prionospio cirrifera	3/11	9	2/4	4	3	4				21	6	8
Prionospio fallax	1/612	16/868	25/1100	16/96	152/44	108				60	20	12
Prionospio steenstrupii		1										
Protodorvillea kefersteini				157/6	25	33					1	
Pseudopolydora paucibranchiata	1	1	1							104	68	121
Sabellidae indet.	4	20	26	1						2	2	
Sabellides octocirrata										3	3	2
Scalibregma inflatum						1						
Scolecopsis korsuni	1	6	4							1	1	
Scoletoma fragilis		1										
Sige fusigera	4	11	14							7	2	3
Spio filicomis	1		1	1	1							
Spiophanes bombyx	6/5	3	11	2	1	1						

Spiophanes kroyeri	1									2	1	1
Streblosoma intestinale	6	5	4									
Syllis cornuta										10	14	6
Tharyx sp.	102	9/24	62	2	11	16						
OLIGOCHAETA indet.					2	3	192	272	720			
SIPUNCULA												
CRUSTACEA												
* ISOPODA												
* Idothea sp.							1					
COPEPODA												
* Calanus finmarchicus	10	6	3	10	13	10	9	23	6	48	46	53
* Metridia lucens	1									1	1	3
* OSTRACODA												
* CUMACEA												
* AMPHIPODA indet.	4	2	6	1	2						1	
* Caprellidae indet			2					1				
Corophium sp.					1						1	1
* Euphausiacea indet.									0/1	1		0/1
* DECAPODA												
* Callianassidae indet	0/1											
* Decapoda indet	0/1	0/2			2		0/9	0/7	0/6	0/1	0/9	0/2
* Galathea sp.							0/1		0/1			
MOLLUSCA												
OPHISTHOBRANCHIA												
Aporrhais pespelecani	1											
Cylichna cylindracea	3	2	2									
Euspira pulchella			1							1	2	
* Limacina retroversa										1		
Nudibranchia indet.										1		
Philine scabra	20/1		1/2							3/2	0/2	5/3
BIVALVIA												
Abra alba									1			
Abra nitida				1	1					0/1	0/1	3/1
Axinulus croulinensis											1	
Corbula gibba	2	2	1		1	2				2/4	3	1
Kurtiella bidentata	3	30	26	5	1	1						
Macoma calcarea					2/2							
Phaxas pellucidus	1											
Tellimya ferruginosa	0/1		1									
Thyasira flexuosa	92/13	34/2	28/5							20	7	24
Thyasira sarsii	1/2	1		1		0/1			1/1	37/17	29/32	25/29
Vitreolina sp.										1		
SCAPHOPODA												
PHORONIDA												
Phoronida indet.		10										1
BRYOZOA												
ASTEROIDEA												
* OPHIUROIDEA indet.	0/1									0/8	0/1	0/2
Amphiura chiajei		2/2	2							3/1	1	1
Amphiura filiformis	8	13/2	10/3				1					
Ophiocten affinis	36/2	58/5	73/7				2		2	0/2	1/1	2
Ophiopholis aculeata										0/1		
Ophiura sarsii		0/1										
ECHINOIDEA												
Brissopsis lyrifera	2/4											
Echinocardium cordatum		2	1									
Echinocardium flavescens		3	3							0/5	0/1	
Pseudothyone raphanus		0/1										
Spatangoida indet		0/3										
Synaptidae indet.	0/2	10/28	8/5							0/7		0/4
* CHAETOGNATHA indet.		1		1	7	1	1		2	4	3	7
* PISCES					0/1							
* Fiske egg			1				5	4				1
* Fiske larve												1
* VARIA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

4) Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene ved stasjonene Sæv40, Sæv22, Sæv10 og Fu7.

Geometrisk klasser	Sæv40 (2014)	Sæv22 (2014)	Sæv10 (2014)	Fu7 (2014)
I	8	7	13	12
II	3	9	14	6
III	1	6	8	9
IV	2	4	3	5
V	0	4	6	2
VI	0	0	7	6
VII	0	0	3	3
VIII	0	3	5	1
IX	0	1	1	2
X	0	1	0	0
XI	1	0	0	0
XII	1	0	1	0
XIII	1	0	0	0
XIV	0	0	0	0
XV	0	1	0	0
XVI	0	0	0	0
XVII	0	0	0	0

5) 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

AR-14-MX-003215-01



EUNOBE-00011993

Prøvemottak: 22.09.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 22.09.2014-06.10.2014
Referanse: 808837 / ref: 94/14

ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 1600	mg/kg tv	a) 1800	mg/kg tv	a) 9000	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 22.0	mg/kg tv	a) 14.0	mg/kg tv	a) 79.0	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 67.0	mg/kg tv	a) 50.0	mg/kg tv	a) 300	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 24.0	mg/g tv	a) 13.0	mg/g tv	a) 73.0	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 57.3	% (w/w)	a) 62.1	% (w/w)	a) 35.8	% (w/w)	EN 14346	0.1

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 3100	mg/kg tv					NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 100	mg/kg tv					NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 210	mg/kg tv					NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 93.0	mg/g tv					EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 27.2	% (w/w)					EN 14346	0.1

Teknisk forklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

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

**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 06.10.2014

Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingeniør

AR-14-MX-003215-01**EUNOBE-00011993****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 :Kv

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

		Molab as, 8607 Mo i Rana Telefon: 404 84 100 Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174 Besøksadr. Glomfjord: Ørnesveien 3 Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92 Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA		
		RAPPORT Korn + TOM		
Kunde: Uni Research AS Att: Trond E. Isaksen Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.: 56080	Antall sider + bilag: 3	
		Rapport referanse: KR-19561	Dato: 27.10.2014	
Rev. nr. 0	Kundens bestillingsnr./ ref.: 808837 / 46/14	Utført: Eli Ellingsen	Ansvarlig signatur: Eli Ellingsen	

Prøver mottatt dato: 01.10.2014

RESULTATER

Prøve merket:			Sæv 10	Sæv 22	Sæv 40	Fu7	
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA-093903	KA-093904	KA-093905	KA-093906	
TOM (550 °C)	%	27.10.14	4,36	3,26	14,3	19,7	

Kornfordeling

Analysedato: 16.10.2014

Sæv 10		KA-093903							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
2000	-1	0,03	0,3	0,3	MdΦ	Silt og leire		57,9	
1000	0	0,16	1,6	1,9		Sand	4,55	41,8	
500	1	0,21	2,1	4,0		Grus		0,3	
355	1,5	0,17	1,7	5,6	SdΦ				
250	2	0,24	2,4	8,0			1,97		
180	2,5	0,37	3,7	11,7					
125	3	0,62	6,1	17,8	SkΦ				
90	3,5	0,81	8,0	25,8			0,07		
63	4	1,65	16,3	42,1					
<63	8	5,86	57,9	100,0	KΦ				
		10,12	100,0				0,92		

Prøveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.



Side 2 av 3

Ordrenummer: 56080

Sæv 22	KA-093904							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,04	0,3	0,3	Md Φ	Silt og leire		60,9
1000	0	0,03	0,2	0,6		4,72 Sand		38,7
500	1	0,07	0,6	1,1		Grus		0,3
355	1,5	0,08	0,6	1,8	Sd Φ			
250	2	0,12	1,0	2,7		1,66		
180	2,5	0,26	2,1	4,8				
125	3	0,58	4,7	9,5	Sk Φ			
90	3,5	0,93	7,5	17,0		0,21		
63	4	2,74	22,1	39,1				
<63	8	7,57	60,9	100,0	K Φ			
		12,42	100,0			0,79		

Sæv 40	KA-093905							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,01	0,2	0,2	Md Φ	Silt og leire		58,5
1000	0	0,24	4,3	4,5		4,58 Sand		41,3
500	1	0,27	4,8	9,3		Grus		0,2
355	1,5	0,17	3,0	12,3	Sd Φ			
250	2	0,19	3,4	15,7		2,36		
180	2,5	0,23	4,1	19,8				
125	3	0,32	5,7	25,6	Sk Φ			
90	3,5	0,35	6,3	31,8		-0,12		
63	4	0,54	9,7	41,5				
<63	8	3,28	58,5	100,0	K Φ			
		5,60	100,0			0,93		

Fu7	KA-093906							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,02	0,5	0,5	Md Φ	Silt og leire		86,8
1000	0	0,03	0,8	1,3		5,70 Sand		12,6
500	1	0,06	1,6	2,9		Grus		0,5
355	1,5	0,03	0,8	3,7	Sd Φ			
250	2	0,02	0,5	4,2		1,62		
180	2,5	0,06	1,6	5,8				
125	3	0,11	2,9	8,7	Sk Φ			
90	3,5	0,09	2,4	11,1		-0,12		
63	4	0,08	2,1	13,2				
<63	8	3,30	86,8	100,0	K Φ			
		3,80	100,0			0,98		

Proveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Rapporten må ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig godkjenning fra Molab as. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.



Ordrenummer: 56080

ANALYSEINFORMASJON

Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkrediterings-status	Relativ usikkerhet (%)	Deteksjons-grense	Enhet
TOM (550 °C)	NS-4764	A	20	0,30	%
Kornfordeling	Intern metode	A	20	-	%

A = Akkreditert prøving. Dersom ikke annet er oppgitt angis usikkerheten med 95 % konfidensnivå.

ANMERKNINGER

Proveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Rapporten må ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig godkjenning fra Molab as. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.

6) CTD-data

Tabellene under viser hydrografiske profilmalinger ved henholdsvis fjernsonen (Fu7) og nærsone (Sæv40) med parameterne salinitet (Sal.), temperatur (Temp.), tetthet (Density) og oksygen (O₂).

Fu7

Depth(m)	Sal.	Temp.	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ ml/l	Density
1	26,74	16,57	107,99	8,92	6,28	19,28
2	26,98	15,77	106,48	8,92	6,28	19,65
3	27,11	14,92	104,16	8,87	6,25	19,93
5	28,13	14,00	100,66	8,69	6,12	20,91
7	29,03	14,89	98,16	8,27	5,82	21,43
10	30,84	15,50	90,25	7,43	5,23	22,71
15	32,50	11,84	92,27	8,12	5,72	24,75
20	33,01	10,57	96,56	8,71	6,13	25,39
25	33,34	9,74	97,84	8,97	6,32	25,81
30	33,52	9,30	98,35	9,10	6,41	26,05
40	33,81	8,51	97,75	9,19	6,47	26,45
50	34,11	7,86	91,58	8,73	6,15	26,83
51	34,13	7,83	91,19	8,70	6,13	26,85
60	34,29	7,53	86,70	8,32	5,86	27,06
70	34,34	7,43	86,62	8,33	5,87	27,16
80	34,38	7,40	83,74	8,05	5,67	27,24
82	34,42	7,40	81,70	7,86	5,54	27,28

Sæv40

Depth(m)	Sal.	Temp	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ ml/l	Density
1	25,04	16,64	115,22	9,60	6,76	17,97
2	25,94	16,35	113,96	9,50	6,69	18,73
3	26,63	15,42	109,86	9,29	6,54	19,46
5	28,40	13,82	103,94	8,99	6,33	21,15
7	29,04	14,16	97,57	8,35	5,88	21,58
10	31,26	13,68	96,18	8,20	5,77	23,41
15	32,57	11,54	95,99	8,50	5,99	24,85
20	32,93	10,57	97,71	8,82	6,21	25,33
25	33,30	9,62	97,88	9,00	6,34	25,80
30	33,53	9,19	97,29	9,02	6,35	26,08
40	33,83	8,35	94,48	8,92	6,28	26,49
50	33,82	7,94	89,47	8,53	6,01	26,58
51	33,54	7,90	89,33	8,54	6,01	26,37

7) Fotodokumentasjon - strandsone

Bilder for sammenligning fra befaringen i august 2014 med bilder fra tidligere undersøkelser i september 2012 og juni 2009:



Fotokalitet S1, juni 2009



Fotokalitet S1, september 2012



Fotokalitet S1, august 2014



Fotokalitet S2, juni 2009



Fotokalitet S2, september 2012



Fotokalitet S2, august 2014



Fotokalitet S3, juni 2009



Fotokalitet S3, september 2012



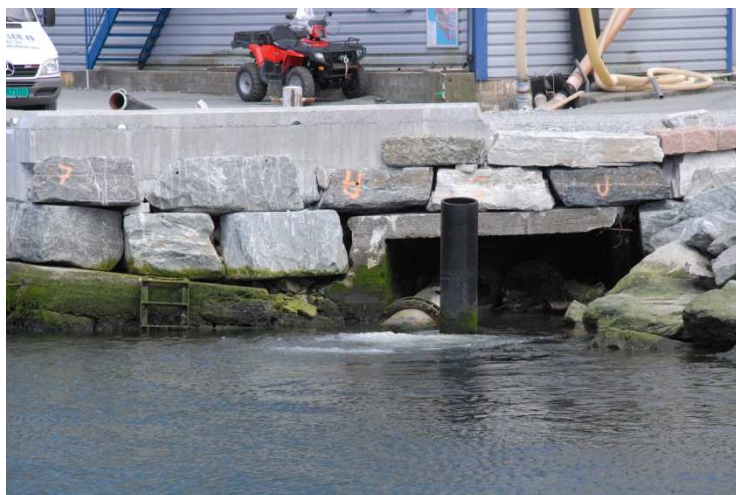
Fotokalitet S3, august 2014



Fotolokalitet S4, juni 2009



Fotolokalitet S4, august 2014



Fotolokalitet S5, juni 2009



Fotolokalitet S5, september 2012



Fotolokalitet S5, august 2014