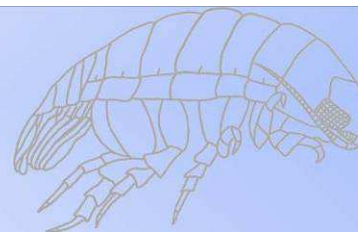


# SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin  
Uni Miljø



e-rapport nr: 28-2013

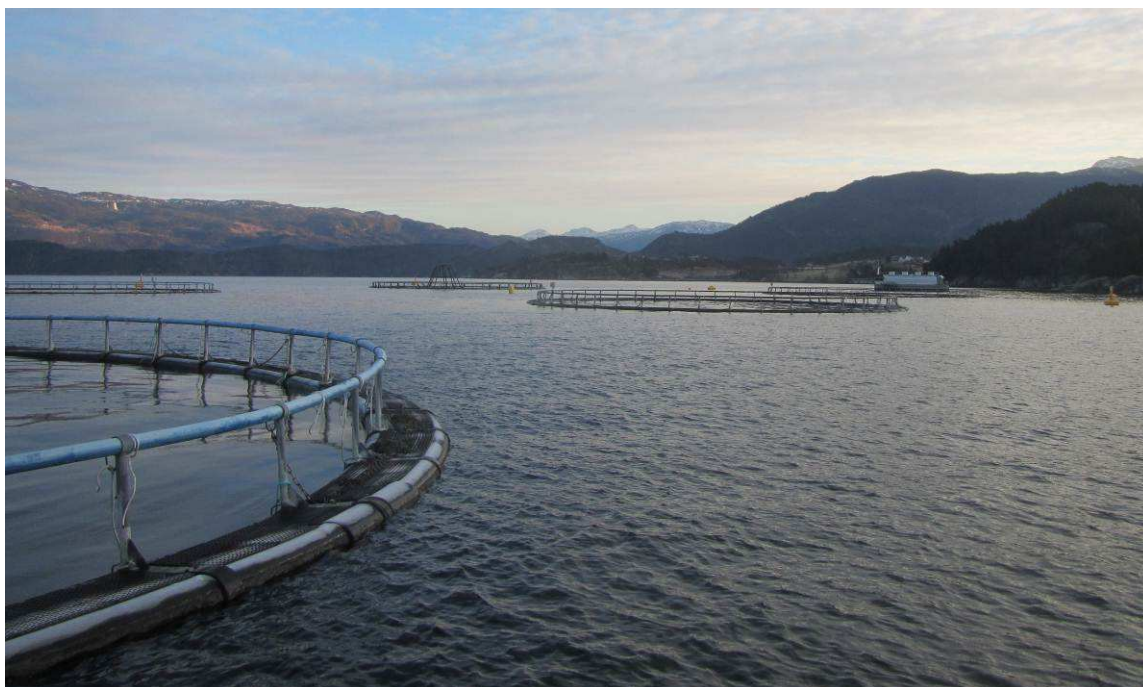
## *MOM C - undersøkelse fra lokalitet Tendalsvik i Etne kommune 2013. Januar 2013*



**Trond E. Isaksen**

**Tom Alvestad**

**Tone Vassdal**

**Per-Otto Johansen**



	<b>SAM-Marin</b>	
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 undersøkelser fra lokalitet Tendalsvik i Etne kommune. Januar 2013.	Dato: 17.06.13 Antall sider og bilag: 45
Forfatter(e): Trond E. Isaksen Tom Alvestad Tone Vassdal Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Trond E. Isaksen Prosjektnummer: 807159

Oppdragsgiver: Marine Harvest Norway AS	Tilgjengelighet: Åpen
---	-----------------------

Abstract: This report describes the environmental conditions near the fish farm Tendalsvik and the deepest area in Skåneviksfjorden nearby the fish farming seosite. The result is based on chemical- and geological sediment analyses, soft bottom macrofauna and oxygen in the bottom water. The environmental quality is assessed according to the classification system NS9410.

The oxygen content was high and classified as very good in all examined areas.

The condition of the bottom fauna was very good in both the deepest part of Skåneviksfjorden and in the transition zone. Close to the fish farm the benthic fauna was characterized by species tolerant to stress and by lower diversity compared to the other examined stations in this survey. These results indicate some, but acceptable (good condition), benthic impact from the fish farm.

No pollution of copper, zink or phosphorous was detected the examined areas.

Keywords: MOM-C, Fish farm, recipient, benthos, sediment, environment	Emneord: MOM-C, fiskeopdrett, resipient, bunndyr, sediment, miljø	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 28-2013
---	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger: Per-Otto Johansen	17.06.13	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen: Tom Alvestad	17.06.13	<i>Tom Alvestad</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:** SAM-Marin

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** Ragna Tveiten, Nargis Islam, Natalia Korableva og Ingrida Petruskaite

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

**Rapportering utført av:** Trond E. Isaksen, Tone Vassdal, Per-Otto Johansen

**Glødetapsanalyser utført av:** -

**Kornfordelingsanalyser utført av:** Helge Grønning

**Ikke akkreditert:**

Glødetapsanalyser utført av Helge Grønning

Biologiske analyser for overgangssonen (Tend-03): Molluskene ble slått sammen under analyse av de to grabbhuggene i overgangssonen. Følgelig kan ikke disse dataene analyseres korrekt på huggnivå jamfør cluster-analyser og beregning av indeksene NQ11 og NQ12.

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** Scallop, Kvitsøy Sjøtjenester AS

**Kjemiske analyser utført av:** Eurofins Norsk Miljøanalyse (Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg)) **akkrediteringsnummer** 003 (D-PL-14081-01-00)

Akkreditert: Kobber, sink, fosfor

Ikke akkreditert: TOC

**Andre:** -



Uni Miljø SAM-Marin  
 Thormøhlensgate 55  
 N 5008 Bergen  
 Telefon +47 55 58 43 41 telefaks + 47 55 58 45 25  
 Web uni.no/miljo epost sam-marin@uni.no  
 Organisasjonsnummer 985 827 117 mva

## MOM-C undersøkelse fra lokalitet Tendalsvik i Etne kommune. Januar 2013.

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	MOM-C undersøkelse fra lokalitet Tendalsvik i Etne kommune. Januar 2013.		
Rapport-nummer:	28-2013	Lokalitetens navn:	Tendalsvik
Lokalitetsnummer:	21755	GPS, senter i anlegg:	59° 44.1230N 005° 52.9660Ø
Fylke:	Hordaland	Kommune:	Etne
MTB-tillatelse:	2 640 tonn	Driftsleder:	Lars Håkon Sandvold
Dato undersøkelse:	16.januar 2013	Dato rapport:	17.06.2013
Oppdragsgiver:	Marine Harvest Norway AS		

Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007) :						
		Stasjoner	Stasjon Tend-1 (nærsonen)	Stasjon Tend-3 (overgangssone)	Stasjon Tend-2 (fjernsone)	
<b>Parametre</b>						
GPS (prøvestasjoner):			59° 44.134'N 005° 52.941'Ø	59° 44.279'N 005° 52.814'Ø	59° 44.391'N 005° 52.690'Ø	
<b>Fauna</b> (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Antall arter:		8	74	50	
	Antall individer:		1973	511	302	
	Jevnhet (0-1):		0,22	0,86	0,81	
	Shann.Wien. (H') SW, tilst.klasse:			4,67 I-Svært god	4,33 I-Svært god	
	Hurl.ind. (ES <sub>n=100</sub> ) Hurl.,tilst.klasse:			33,26 I-Svært god	30,40 I-Svært god	
	Miljøtilst. SFT: MOM-tilstand:		2 - God	I - Svært god I - Meget god		
	<b>Normal. TOC</b>	TOC (mg/g): TOC, tilst.klasse:		17,0 I-Svært god	19,5 I-Svært god	24,7 II-God
<b>Elementer</b> (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Zn, (mg/kg): Zn, tilst.klasse:		130 I-Svært god	110 I-Svært god	130 I-Svært god	
	P (g/kg): P, kommentar:		1,40 Noe forhøyet	0,77 Normal	0,83 Normal	
	Cu (mg/kg) Cu, tilst.klasse:		48 II-God	17 I-Svært god	21 I-Svært god	
	<b>Oksygen</b>	Målt verdi (%): O <sub>2</sub> , tilst.klasse:		78 I-Svært god	75 I-Svært god	75 I-Svært god
	<b>Sedimentkarakteristikk</b> (MOMB-parameter):		2-God	I-Meget god	2-God	
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:		Tom Alvestad <i>Tom Alvestad</i>				

Uni Research driver forskning og utvikling innen helse, språk- og informasjonsteknologi, marinbiologi, miljø, klima, petroleum, kultur og samfunn.

Uni Research is engaged in research and development in the fields of health, language and information technology, marine biology, the environment, climate, petroleum, culture and the social sciences.

# INNHold

<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>6</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder</b> .....	<b>8</b>
<b>2.3 Produksjonsdata fra anlegget</b> .....	<b>13</b>
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1 Hydrografi</b> .....	<b>14</b>
<b>3.2 Sediment</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3 Kjemi</b> .....	<b>16</b>
<b>3.4 Bunndyr</b> .....	<b>18</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON</b> .....	<b>22</b>
<b>5 TAKK</b> .....	<b>23</b>
<b>6 LITTERATUR</b> .....	<b>23</b>
<b>7 VEDLEGG</b> .....	<b>24</b>
Generell vedleggsdel .....	<b>25</b>
<b>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</b> .....	<b>33</b>
<b>Vedleggstabell 2. Artsliste</b> .....	<b>35</b>
<b>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</b> .....	<b>40</b>
<b>Vedleggstabell 4. Analysebevis</b> .....	<b>41</b>
<b>Vedleggstabell 5. CTD Data</b> .....	<b>43</b>

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten til Marine Harvest Tendalsvik, i Skåneviksfjorden i Etne kommune. Innsamlingene ble gjennomført 16. Januar 2013.

Det har tidligere vært gjennomført flere MOM-B undersøkelser ved lokalitet Tendalsvik, i 2007, 2011, 2012 og 2013. Disse undersøkelsene har vist forhold med lokalitetstilstand 2 (God) i 2007 og 2012, (Børsheim, 2007) / (Kvalø et al. 2012), og lokalitetstilstand 1 (Meget god) i 2011 og 2013, (Ensrud & Hestetun, 2011) / (Jakobsen et al. 2013). Strømmålinger ved lokaliteten i ble utført i 2010 (Staveland, Brekke). Resultatene fra strømmålingen viste en bunnstrøm på 100 meters dyp, med en gjennomsnittlig hastighet på 1,6 cm/s og hovedstrømretning mot sørvest.

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

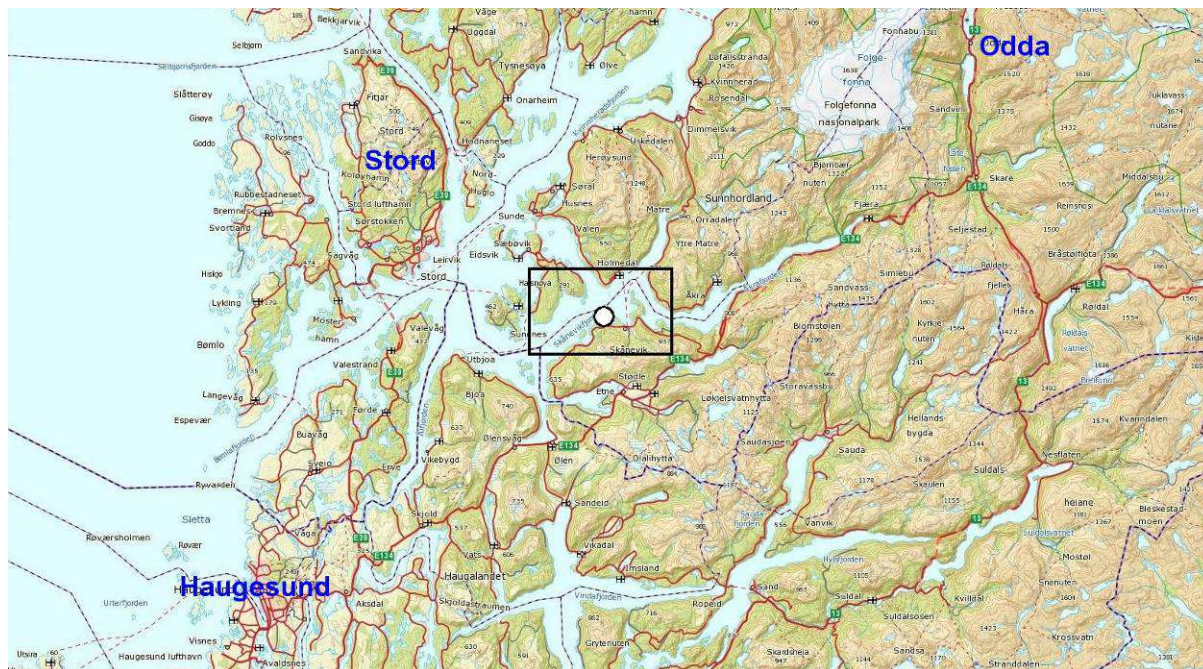
De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot KLIF sin tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al*, 1997) og (Bakke *et. al*, 2007), Vanddirektivets indekser (Direktorats gruppa Vanddirektivet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

Undersøkelsen er utført av Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra Marine Harvest Norway AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Research 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.

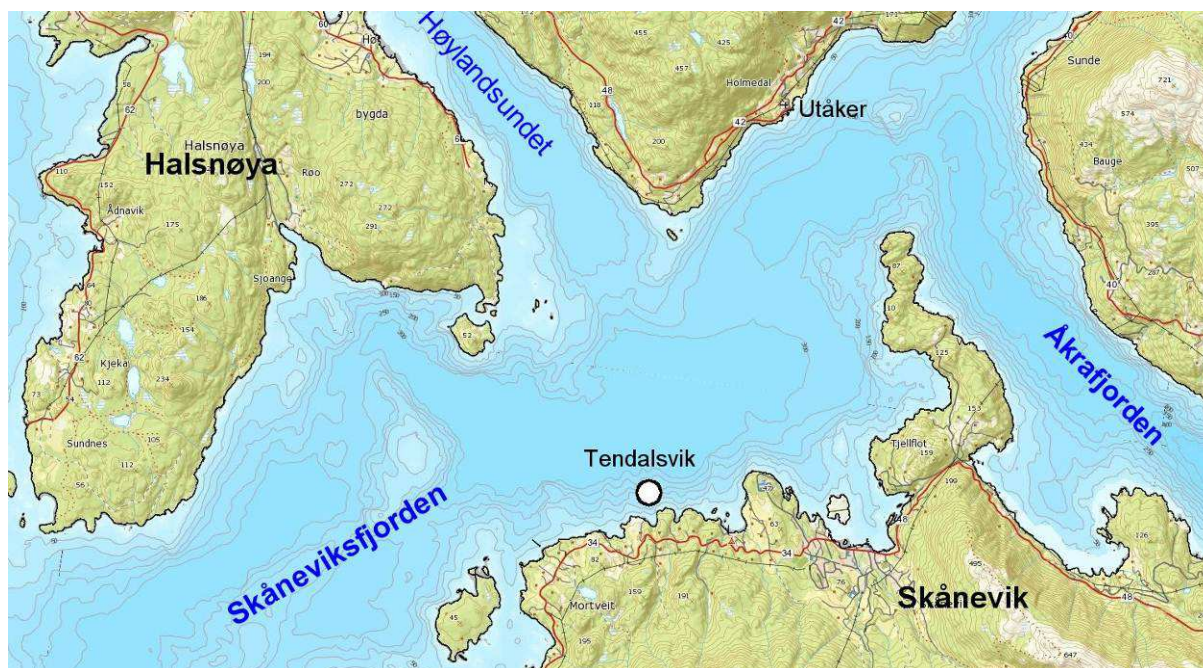
## 2 MATERIALE OG METODER

### 2.1 Undersøkelsesområdet

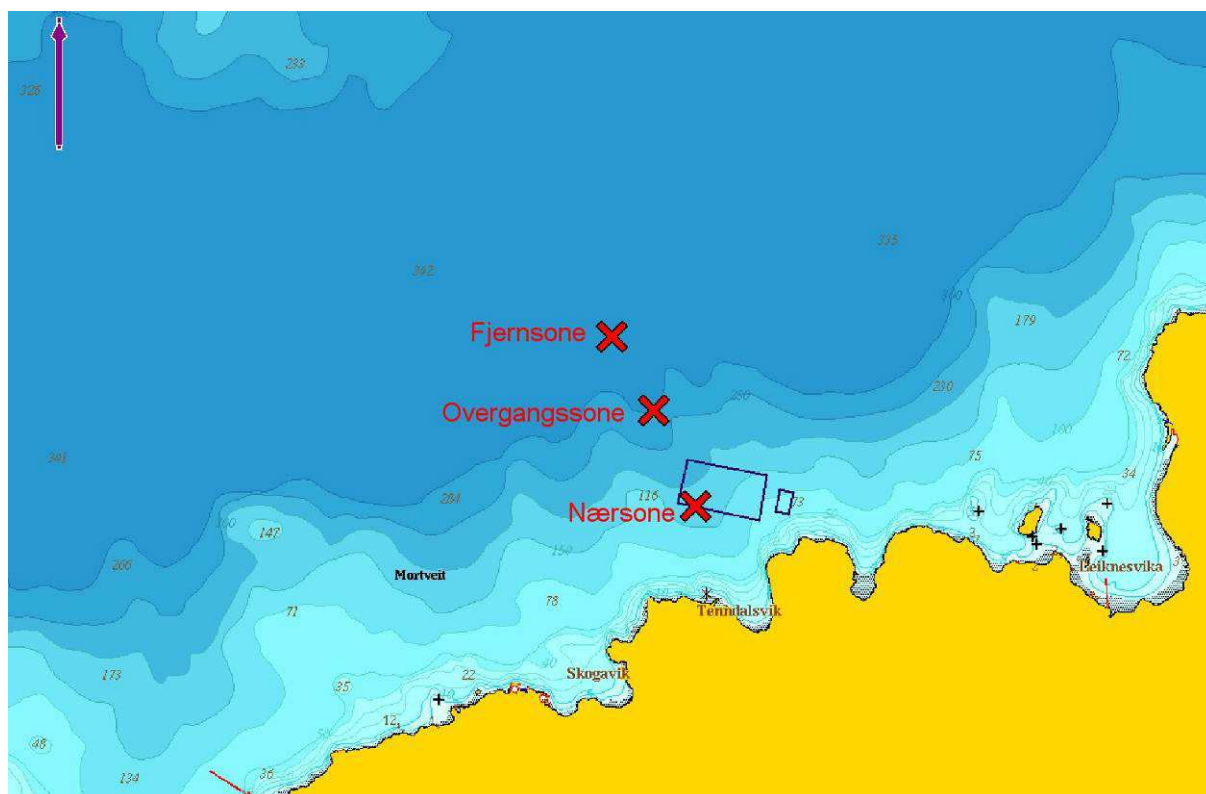
Lokaliteten Tendalsvik ligger i Skånevikfjorden i Etne kommune. Bunnen under oppdrettsanlegget skrår fra ca. 120 meter ved anlegget til ca. 230 meter. Fjorden utenfor lokaliteten skrår ned mot ca. 340 meters dyp i nordlig retning med en terskel på ca. 200 meter dyp vest for lokaliteten (Figur 2.1, 2.2 og 2.3).



**Figur 2.1:** Oversiktskart over Skånevikfjorden. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved lokaliteten Tendalsvik. Lokaliteten er markert med hvitt punkt i kartet. Kartkilde: Fiskeridirektoratet.



**Figur 2.2:** Kartutsnitt av Skånevikfjorden. Lokaliteten Tendalsvik er markert med hvitt punkt i kartet. Kart kilde: Fiskeridirektoratet.



**Figur 2.3:** Lokalitet Tendalsvik. Skisse av anleggets plassering med punkt for prøvestasjoner tegnet inn. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.

## 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort 16. januar, 2013. Undersøkelsen ble utført av Tom Alvestad og Trond E. Isaksen (under opplæring) fra SAM-Marin. Båt «Scallop» og båtfører Bjarte Espevik fra Kvitsøy Sjøtjenester AS ble brukt til denne undersøkelsen.

MOM-C undersøkelsen ble gjennomført i henhold til gjeldende standarder slik det er beskrevet i Norsk Standard NS 9410:2007.

Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget (nærsone), en i overgangssonen og en stasjon i dypet av Skåneviksfjorden nord for lokaliteten (fjernsone). Stasjonene er vist i Figur 2.3 og detaljerte opplysninger er gitt i Tabell 2.1.

Parameterne i denne undersøkelsen inkluderer hydrografiske målinger av oksygen, saltholdighet og temperatur i forbindelse med prøvetakingen. Relativ andel av leire, silt, sand og grus i sediment ble bestemt ut fra partikkelfordeling i prøvene. Sedimentprøvene ble analysert for innhold og nivåer av organisk innhold målt som glødetap, totalt organisk karbon (TOC), fosfor, sink og kobber. Kvantitativ og kvalitativ undersøkelse av makrofauna (dyr større enn 1 mm) ble gjennomført for beskrivelse av arts sammensetningen i bunnprøvene.

Parameterne som brukes i B-undersøkelser i henhold til skjema B1 og B2 er også tatt med i vurdering av prøver fra de ulike sonene. Disse parameterne inkluderer måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene.



**Tabell 2.1:** Stasjonsopplysninger for hydrografimålinger og grabbprøver innsamlet i området ved lokalitet Tendalsvik 16. januar 2013. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en Van Veen grabb med åpning på 0,1m<sup>2</sup> til innsamling av biologi-, kjemi- og geologiprøver. Full grabb inneholder 17 liter sediment.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Nærsone Tend -1 16.01.13	59° 44.134'N 005° 52.941'Ø	170	1	17	Biologi, MOM-B parameter
			4	>13	Kjemi, Geologi
			5	>13	Biologi CTD / STD og oksygenmåling
Overgangs- sone Tend-3 16.01.13	59° 44.279'N 005° 52.814'Ø	268	1	17	Biologi, MOM-B parameter
			3	17	Kjemi, Geologi
			5	10	Biologi CTD / STD og oksygenmåling
Fjernsone Tend-2 16.01.13	59° 44.391'N 005° 52.690'Ø	334	1	17	Biologi, MOM-B parameter
			3	17	Kjemi, Geologi
			4	17	Biologi CTD / STD og oksygenmåling

### 2.2.1 Hydrografi

Det ble tatt hydrografiske målinger fra alle stasjonene. Måling av oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført med bruk av en CTD-sonde SD204 med oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet.

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 (H<sub>2</sub>S), 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 de kjemiske parameterne. 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 klassifisering (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis VWR pHenomenal pH-meter type pH 1000H og Radiometer MeterLab PHM 201 portable pH meter. Eh ble målt både med platinaelektrode og en referanseelektrode av typen Ag/AgCl-elektrode fylt med mettet KCl-løsning.

### 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 m<sup>2</sup>. Miljøtilstand basert på makrofauna vurderes på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup> (Norsk Standard 9410). For å oppnå et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup> ble det tatt to grabbprøver på samme posisjon fra hver stasjon. 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 m<sup>2</sup> grabb har et volum på 17 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, 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.

Grabbinholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hull diameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrmaterialet er oppbevart i SAM-Marin sine lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 2). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrmaterialet. 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 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.

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

\*Omregningsfaktoren til mgO<sub>2</sub> /l er 1,42

\*\* Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C

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

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . 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 <sup>2</sup> . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . 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 <sup>2</sup>
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .

### 2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Anlegget på lokalitet Tendalsvik har lagt i nåværende posisjon siden april 2011 og består av 6 ring merder; 4 ringer med 120 meters omkrets og 2 med 160 meters omkrets. Det var ikke fisk i anlegget på undersøkelsestidspunktet i januar 2013. Anlegget har lagt brakk siden oktober 2012.

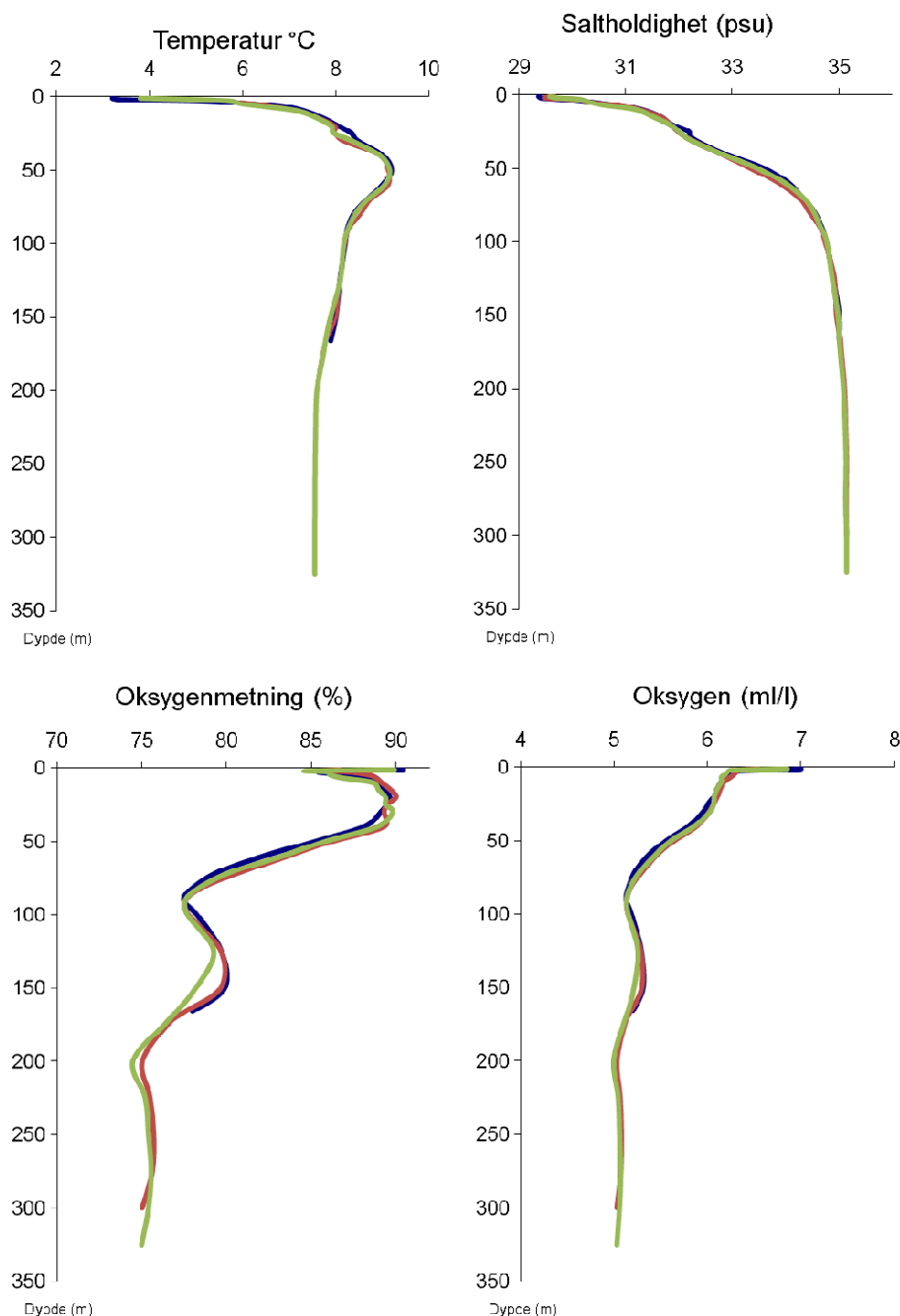
**Tabell 2.4.** Fôrforbruk i tonn på lokaliteten Tendalsvik de siste år:

<b>Årstall</b>	<b>Utforet mengde:</b>	<b>Produsert mengde:</b>
Pr. januar 2013	0	0
2012	3 493	3 265
2011	0	0

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjonene fra nærsonen, overgangssonen og fjernsonen til lokaliteten Tendalsvik 16. januar 2013. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedleggstabell 5.



**Figur 3.1:** Temperatur, saltholdighet, Oksygen i % metning og ml/l målt med CTD/STD-sonde på de ulike stasjonene ved lokalitet Tendalsvik. Profilmålingene er utført fra overflaten og ned til like over bunn. Målingene ble gjennomført 16.01.2013. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra  $\text{mgO}_2/\text{l}$  med en omregningskoeffisient på 1,42.

Det var ingen betydelige forskjeller i de hydrografiske målingene på de undersøkte stasjonene. Temperaturer målt i nær-, overgangs- og fjernsonen 16.01.2013 var 3-4 °C i overflatelaget ned til 2 meter. Temperaturen økte videre til rundt 9,2 °C ned mot rundt 50 meters dyp. Deretter sank temperaturen til under 8 °C på 150 meter og stabiliserte seg på 7,5 - 7,6 °C på målinger dypere enn 200 meter.

I overflatelaget og ned til 2 meter var saltholdigheten ca. 29 psu. Fra 10 meter steg saltholdigheten til over 31 psu og økte videre til ca. 35 på 150 meters dyp. Deretter stabiliserte saltholdigheten seg med de høyeste verdiene målt til 35,1-35,2 på dyp under 200 meter.

Oksygenmålingene i vannsøylen viste en metning på rundt 86-90 % (konsentrasjon 6,5-6,9 ml O<sub>2</sub>/l) i overflaten og ned til 2 meters dyp. Fra 50-60 meter minket oksygeninnholdet og ned til rundt 75 % metning på 200 meters dyp. Bunnvannet i alle tre sonene (nær-, overgangs- og fjernsone) viste oksygenmetning fra 75-78 % og konsentrasjon på rundt 5,0 ml/l. Oksygeninnholdet i bunnvannet tilsvarer tilstandsklasse I (Meget god) i henhold til KLIF.

### 3.2 Sediment

I nærsonen, (Tend 1) på 170 meter, dominerte leire og silt og utgjorde 78 % av sedimentet. De resterende 22% bestod av 10 % sand og 12 % grus. Glødetapet var 2,7 %. Det organiske innholdet var dermed lavt.

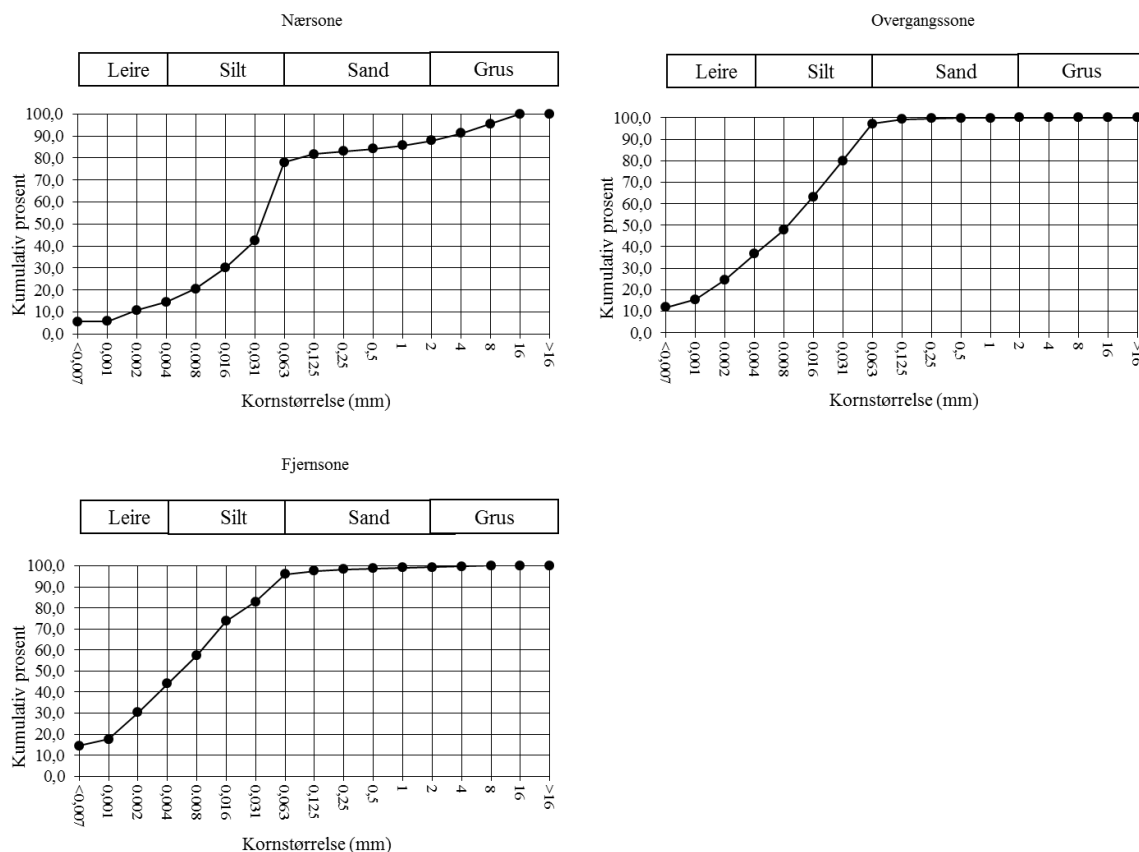
Overgangssonen, (Tend 3) på 268 meter, hadde også et finkornet sediment med 97 % leire og silt og 3 % sand. Her var glødetapet også lavt med 6,2 %.

Fjernstasjon, (Tend 2) på 334 meters dyp hadde et finkornet sediment bestående av 96 % leire og silt, samt 3 % sand og 1 % grus. Glødetapet var lavt med 7,6% %. Dette er innenfor det som kan karakteriseres som normal for dype norske fjorder.

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

**Tabell 3.1:** Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene i nærsone (Tend-01), overgangssone (Tend-03) og fjernsone (Tend-02) ved lokalitet Tendalsvik 16.01.2013.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
<b>Nærsonen, Tend -1</b>	170	2,7	15	63	78	10	12
<b>Overg.sonen, Tend -3</b>	268	6,2	37	61	97	3	0
<b>Fjernsone, Tend -2</b>	334	7,6	44	52	96	3	1



**Figur 3.2:** Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra stasjonene i nærsone (Tend-1), overgangssone (Tend-3) og fjernsone (Tend-2) ved lokalitet Tendalsvik 16.01.2013.

### 3.3 Kjemi

#### Sedimentanalyser

Den målte verdien av TOC (totalt organisk karbon) normaliseres ved beregning med leire/silt andel. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure *et. al*, 1993).

På Nærstasjon, Tend-1, viste normalisert TOC verdi 17 mg/g, noe som tilsvarer tilstandsklasse I (svært god) Dette samsvar med glødetapet for denne stasjonen, som angir en lav mengde organisk materiale. I nærsonen (Tend-1) ble det funnet noe forhøyede verdier av fosfor (1400 mg/kg TS) sammenlignet med prøver fra de andre sonene (Tabell 3.2). Forhøyede verdier av fosfor i et område ut over det som naturen tilfører kan skyldes tilførsel fra akvakultur, befolkning (kloakk), jordbruk og/eller industri. På nærstasjonen kan forhøyede verdier av fosfor trolig knyttes til utslipp av organisk materiale fra oppdrettslokaliteten. Dette kan være organiske rester som fôrspill og ekskrementer fra fisk.

Metall analyser av sedimentprøver fra nærsonen viste forhøyede kobberverdier (48 mg/kg) og havner i tilstandsklasse II (god). Målte verdier for sink (130 mg/kg) er lave og tilsvarer tilstandsklasse I (bakgrunn).



I overgangssonen, Tend-3 viste verdiene for totalt organisk karbon (normalisert TOC) 19,5 mg/g og ga tilstandsklasse I. Fosforverdiene var lave i overgangssonen (Tend-3) og også i fjernsonen (Tend-2). Den dypeste stasjonen i fjernsonen (Tend-2) fikk tilstandsklasse II(god) med hensyn til TOC. Resultat fra metall analyser fra sedimentprøvene viste tilsvarende verdier i både overgangssone og fjernsone og gir tilstandsklasse I (Bakgrunn) både for kobber og for sink.

**Tabell 3.2:** Innholdet av de undersøkte kjemiske parameterne i sedimentet og innholdet av tørrstoff. Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter KLIF sin klassifisering for sink, kobber og normalisert TOC (totalt organisk karbon) i henhold til Bakke *et. al.*, 2007 og Veiledning 97:03

Stasjon	TOC	Normalisert TOC		Sink		Kobber		Fosfor	Tørrstoff
	mg/g	mg/g	TK	mg/Kg	TK	mg/Kg	TK	mg/Kg	%
Nærsonen, Tend-1	13	17	I	130	I	48	II	1 400	66
Overg.sone, Tend-3	19	19,5	I	110	I	17	I	770	49
Fjernsone, Tend-2	24	24,7	II	130	I	21	I	830	51

### Måling av pH og redokspotensialet (E<sub>h</sub>)

Resultatene fra pH og redokspotensialet sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i vedleggstabell 1.

Målinger av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E<sub>h</sub>) i sedimentet fra nærsonen (Tend-1) og fjernsone (Tend-2) viste verdier i bunnprøvene som får tilstand 2. De beste verdiene ble registrert i prøven fra overgangssonen som får tilstand 1.

**Tabell 3.3:** Målte pH og E<sub>h</sub> verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene. Den beregnede pH/E<sub>h</sub> verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

Stasjon / Parameter	pH	E <sub>h</sub>	pH/E <sub>h</sub> poeng	Tilstand prøve
Nærsonen, Tend-1	7,33	15	2	2
Overg.sone, Tend-3	7,60	135	0	1
Fjernsone, Tend-2	7,54	-71	2	2

### 3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.3-3.5, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i november 2011. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I bunndyrsprøvene fra stasjon Tend-01 like ved anlegget, ble det funnet 8 arter med til sammen hele 1973 individer. Diversiteten ble beregnet til 0,67 (sum) som plasserer stasjonen i tilstandsklasse V (Svært dårlig). I følge MOM-standarder er diversitetsindeksen 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 II (god) (Tabell 2.3). Med et individtall på 1680 dominerte børstemakken *Capitella capitata* på denne stasjonen, og utgjorde hele 85 prosent av alle individene i prøven. Dette er en art som trives i forhold med mye tilført organisk materiale der andre arter ikke kan leve. De geometriske klassene indikerer også at man her har dårlige forhold for bunndyrsfauna på stasjonen i nærsonen.

På Tend-3 i overgangssonen, ble det funnet 74 arter med til sammen 511 individer. På denne stasjonen var det et avvik da molluskene ble slått sammen under analysene av de to grabbhuggene. Denne dyregruppen har blitt inkludert i analysene av de sammensatte indeksene NQI1 og NQI2 ved at individene har blitt fordelt likt på begge huggene (hugg 1 og 5) og snitt-indeksen beregnet utfra dette. Ved analyse av sum for stasjonen, Tend-03, er alle arter og individer inkludert. Siden grabbhuggene på stasjon Tend-3 ikke er sammenlignbare med de andre to stasjonene er cluster-analyse (fig. 3.5) gjort på stasjonsnivå og for MDS-plot (fig 3.4) er grabbhuggene i overgangssonen utelatt. Avviket med molluskene gir ingen betydelige følger for tilstandsklassifiseringen. Diversiteten ble beregnet til 5,33 (sum) som plasserer stasjonen i tilstandsklasse I (Svært god). Snittet for de to grabbhuggene ga tilstandsklasse I for Es 100, NQI1 og NQI2. Også for stasjoner i overgangssonen bedømmes bunnfaunaen i henhold til klassifiseringssystemet i MOM standarden. Tend-3 kom etter denne klassifiseringen ut med Miljøtilstand 1 (meget god). Blant de ti mest tallrike artene finner man seks arter av børstemark og fire arter av bløtdyr. Faunasammensetningen viser at det er bra forhold på stasjonen.

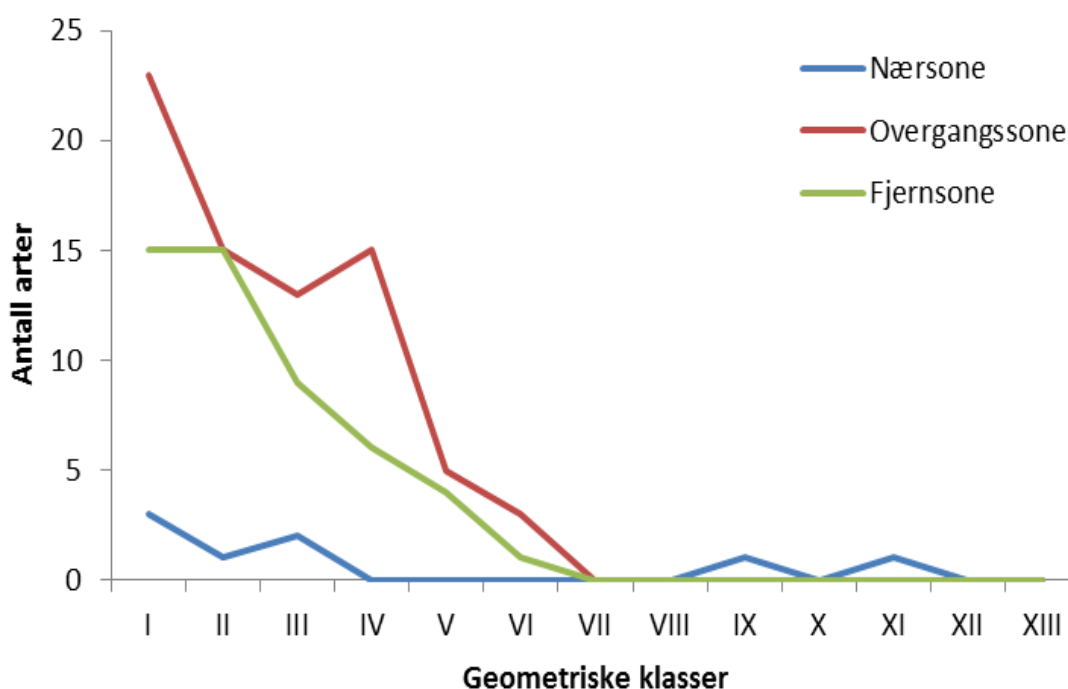
På stasjon Tend-2 i fjernsonen ble det funnet 50 arter med til sammen 302 individer. Diversiteten ble beregnet til 4,58 (sum) som plasserer stasjonen i tilstandsklasse I (Meget god). Blant de ti mest tallrike artene ble det funnet fire arter av børstemark, tre arter av bløtdyr en art nesledyr, ett krepsdyr og en pigghud. Indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter fikk alle beste tilstandsklasse. Dette indikerer gode forhold på stasjonen, noe som også støttes opp av fordelingen av de geometriske klassene i fjernsonen.

De multivariate analysene viser at det var størst likhet mellom de to stasjonene i overgangssonen (Tend-3) og i fjernsonen (Tend-2) med rundt 50 % likhet.

**Tabell 3.4:** Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. (se generell vedleggsdel). \* Det er et avvik for analyse av bunndyr på stasjon Tend- 3. Dyregruppen Mollusca ble slått sammen for grabbhugg 1 og 5 på denne stasjonen. Individer fra denne dyregruppen har blitt fordelt likt mellom hugg 1 og hugg 5 for best mulig beregning av de sammensatte indeksene NQI1 og NQI2.

Stasjon	Hugg	Ind.	Arter	H'	ES <sub>100</sub>	NQI1	NQI2	J	AMBI	KLIF	MOM
										TK	TK
Nærsonne	1	1203	5	0,22	2,43	0,23	0,09	0,09	5,95		
Tend -1	5	770	6	1,02	3,07	0,28	0,19	0,39	5,49		
	Snitt	987	6	0,62	2,75	0,25	0,14	0,24	5,72		
	<b>Totalt</b>	1973	8	0,67	2,79	0,28	0,14	0,22		-	2
Overg.sone	1*	172	40	4,50	32,47	0,73	0,70	0,85	2,47		
Tend -3	5*	150	39	4,83	34,04	0,70	0,70	0,91	2,86		
	Snitt *	161	40	4,67	33,26	0,74	0,74	0,88	2,66	I	
	<b>Totalt</b>	511	74	5,33	40,28	0,77	0,79	0,86	2,22		1
Fjernsone	1	139	29	4,06	25,99	0,74	0,70	0,84	1,95		
Tend -2	4	163	43	4,60	34,81	0,78	0,75	0,85	1,92		
	Snitt	151	36	4,33	30,40	0,76	0,72	0,84	1,94	I	
	<b>Totalt</b>	302	50	4,58	32,42	0,77	0,74	0,81	1,93		-

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



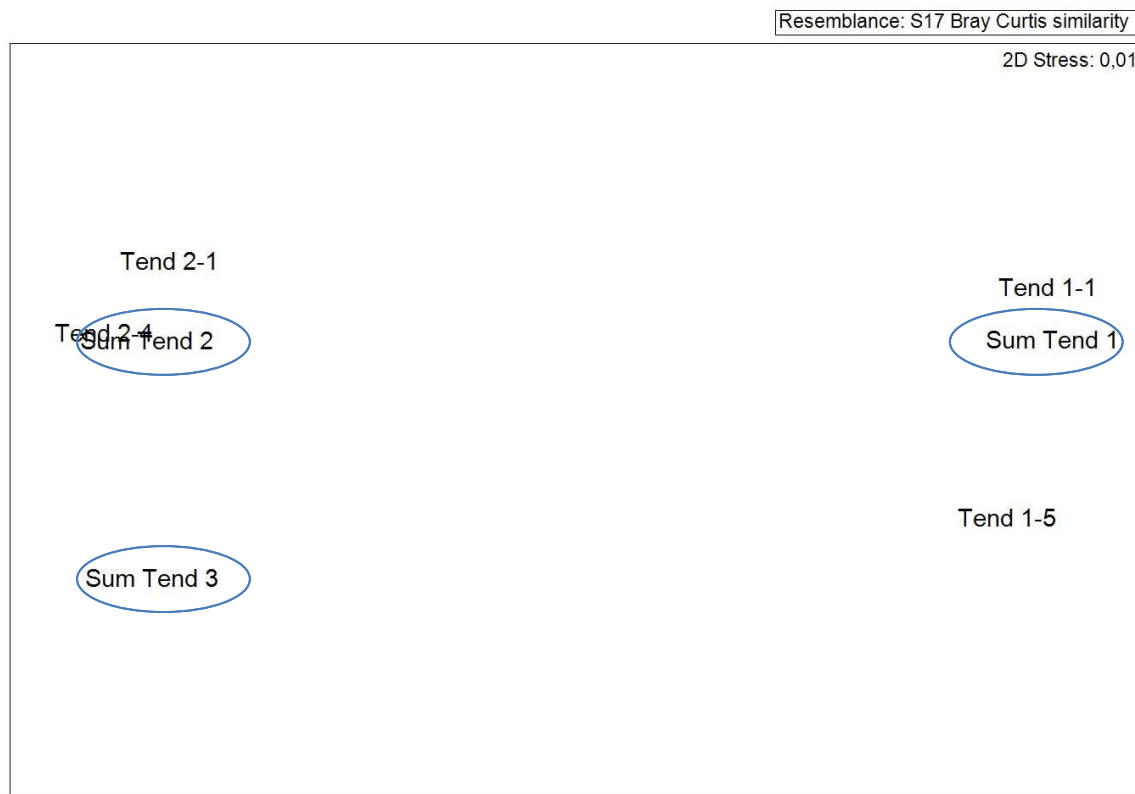
**Figur 3.3:** Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

**Tabell 3.5:** De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prosent av antall individer og prøveareal for bunnstasjonene i nærsone (Tend-01), overgangssone (Tend-03) og fjernsone (Tend-02).

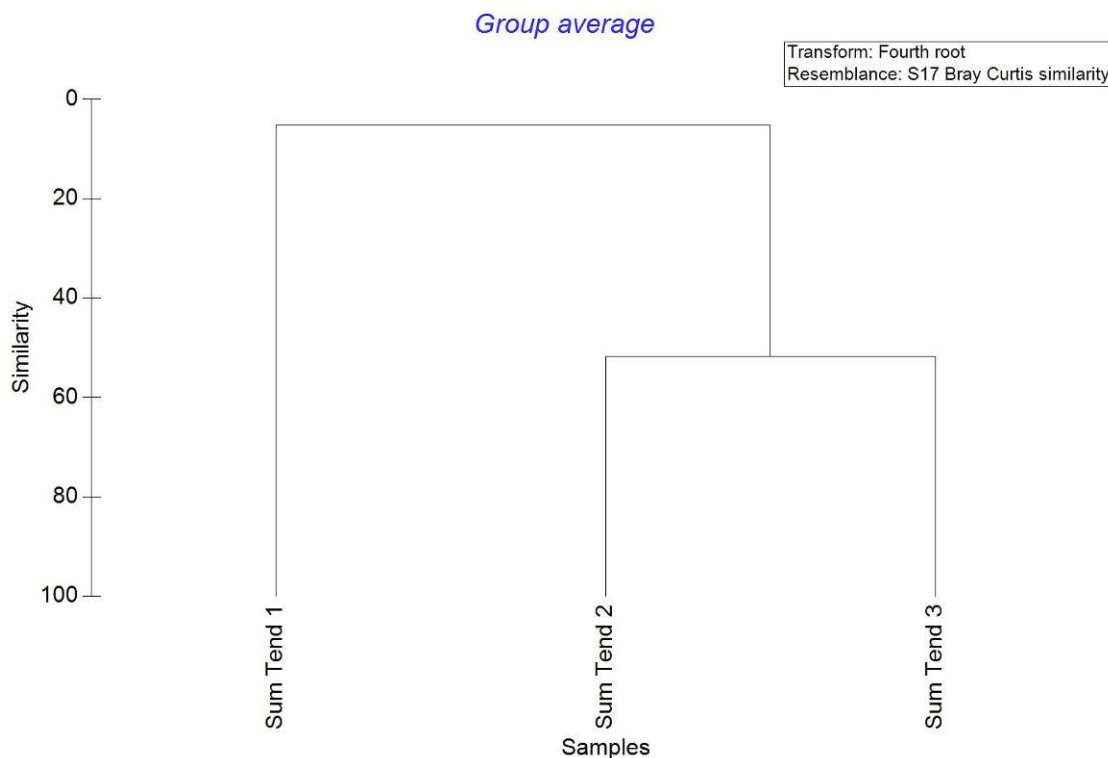
Nærsone, arter:	Antall	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	1680	85,1	85,1
<i>Prionospio steenstrupii</i>	276	14,0	99,1
<i>Chaetozone sp.</i>	6	0,3	99,4
<i>Mytilus edulis</i>	6	0,3	99,7
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	2	0,1	99,8
<i>Kefersteinia cirrata</i>	1	0,1	99,9
<i>Caridea indet</i>	1	0,1	99,9
<i>Nudibranchiata indet</i>	1	0,1	100,0

Overgangssone, arter:	Antall	%	Kum %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	49	9,6	9,6
<i>Thyasira equalis</i>	38	7,4	17,0
<i>Abra nitida</i>	32	6,3	23,3
<i>Saxicavella jeffreysi</i>	31	6,1	29,4
<i>Kelliella abyssicola</i>	23	4,5	33,9
<i>Terebellides stroemi</i>	20	3,9	37,8
<i>Anobothrus sp.</i>	20	3,9	41,7
<i>Amythasides macroglossus</i>	16	3,1	44,8
<i>Aphelochaeta sp.</i>	14	2,7	47,6
<i>Lipobranchus jeffreysii</i>	14	2,7	50,3

Fjernsone, arter:	Antall	%	Kum %
<i>Thyasira equalis</i>	63	20,9	20,9
<i>Terebellides stroemi</i>	30	9,9	30,8
<i>Kelliella abyssicola</i>	23	7,6	38,4
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	18	6,0	44,4
<i>Amphilepis norvegica</i>	16	5,3	49,7
<i>Amythasides macroglossus</i>	11	3,6	53,3
<i>Heteromastus filiformis</i>	10	3,3	56,6
<i>Cerianthidae indet.</i>	10	3,3	59,9
<i>Eriopisa elongata</i>	9	3,0	62,9
<i>Entalina tetragona</i>	9	3,0	65,9



**Figur 3.4:** MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt i 2011. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Overgangssonen, Tend 3 er kun oppgitt som sum av stasjon på grunn av avvik da mollusker ikke ble med i analysene på huggnivå.



**Figur 3.5:** Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt i januar 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Tendalsvik i Skånevikfjorden i Etne kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 16. januar 2013. På undersøkelsestidspunktet hadde anlegget vært brakklagt siden oktober 2012. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og en i dypet av fjorden.

Målinger av oksygenforhold ved bunnen viste gode forhold på alle tre stasjonene noe som gir tilstandsklasse I. Målinger av pH /Eh ga tilstand 2 i prøvene fra sedimentet i nærsone og fjernsone, og tilstand 1 i overgangssonen.

Sedimentet på stasjonen nærmest anlegget i nærsonen (Tend-1), bestod av et relativt finkornet sediment der leire og silt utgjorde 78 % av sedimentet. Resten bestod av 10 % sand og 12 % grus. Både normalisert TOC og glødetapet var viste lave verdier.

Inntil anlegget ble det funnet noe forhøyede verdier av fosfor og kobber. Nivå av kobber tilsvarte tilstandsklasse II. Sinkverdiene var lave og kom ut med beste tilstandsklasse. Analyse av bunnfauna på Tend-1 viste 8 arter hvorav en art, børstemakken *Capitella capitata*, dominerte i prøven med 85 prosent av det totale individtallet. Dette er en art som trives godt der man har økt tilførsel av organisk materiale. Bunnfaunaen under anlegget viser at man har et miljø som er påvirket av økt tilførsel av organisk materiale (fôr-rester og fekalier). Etter vurdering i forhold til til MOM-standarden fikk stasjonen i nærsonen miljøtilstand II- (god).

I overgangssonen (Tend -3) var sedimentet finkornet med leire og silt som utgjorde 97 %. Analyser viste lave nivåer av sink (tilstand I), kobber (tilstand I) og fosfor. Normalisert TOC ga tilstandsklasse I i overgangssonen og glødetap viste også lave verdier. Det biologiske samfunnet var artsrikt med 74 arter og analysen viste beste tilstand for artsdiversitet. Dette indikerer at bunndyrssamfunnet i overgangssonen er relativt lite påvirket fra anlegget. Stasjonen får miljøtilstand 1 (meget god) i henhold til MOM-standarden.

På stasjonen i fjernsonen (Tend-2) var sedimentet dominert av leire og silt med 96 %. Analyser viste et lavt nivå av sink (tilstand I), kobber (tilstand I) og fosfor. Resultatene fra TOC ga tilstandsklasse II (God), og glødetapet viste et lavt innhold av organisk materiale. Det var gode oksygenforhold ved bunnen. Alle analysene av bunnfauna viste gode forhold, og ga beste tilstand for artsdiversitet og ømfintlige arter.

Prøvene tatt ved anlegget viser at driften ved anlegget har påvirket bunnfaunaen og der en bunndyrsart dominerer. Dette skyldes trolig at det har vært en økt tilførsel av organisk materiale fra anlegget, og de ømfintlige artene er blitt borte fra bunnsedimentet. Man ser også svak opphoping av fosfor og kobber i sedimentet i nærsonen. På undersøkelsestidspunktet var det organiske innholdet i sedimentet relativt lavt, dette kan ha sammenheng med brakkleggingsperioden. Ved fremtidig drift bør derfor bunnforholdene under anlegget følges nøye for å unngå en overbelastning der den øvrige bunnfaunaen dør og man får opphopning av fekalier og fôrrester som kan ha negativ innvirkning på fisken i anlegget og miljøet.

## 5 TAKK

Vi takker Bjarte Espevik fra Kvitsøy Sjøtjenester AS for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Tom Alvestad og Trond E. Isaksen fra SAM- Marin. Sediment-analysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten, Nargis Islam, Natalia Korableva og Ingrida Petrauskaitė. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per Johannessen.

## 6 LITTERATUR

- 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.
- Børsheim, K. 2007. Miljøundersøkelse (MOM B) ved lokalitet Tendalsvik i Etne kommune. Januar 2006. Rapport 2007-83, 13s.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Ensrud T og Hestetun, J. 2011. MOM-B undersøkelse ved Tendalsvik, februar 2011. *SAM Notat*. Nr. 2 -2011, 10 s.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Jakobsen, H.R., Isaksen T.E., Johannessen, P. 2013. MOM B-undersøkelse ved Tendalsvik i Etne kommune, April 2013. *SAM Notat*. Nr. 14-2013. 14 s.
- Kvalø, S. E., Haavre, M. og Lyngre, F. 2012. MOM B-undersøkelse ved Tendalsvik i Etne kommune, august 2012. *SAM Notat*. Nr. 25 -2012. 8 s.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2007. Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Staveland, A. H. , Brekke, E., 2010. Straummåling og lokalitetsvurdering av oppdrettslokaliteten Tendalsvik i Etne kommune. *Rådgivende Biologer AS*. Rapport nr. 1366. 39 s.

**7 VEDLEGG**

<b>Generell vedleggsdel .....</b>	<b>25</b>
Generelt .....	25
Geometriske klasser .....	25
Univariate metoder .....	26
Ømfintlighet .....	27
Sammensatte indekser .....	27
Referansetilstand og klassegrenser.....	27
Multivariate analyser.....	28
Dataprogrammer.....	29
Litteratur til Generelt Vedlegg .....	32
<b><i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre .....</i></b>	<b>33</b>
<b><i>Vedleggstabell 2. Artsliste .....</i></b>	<b>35</b>
<b><i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i></b>	<b>40</b>
<b><i>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</i></b>	<b>41</b>
<b><i>Vedleggstabell 5. CTD Data.....</i></b>	<b>43</b>



## 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 m<sup>2</sup>), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

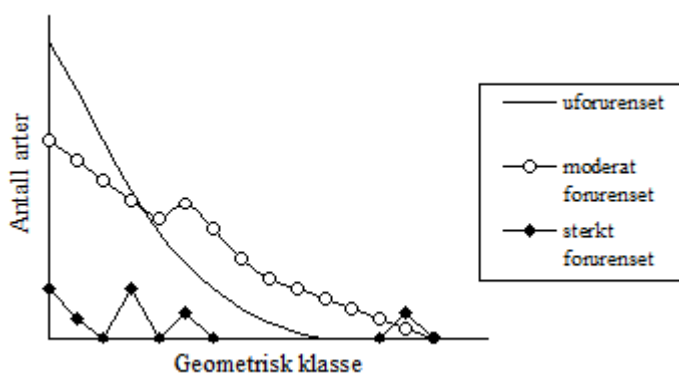
#### Geometriske klasser

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 Direktoratets gruppa 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:

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

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 sammenligning med historiske data. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig) (Tabell v2 og v3)

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

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

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

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

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

### Multivariate analyser

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

### Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av 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 ulike 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:

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

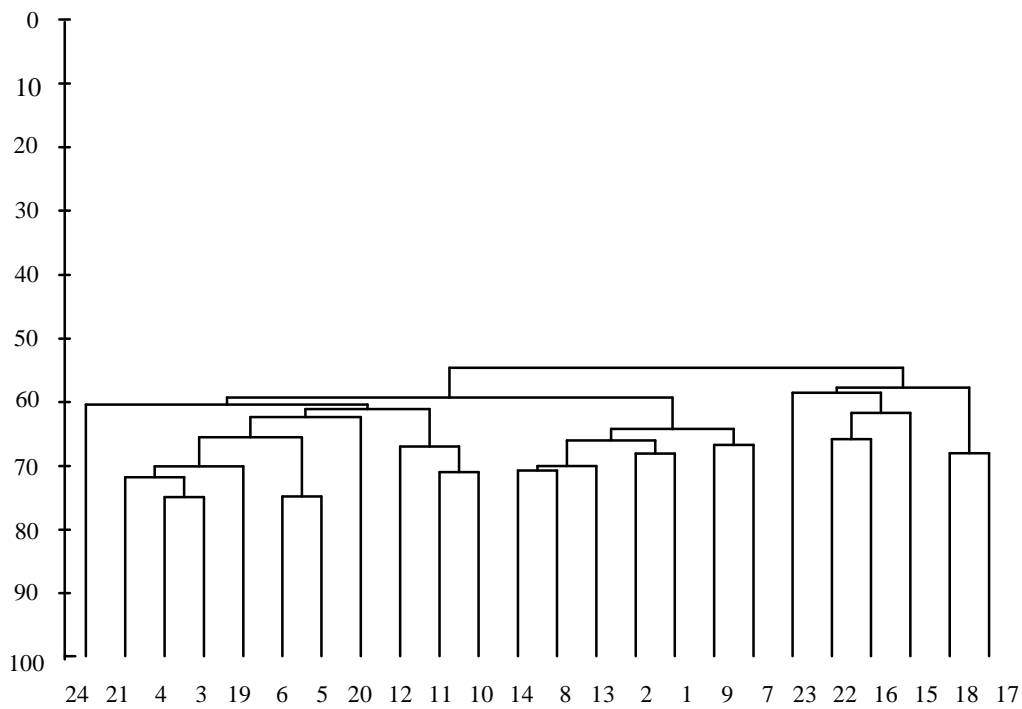
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren:  $< 0,05$  = svært god presentasjon,  $< 0,1$  = god presentasjon,  $< 0,2$  = brukbar presentasjon,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

### Dataprogrammer

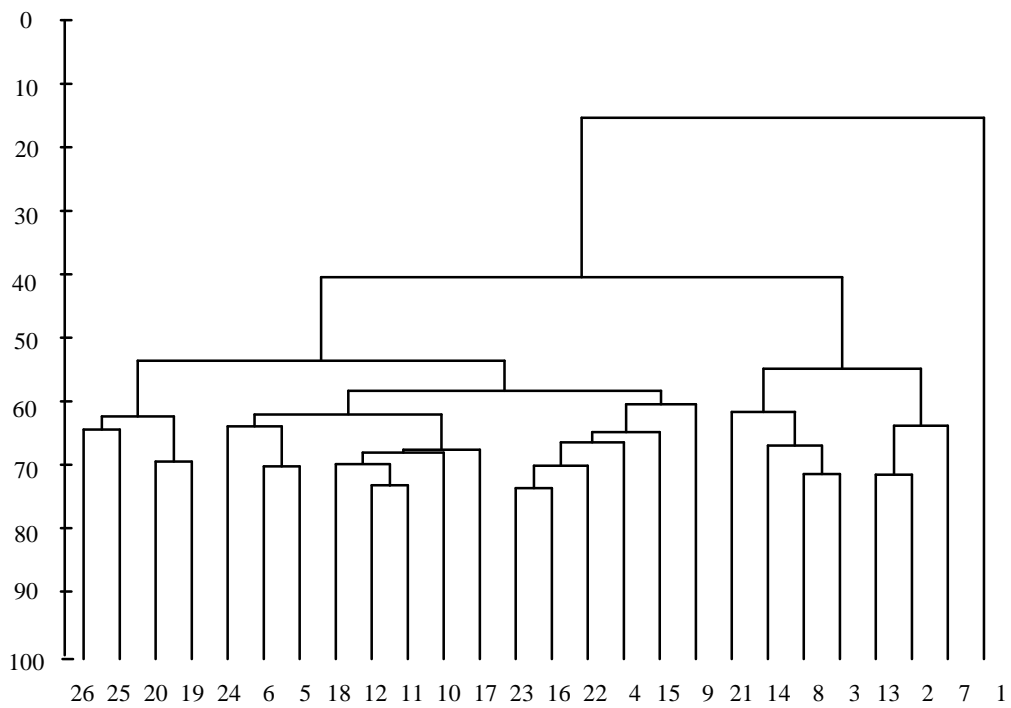
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet ( $H'$ ), jevnhet ( $J$ ),  $H'$ -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro 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.

FAUNALIKHET

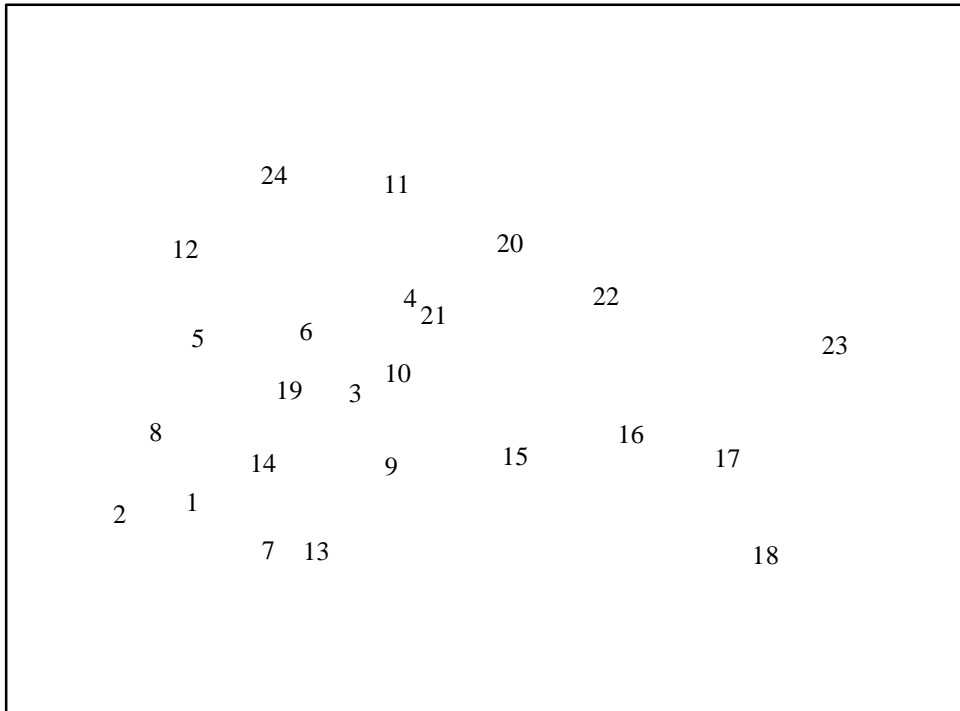


FAUNAFORSKJELL

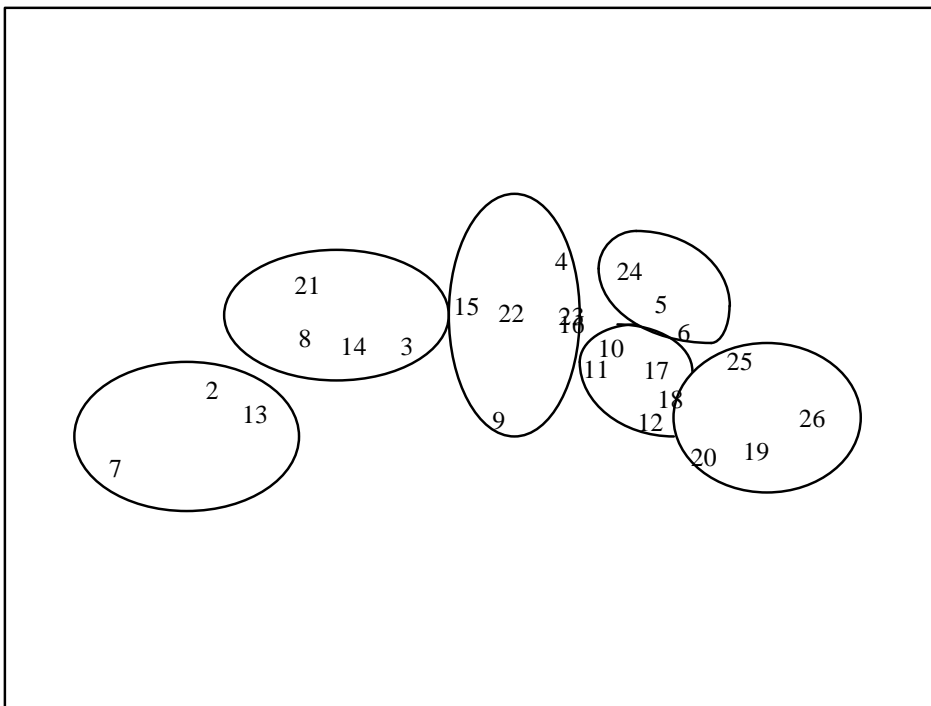


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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. MOM-B parametre

## PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Marine Harvest Norway AS  
 Lokalitet: Tendalsvik  
 Lokalitetstype: Matfisk, laks

Dato: 16.01.13  
 Lokalitetsnr: 21755

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr						Indeks
			Nærsone	Overgangssone	Fjernsone				
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0				0,0
I	Tilstand (Gruppe I)		<b>A</b>						
II	pH	verdi	7,33	7,60	7,54				
	E <sub>h</sub> (mv)	verdi	-200	-80	-286				
		+ ref. verdi	15	135	-71				
	pH/E <sub>h</sub>	fra figur	2	0	2				1,3
	Tilstand, prøve		2	1	2				
	Tilstand, gruppe II		<b>2</b>						
Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):			16.01.13		TEI				
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0				
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0				
		Brun/Sort = 2							
	Lukt	Ingen = 0		0	0				
		Noe = 2	2						
		Sterk = 4							
	Konsistens	Fast = 0	0	0	0				
		Myk = 2							
		Løs = 4							
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0							
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1							
		v ≥ 3/4 = 2	2	2	2				
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0				
2 - 8 cm = 1									
t ≥ 8 cm = 2									
	SUM		4	2	2				
	Korrigert sum (*0,22)		0,88	0,44	0,44				0,6
	Tilstand prøve		1	1	1				
	Tilstand gruppe III		<b>1</b>						
	Middelve verdi gruppe II og III		1,44	0,22	1,22				1,0
	Tilstand gruppe II og III		<b>1</b>						
pH/Eh Korr. sum Indeks Middelve verdi	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					
< 1,1	1								
1,1 - < 2,1	2								
2,1 - < 3,1	3								
≥ 3,1	4								
LOKALITETSTILSTAND								1	

Korrekturlest: 14.05.13  
dato

TEI  
Sign.

HRJ  
Sign.

## SAM-Marin

## SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Marine Harvest Norway AS

Dato: 16.01.13

Lokalitet: Tendalsvik

Lokalitetsnr: 21755

Lokalitetstype: Matfisk, laks

Prøvetaksingssted (nr)		Nærstasjon	Mellomstasjon	Fjernstasjon
Dyp (m)		124	268	334
Antall forsøk		1	1	1
Bobling (i prøve)		Nei	Nei	Nei
Primær-sediment (%)	Grus			
	Skjellsand	30		
	Sand		5	
	Mudder			
	Silt			
	Leire	70	95	100
Fjellbunn				
Steinbunn				
Pigghuder, antall				
Krepsdyr, antall				
Skjell, antall				
Børstemark, antall				
Andre dyr, antall				
<i>Malacoceros fuliginosa</i>				
Beggiatoa				
Fôr		Nei	Nei	Nei
Fekalier		Nei	Nei	Nei
Kommentarer				

## Korrekturlest:

14.05.13  
dato

TEI  
Sign.

HRJ  
Sign.

## Vedleggstabell 2. 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



Test 157

**Oppdragsgiver (navn og adresse):** Marine Harvest Norway AS, Sandviksboder 78a, Bergen

**Prosjekt nr.:** 807159

**Prøvetakingssted (område):** Tendalsvik i Etne kommune, Hordaland

**Dato for prøvetaking:** 16.01.13

**Ansvarlig for prøvetaking (firma):** Uni Research, SAM-Marin

**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet:** JA. Molluskene ble slått sammen under analysene av de to grabbhuggene i overgangssonen.

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

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input 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:4 sider.

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

Signatur: Tom Alvestad  
Godkjent taksonom

## SAM-Marin

S 1/4	STASJON	Tend-1 (nær)		Tend-2 (fjern)		Tend-3 (overgang)		
	DATO	16.01.13		16.01.13		16.01.13		
	Dyp	170 m		334 m		268 m		
	Hugg	1	5	1	4	1*	5*	1+5*
*	<b>PORIFERA</b>							
*	<b>CNIDARIA</b>							
*	<b>SCYPHOZOA</b>							
*	<b>HYDROZOA</b>							
*	Hydrozoa indet.	+						+
*	<b>ANTHOZOA</b>							
	Cerianthidae indet.			6	4			
*	<b>PLATYHELMINTES</b>							
*	<b>NEMERTINI</b>							
*	Nemertini indet.	5	1	2	3	2	4	
*	<b>NEMATODA</b>							
*	Nematoda indet.	2	1					
	<b>PRIAPULIDA</b>							
	<b>ANNELIDA</b>							
	<b>POLYCHAETA</b>							
	Polynoidae indet.					1		
	Pholoe baltica						1	
	Pholoe pallida				1			
	Neoleanira tetragona				1			
	Paranaitis wahlbergi				1			
	Sige fusigera					1		
	Protomystides exigua							
	Glycera lapidum				0/2	2/4	2	
	Nereimyra cf. woodsholea			1	1	1/1	3	
	Gyptis rosea				1		1	
	Kefersteinia cirrata		1					
	Syllidae indet.					1		
	Exogone sp.							
	Ceratocephale loveni							
	Nephtys paradoxa							
	Nephtys pulchra				1/1	0/1	0/1	
	Nephtys hystricis			1				
	Paramphinome jeffreysii		2	6	12	41	8	
	Paradiopatra quadricuspis					0/2		
	Paradiopatra fiordica			0/1				
	Lumbrineridae indet.				1	5	7	
	Ophryotrocha sp.							
	Phylo norvegica			0/1	0/1	1/6	0/5	
	Aricidea sp.				1			
	Levinsenia gracilis				2			
	Paraonis sp.							
	Laonice sarsi							
	Polydora sp.							
	Prionospio cirrifera				3	7	4	
	Prionospio fallax						1	
	Prionospio steenstrupii	208	248					
	Prionospio dubia							
	Spiophanes kroeyeri			2	1	0/2	0/2	
	Spiophanes wigley					0/4	0/10	
	Aphelochaeta sp.				2	6	8	
	Caulleriella killariensis					6	5	
	Caulleriella sp.							
	Chaetozone jubata			2	4	4	6	
	Chaetozone sp.		6			5	6	

## SAM-Marin

S 2/4	STASJON	Tend-1		Tend-2 (fjern)		Tend-3 (overgang)		
	DATO	16.01.13		16.01.13		16.01.13		
	Dyp	170 m		334 m		268 m		
	Hugg	1	5	1	4	1*	5*	1+5*
	Monticellina sp. ?				2			
	Diplocirrus glaucus			1/1		1/1	2	
	Pherusa falcata							
	Brada villosa			1/2	0/2	1/1	0/1	
	Ophelina norvegica						0/1	
	Ophelina sp.				0/1			
	Asclerocheilus sp.					3	4	
	Lipobranchus jeffreysii					8	2/4	
	Scalibregma inflatum					1/1		
	Capitella capitata	1168	512	5				
	Heteromastus filiformis			8	2	7	4	
	Rhodine sp.				1			
	Maldanidae indet.							
	Pectinaria auricoma					3	1/1	
	Pectinaria belgica							
	Pectinaria koreni						0/9	
	Anobothrus sp.			4	2	4	16	
	Amythasides macroglossus			2	9	8	8	
	Eclysippe vanelli						0/2	
	Samytha sexcirrata					1		
	Amage auricula				0/2	1		
	Pista cristata					1		
	Pista lomensis					1		
	Lanassa venusta					1	1	
	Polycirrus norvegicus				2	1	3	
	Polycirrus medusa					2	5/2	
	Polycirrus plumosus						1	
	Amaeana trilobata			1	3	6/1	1	
	Terebellides stroemi			6/8	5/11	2/9	4/5	
	Euchone sp.						2	
	Hydroides norvegica							
	<b>OLIGOCHAETA</b>							
	<b>HIRUDINEA</b>							
	<b>ECHIURA</b>							
	Echiurus echiurus						3	
	<b>SIPUNCULA</b>							
	Sipuncula indet.				5			
	Phascolion strombus				1/1			
	Onchnesoma steenstrupi							
	Nephasoma cf. minutum							
	<b>ARTHROPODA</b>							
	<b>CRUSTACEA</b>							
	<b>OSTRACODA</b>							
*	<b>COPEPODA</b>							
*	Calanus finmarchicus				3	1		
*	Calanus hyperboreus				4			
*	Metridia longa				1			
	<b>EUPHAUSIACEA</b>							
*	Euphausiacea indet							
	<b>DECAPODA</b>							
	Caridea indet	1						

## SAM-Marin

S 3/4	STASJON	Tend-1		Tend-2 (fjern)		Tend-3 (overgang)				
		DATO		16.01.13		16.01.13		16.01.13		
		Dyp		170 m		334 m		268 m		
		Hugg		1	5	1	4	1*	5*	1+5*
*	<b>LEPTOSTRACA</b>									
	Nebalia sp.		1							
	<b>MYSIDACEA</b>									
	<b>AMPHIPODA</b>									
*	Amphipoda indet.	+	1							
	Eriopisa elongata			8	1		1			
	<b>CUMACEA</b>									
	<b>TANAIDACEA</b>									
	<b>ISOPODA</b>									
*	<b>PYCNOGONIDA</b>									
	<b>MOLLUSCA</b>									
	<b>APLACOPHORA</b>									
	Solenogastres indet.								1	
	Caudofoveata indet.			1/2	0/2					
	<b>POLYPLACOPHORA</b>									
	<b>GASTROPODA</b>									
	Euspira montagui				0/1				0/1	
	Euspira pulchella								0/1	
	Diaphana minuta								4	
	Philine quadrata								0/1	
	Philine scabra			0/1					0/8	
	Roxania utriculus								2	
	Scaphander punctostriatus			0/1	1				0/2	
	<b>Nudibranchia</b>			1						
	Nudibranchiata indet	1								
	<b>BIVALVIA</b>									
	Nucula tumidula				1				3	
	Yoldiella philippiana			0/1					7	
	Mytilus edulis	4/1	0/1							
	Delectopecten vitreus								2	
	Thyasira equalis			22/10	27/4				31/7	
	Thyasira obsoleta								2	
	Thyasira sarsii			3	5				11/1	
	Axinulus eumyarius									
	Mendicula ferruginosa									
	Adontorhina similis									
	Kurtiella tumidula								5	
	Abra longicallus									
	Abra nitida			2/1	4				29/3	
	Kelliella abyssicola			10/6	7				16/7	
	Saxicavella jeffreysi								31	
	Cuspidaria obesa								0/4	
	Tropidomya abbreviata								1	
	<b>SCAPHOPODA</b>									
	Antalis occidentalis			2	1				1	
	Entalina tetragona			5	4				5	
	Pulsellum lofotense								3	
	<b>CEPHALOPODA</b>									
	<b>BRACHIOPODA</b>									
	<b>PHORONIDA</b>									
*	<b>BRYOZOA</b>									
	<b>ECHINODERMATA</b>									
	<b>CRINOIDEA</b>									
	<b>ASTEROIDEA</b>									
	Asteroidea indet									

SAM-Marin

S 4/4	STASJON	Tend-1		Tend-2 (fjern)		Tend-3 (overgang)		
	DATO	16.01.13		16.01.13		16.01.13		
	Dyp	170 m		334 m		268 m		
	Hugg	1	5	1	4	1*	5*	1+5*
	<b>OPHIUROIDEA</b>							
	Amphilepis norvegica			1/3	1/11	0/1		
	Ophiura carnea				1			
	Ophiura sarsii					1		
	<b>ECHINOIDEA</b>							
	Echinoida						0/1	
	Spatangoida					0/2	0/3	
	<b>HOLOTHUROIDEA</b>							
	Synaptidae indet					1	2	
*	<b>POGONOPHORA</b>							
	<b>ENTEROPNEUSTA</b>							
	Enteropneusta indet.						1	
*	<b>CHAETOGNATHA</b>							
*	Chaetognatha indet.				1			
	<b>ASCIDIACEA</b>							
	<b>CHORDATA</b>							
*	<b>PISCES</b>							
*	<b>VARIA</b>							

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser**

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	Nærsone	Overgansone	Fjernsone
	Sum Tend-1	Sum Tend-3	Sum Tend-2
I	3	23	15
II	1	15	15
III	2	13	9
IV	0	15	6
V	0	5	4
VI	0	3	1
VII	0	0	0
VIII	0	0	0
IX	1	0	0
X	0	0	0
XI	1	0	0
XII	0	0	0
XIII	0	0	0



## Vedleggstabell 4. 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-000268-01**



**EUNOBE-00005573**

Prøvemottak: 17.01.2013  
Temperatur:  
Analyseperiode: 17.01.2013-01.02.2013  
Referanse: 807159 /1/13

## ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 1400	mg/kg tv	a) 830	mg/kg tv	a) 770	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 48	mg/kg tv	a) 21	mg/kg tv	a) 17	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 130	mg/kg tv	a) 130	mg/kg tv	a) 110	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 13	mg/g tv	a) 24	mg/g tv	a) 19	mg/g tv	EN 13137	0.1
Totalt tørrstoff	Total tørrstoff	a) 65.8	% (w/w)	a) 50.7	% (w/w)	a) 48.6	% (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-000268-01



EUNOBE-00005573



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 01.02.2013

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 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 2 av 2

**Vedleggstabell 5. CTD Data**

Stasjon Tend-1

Nærsone

Dybde (m)	Saltholdighet (psu)	Temperatur °C	Oksygen metning %	Oksygen mg/l	Oksygen ml/l	Tetthet ( $\sigma$ )
1	29,38	3,21	90,40	9,95	7,00	23,38
2	29,43	3,39	87,77	9,62	6,80	23,41
3	29,83	5,12	85,42	8,94	6,30	23,57
5	30,40	6,25	87,40	8,87	6,20	23,89
7	30,80	6,92	88,35	8,80	6,20	24,12
10	31,29	7,34	88,99	8,74	6,20	24,45
15	31,67	7,76	89,35	8,67	6,10	24,70
20	31,86	8,06	89,66	8,63	6,10	24,80
25	32,19	8,34	89,48	8,54	6,00	25,02
30	32,27	8,47	89,12	8,47	6,00	25,06
40	32,85	9,01	88,16	8,25	5,80	25,44
50	33,60	9,20	85,25	7,90	5,60	25,99
60	34,06	9,01	82,22	7,63	5,40	26,38
70	34,32	8,68	79,72	7,44	5,20	26,64
80	34,55	8,39	78,20	7,34	5,20	26,86
90	34,68	8,26	77,48	7,29	5,10	26,98
100	34,77	8,21	78,26	7,37	5,20	27,07
125	34,90	8,10	79,72	7,52	5,30	27,18
150	35,01	8,01	79,92	7,55	5,30	27,28
166	35,01	7,90	78,01	7,39	5,20	27,30

Stasjon Tend-3  
Overgangssone

Dybde (m)	Saltholdighet (psu)	Temperatur °C	Oksygen metning %	Oksygen mg/l	Oksygen ml/l	Tetthet (σt)
1	29,68	4,20	86,73	9,30	6,50	23,54
2	29,50	4,95	85,48	9,00	6,30	23,33
3	30,09	5,69	87,17	8,98	6,30	23,71
5	30,32	6,44	88,44	8,93	6,30	23,81
7	30,84	6,76	88,85	8,88	6,30	24,18
10	31,25	7,26	89,16	8,78	6,20	24,43
15	31,66	7,70	89,72	8,72	6,10	24,69
20	31,84	8,01	90,03	8,68	6,10	24,79
25	31,99	7,99	89,50	8,62	6,10	24,92
30	32,19	8,13	89,31	8,56	6,00	25,05
40	32,78	8,94	89,33	8,37	5,90	25,39
50	33,36	9,11	86,23	8,02	5,60	25,82
60	33,88	9,15	83,63	7,75	5,50	26,22
70	34,26	8,77	81,11	7,56	5,30	26,58
80	34,46	8,54	78,82	7,38	5,20	26,77
90	34,65	8,30	77,61	7,30	5,10	26,95
100	34,75	8,21	77,77	7,32	5,20	27,05
125	34,92	8,09	79,70	7,51	5,30	27,20
150	34,96	8,01	79,68	7,53	5,30	27,24
166	35,03	7,80	77,59	7,36	5,20	27,32
175	35,05	7,72	76,53	7,27	5,10	27,36
200	35,11	7,59	75,04	7,15	5,00	27,42
225	35,13	7,57	75,51	7,20	5,10	27,44
250	35,15	7,56	75,72	7,22	5,10	27,46
275	35,14	7,56	75,64	7,21	5,10	27,45
300	35,15	7,56	75,04	7,15	5,00	27,46

Stasjon Tend-2  
 Fjernsone

Dybde (m)	Saltholdighet (psu)	Temperatur °C	Oksygen metning %	Oksygen mg/l	Oksygen ml/l	Tetthet (σt)
1	29,59	3,81	89,92	9,74	6,90	23,50
2	29,73	5,09	84,72	8,88	6,30	23,49
3	30,14	5,76	85,95	8,84	6,20	23,75
5	30,34	5,98	86,15	8,80	6,20	23,88
7	30,58	6,51	86,85	8,74	6,20	24,00
10	31,19	7,21	88,65	8,74	6,20	24,39
15	31,53	7,64	89,00	8,67	6,10	24,60
20	31,83	7,91	89,40	8,63	6,10	24,80
25	32,01	7,96	89,40	8,62	6,10	24,93
30	32,18	8,34	89,82	8,57	6,00	25,01
40	32,79	8,95	88,96	8,34	5,90	25,40
50	33,48	9,16	85,84	7,97	5,60	25,91
60	33,99	9,06	83,32	7,73	5,40	26,32
70	34,34	8,69	80,52	7,52	5,30	26,65
80	34,54	8,42	78,61	7,37	5,20	26,85
90	34,66	8,28	77,59	7,30	5,10	26,97
100	34,78	8,18	77,70	7,32	5,20	27,08
125	34,88	8,10	79,26	7,47	5,30	27,16
150	34,99	7,89	78,21	7,41	5,20	27,28
166	35,01	7,79	77,07	7,32	5,20	27,31
175	35,03	7,74	76,35	7,25	5,10	27,34
200	35,09	7,60	74,49	7,10	5,00	27,40
225	35,12	7,57	75,22	7,17	5,00	27,44
250	35,14	7,56	75,41	7,19	5,10	27,45
275	35,13	7,56	75,57	7,21	5,10	27,45
300	35,15	7,55	75,42	7,19	5,10	27,46
325	35,15	7,56	75,00	7,15	5,00	27,46