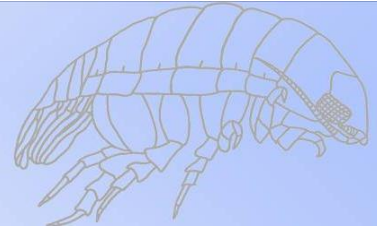


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø

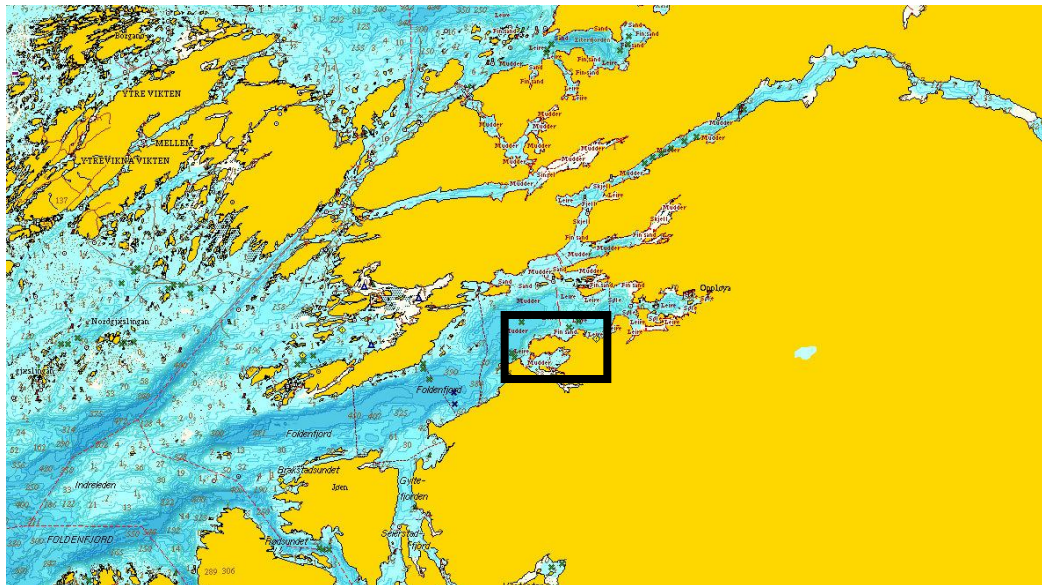


e-rapport nr: 37– 2013

MOM-C undersøkelse ved Smineset og Ternskjæret i Follafjorden



Nærøy kommune, februar 2013.

Vidar Strøm
Linda Hagen
Silje Hadler-Jacobsen
Per-Otto Johansen
Thomas Dahlgren



Bildet viser Foldafjord, hvor denne undersøkelsen ble foretatt. Kilde: Olex.



	SAM-Marin	 Test 157
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25		Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse ved Smineset og Ternskjæret i Follafjorden, Nærøy kommune, februar 2013.	Dato: felt: 07.02 og 08.02.13 Rapport: 24.09.13
	Antall sider og bilag: 46
Forfatter(e): Vidar Strøm, Linda Hagen, Silje Hadler-Jacobsen, Per-Otto Johansen og Thomas Dahlgren	Prosjektleder: Vidar Strøm Prosjektnummer: 807289

Oppdragsgiver: SalmoNor AS	Tilgjengelighet: Åpen
----------------------------	-----------------------

<p>Abstract: On assignment from SalmoNor AS, Aqua Kompetanse AS in cooperation with SAM-Marin, was hired to investigate the marine area by the fish farms Smineset Nord and Ternskjæret II, which is located in Nærøy, Nord-Trøndelag. The aim of this study 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. In total, five different stations were chosen for sampling; Tern 1, which is located in the near zone of Ternskjæret, Tern 2, which is located approximately 330 meters north-east of Ternskjæret, Tern3/Smi3, which lies approximately 3,7 km north-west of the fish farm at Ternskjæret and 2,5 km north-east of the fish farm at Smineset, Smi 1, which is located in the near zone of Smineset, and Smi 2, which is located approximately 200 meters north of Smineset. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (KLIF). The results show that the level of copper and zinc was low at all stations. The level of phosphorus was also low, but low-moderate at Tern 1. Low levels of total organic carbon (TOC) at most stations (class I, very good), except from the transition stations with class II, good. The organic content expressed as % volatile total solids showed a low organic content in the sediments at all five stations. The sediments from the investigated area consisted mostly of a sand, but also of gravel, silt and clay. The hydrographical data shows that the bottom water in the investigated area had a high oxygen concentration, which gave the classification 'good' after Mølvær et al., 97. The soft bottom macrofauna investigation showed an affected area with few and dominating species in the near zones, and good species diversity in the remote zone. This survey shows that the marine environment by the fish farms at Ternskjæret and Smineset are slightly influenced by organic waste products in the near zone, while the conditions are good in the remote zone.</p>

Keywords: Fish farm, Recipient, Benthos Sediment Smineset, Ternskjæret	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient, Bunndyr Sediment Smineset, Ternskjæret	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 37-2013
---	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	24 september, 2013	<i>TL DL</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	7. og 8. februar, 13	<i>Vidar Strøm</i>

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

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til sediment analyser, samlet av: Aqua Kompetanse; Nasir El Shaikh og Vidar Strøm

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ragna Tveiten, Natalia Korableva, Nargis Islam og Ingrida Petrauskaite; SAM-Marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Frøydis Lygre og Tom Alvestad; SAM-Marin

Rapportering utført av: Vidar Strøm, Otto K Sandnes, Silje Hadler-Jacobsen, Per-Otto Johansen og Thomas Dahlgren

Glødetapsanalyser utført av: -

Kornfordelingsanalyser utført av: Helge Grønning; SAM-Marin

Ikke akkreditert:

Glødetapsanalyser utført av Helge Grønning; SAM-Marin

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Marine Harvest anleggsbåt

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse og Eurofins Umwelt Ost GmbH.

Freiberg **akkrediteringsnummer** Test 003 og D-PL-14081-01-00

Akkreditert: Cu, P, Zn, TOC og tørrstoff

Ikke akkreditert: -

Andre: -

INNHold

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet.....	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment.....	21
3.3 Kjemi.....	22
3.4 Bunndyr	23
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	30
5 TAKK	31
6 LITTERATUR	31
7 VEDLEGG	32
Generell vedleggsdel.....	32
Vedleggstabell 1. Artsliste	40
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser.....	44
Vedleggstabell 3: Analysebevis	45

1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokalitetene Ternskjæret II og Smineset Nord i, Nærøy kommune. Lokalitetene eies av SalmoNor AS. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS 7. og 8. februar 2013.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Ternskjæret II og Smineset Nord. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot KLIFs tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007), Vanndirektivets indekser (Direktorats gruppa Vanndirektivet 2009) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Aqua Kompetanse AS og Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra SalmoNor AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Reserach AS. 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 METODER

2.1 Undersøkellesområdet

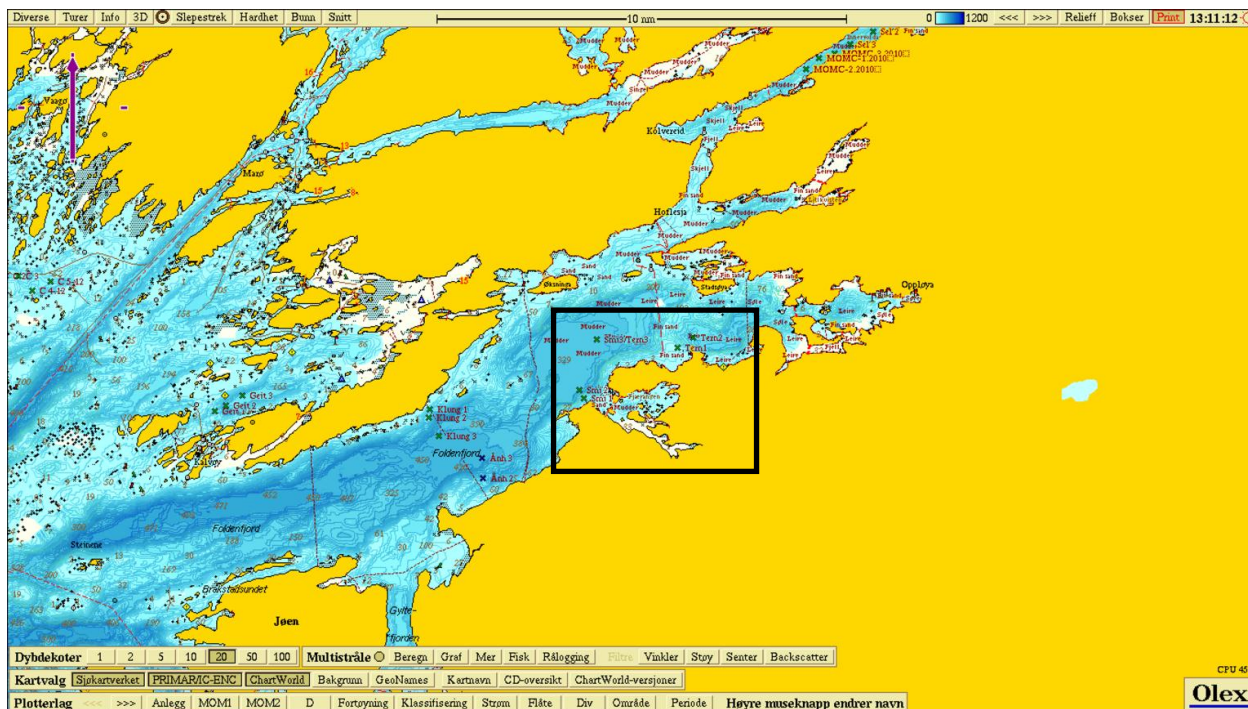
Undersøkellesområdet ligger på sørsiden av ytre Foldafjord, i Nærøy kommune i Nord-Trøndelag fylke (figur 2.1 og 2.2). Bunntopografien viser at havbunnen er relativt bratt skrånende ved begge anleggene og at lokalitetene drenerer ut i dypere havområder som har kontakt med havet utenfor, samt at nærsonen og overgangssonen til Ternskjæret ligger innenfor en terskel på cirka 130 meters dyp. Havdybden ved lokalitetene Ternskjæret II og Smineset varierer fra ca. 35-200 og 50-200 meters dyp, med økende dybde fra hhv sørvest og sørøst mot nordøst og nordvest.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

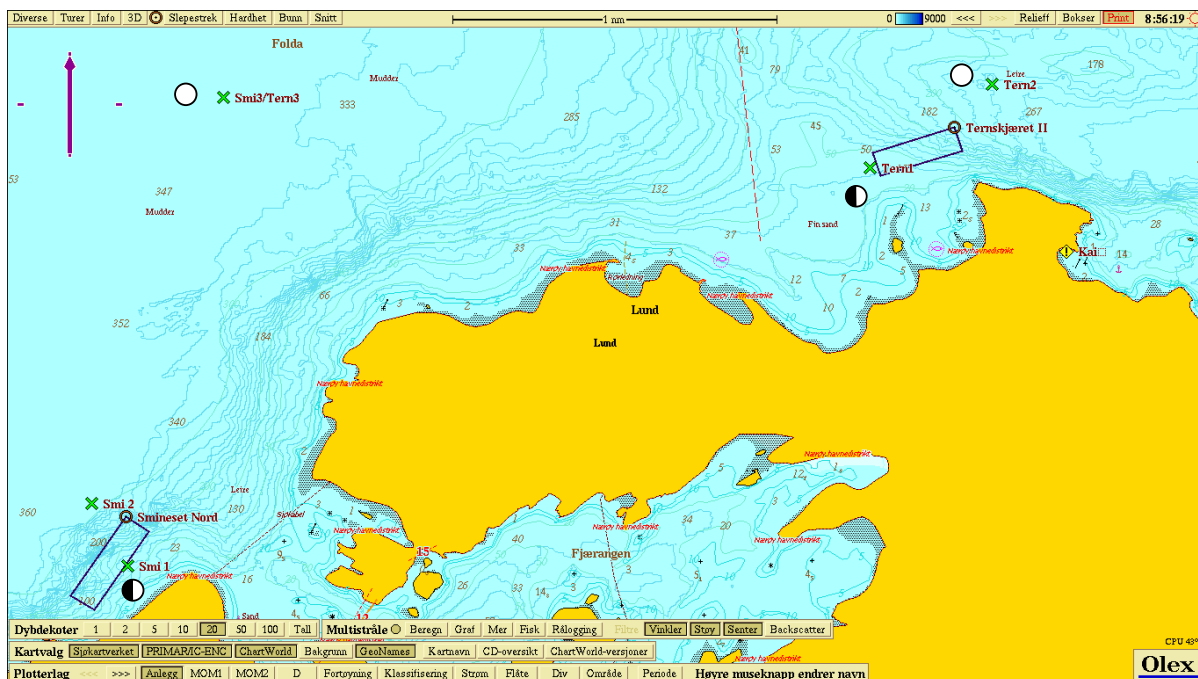
Prøveinnsamlingen av sediment og fauna ble gjort fra oppdrettsbåten til SalmoNor AS den 7. og 8. februar, 2013. Ved Ternskjæret ble det tatt prøver fra en stasjon i nærsonen like vest for anlegget, en i overgangssonen ca. 330 meter nordøst for anlegget, og en stasjon ca. 3,7 km nordvest for anlegget, i dypet av fjorden (fjernsonen). Også ved Smineset ble det tatt prøver fra en stasjon i nærsonen like øst for anlegget, en i overgangssonen ca. 200 meter nord for anlegget, og en stasjon cirka 2,5 km nordøst for anlegget, hvor sistnevnte er felles fjernsonestasjon med Ternskjæret. Prøven fra overgangssonen til Smineset Nord ble ikke opparbeidet med hensyn til bunndyr, da forholdene var gode i nær- og fjernsonen. Undersøkelsen ble gjennomført av Vidar Strøm, Nasir El Shaikh og Linda Hagen fra Aqua Kompetanse AS.

Det ble også gjennomført hydrografiske målinger nedover vannsøylen ved hver stasjon på feltdagene 7. og 8. februar 2013. Måling av temperatur, saltholdighet og oksygen ble utført med en STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS innstilt for måling hvert 2. sekund når den senkes og hales opp gjennom vannsøylen. Målingene ble overført til datamaskin på land, og de registrerte data ble bearbeidet av et dataprogram. Alle data er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS.

Detaljerte opplysninger om prøvetakingsstasjonene er gitt i tabell 2.1.



Figur 2.1. Oversiktskart over Folla med undersøkelsesområdet avmerket med svart firkant. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2. Detaljskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Grønne kryss angir stasjonsplassering, og eksakt plassering av disse er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ● = dødt. Kartkilde: Olex.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved Ternskjæret II og Smineset i Foldafjord i februar 2013. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb (full grabb = 16,3 liter).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Nærsone Tern 1 7.02.13	Ternskjæret II 64° 46,580'N 11° 38,047'Ø	43	1	2,4	Normal lukt, grå farge. Hovedsakelig silt. Børstemark. Uttak til faunaprøve.
			2	4,1	Normal lukt, grå farge. Hovedsakelig silt. Skjell og børstemark. Uttak til faunaprøve.
			3		Uttak til kjemi og geologi.
Overgangss one Tern 2 7.02.13	Ytre Foldafjord 64° 46,838' N 11° 38,931'Ø	244	1	16,3	Silt og leire, grå farge. Normal lukt. Skjell og pigghud. Uttak til faunaprøve.
			2	16,3	Silt og leire, grå farge. Normal lukt. Skjell og børstemark. Uttak til faunaprøve.
			3	16,3	Silt og leire, grå farge. Normal lukt. Uttak til kjemi og geologi.
Felles fjernsone Tern3/Smi3 7.02.13	Ytre Foldafjord 64° 46,797'N 11° 33,370'Ø	345	1	16,3	Leire, grå farge. Normal lukt. Skjell og børstemark. Uttak til faunaprøve.
			2	16,3	Leire, går farge. Normal lukt. Uttak til faunaprøve.
			3		Uttak til kjemi og geologi.
Nærsone Smi 1 8.02.13	Smneset Nord 64° 45,353'N 11° 32,676'Ø	59	1	2,0	Silt, grå farge. Uttak til faunaprøve.
			2	0,7	Silt, grå farge. Uttak til faunaprøve.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
Overgangss one Smi 2 8.02.13	Ytre Foldafjord 64° 45,544'N 11° 32,421'Ø	351	1	16,3	Leire, litt silt. Grå farge. Normal lukt. Børstemark og skjell. Uttak til faunaprøve.
			2	16,3	Leire, litt silt. Normal lukt. Børstemark og skjell. Uttak til faunaprøve.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskifting 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 vannutskifting, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H₂S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med

oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en prøve til analyse av organisk innhold (% glødetap) og analyse av kornfordeling, fra det samme hugget hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser.

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

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

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764. Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment-overflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametere. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor

(P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 17294-2. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter EN 13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter EN 14346. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parameterne som inngår i KLIF's manual (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007) (Tabell 2.2).

2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste 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. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m². Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sediment-volumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m² grabb har et volum på 16,3 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinnholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 8 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sediment-restene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg

gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

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

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). 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 for gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne veilederen skal på sikt erstatte KLIF's veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og ømfintlighetsindeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 2.5). Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 og NQI2 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Vedlegg 1. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to veilederne. Klassegrensene for Shannon–Wiener er også forskjellige i de to veilederne, se tabell 2.2. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

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

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I	II	III	IV	V	
			Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen*	97:03	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.**	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Shannon-Wiener indeks. (H'), snitt	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H'), sum	97:03		>4,0	4-3	3-2	2-1	<1
	NQI1	01:2009		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2	01:2009		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	ES ₁₀₀	01:2009		>25	17-25	10-17	5-10	<5
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Kobber	TA 2229/2007	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220
	Sink	TA 2229/2007	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500

*Omregningsfaktoren til mgO₂ /l er 1,42

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

Tabell 2.3: 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 .

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Ternskjæret II:

På lokalitet Ternskjæret II startet produksjonen rundt år 2000. Anlegget har ligget i nåværende posisjon i cirka 3 år. Anlegget har plass til 14 stk. 120 ringer i 2x7 konfigurasjon. Det er produksjon i hele anlegget. Biomassen ved undersøkelsestidspunktet (7. februar 2013) var ca. 492 000 kg. Fisken er av 2012 årgang (høst) og skal utslaktes 30. juni, 2014. Anlegget skal deretter ligge brakk fram til august i 2014.

Tabell 2.4. Fôrforbruk i tonn på Ternskjæret II de siste 3 år:

	Utfôret mengde	Produsert mengde
Siste år	1240 tonn	ca. 1120 tonn
Siste 3 år	5670 tonn	ca. 5100 tonn

Smimeset Nord:

På lokalitet Smimeset Nord startet produksjonen i 2003. Anlegget har ligget i nåværende posisjon i cirka 2 år. Anlegget har plass til 14 stk. 120 ringer i 2x7 konfigurasjon. Det er produksjon i hele anlegget. Anlegget var brakklagt ved undersøkelsestidspunktet (8. februar, 2013). Det er nå satt ut ny fisk ved anlegget av 2013 årgang (vår), som skal stå i sjøen til desember 2014. Anlegget skal deretter legges brakk fram til april 2015.

Tabell 2.5. Fôrforbruk i tonn på Smimeset Nord de siste 3 år:

	Utfôret mengde	Produsert mengde
Siste år	2490 tonn	ca. 2340 tonn
Siste 3 år	7180 tonn	ca. 6440 tonn

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Det ble utført målinger av temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold i vannsøylen mellom havoverflaten og ned til bunnvannet på alle fem stasjonene ved Ternskjæret II og Smineset Nord den 7. og 8. februar, 2013. Resultatene fra denne undersøkelsen er presentert i figur 3.1-3.10.

Ved prøvetakingsstasjonen Smi 1 økte sjøtemperaturen fra 3,0 °C i overflaten til 5,0 °C ned mot bunnen på 62 meters dyp, mens saliniteten økte fra 32,5 ‰ til 33,3 ‰ (figur 3.1). Oksygenkonsentrasjonen ved nærsone-stasjonen Smi 1 var 11,6 mg O₂/liter sjøvann i overflata, og 10,6 mg O₂/liter sjøvann ved bunnen. Metningen var over 100 % i hele vannsøylen (figur 3.2).

Sjøtemperaturen ved overgangssonestasjonen Smi 2 var like over 3,0 °C i overflata. Den steg så med økende dybde ned til 100 meters dyp, før den stabiliserte seg rundt 8,0 °C videre nedover i dypet (figur 3.3). Saliniteten var 32,6 ‰ i overflata, deretter stigende ned mot 120-140 meters dyp, hvor den stabiliserte seg ved ca. 34,9 ‰ videre nedover i dypet. Oksygenkonsentrasjonen var 11,5 mg O₂/liter sjøvann i overflata (figur 3.4). Nedover i vannmassene avtar oksygennivået, før det ved rundt 100 meters dyp flatet noe ut. Ved bunnen (på ca. 350 meters dyp) er konsentrasjonen 8,5 mg O₂/liter sjøvann. Med en omregningsfaktor på 1,42 tilsvarende dette 6,0 ml O₂/liter sjøvann, og gir tilstanden 'svært god' etter klassifiseringen for oksygen i dypvann (se tabell 2.2). Oksygenmetningen følger et lignende mønster, og avtar fra 107 % i overflata til rundt 90 % ned mot bunn.

Ved prøvetakingsstasjonen Tern 1 økte sjøtemperaturen og saltholdigheten fra overflaten og ned til 44 meters dyp, fra hhv 3,0 og 32,4 ‰ til 5,5 °C og 33,2 ‰ (figur 3.5). Oksygenkonsentrasjonen hadde en svak nedgang fra overflaten og ned til ca. 40 meters dyp, før den økte fra rundt 12,5 til 13,5 mg O₂/liter sjøvann nedover de 4 dypeste meterne (figur 3.6). Oksygenverdiene i bunnvannet tilsvarende 9,5 ml O₂/liter sjøvann, og klassifiseres til en 'svært god' tilstand. Oksygenmetningen i overflatevannet er like over 115 % og er økende ned gjennom hele vannsøylen ved denne nærstasjonen.

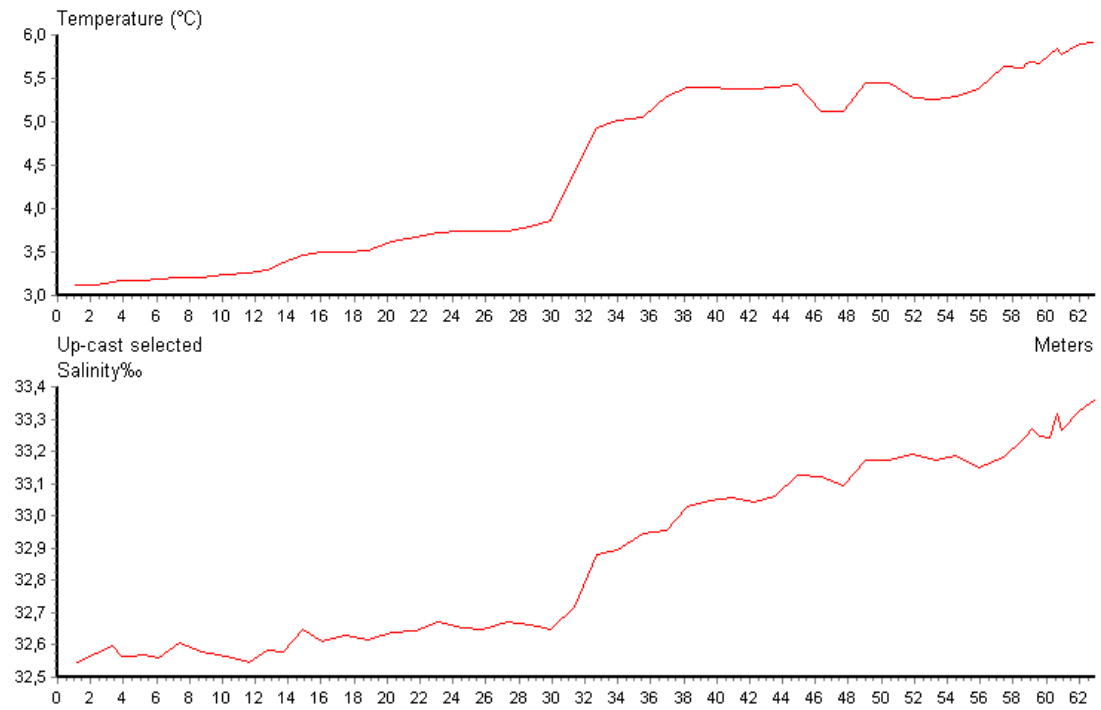
Sjøtemperaturen og saltholdigheten ved overgangssonestasjonen Tern 2, er økende nedover de øverste 100 meterne av vannmassene (figur 7). Videre nedover i dypet avtar sjøtemperaturen fra 8 til 7 °C, mens saltholdigheten fortsetter en svak økning fra 34,5 til 35 ‰. Konsentrasjonen og metningen av oksygen økte nedover de øverste 16-17 meterne, før de videre nedover dypet avtar mot hhv 7 mg/l og 75 % ved 240 meters dyp (figur 8). Laveste oksygenkonsentrasjon omregnet fra 7 mg O₂/liter sjøvann til 4,9 ml O₂/liter sjøvann havner også her innenfor klassifiseringstilstanden 'svært god'.

Den felles fjernsonestasjonen for Smineset og Ternskjæret (Smi/Tern 3) hadde økende temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned mot ca. 120 meters dyp, hvor de i disse måleseriene økte fra hhv 3 °C og 32,4 ‰ til 8,5 °C og 34,7 ‰ (figur 3.9). Videre nedover dypet holdt begge parameterne seg relativt stabil ved de sistnevnte verdiene. Konsentrasjonen og metningen av oksygen økte til hhv 12 mg O₂/liter sjøvann og 114 % nedover de 10 øverste meterne i vannmassene, før de deretter avtok og stabiliserer seg ved 9 mg O₂/liter sjøvann og 95 % (figur 3.10). Denne oksygenkonsentrasjonen tilsvarer, med omregningsfaktoren på 1.42, 6,3 ml O₂/liter sjøvann, noe som er godt over minstekravet for tilstandsklassen 'svært god'.

Oppsummert kan man si at de hydrografiske målingene utført 7. og 8. februar 2013, viser svært gode oksygenforhold helt ned til bunnvannet ved alle disse fem prøvetakingsstasjonene. Saltholdighetsmålingen viste en svakt dempet saltholdighet i overflatevannet, mens den på 100 meters dybde og videre nedover i vannsøylen viste en saltholdighet tilsvarende oseanisk vann i undersøkelsesområdet.

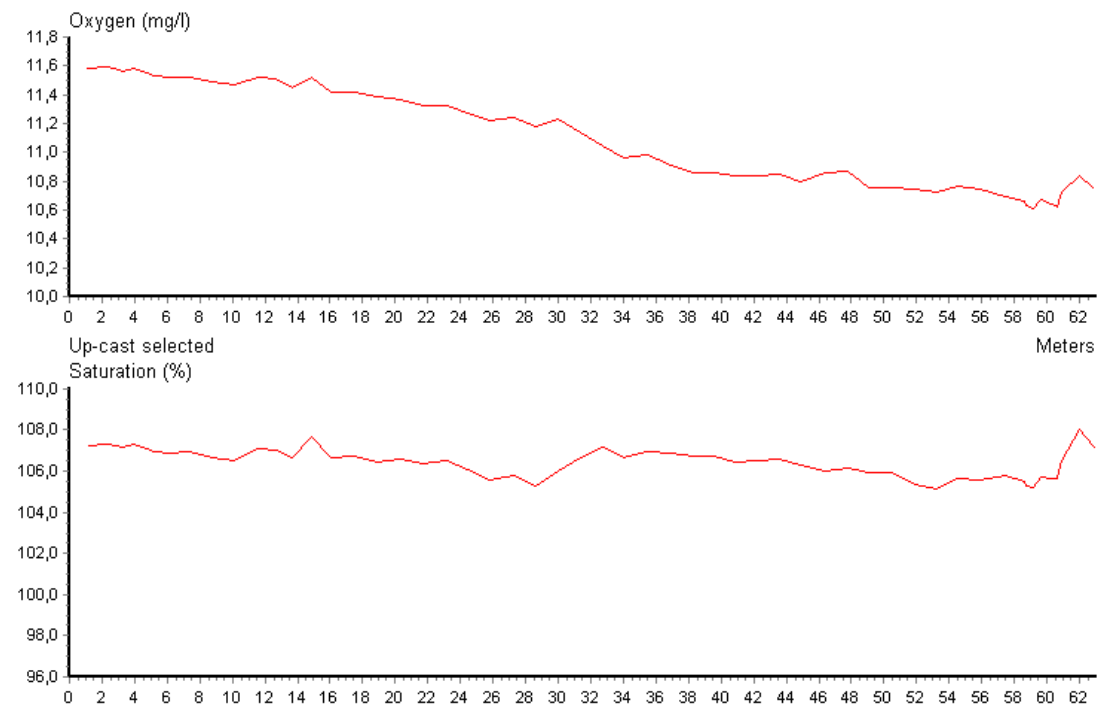
SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

File name: SminesTernfeb sal.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 4 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 13:13:41 - 08.Feb-13 (No. 1209) To: 13:16:39 - 08.Feb-13 (No: 1298)



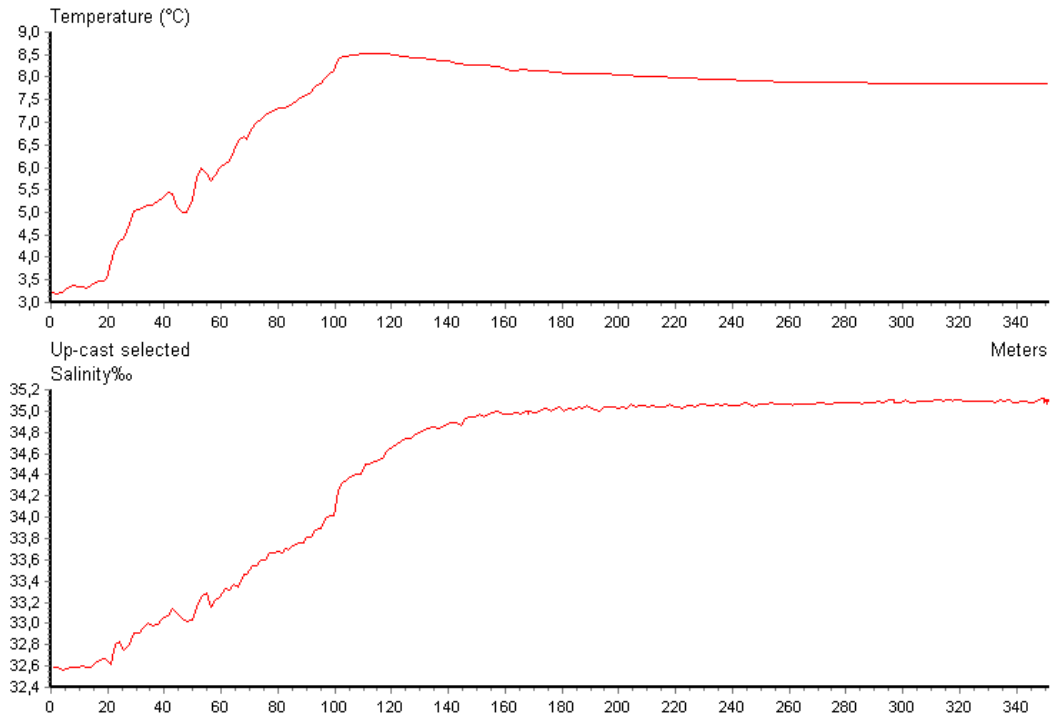
Figur 3.1: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 62 meters dyp på stasjon Smi 1 den 8. februar 2013.

File name: SminesTernfeb sal.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 4 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 13:13:41 - 08.Feb-13 (No. 1209) To: 13:16:39 - 08.Feb-13 (No: 1298)



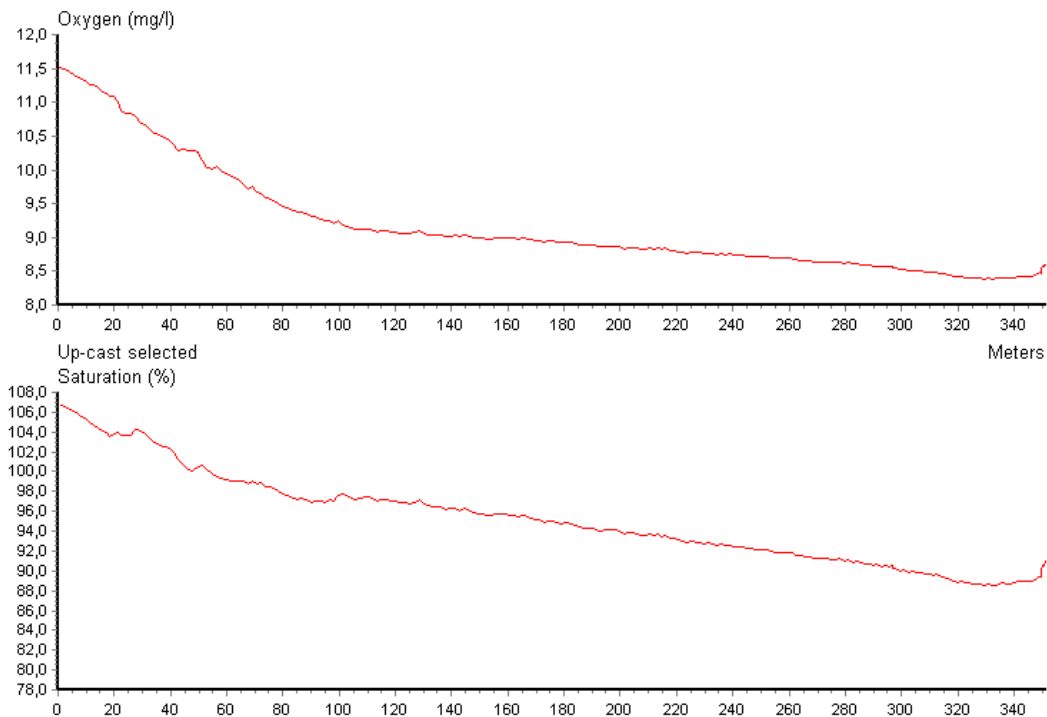
Figur 3.2: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 62 meters dyp på stasjon Smi 1 den 8. februar 2013.

File name: SminesTernfeb sal.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 5 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 14:12:04 - 08.Feb-13 (No. 1460) To: 14:26:50 - 08.Feb-13 (No: 1903)



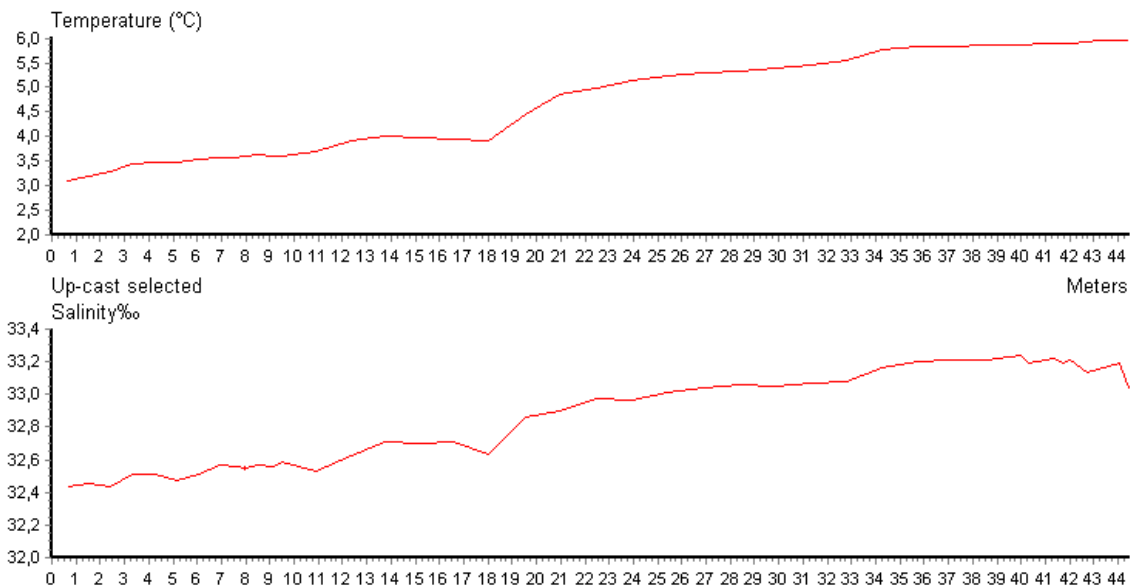
Figur 3.3: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 350 meters dyp på stasjon Smi 2 den 8. februar 2013.

File name: SminesTernfeb sal.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 5 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 14:12:04 - 08.Feb-13 (No. 1460) To: 14:26:50 - 08.Feb-13 (No: 1903)



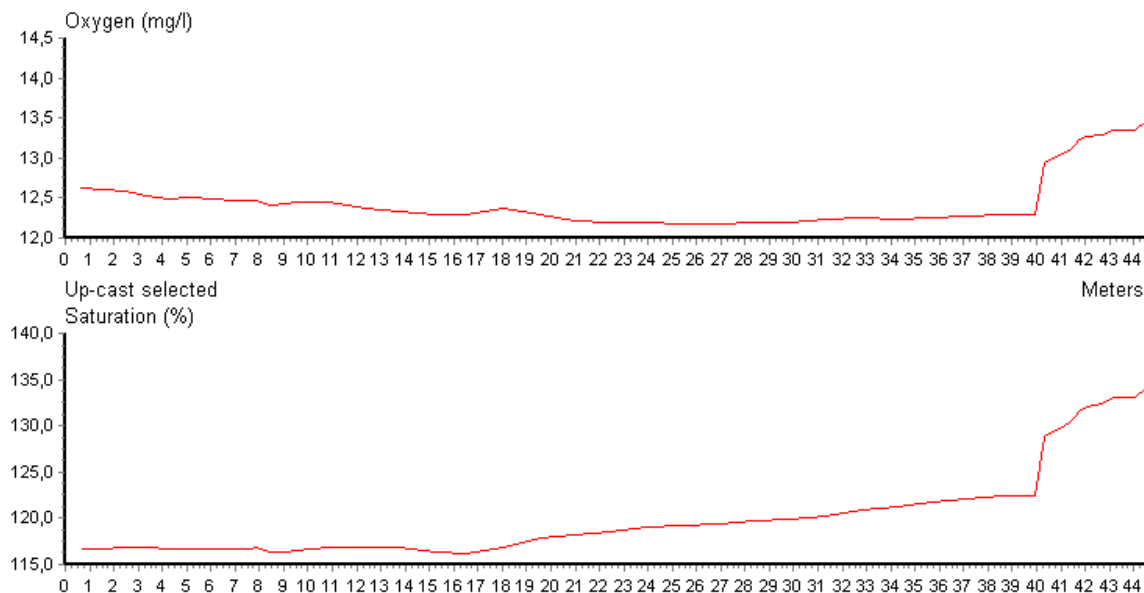
Figur 3.4: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 350 meters dyp på stasjon Smi 2 den 8. februar 2013.

File name: SminesTernfeb sal.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 13:34:32 - 07.Feb-13 (No. 101) To: 13:37:12 - 07.Feb-13 (No: 181)



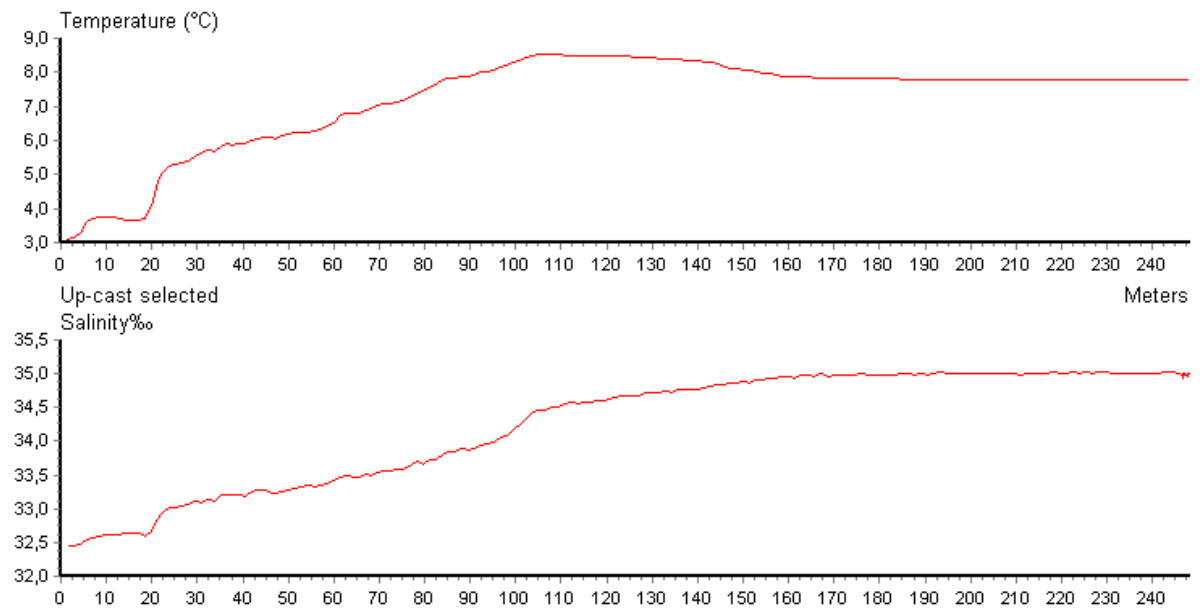
Figur 3.5: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 44 meters dyp på stasjon Tern 1 den 7. februar 2013.

File name: SminesTernfeb sal.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 13:34:32 - 07.Feb-13 (No. 101) To: 13:37:12 - 07.Feb-13 (No: 181)



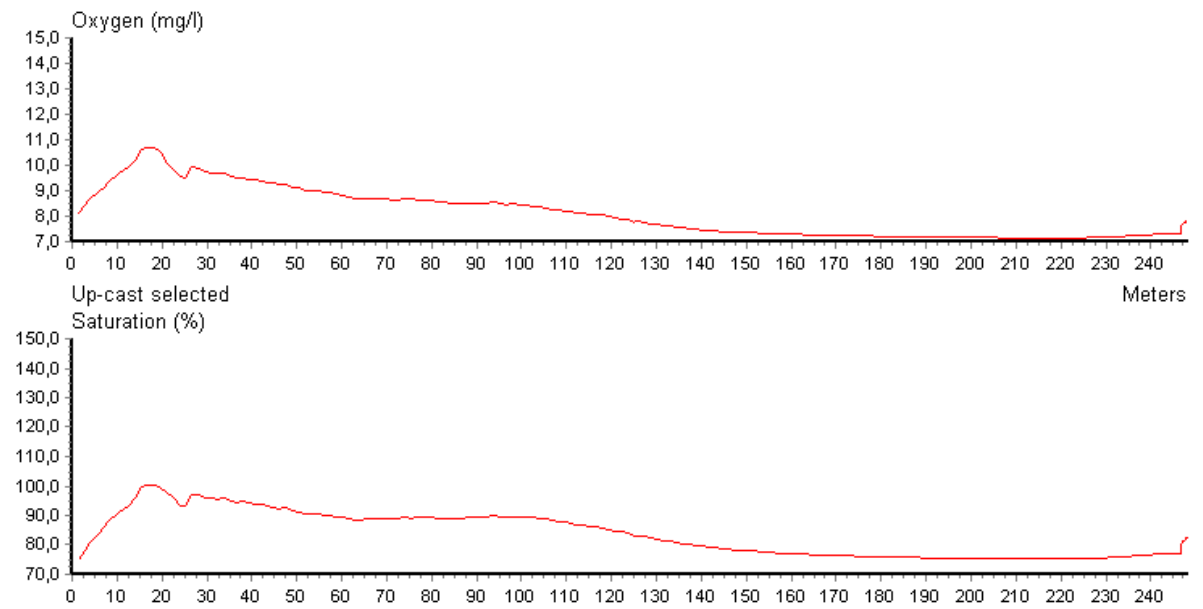
Figur 3.6: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 44 meters dyp på stasjon Tern 1 den 7. februar 2013.

File name: SminesTernfeb sal.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 15:14:04 - 07.Feb-13 (No. 287) To: 15:24:34 - 07.Feb-13 (No: 602)



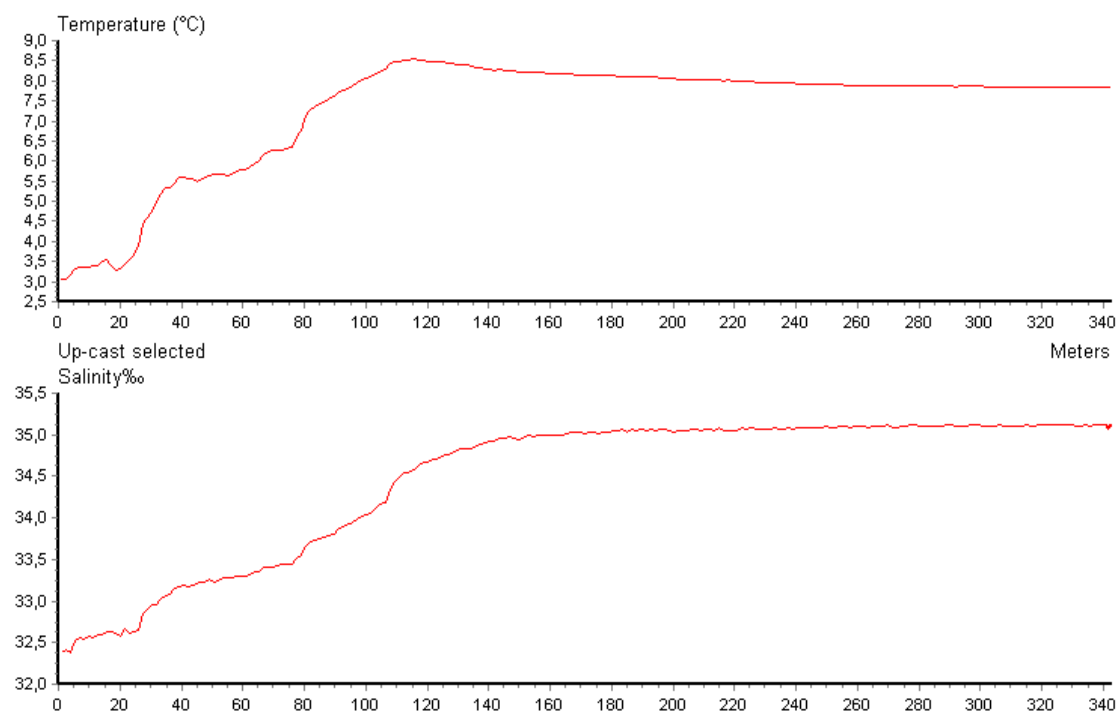
Figur 3.7: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 245 meters dyp på stasjon Tern 2 den 7. februar 2013.

File name: SminesTernfeb sal.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 15:14:04 - 07.Feb-13 (No. 287) To: 15:24:34 - 07.Feb-13 (No: 602)



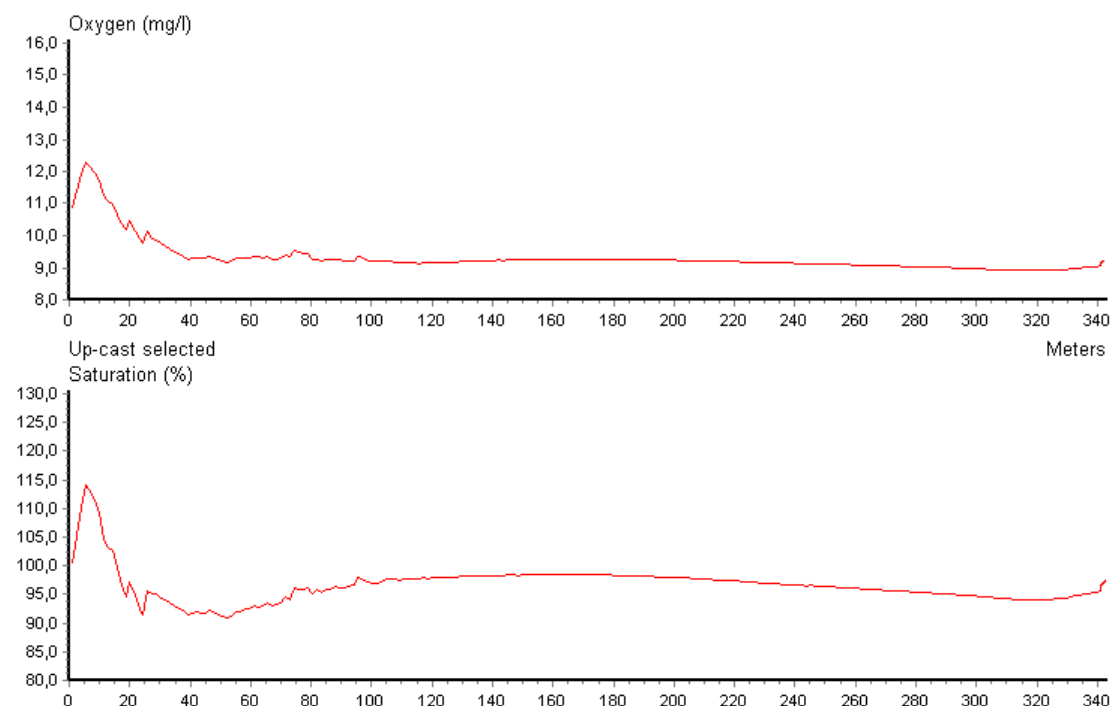
Figur 3.8: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 245 meters dyp på stasjon Tern 2 den 7. februar 2013.

File name: SminesTernfeb sal.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 16:28:52 - 07.Feb-13 (No. 670) To: 16:42:42 - 07.Feb-13 (No: 1085)



Figur 3.9: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 340 meters dyp på stasjon Smi/Tern 3 den 7. februar 2013.

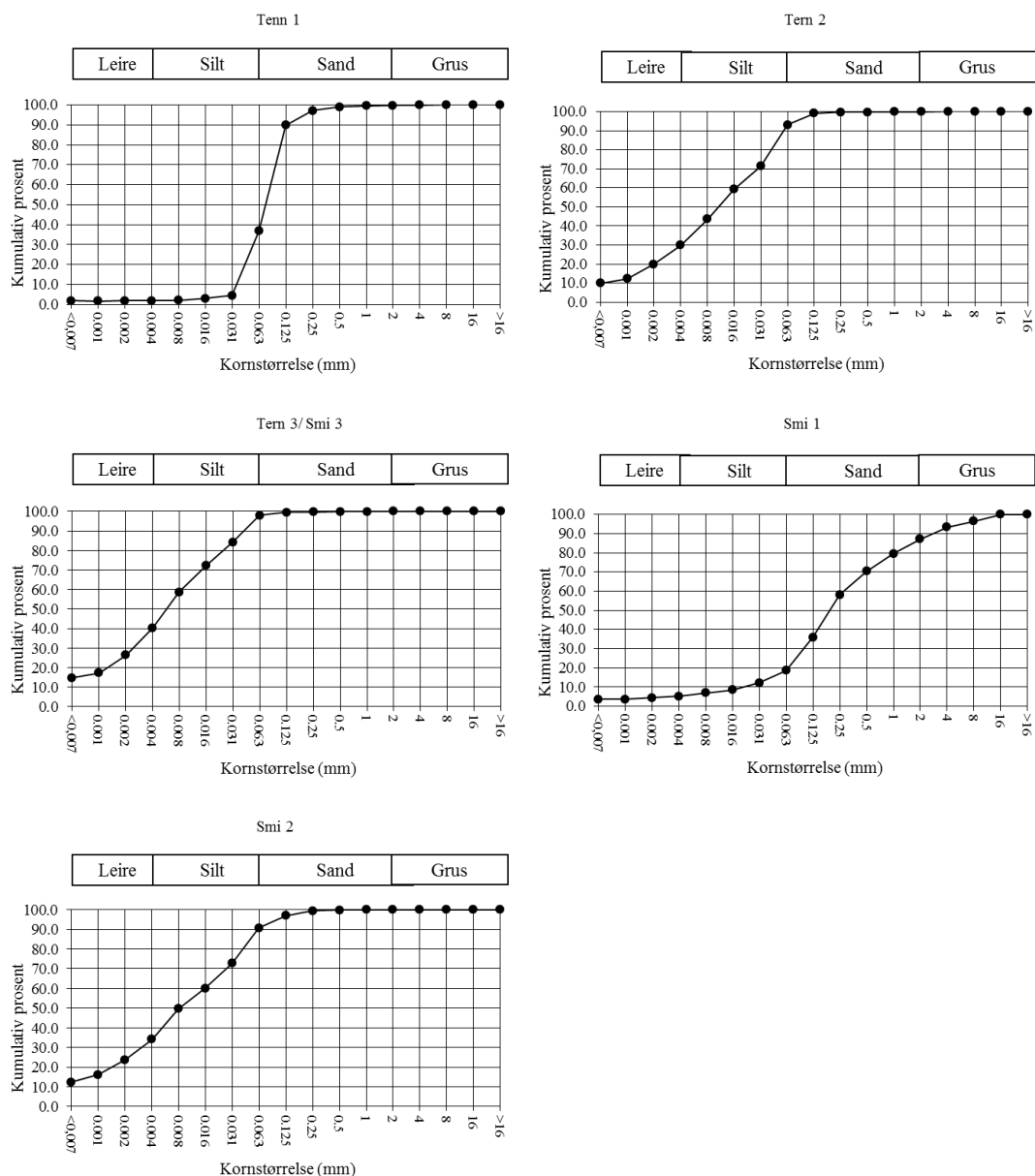
File name: SminesTernfeb sal.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 16:28:52 - 07.Feb-13 (No. 670) To: 16:42:42 - 07.Feb-13 (No: 1085)



Figur 3.10: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 340 meters dyp på stasjon Smi/Tern 3 den 7. februar 2013.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene ved Smineset og Ternskjæret er presentert i figur 3.11 og tabell 3.1.



Figur 3.11: Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra de undersøkte stasjonene ved lokalitet Smineset og Ternskjæret i februar 2013.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap*) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Smineset og Ternskjæret i februar 2013.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Tern 1	43	2.5*	2	35	37	63	0
Tern 2	244	6.3*	30	63	93	7	0
Tern 3/ Smi 3	345	1.4*	40	58	98	2	0
Smi 1	59	6.0*	5	13	19	68	13
Smi 2	35	5.9*	34	57	91	9	0

*Det er knyttet avvik til analysemetoden på analysetidspunktet og resultatet rapporteres ikke akkreditert.

I nærsonen til Ternskjæret II, Tern 1, dominerte sand og utgjorde 63 % av sedimentet. De resterende 37 % ved Tern 1 besto av 35 % silt og 2 % leire. Det organiske innholdet målt som prosent glødetap var 2,5 %, som for øvrig er en svært lav verdi. Overgangssonen, Tern 2, hadde et mer finkornet sediment med 63 % silt og 30 % leire, og kun 7 % sand. Her var glødetapet også lavt, med 6,3 %.

Ved nærsonestasjonen til Smineset, Smi 1, dominerte sand og utgjorde 68 % av sedimentet. De resterende 32 % bestod av 13 % silt, 5 % leire og 13 % grus. Glødetapet var 6.0 %. Overgangssonen, Smi 2, hadde et mer finkornet sediment med 57 % silt og 34 % leire, og kun 9 % sand. Her var glødetapet 5,9 %.

Fjernsonestasjonen, Tern 3/Smi 3, ute i dypet av fjorden hadde et finkornet sediment bestående av 98 % leire og silt mens det var kun 2 % sandpartikler og ingen grus. Glødetapet var 1.4 %, og kan betraktes som veldig lavt.

3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet i undersøkelsesområdet ved Ternskjæret II og Smineset er vist i tabell 3.2 og i vedleggstabell 3.

For å benytte KLIF's tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), bør de målte verdiene normaliseres dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs og en må derfor ha dette i tankene når formelen benyttes på data fra fjorder (Aure et al. 1993).

Den kjemiske analysen viste lave nivåer av sink og kobber (tilstandsklassen I, 'svært god'). Dette er også tilfellet for fosforinnholdet, bare at i nærsonen til Ternskjæret er nivået lavt-moderat. Nærsonene og den felles fjernsonen hadde lave TOC-nivåer (TK I, 'svært god'). Overgangssonene hadde litt høyere innhold av organisk karbon, men nivået var fortsatt relativt lavt (TK II, 'god').

Tabell 3.2: Innholdet av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter KLIF's klassifisering (Bakke *et. al.*, 2007) for sink, kobber og SFT 97:03 for normalisert TOC.

Stasjon	År	Totalt organisk karbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Smi 1	2013	5,2	16,6	I	630	58	I	21	I	83,1
Smi 2	2013	20	21,3	II	840	130	I	23	I	49,9
Smi 3/Tern 3	2013	19	19,4	I	830	140	I	23	I	44,3
Tern 1	2013	4,9	19,5	I	1400	56	I	17	I	75,7
Tern 2	2013	21	22,7	II	800	120	I	21	I	49,1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i tabell 3.3-3.4, figur 3.12-3.14 og vedleggstabellene 1-2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokalitetene Smineset og Ternskjæret i februar 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Smi 1 ligger i nærsonen like sørøst for lokaliteten Smineset på 59 m dyp. Her ble funnet totalt 17 arter med til sammen 139 individer. Dette ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 2,06 og en Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 10,77. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) ble beregnet til henholdsvis 0,42 og 0,31. I følge MOM-standarden er diversitets-indeksene lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen miljøtilstand 2 (god). Den mest tallrike arten var børstemarken *Capitella capitata* med 83 individer. Denne arten utgjorde ca. 60 % av individene i prøven. Den nest mest tallrike arten var børstemarken *Prionospio steenstrupii* med 28 individer og 20 % av prøven. Disse to artene dominerer samfunnet på denne stasjonen med til sammen ca. 80 % av alle individene. De geometriske klassene viser også at man på denne stasjonen har et samfunn preget av få og dominerende arter.

Ute i dypet nord for Smineset og vest for Ternskjæret ligger fjernstasjonen Smi 3/ Tern 3 på 345 m dyp. På denne stasjonen ble det funnet totalt 38 arter med til sammen 602 individer. Shannon Wieners diversitetsindeks (H') ble beregnet til 3,37 og Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 19,78. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) ble beregnet til henholdsvis 0,76 og 0,68. Indeksene plasserer stasjonen i

tilstandsklasse I-Svært God og II-God. I henhold til Veileder 1:2009 skal NQI1 verdien legges mest vekt på, så totalt får stasjonen tilstandsklasse I-Svært god. De tre mest tallrike artene var pølseormen *Onchnesoma steenstrupi* med 193 individer (32,1 %) og skjellene *Mendicula feruginosa* med 93 individer (15,4 %) og *Thyasira equalis* (71 stk, 11,8 %). Blant de ti mest tallrike artene finner vi også to arter av børstemark, ytterlige tre arter av skjell, en slangestjerne og et bløtdyr. Artssammensetningen indikerer gode miljøforhold for faunaen på stasjonen.

Tern 1 ligger på 43 meters dyp vest i nærsone på lokaliteten Ternskjæret. Det foreligger mangelfullt biologisk materiale fra denne stasjonen grunnet hardbunn i området og stein i åpningen under prøvetakingen. Resultatene fra denne stasjonen kan dermed ikke rapporteres akkreditert. Resultatene er likevel tatt med da de gir et bilde av hvilket samfunn som lever her. På Tern 1 ble det funnet totalt 16 arter med til sammen hele 2155 individer. Dette ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 0,97 og en Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 6,10. Indeksene som beskriver arts mangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) ble beregnet til henholdsvis 0,33 og 0,17. Etter MOM klassifiseringssystemet fikk stasjonen miljøtilstand 3 (dårlig). Til tross for mangelfull prøvetaking ser vi at denne stasjonen har et høyt individantall og at samfunnet domineres av en art, børstemarken *Capitella capitata*, med 1979 individer. Denne arten utgjorde dermed over 90 % av individene i prøven. Arten takler dårlige bunnforhold og dominerer ofte under oppdrettsanlegg med mye organisk avfall. De geometriske klassene viser også at man her har et samfunn preget av få og dominerende arter.

Tern 2 ligger i overgangssone nordøst for lokaliteten Ternskjæret på 244 meters dyp. Her ble det funnet 34 arter med til sammen 334 individer. Dette ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 3,52 og en Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 20,32 som begge havner i tilstandsklasse II «god». Indeksene som beskriver arts mangfold og ømfintlighet gir begge tilstandsklassen «svært god» (NQI1: 0,74 og NQI2: 0,67). AMBI-verdiene (ømfintlighet) antyder imidlertid at faunaen er «noe forstyrret». Etter MOM klassifiseringssystemet fikk stasjonen miljøtilstand 1 (Meget god).

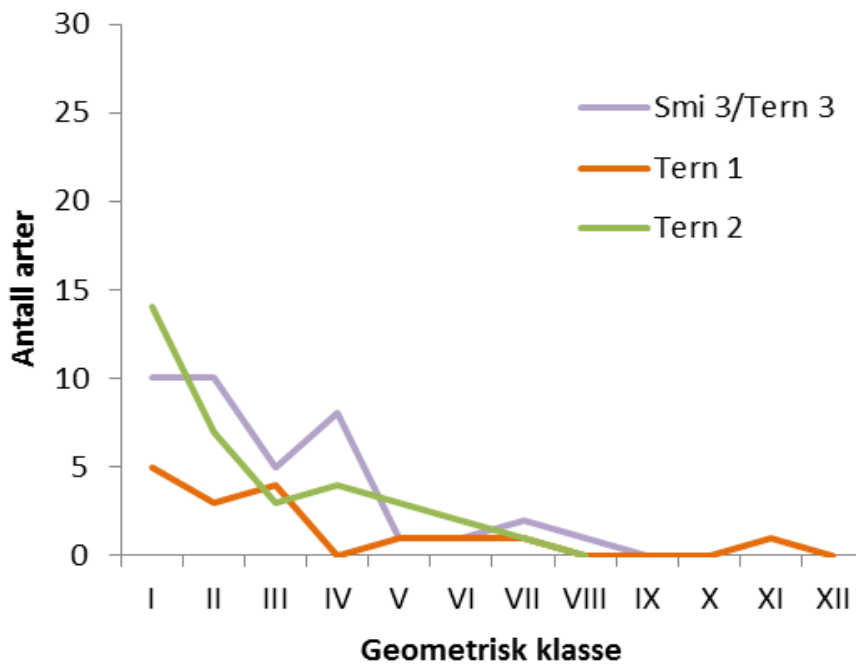
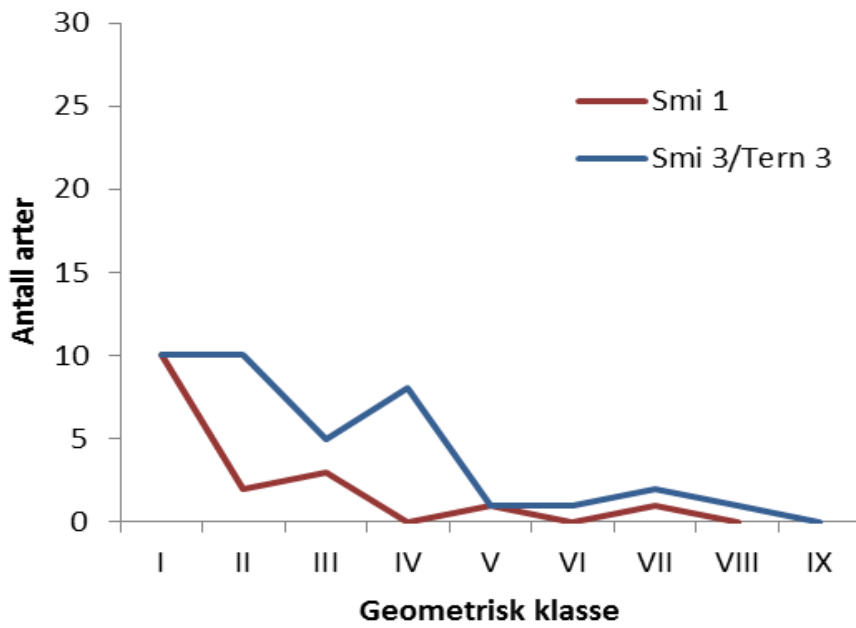
De tre mest tallrike artene var pølseormen *Onchnesoma steenstrupi* med 101 individer (30,2 %), skjellet *Thyasira sarsii* med 41 individer (12,3 %) og børstemarken *Heteromastus filiformis* (35 stk, 10,5 %). Blant de ti mest tallrike artene finner vi i tillegg fire arter av børstemark, to arter av skjell og et bløtdyr. Artssammensetningen indikerer også gode næringsforhold for bunnfaunaen på stasjonen.

For lokalitet Smineset viser de multivariate analysene at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon (figur 3.13). Like grabbhugg sier noe om variasjonen på bunnen på stasjonen. MDS-plottet viser at stasjon Smi 3/Tern 3 (fjernstasjon) og Smi 1 skiller seg fra hverandre. Dette er naturlig da de to stasjonene ligger på forskjellig dyp og i ulik avstand til anlegget (figur 3.14).

For lokalitet Ternskjæret viser de multivariate analysene at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon (figur 3.13). MDS-plottet viser at nærstasjonen, Tern 1, skiller seg fra stasjonene lengre vekk fra anlegget. Dette er naturlig da stasjonene ligger på forskjellig dyp og i ulik avstand til anlegget (figur 3.14). Vi ser også at overfangsonen og fjernsonen er mest lik hverandre.

Tabell 3.3: Antall individer, arter, diversitet (H' og ES_{100}), jevnhet (J), beregnet maksimal diversitet (H'_{max}), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer), totalt og gjennomsnittlig for stasjonene. Klassifisering av miljøtilstand foretatt etter veileder 01:2009, (Direktorats- gruppen Vanddirektivet 2009, se generelt vedlegg for nærmere forklaringer) samt MOM tilstand (firkant angir tallmateriale som klassifiserer stasjonen) fra NS 9410:2007.

Stasjon	År	Hugg	Ant, arter	Ant, individ	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	Es100	Tilstands klasse	AMBI	Jevnhet (J)	H'_{max}	MOM Tilstands klasse
Smi 1	2013	1	13	107	1,90	0,42	0,28	12,53		5,24	0,51	3,70	
		2	9	32	2,21	0,43	0,34	9,00		4,89	0,70	3,17	
Sum			17	139	2,09			14,03			0,51	4,09	2
Snitt			11	69,5	2,06	0,42	0,31	10,77	-	5,07	0,61	3,44	
Smi 3/Tern 3	2013	1	29	236	3,29	0,78	0,69	20,21		1,18	0,68	4,86	
		2	29	366	3,45	0,74	0,68	19,36		1,53	0,71	4,86	
Sum			38	602	3,51			20,20			0,67	5,25	-
Snitt			29	301	3,37	0,76	0,68	19,78	I	1,35	0,69	4,86	
Tern 1	2013	1	11	239	1,47	0,36	0,23	7,93		5,55	0,42	3,46	
		2	14	1916	0,46	0,32	0,12	4,27		5,90	0,12	3,81	
Sum			16	2155	0,61			4,97			0,15	4,00	3
Snitt			12,5	1077,5	0,97	0,33	0,17	6,10	-	5,73	0,27	3,63	
Tern 2	2013	1	25	167	3,46	0,73	0,67	19,75		1,70	0,74	4,64	
		2	26	167	3,57	0,74	0,68	20,89		1,66	0,76	4,70	
Sum			34	334	3,64			20,49			0,72	5,09	1
Snitt			25,5	167	3,52	0,74	0,67	20,32	I	1,68	0,75	4,67	
I – Meget god			II - God		III – Mindre god			IV – Dårlig		V – Meget dårlig			

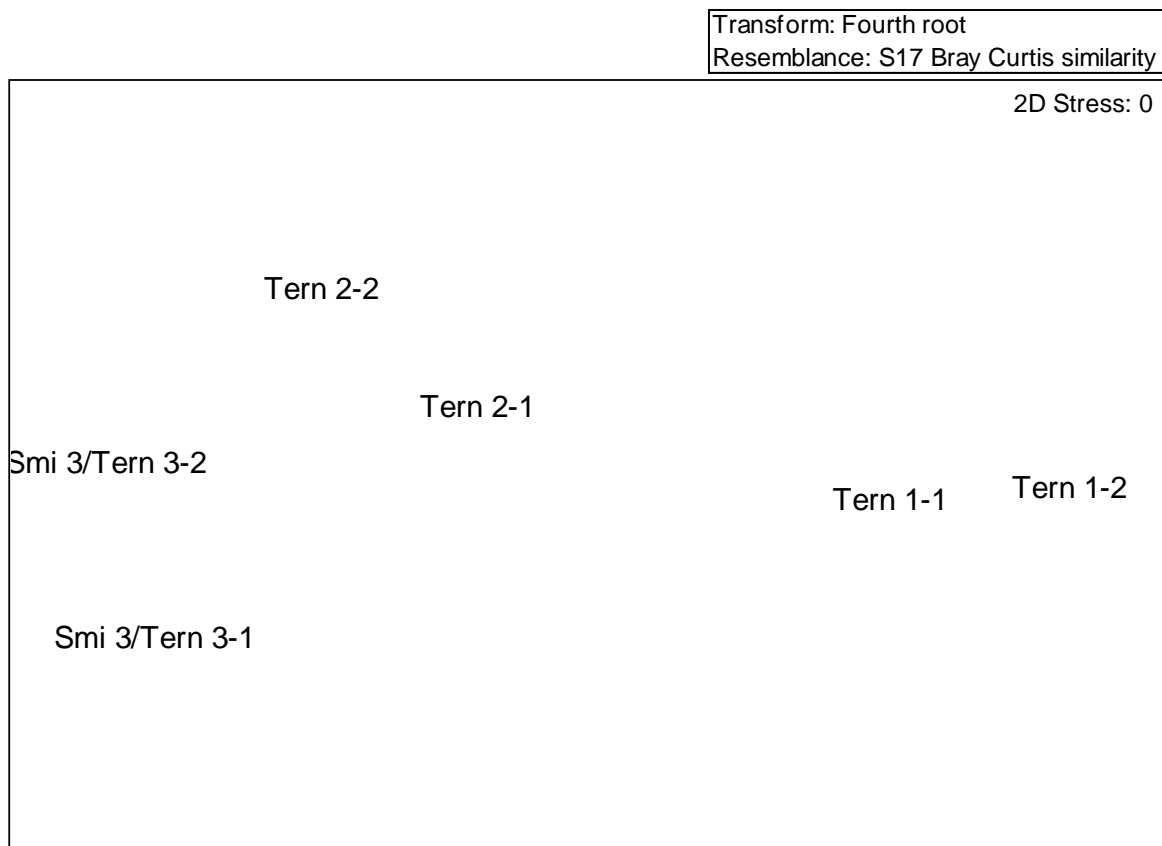
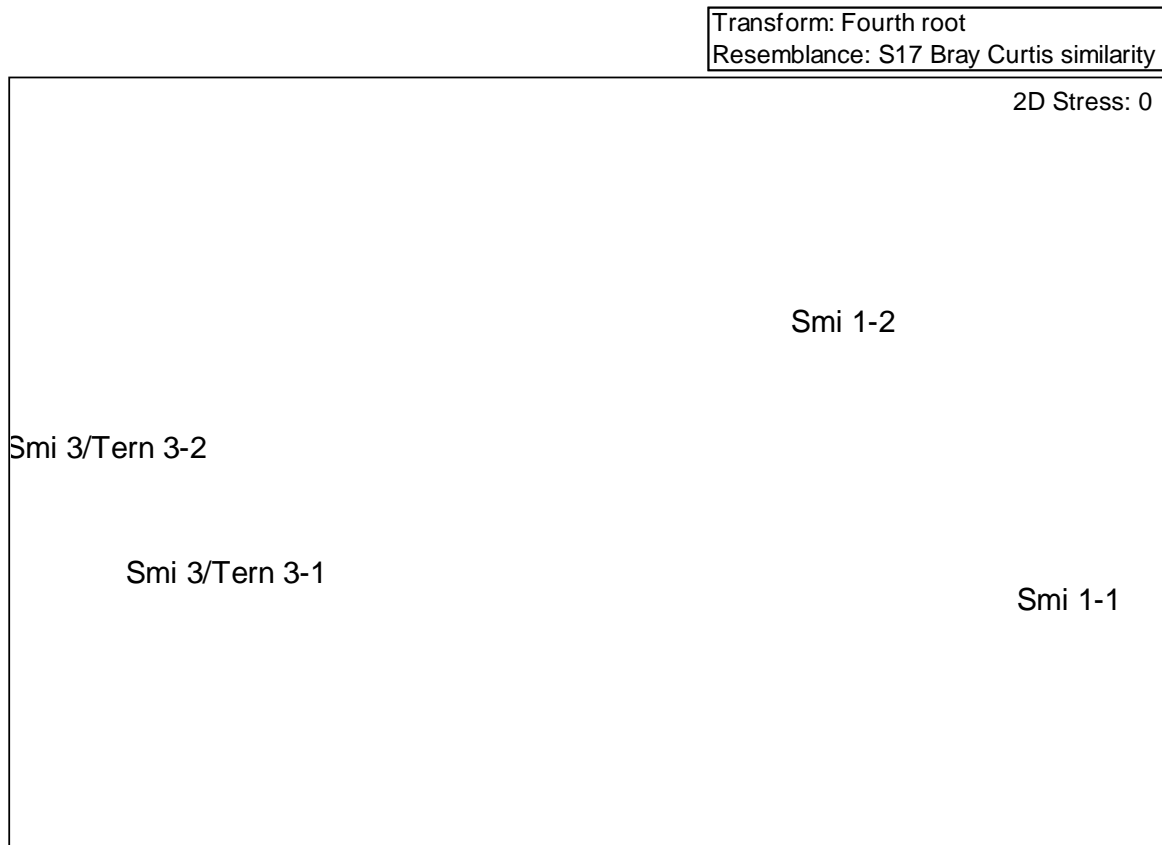


Figur 3.12: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

Tabell 3.4: De ti mest tallrike artene på Smi 1, Smi 3/Tern 3, Tern 1 og Tern 2. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

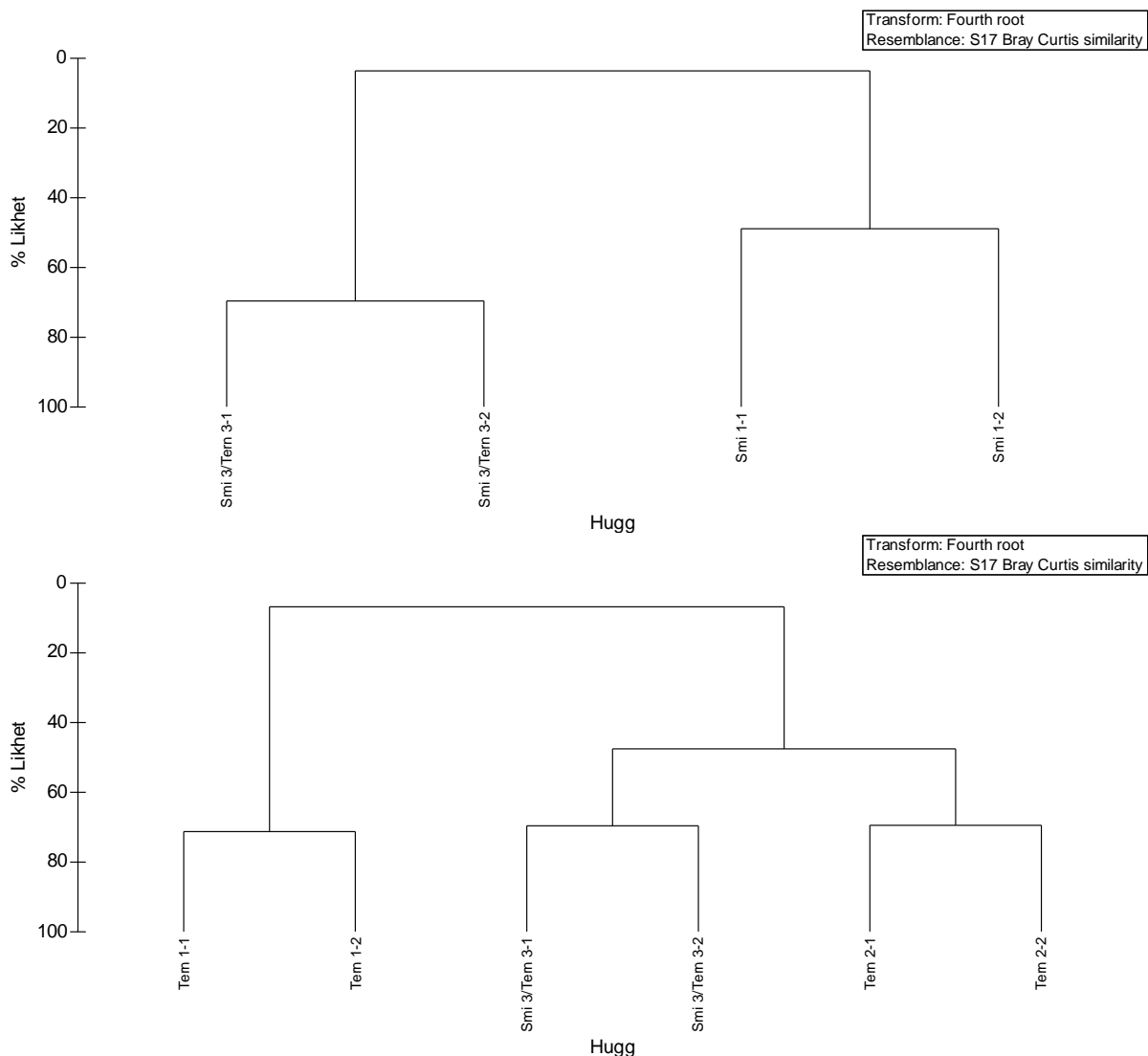
Smi 1	Ant.	0,2 m ²	Kum.	Smi3/Tern 3	Ant.	0,2 m ²	Kum.
	Ind.	%	%		Ind.	%	%
<i>Capitella capitata</i>	83	59.7	59.7	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	193	32.1	32.1
<i>Prionospio steenstrupii</i>	28	20.1	79.9	<i>Mendicula feruginosa</i>	93	15.4	47.5
<i>Syllidae</i> indet.	6	4.3	84.2	<i>Thyasira equalis</i>	71	11.8	59.3
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	2.9	87.1	<i>Heteromastus filiformis</i>	61	10.1	69.4
<i>Thyasira sarsii</i>	4	2.9	89.9	<i>Yoldiella lucida</i>	28	4.7	74.1
<i>Nereis pelagica</i>	2	1.4	91.4	<i>Amphilepis norvegica</i>	15	2.5	76.6
<i>Scoloplos armiger</i>	2	1.4	92.8	<i>Terebellides stroemi</i>	13	2.2	78.7
<i>Harmothoe mariannae</i>	1	0.7	93.5	<i>Caudofoveata</i> indet.	13	2.2	80.9
<i>Nereimyra punctata</i>	1	0.7	94.2	<i>Abra nitida</i>	13	2.2	83.1
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	1	0.7	95.0	<i>Nuculana tenuis</i>	12	2.0	85.0
<i>Eunice pennata</i>	1	0.7	95.7				
<i>Chaetozone</i> sp.	1	0.7	96.4				
<i>Eupolymnia nebulosa</i>	1	0.7	97.1				
<i>Thelepus cincinnatus</i>	1	0.7	97.8				
<i>Leptochiton asellus</i>	1	0.7	98.6				
<i>Mytilus edulis</i>	1	0.7	99.3				
<i>Thyasira equalis</i>	1	0.7	100.0				

Tern 1	Ant.	0,2 m ²	Kum.	Tern 2	Ant.	0,2 m ²	Kum.
	Ind.	%	%		Ind.	%	%
<i>Capitella capitata</i>	1979	91.8	91.8	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	101	30.2	30.2
<i>Prionospio steenstrupii</i>	79	3.7	95.5	<i>Thyasira sarsii</i>	41	12.3	42.5
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	36	1.7	97.2	<i>Heteromastus filiformis</i>	35	10.5	53.0
<i>Thyasira sarsii</i>	28	1.3	98.5	<i>Thyasira equalis</i>	30	9.0	62.0
<i>Polydora</i> sp.	7	0.3	98.8	<i>Prionospio dubia</i>	19	5.7	67.7
<i>Glycera alba</i>	5	0.2	99.0	<i>Kelliella abyssicola</i>	16	4.8	72.5
<i>Phyllodoce mucosa</i>	4	0.2	99.2	<i>Caudofoveata</i> indet.	13	3.9	76.3
<i>Pectinaria auricoma</i>	4	0.2	99.4	<i>Levinsenia gracilis</i>	13	3.9	80.2
<i>Scoloplos armiger</i>	3	0.1	99.5	<i>Pectinaria belgica</i>	11	3.3	83.5
<i>Chaetozone</i> sp.	3	0.1	99.7	<i>Diplocirrus glaucus</i>	9	2.7	86.2



Figur 3.13: MDS plot på hugg-nivå for stasjonene Ved Smineset og Ternskjæret undersøkt i februar 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS



Figur 3.14: Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt i februar 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom Smi 1 og Smi 3/ Tern 3 og mellom Tern 1, Tern 2 og Smi 3/ Tern 3

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokalitetene Ternskjæret II og Smineset Nord i ytre Foldafjord, Nærøy kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 7. og 8. februar, 2013. Det ble registrert hydrografi og samlet bunnprøver fra til sammen fem stasjoner; én ved hver av de to anleggene, én i begge overgangssonene og én ved felles fjernsonestasjon i dypet av fjorden.

De hydrografiske målingene fra Ternskjæret og Smineset avdekte en temperaturprofil som økte fra 3 til 8,5 °C mellom overflaten og ned mot ca. 110 meters dyp, før tilstanden stabiliserer seg videre nedover dypet ved sistnevnte temperaturnivå. Saliniteten har en lignende profil, hvor saltholdigheten er ca. 32,5 og 35 ‰ i hhv overflatevannet og bunnvannet. Ved alle målte dyp ved alle fem stasjonene er konsentrasjonen og metningen av oksygen høy, også ved fjordens dypeste punkt som ligger dypere enn 340 meter. Disse verdiene ligger godt over minstekravet for at oksygensituasjonen skal klassifiseres til den beste tilstandsklassen (TK I, 'svært god'), etter KLIF's klassifiseringssystem (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007).

Den geologiske undersøkelsen av bunnsedimentet ved Ternskjæret viste en blanding av sand, silt og leire i nærsone, mens silt og leire dominerte i overgangssone. Situasjonen er lignende ved Smineset, bare at her utgjør også grus en sedimentsandel i nærsone. Ved den felles fjernsonen utgjør silt og leire hele 98 % av bunnsedimentene. Den kjemiske analysen viste lave nivåer av sink og kobber (begge med tilstandsklassene 'meget god'). Dette gjelder også fosforinnholdet, men i nærsone til Ternskjæret var nivået lavt-moderat. TOC-parameteren (total organisk karbon) var jevnt over lav og 'svært god', men karboninnholdet i overgangssonene klassifiserte til 'god'.

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsen viste varierende miljøforhold ved lokalitetene Smineset og Ternskjæret i februar 2013. På grunn av mangelfullt biologisk materiale ved nærsone til Ternskjæret rapporteres ikke resultatene fra denne stasjonen akkreditert, men i nærsone til begge lokalitetene var det bentiske miljøet preget av få og dominerende arter. Etter MOM-klassifiseringen, som tar hensyn til en viss påvirkning i nærsone, fikk SMI 2 likevel tilstand 2 (God), mens Tern 1 fikk tilstand 3 (Dårlig). I overgangssone til

Ternskjæret og lokalitetenes felles fjernsone, indikerer artssammensetningen gode nærings- og miljøforhold for bunnfaunaen på stasjonen.

5 TAKK

Vi takker Trond Solsem og kollegaene hans fra Salmonor AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på deres arbeidsbåt. På toktet deltok Vidar Strøm, Nasir El Shaikh, og Linda Hagen fra Aqua Kompetanse AS. Sediment-analysene ble utført av Helge Grønning, bunnprøvene ble sortert av Natalia Korableva, Nargis Islam og Ingrida Petrauskaitė og bunndyrene ble identifisert av Frøydis Lygre og Tom Alvestad ved SAM-Marin, Bergen.

6 LITTERATUR

- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

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

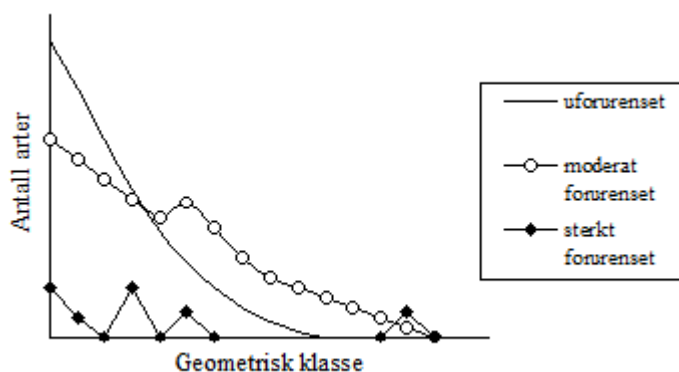
Geometriske klasser

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

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

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



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

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratgruppen Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

Diversitet.

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

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

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

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensete stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, H'_{\max} ($= \log_2 S$), er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte:

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

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

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

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

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

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

Diversitetsindekse SN er beskrevet som:

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

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

Ømfintlighet

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

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet.

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

Referansetilstand og klassegrenser

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

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

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

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

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

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

Multivariate analyser

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

Klassifikasjon og ordinasjon

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

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

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

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

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

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

p = totalt antall arter

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

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

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

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

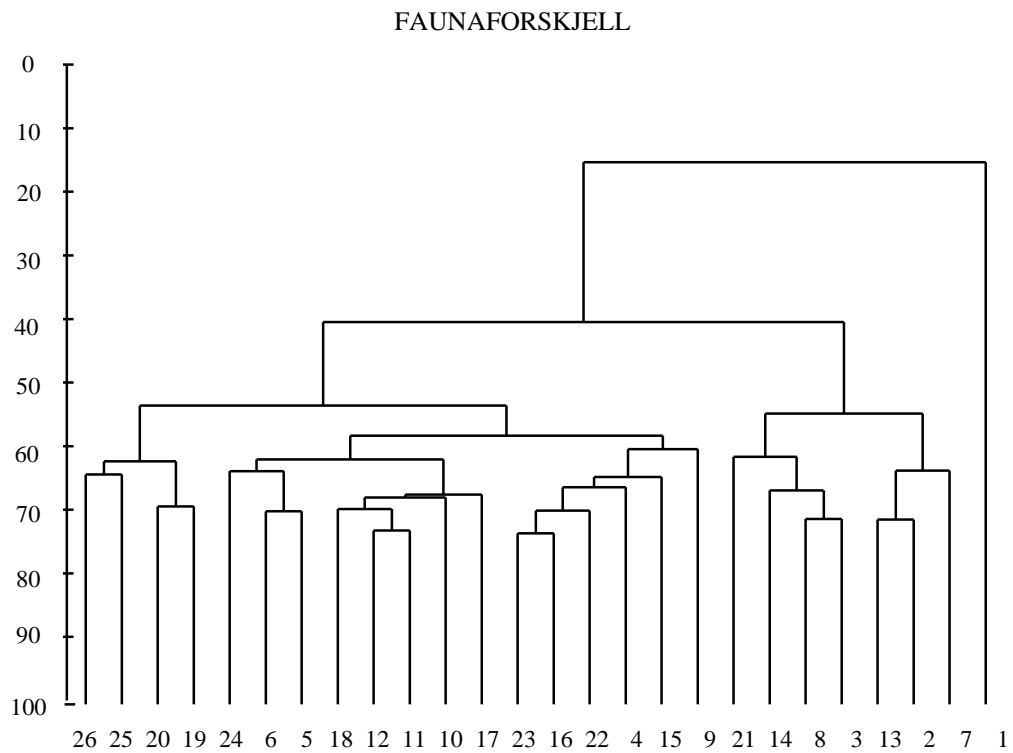
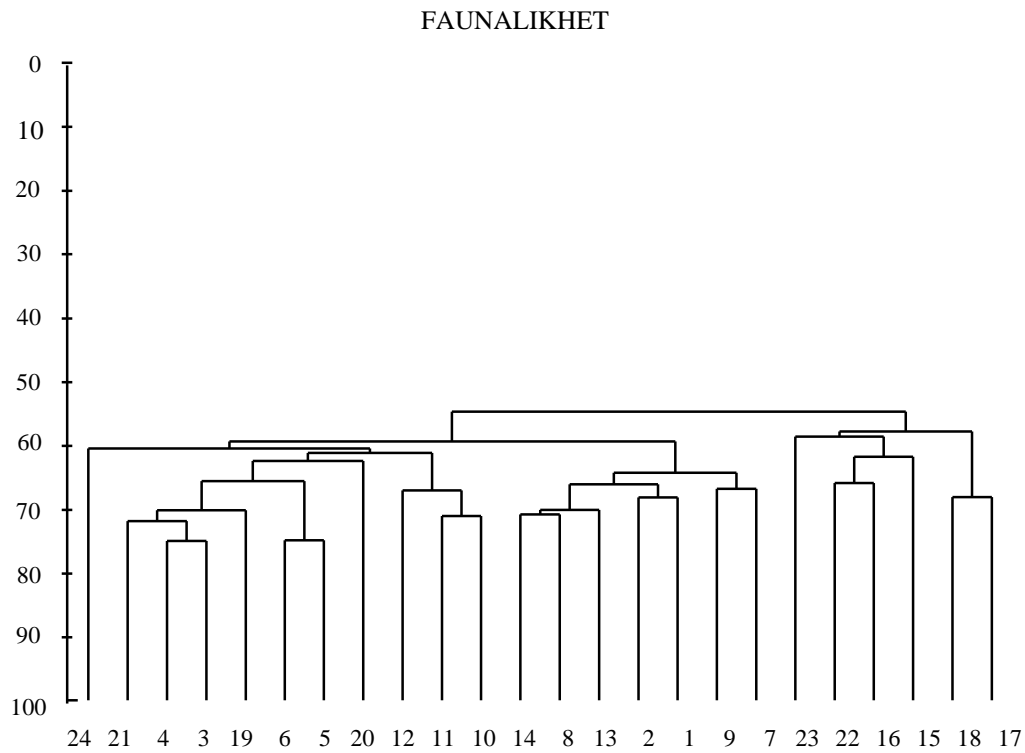
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3 plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

Dataprogrammer

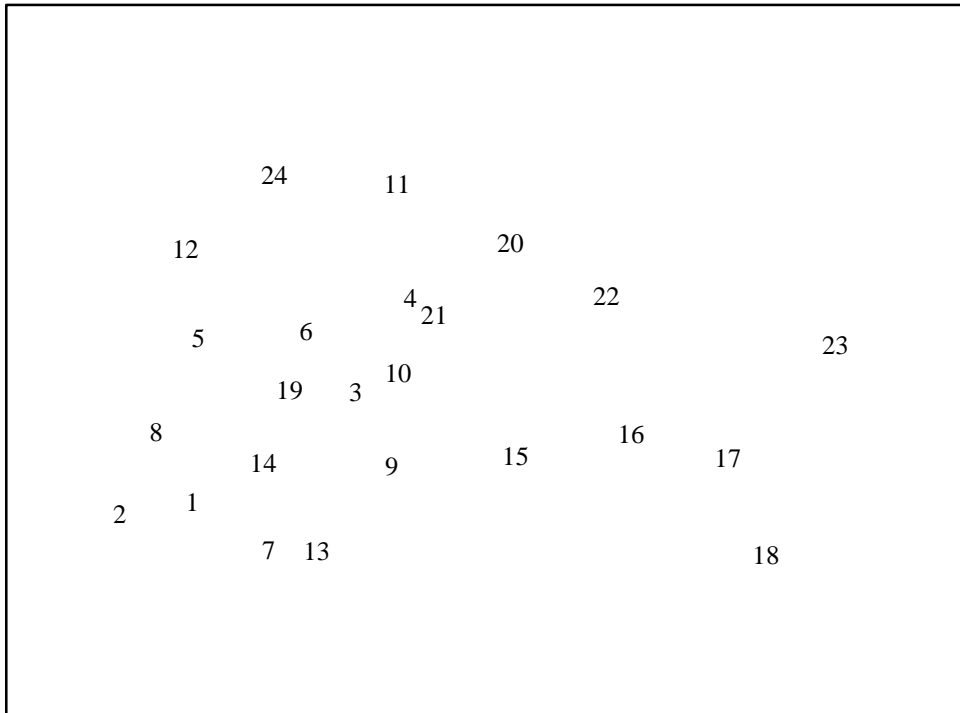
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt “Diversi”. Dataprogram og makro er laget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

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer fra Plymouth Marine Laboratory i England. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

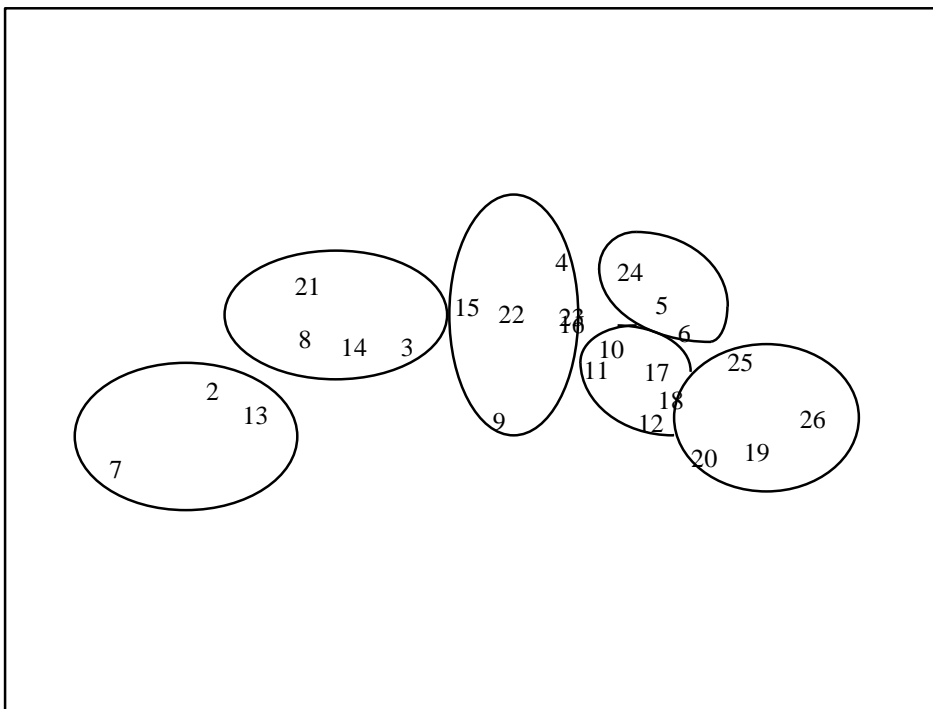


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

Litteratur til Generelt Vedlegg

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

Vedleggstabell 1. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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



Oppdragsgiver (navn og adresse): SALMONOR AS

Prosjekt nr.: 807289

Prøvetaksingssted (område): Smineset og Tennskjæret

Dato for prøvetaking: 7.2.2013

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Hardbunnslokalitet og stein i grabbåpningen på begge huggene på Tern 1. Polychaeta dårlig fiksert på Tern 1.

Artene er identifisert av: Frøydis Lygre og Tom Alvestad

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input checked="" type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input checked="" 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:3 sider.

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

Signatur: Tom Alvestad
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

s. 1/3	Stasjon	Smi 1	Smi 1	Smi 3/Tern 3	Smi 3/Tern 3
Dato		7.2-13	7.2-13	7.2-13	7.2-13
Dyp		59m	59m	345m	345m
Arter	Hugg	1	2	1	2
* HYDROZOA					
* ANTHOZOA					
<i>Actiniaria</i> indet.				2	
* NEMERTINI indet.				1	7
* NEMATODA indet.					
POLYCHAETA					
<i>Paramphinome jeffreysii</i>					2
* <i>Siboglinum ekmani</i>					+
<i>Polynoidae</i> indet.				1	
<i>Harmothoe mariannae</i>		1			
<i>Pholoe pallida</i>					2
<i>Nereimyra punctata</i>		1			
<i>Ophiodromus flexuosus</i>		1			
<i>Syllidae</i> indet.		5	1		
<i>Nereis pelagica</i>		1	1		
<i>Nephtys pente</i>					1/2
<i>Eunice pennata</i>			0/1		
<i>Lumbrineridae</i> indet.					1
<i>Phylo norvegica</i>				1	
<i>Scoloplos armiger</i>		2			
<i>Prionospio steenstrupii</i>		19	9		
<i>Prionospio dubia</i>				4	3
<i>Spiophanes kroyeri</i>				1	
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>					3
<i>Levinsenia gracilis</i>				1	5
<i>Paraonis</i> sp.					1
<i>Monticellina</i> sp.				1	1
<i>Chaetozone</i> sp.			1		
<i>Diplocirrus glaucus</i>				4	6
<i>Capitella capitata</i>		68	15	1	
<i>Heteromastus filiformis</i>				7	54
<i>Mediomastus fragilis</i>		4			
<i>Maldanidae</i> indet.					3
<i>Myriochele heeri</i>				2	
<i>Galathowenia oculata</i>					1
<i>Pectinaria belgica</i>				1/1	0/2
<i>Anobothrus</i> sp.				1	
<i>Eupolymnia nebulosa</i>		1			
<i>Thelepus cincinnatus</i>		1			
<i>Terebellides stroemi</i>				1/1	2/9
SIPUNCULA					
<i>Onchmesoma steenstrupi</i>				79	114
<i>Nephasoma</i> cf. <i>minutum</i>				8	3
CRUSTACEA					
* <i>Calanus finmarchicus</i>			1		
<i>Eudorella hirsuta</i>					4

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

s. 2/3	Stasjon	Smi 1	Smi 1	Smi 3/Tern 3	Smi 3/Tern 3
	Dato	7.2-13	7.2-13	7.2-13	7.2-13
	Dyp	59m	59m	345m	345m
	Arter	Hugg	1	2	1
			1	2	
*	<i>Crangonidae</i> indet.		1		
*	<i>Carcinus maenas</i>	0/1			
*	<i>Liocarcinus depurator</i>	1			
	MOLLUSCA				
	<i>Caudofoveata</i> indet.			7	6
	<i>Leptochiton asellus</i>	1			
	<i>Ennucula tenuis</i>			0/2	1
	<i>Nuculana tenuis</i>			1/4	0/7
	<i>Yoldiella lucida</i>			0/7	0/21
	<i>Mytilus edulis</i>		0/1		
	<i>Thyasira obsoleta</i>			1	
	<i>Thyasira sarsii</i>	2	2		
	<i>Thyasira equalis</i>		0/1	16/12	13/30
	<i>Axinulus croulinensis</i>			1	
	<i>Mendicula feruginosa</i>			44/8	28/13
	<i>Adontorhina similis</i>			1	1
	<i>Abra nitida</i>			8	5
	<i>Kelliella abyssicola</i>			2	2
*	BRYOZOA				
*	<i>Bryozoa</i> indet grenet	+			
	ECHINODERMATA				
	<i>Asteroidea</i> indet. juv			4	6
	<i>Amphilepis norvegica</i>			0/1	0/14

Stasjon	Tern 1	Tern 1	Tern 2	Tern 2
Dato	7.2-13	7.2-13	7.2-13	7.2-13
Dyp	43m	43m	244m	244m
Arter	Hugg	1*	2	1
		2*	1	2
*	HYDROZOA			
*	<i>Hydromeduse</i> indet.			1
*	ANTHOZOA			
	<i>Cerianthidae</i> indet.		0/1	
*	PLATYHELMINTES indet.		1	1
*	NEMERTINI indet.		4	7
*	NEMATODA indet.	1	1	
	POLYCHAETA			
	<i>Paramphinome jeffreysii</i>		1	4
*	<i>Siboglinum ekmani</i>			+
	<i>Pholoe assimilis</i>	1	1	
	<i>Phyllodoce mucosa</i>	2	2	
	<i>Eteone longa</i>		1	
	<i>Gyptis rosea</i>			1
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>		0/1	1
	<i>Exogone</i> sp.			1
	<i>Nereidae</i> indet.		0/1	
	<i>Ceratocephale loveni</i>			3

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

s. 3/3 Stasjon	Tern 1	Tern 1	Tern 2	Tern 2	
Dato	7.2-13	7.2-13	7.2-13	7.2-13	
Dyp	43m	43m	244m	244m	
Arter	Hugg	1*	2*	1	2
<i>Nephtys paradoxa</i>				1	
<i>Nephtys pulchra</i>					1
<i>Glycera alba</i>	0/2	0/3			
<i>Glycera lapidum</i>					0/1
<i>Lumbrineridae indet.</i>			1		
<i>Scoloplos armiger</i>		3			
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	12	24			
<i>Polydora sp.</i>	5	2			
<i>Prionospio steenstrupii</i>	27	52			
<i>Prionospio dubia</i>			9/1		9
<i>Levinsenia gracilis</i>			7		6
<i>Aphelochaeta sp.</i>			1		6
<i>Chaetozone sp.</i>	1	2			
<i>Diplocirrus glaucus</i>			4		5
<i>Capitella capitata</i>	176	1803	1		
<i>Heteromastus filiformis</i>			20		15
<i>Rhodine loveni</i>			1		
<i>Galathowenia oculata</i>			2		1
<i>Pectinaria auricoma</i>		3/1			
<i>Pectinaria belgica</i>			4		5/2
SIPUNCULA					
<i>Sipuncula indet.</i>			1		1
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>			48		53
CRUSTACEA					
<i>Eudorella hirsuta</i>					1
<i>Diastylodes serrata</i>			2		
* <i>Amphipoda indet.</i>		+			1
MOLLUSCA					
<i>Caudofoveata indet.</i>			4/2		5/2
<i>Euspira pulchella</i>		0/1			
<i>Euspira montagui</i>	0/1		0/1		0/1
<i>Nucula tumidula</i>			0/1		
<i>Ennucula tenuis</i>	0/1				
<i>Yoldiella lucida</i>					0/1
<i>Thyasira sarsii</i>	10/1	15/2	6/23		1/11
<i>Thyasira equalis</i>			5/3		11/11
<i>Mendicula feruginosa</i>			1/2		1
<i>Abra nitida</i>					2
<i>Kelliella abyssicola</i>			6/6		4
<i>Tropidomya abbreviata</i>					0/1
ENTEROPNEUSTA indet.			1		
* CHAETOGNATHA indet.					+

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Geometrisk klasse	Smi 1	Smi 3/Tern 3	Tern 1	Tern 2
I	10	10	5	14
II	2	10	3	7
III	3	5	4	3
IV	0	8	0	4
V	1	1	1	3
VI	0	1	1	2
VII	1	2	1	1
VIII	0	1	0	0
IX		0	0	
X			0	
XI			1	
XII			0	

Vedleggstabell 3: Analysebevis



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

Eurofins Environment Testing Norway AS
(Bergen)

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

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-13-MX-000552-01



EUNOBE-00005908

Prøvemottak: 22.02.2013
Temperatur:
Analyseperiode: 25.02.2013-08.03.2013
Referanse: 807289 / 08/13

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: Prøvetakingsdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerkning:		441-2013-0225-083 07.02.2013 SAM-marin 25.02.2013 Sedimenter Tern 1, 043 m Hugg 3	441-2013-0225-084 07.02.2013 SAM-marin 25.02.2013 Sedimenter Tern 2, 244 m Hugg 3	441-2013-0225-085 07.02.2013 SAM-marin 25.02.2013 Sedimenter Smi 3/Tern 3, 345 m Hugg 3					
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 1400	mg/kg tv	a) 800	mg/kg tv	a) 830	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 17	mg/kg tv	a) 21	mg/kg tv	a) 23	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 56	mg/kg tv	a) 120	mg/kg tv	a) 140	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 4.9	mg/g tv	a) 21	mg/g tv	a) 19	mg/g tv	EN 13137	0.1
Totalt tørrstoff	Total tørrstoff	a) 75.7	% (w/w)	a) 49.1	% (w/w)	a) 44.3	% (w/w)	EN 14346	0.1

Prøvenr.: Prøvetakingsdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerkning:		441-2013-0225-086 08.02.2013 SAM-marin 25.02.2013 Sedimenter Smi 1, 059 m Hugg 3	441-2013-0225-087 08.02.2013 SAM-marin 25.02.2013 Sedimenter Smi 2, 351 m Hugg 3						
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 630	mg/kg tv	a) 840	mg/kg tv			NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 21	mg/kg tv	a) 23	mg/kg tv			NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 58	mg/kg tv	a) 130	mg/kg tv			NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 5.2	mg/g tv	a) 20	mg/g tv			EN 13137	0.1
Totalt tørrstoff	Total tørrstoff	a) 83.1	% (w/w)	a) 49.9	% (w/w)			EN 14346	0.1

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2

AR-13-MX-000552-01



EUNOBE-00005908



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 08.03.2013

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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