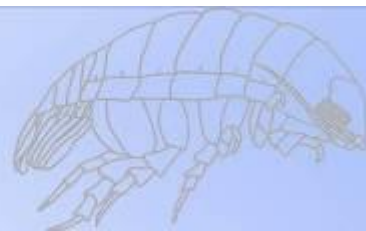


# SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin  
Uni Research Miljø



e-rapport nr: 03–2015

## ***MOM C-undersøkelse fra lokalitet Veiesund i Flora kommune, 2014***



**Torben Lode**



ID: 10723 Versjonsnr: 006

**Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av sammendrag SAM e-rapport****Uni Research Miljø : Sammarin**

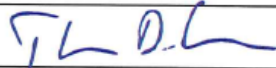
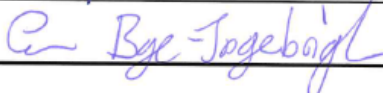
**Ansvarsområde:** Sam Marin / Rapportering / Rapportering /  
**Dok. kategori:** Vedlegg **Sist endret:** 17.10.2014 ( Silje Hadler-Jacobsen )  
**Siste revisjon:** Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt  
**Godkjent:** GODKJENT 17.10.2014 ( Silje Hadler-Jacobsen )

	<b>SAM-Marin</b>	
Uni Research Miljø SAM-Marin Thormøhlensgt. 55 5008 Bergen, Norway		Tlf: 55 58 44 05 E-post: <a href="mailto:Sam-marin@uni.no">Sam-marin@uni.no</a> Internet: <a href="http://www.uni.no">www.uni.no</a> Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: MOM C-undersøkelse fra lokalitet Veiesund i Flora kommune, 2014	Dato: 04.02.2015
	Antall sider og bilag: 49
Forfatter(e): Torben Lode	Prosjektleder: Einar Bye-Ingebrigtsen
	Prosjektnummer: 808861
Oppdragsgiver: Steinvik Fiskefarm AS	Tilgjengelighet: Åpen

**Abstract:** A recipient survey was carried out to assess the impact of the aquaculture facility Veiesund on its surrounding environment. Sediments sampled show some enrichment of organic content. There are however no signs of impact on the bottom macrofauna. Chemical parameters copper, zink and phosphorous showed normal values at both stations examined, thus there are no indications that the heightened values of organic content are due to the aquaculture facility.

Keywords: Marine, environment, survey, MOM C, recipient	Emneord: Marin, miljø, undersøkelse, resipient, MOM	ISSN NR.: 1890-5153
		SAM e-Rapport nr. 03-2015

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	10/2 2015	
Prosjektet / undersøkelsen:	12/2-2015	

ID: 10723 Versjonsnr: 006

**Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av  
sammendrag SAM e-rapport**

**Uni Research Miljø : Sam-  
marin**

---

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

---

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

**Følgende er utført akkreditert ved SAM-marin:**

**Prøvetaking til sediment analyser, samlet av:** Einar Bye-Ingebrigtsen og Torben Lode

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** Linda Jensen, Ingrid Wathne, Karen Stensland, Linda Bjelland Pedersen og Ina Birkeland

**Identifikasjon av marin fauna utført av:** Per Johannessen

**Faglige vurderinger og fortolkninger utført av:** Thomas Gunnar Dahlgren

**Ikke akkreditert:**

-

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** Anleggets båt, Brulaks

**Kjemiske analyser utført av:** Eurofins AS akkrediteringsnummer TEST 003

Akkreditert: sink, kobber, fosfor, TOC og totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: -

**Geologiske analyser utført av:** Molab AS akkrediteringsnummer TEST 032

Akkreditert: TOM, kornfordeling

Ikke akkreditert: -

**Andre:** -

## INNHOOLD

<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>5</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2 Hydrografiske målinger</b> .....	<b>9</b>
<b>2.3 Bløtbunnundersøkelse – Prøvetaking og analyser</b> .....	<b>9</b>
<b>2.4 Produksjonsdata fra anlegget</b> .....	<b>15</b>
<b>2.5 Avvik</b> .....	<b>15</b>
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1 Hydrografi</b> .....	<b>16</b>
<b>3.2 Sediment</b> .....	<b>17</b>
<b>3.3 Kjemi</b> .....	<b>18</b>
<b>3.4 Bunndyr</b> .....	<b>20</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON</b> .....	<b>24</b>
<b>5 TAKK</b> .....	<b>26</b>
<b>6 LITTERATUR</b> .....	<b>27</b>
<b>7 Vedlegg</b> .....	<b>29</b>
<i>Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata</i> .....	<b>30</b>
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</i> .....	<b>39</b>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i> .....	<b>41</b>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i> .....	<b>45</b>
<i>Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis</i> .....	<b>46</b>
<i>Vedleggstabell 5. CTD Data</i> .....	<b>49</b>

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Veiesund (lokalitetsnr. 32337) i Solheimsfjorden, nordvest av Stavøya, Flora kommune. Innsamlingene ble gjennomført 10. september 2014.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Veiesund. 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 Miljødirektoratet tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (SFT 1997, SFT 2008), Direktoratets gruppa Vanndirektivets indekser (Veileder 02:2013) og mot C-delen av MOM-standard (NS 9410:2007).

Undersøkelsen er utført av Uni Research Miljø, seksjon for anvendt miljøforskning – marin del (SAM-Marin) på oppdrag fra Steinvik Fiskefarm 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 TEST 157.

Det er tidligere blitt utført MOM B undersøkelse ved lokaliteten i januar 2013 (Aarseth og Sunde, 2013), samt en forundersøkelse gjort august 2006 (Aarseth, 2006a). Forundersøkelsen fant at området i stor grad preges av skråbunn og skrenter. Det ble ved den senere MOM B-undersøkelsen også registrert en del fjellbunn og steinbunn. Begge disse foregående undersøkelsene gav beste lokalitetstilstand 1 – Meget god. Det er ikke tidligere utført MOM C undersøkelse på denne lokaliteten. Strømforhold i området er beskrevet fra undersøkelser utført fra februar til mars i 2006 og 2008 (Aarseth, 2006b; 2008).

## 2 MATERIALE OG METODER

### 2.1 Undersøkellesområdet

Lokaliteten ligger nordvest av Stavøya ytterst i Solheimsfjorden, sør for Florø, Flora kommune (Figur 2.1). Bunnen under anlegget skråner bratt i nord-nordvestlig retning ned mot 450 m dybde i bunnen av Solheimsfjorden. Bunnen preges i stor grad av bratte skrenter og skråninger og dybden under anlegget varierer fra ca. 110 m dybde til ca. 280 m dybde (Figur 2.2 og 2.3).

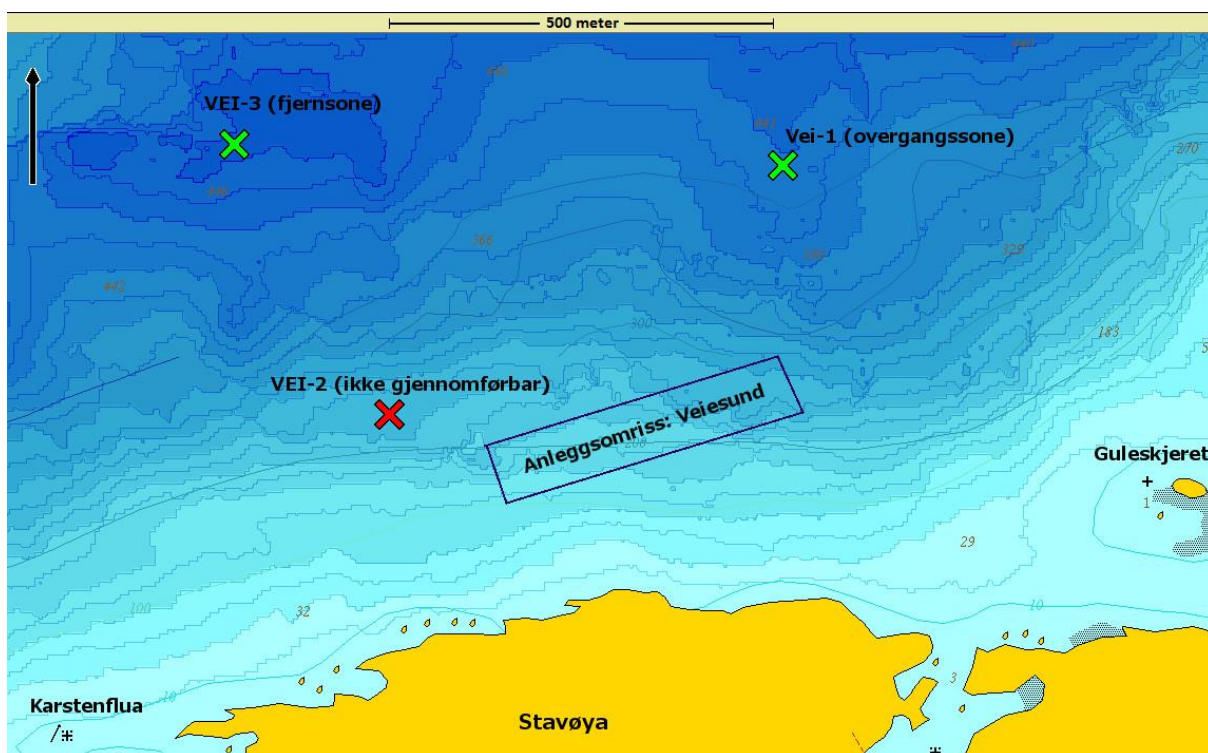
Prøveinnsamlingene ble gjort 10. september, 2014. Plassering av stasjoner er gjort samråd med krav fra Fylkesmannen i Sogn og Fjordane og ut fra foreliggende strømmålinger fra 2006 og 2008 (Aarseth 2006b; 2008). Undersøkelsen ble gjennomført av Einar Bye-Ingebrigtsen og Torben Lode fra SAM-Marin og båtfører Arild Johansen m/ fartøy Brulaks fra Steinvik Fiskefarm AS. Det ble forsøkt tatt prøver fra to stasjoner i overgangssonen, hvorav en stasjon på vestsiden av anlegget (VEI-2) og en stasjon på østsiden (VEI-1), samt en fjernsonestasjon i dypet av fjorden (VEI-3). Grunnet skråbunn og fjellbunn var det imidlertid ikke mulig å samle sediment fra området for overgangssonen vest for anlegget. Også for overgangssonen på østsiden var det vanskelig å samle prøver for analyse. Grunnet områdets bunntopografi og vanskelige grabbeforhold ble det totalt samlet prøver fra to stasjoner ved denne MOM C-undersøkelsen.

Nøyaktig posisjon til de ulike stasjonene er viktig for referanse og for at undersøkelsene skal være reproducerbare i fremtiden. Plassering til de ulike prøvestasjonene blir registrert med bruk av toktfartøyets GPS. I tillegg har SAM-Marin også en egen håndholdt GPS (Garmin eTrex 20) til bruk i feltarbeid. Plasseringen til stasjonene er oppgitt med kartkoordinater (WGS84, Tabell 2.1). Prøver er tatt fra de undersøkte stasjonene med minimum 20 meters presisjon, i henhold til kravspesifikasjonen (NS-EN ISO 16665:2013).

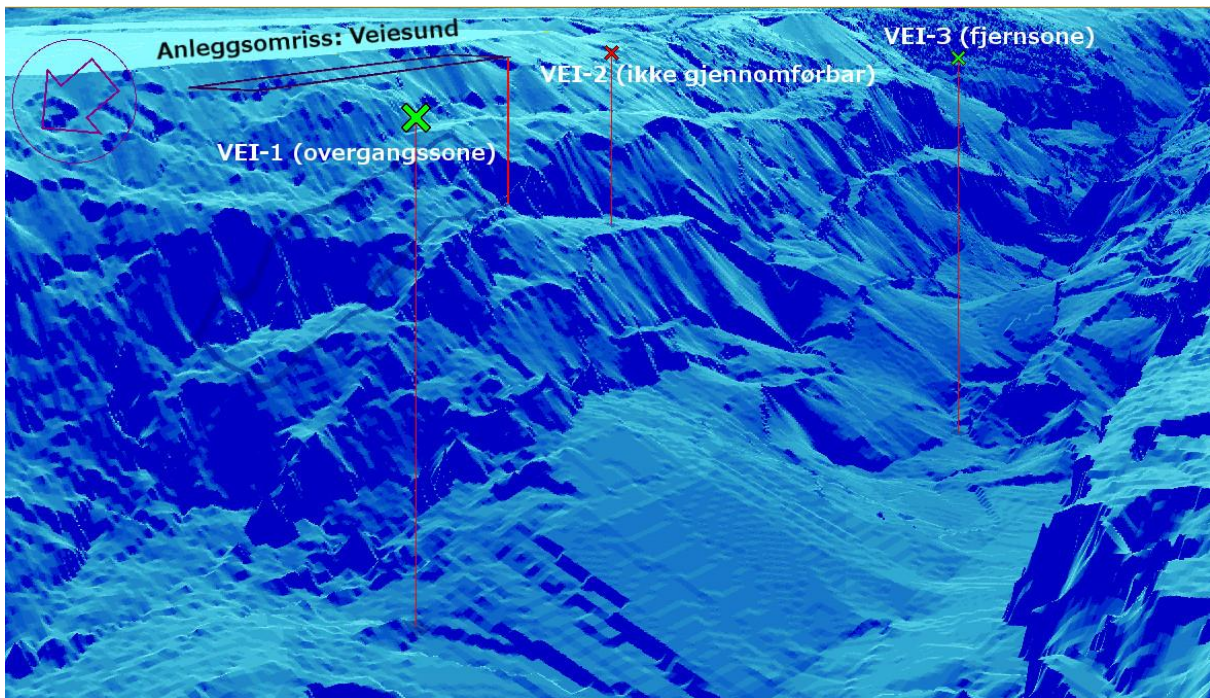
Det ble tatt vannprøver for hydrografiske målinger og bløtbunnsprøver for geologiske, kjemiske og biologiske analyser. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



**Figur 2.1:** Oversiktskart over Sogn og Fjordane. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved lokalitet Veiesund. Kart kilde: Fiskeridirektoratet.



**Figur 2.2:** Utsnitt av Veiesund med fjernsonestasjon i dyptet og overgangssoner nærmere anlegget. Prøvestasjoner er markert med et kryss. Grønne kryss angir brukte stasjoner hvor det ble samlet prøver fra. Rødt kryss angir tenkt sekundær overgangssone som ikke var mulig å samle fra grunnet bunntopografien. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex



**Figur 2.3:** Bunntopografisk skisse av området ved lokalitet Veiesund. Grønne kryss angir brukte stasjoner hvor det ble samlet prøver fra. Rødt kryss angir tenkt sekundær overgangssone som ikke var mulig å samle fra grunnet bunntopografien. Kartkilde: Olex.

**Tabell 2.1:** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Solheimsfjorden, Veiesund. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Dybder innhentet vha. CTD og ekkolodd. Det er benyttet en van Veen kombigrabb («Duo») hvor det ene kammeret utgjør 0,1 m<sup>2</sup> og brukes til biologiprøver (Volum 21 liter, maks 22 cm bitedybde), mens det andre kammeret er mindre og brukes til kjemi- og geologiprøver. MOM B-parametere registrert på hver stasjon.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve-volum (l)	Andre opplysninger
Overgangs-sone VEI-1 10.09.2014	61° 34.500 'N 005° 03.087 'Ø	407	1	21*	Kjemi, geologi, biologi, MOM B-skjema (Duograbb nr. IX) Biologi (Duograbb nr. IX)
			2	21	
Fjernsone VEI-3 10.09.2014	61° 34.515 'N 005° 02.279 'Ø	452	1	21	Biologi (Duograbb nr. IX) Biologi, MOM B-skjema (Duograbb nr. IX) Kjemi, geologi (Duograbb nr. IX)
			2	21	
			3	21*	
					Sediment hovedsakelig bestående av silt med innslag av noe skjellsand og leire. Myk konsistens, ingen lukt.
					CTD m/oksygenmåler
					Sediment hovedsakelig bestående av silt og leire. Myk konsistens og noe lukt.

\*Underkjent prøve for kjemi og geologi iht. NS-EN ISO 5667-19:2005 grunnet for mye sediment-volum.



## 2.2 Hydrografiske målinger

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid ( $H_2S$ ), som er giftig, kan dannes og føre til at dyrelivet dør ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Vann kan også være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet.

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

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

## 2.3 Bløtbunnundersøkelse – Prøvetaking og analyser

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

Bunnprøver for geologiske, kjemiske og biologiske sedimentanalyser samles inn ved bruk av van Veen grabb med justerbare vekter. Det ble brukt modifisert van Veen grabb (0,15 m<sup>2</sup> åpning og 0,5 mm perforerte silplater i inspeksjonslukene) som tar biologi-, kjemi- og geologiprøver i same hugg (kombi-grabb, utviklet av Det Norske Veritas). Biologi-kammeret tilsvarer prøveareal på 0,1 m<sup>2</sup>, mens det minste kammeret har prøveareal på 0,05 m<sup>2</sup> som er tilstrekkelig for geologi- og kjemiprøver.

Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 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> (NS 9410:2007). For å oppnå et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup> ble det tatt to grabbprøver på samme posisjon fra hver stasjon.

Hvor dypt grabben graver ned i sedimentet avhenger av konsistensen til sedimentet og av vekten til grabben. For å få et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve blir sedimentnivået av hver grabbprøve målt. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Bitedybden til en grabbprøve må derfor være minst 5 cm i sediment med fast konsistens eller minst 7 cm i sediment med løs konsistens for at prøven kan godkjennes for biologiske analyser (NS-EN ISO 16665:2014). Prøver med mindre bitedybde kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Alle huggprøver er kontrollert med hensyn til sedimentmengde, sedimenttype (fast eller løs konsistens, innhold av skjellsand, stein, grus o.a.) og farge. Grabb-hugg som inneholder tilfredsstillende sedimentmengde med uforstyrret sedimentoverflate regnes som godkjente

prøver for geologi, kjemi og biologi analyser i henhold til akkrediteringskravene. Det er særlig viktig at øvre sedimentlag i grabbprøver som skal brukes til geologi- og kjemi analyser er uforstyrret (NS-EN ISO 5667-19:2004). I områder med særlig myk bunn (f.eks. mudder) kan det være vanskelig å få prøver med uforstyrret overflate siden grabben ofte blir fylt helt opp med sediment. I slike tilfeller kan det brukes en Ekman grabb (KC Denmark AS, mod. 12.002) for innsamling av prøver til geologi- og kjemi analyser.

Tilfeller der det ikke kan tas prøver som er godkjente i henhold til gjeldende standarder er markert i Tabell 2.1 og nevnt under kapittel 2.5 Avvik.

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

### Sediment (geologi)

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Klassifisering av ulike sedimentfraksjoner basert på partikkelstørrelse som oppgitt i NS-EN ISO 16665:2013 er vist i Tabell 2.2 under.

**Tabell 2.2:** Klassifisering av kornstørrelse i sediment (NS-EN ISO 16665:2013).

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

Organisk innhold i sediment blir målt som prosent glødetap i samsvar med NS 4764-1980. I beregningen er dette differansen til vekt av tørket prøve (vannfri prøve) og vekt av prøven etter brenning ved 550 °C (aske). Organisk innhold i sediment samsvarer ofte med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale sammenlignet med grovt sediment. I områder med svake strømforhold og akkumulering av finere partikler kan slikt sediment ofte være oksygenfattig like under sediment-overflaten. Under slike forhold kan sedimentet ha en rått lukt av hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S). Dette vil være særlig fremtredende i områder med stor organisk tilførsel og/eller dersom bunnvannet i området inneholder lite oksygen.

Det er samlet sedimentprøver fra hver stasjon i det undersøkte området. Prøvetakingen og analyse er utført etter gjeldende standarder NS-EN ISO 5667-19:2004 og NS 4764:1980. Kornfordeling og organisk innhold (% glødetap, total organisk materiale) er analysert akkreditert av Molab AS. Molab AS har et kvalitetssikringssystem som tilfredsstillende NS-EN ISO/IEC 17025:20005 og er akkreditert for analyse av total organisk materiale og kornfordeling med akkrediterings nr. TEST 032.

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

Kjemi (metaller, organiske stoffer, pH/Eh)

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

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

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

Det er de normaliserte verdiene som brukes i tilstandsklassifiseringen av TOC med bruk av grenseverdier som oppgitt i Tabell 2.4. Innholdet av tørrstoff er analysert etter NS-EN 14346:2006. Tilstandsklasser gis for de målte parameterne som inngår i Miljødirektoratets veiledere (TA 1467/1997 og TA 2229/2007) (Tabell 2.4).

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

Bunndyr (biologi)

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

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon

mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Dersom det er dårlige miljøforhold vil det være få eller ingen arter tilstede i sedimentet.

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

Opparbeiding av det biologiske materialet er utført i samsvar med SAM-Marin sin akkreditering for denne type arbeid (akkrediteringsnummer TEST 157). Artslisten omfatter det fullstendige materialet (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 benyttet for analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa Vanndirektivet har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder 02:2013). Denne veilederen erstatter Veileder 01:2009 og på sikt de gjeldende SFT veilederne (SFT 1997; SFT 2008). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ), Hulberts diversitetsindeks ( $E_{S_{100}}$ ), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI,  $ISI_{2012}$  og AMBI (komponent i NQI1), samt indeks for individtetthet DI. Indeksverdiene blir omregnet til nEQR-verdier (normalised ecological quality ratio) med en tallverdi mellom 0 og 1. Denne omregningen gjør at tallverdiene fra de forskjellige indeksene kan sammenliknes (se Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyr).

Tilstandsklassen til stasjonen blir bestemt av snittet av de enkelte indeksenes nEQR-verdier, tilstandsverdien sier noe om både hvilken tilstandsklasse stasjonen hører til og hvor høyt eller evt. lavt stasjonen er plassert i denne klassen. Klassegrenser for nEQR er vist i Tabell 2.3. Grenseverdier for klassifisering av biologiske indekser og andre parametere er vist i Tabell 2.4. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410:2007) (Tabell 2.5).

**Tabell 2.3:** Klassegrenser for nEQR i henhold til Direktoratgruppa Vanndirektivet sin veileder 02:2013.

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

**Tabell 2.4:** Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i SFT 1997 (TA 1467/1997), SFT 2008 (TA 2229/2007) og Direktoratgruppa Vanndirektivet 2013 (Veileder 02:2013). Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

	Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser				
				I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
<b>Dypvann</b>	Oksygen *	TA 1467	ml O <sub>2</sub> / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	TA 1467	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
<b>Sediment</b>	NQI1	02:2013		0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	<0,31
	Shannon-Wiener (H')	02:2013		5,7-4,8	4,8-3,0	3,0-1,9	1,9-0,9	<0,9
	ES <sub>100</sub>	02:2013		50-34	34-17	17-10	10-5	<5
	ISI <sub>2012</sub>	02:2013		13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	<4,5
	NSI	02:2013		31-25	25-20	20-15	15-10	<10
	DI	02:2013		<0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05
	Organisk karbon	TA 1467	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

\*Omregningsfaktoren til mgO<sub>2</sub> /l er1,42\*\* Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6<sup>0</sup>C

**Tabell 2.5:** Vurdering av miljøtilstanden i nærsonen og overgangssonen ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410:2007 (MOM).

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <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> .

## 2.4 Produksjonsdata fra anlegget

Det har vært drift ved lokaliteten Veiesund siden produksjonen først startet i 2011. Anlegget består av 10 stk. ringer på 130 meter ved undersøkelsestidspunktet, men har totalt løyve for 14 stk. 130 meter ringer og en MTB på 3120 tonn. Det er en innestående biomasse på 2200 tonn og produksjon i hele anlegget ved undersøkelsestidspunktet. Fisken er av årgang H 13 og skal slaktes fra desember 2014 og utover våren 2015. Lokaliteten var sist brakklagt fra 01. juli 2013 til 20. oktober 2013. Neste planlagte brakkleggingsfase er fra mai 2015 og frem til oktober 2015.

**Tabell 2.5.** Fôrforbruk i tonn på lokaliteten de siste 3 år (hele år: 1.januar til 31.desember):

År	Utfôret mengde	Produsert mengde
2014	2279 t	1931 t
2013	1155 t	983 t
2012	3010 t	2655 t

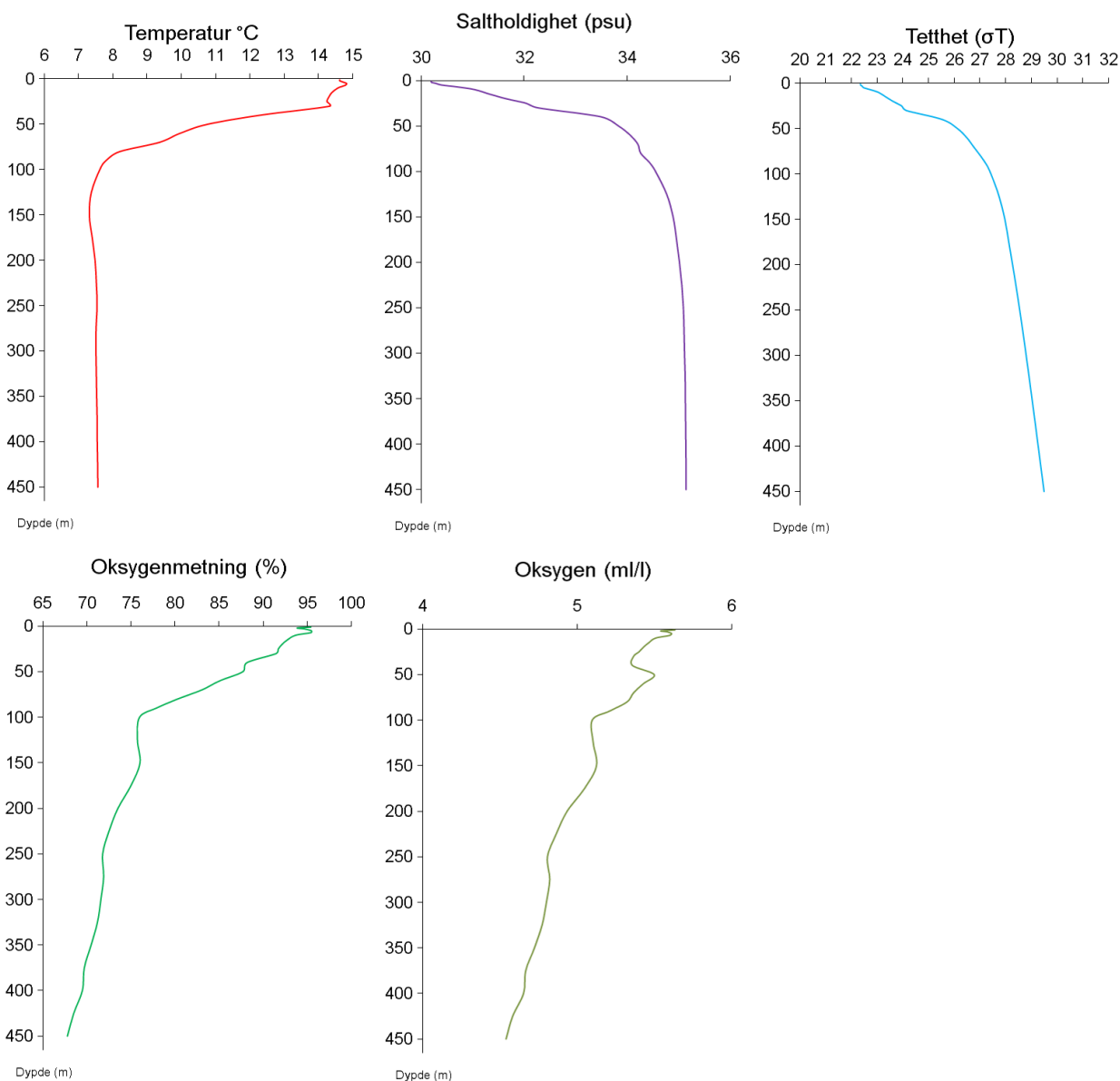
## 2.5 Avvik

- Underkjent prøvetaking for kjemi- og geologiprøver ved overgangssonen (VEI-1) og fjernsonen (VEI-3) iht. NS-EN ISO 5667-19:2005, grunnet full grabb. Prøvde lettere grabbvarianter (standard 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb og Ekman grabb) uten suksess.

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon VEI-3 (fjernsone), 10. september 2014. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedleggstabell 5.



**Figur 3.1:** Lokaltet Veiesund. Profilmålinger av temperatur, saltholdighet, oksygen (% metning og ml/l) og tetthet ved fjernsonestasjonen VEI-3. Målinger utført 10. september 2014 med bruk av STD/CTD-sonde påmontert oksygensensor. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra  $\text{mgO}_2/\text{l}$  med en omregningskoeffisient på 1,42.

Det er et tydelig sprangsjikt (pyknoklin) ved omtrent 40-50 meter dybde som skiller overflatevannet fra de underliggende vannmassene på undersøkelsestidspunktet. Et



sprangsjikt antyder en vertikal inndeling av vannmassene ved at både temperatur og saltholdighet direkte påvirker vannets tetthet og dermed blanding av vannmassene. Sprangsjiktet hindrer effektivt vannmassene i de øvre vannlag fra å blandes med vann nedenfor. Dybden på sprangsjiktet vil variere med dybdefordelingen av temperatur og saltholdighet som følge av årstider og værforhold.

Oksygeninnholdet er smått svingende nedover i vannsøylen, men har en generelt avtagende trend med økende dybde. Oksygeninnhold i vannmasser er ikke like stabilt som temperatur og saltholdighet, og vil i større grad bli påvirket av små-skala endringer, som for eksempel tidevannsstrømmer og høye konsentrasjoner av planktoniske organismer ved enkelte dyp.

Oksygeninnholdet er høyest i de øvre vannlagene med målinger rundt 5,6 ml O<sub>2</sub>/ liter de første 7 meterne av vannsøylen (ca. 95 % metningsgrad). Oksygeninnholdet avtar derfra raskt ned mot 75 % metningsgrad ved 100 meter dybde. Fra 100 meter dybde og nedover mot 450 meter dybde i bunnen av fjorden fortsetter metningsgraden av oksygen å avta, men med en roligere hastighet. I form av eksakt innhold oksygen i vannet (ml/l) er det en generelt avtagende trend med økt dybde, med unntak av en liten topp ved ca. 50-60 meter dybde. Lavest oksygeninnhold måles ved bunn på 450 meter dybde. Oksygeninnholdet i bunnvannet ble målt til 4,54 ml O<sub>2</sub>/ liter (67,8 % metningsgrad) og tilsvarer Miljødirektoratets (SFT 97:03) tilstandsklasse I (Svært god).

### 3.2 Sediment

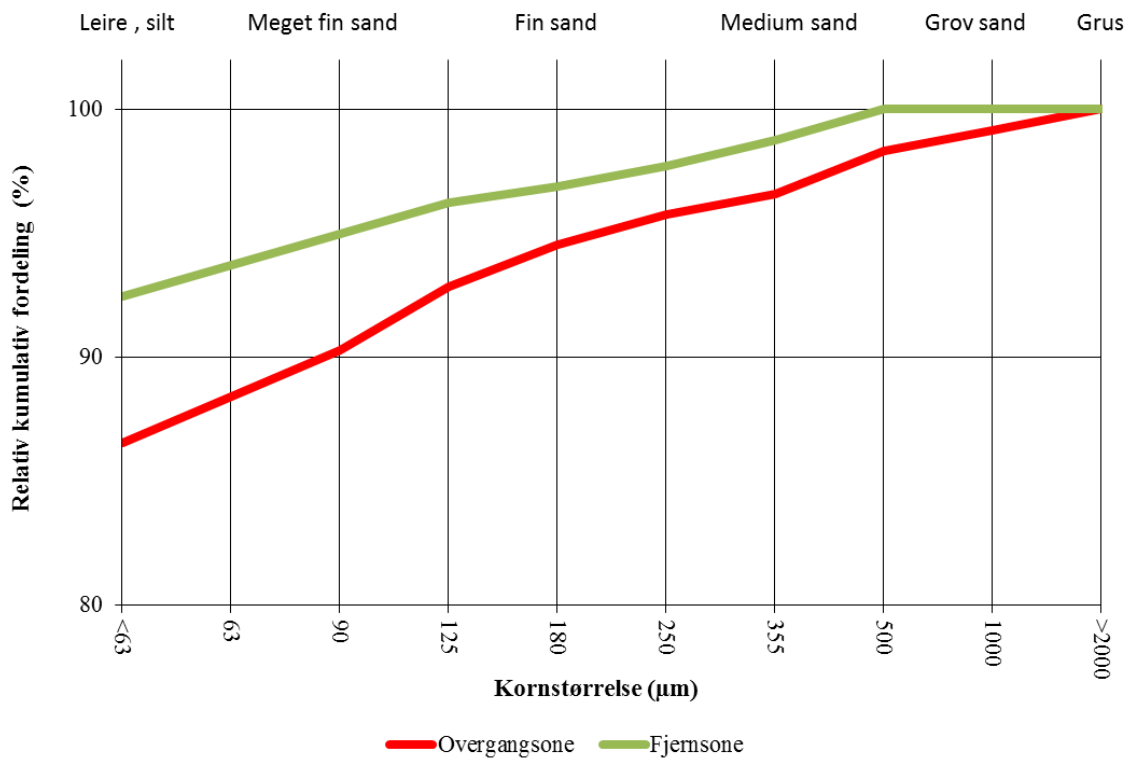
Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

Begge de 2 undersøkte stasjonene har et relativt finkornet sediment bestående i hovedsak av leire- og siltpartikler. Sedimentet i overgangssonen (VEI-1) er med en større andel sand- og gruspartikler noe mer grovkornet sammenlignet med sedimentet i fjernssonen. Se Tabell 3.1 for prosentvis fordeling av sedimentfraksjoner ved de 2 undersøkte stasjonene. Figur 3.2 viser grafisk den relative kumulative fordelingen av kornstørrelser ved stasjonene.

Ut fra kornstørrelsesfordelingen på undersøkelsestidspunktet ved de 2 stasjonene virker det å være generelt svake bunnstrømforhold ved begge stasjonene, men noe mer strøm i overgangssonen (VEI-1). Bunnstrømforhold påvirker sedimenteringsrater av ulike partikkelstørrelser ved at svake bunnstrømmer tillater finere partikler å sedimentere. Slike lavstrømsområder kan påvirke områders miljøkvalitet ved at finpartikulært sediment enklere binder opp organiske og kjemiske avfallsstoffer, samtidig som disse avfallsstoffene har lettere for å sedimentere grunnet den lave strømhastigheten.

**Tabell 3.1:** Sediment. Oversikt over dyp, totalt organisk materiale (% glødetap, TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Veiesund, september 2014.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% TOM)	Leire + Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
VEI-1, Overgangssone	407	15,1	86,5	12,6	0,9
VEI-3, Fjernsone	452	16,5	92,5	7,5	0,0



**Figur 3.2:** Sedimentfraksjoner. Relativ kumulativ fordeling av kornstørrelse i sedimentprøver fra ulike stasjoner ved lokaliteten Veiesund, september 2014: Overgangssone, VEI.1; Fjernsone, VEI-3. Kornstørrelser er kategorisert som sedimentfraksjoner fra finest til grovest (ISO 16665:2014): leire / silt (< 63 µm), meget fin sand (63 – 124 µm), fin sand (125 – 249 µm), medium sand (250 – 499 µm), grov sand (500 – 2000 µm), grus (> 2000 µm).

Normale verdier for glødetap i norske fjorder ligger på under 10 % glødetap (TOM). Glødetapsverdien for sedimentet både i overgangssonen (VEI-1) og fjernsonen (VEI-3) er å anse som noe forhøyet. Glødetapsverdiene funnet ved begge stasjonene indikerer noe organisk belastning av resipienten.

### 3.3 Kjemi

#### 3.3.1 Sedimentanalyser

Konsentrasjoner av fosfor i marine sedimenter ligger vanligvis under 1000 mg/kg TS i Vestlandsfjordene. Nivåer mellom 1000 og 5000 mg/kg TS anses som moderate, mens verdier over 5000 mg/kg TS anses som svært mye. Begge de 2 undersøkte stasjonene har fosforverdier i øvre sjikt av det som betraktes som normalt, spesielt VEI-1 med fosforkonsentrasjon lik 1000 mg/kg TS (Tabell 3.2).

Klassifiseringssystemet krever beregning av normalisert totalt organisk karbon (TOC). Dette betyr at både finstoff (leire og silt) og TOC må analyseres og brukes i beregningene. I følge gjeldende veileder (TA 1467/1997) har dette medført at grenseverdiene mellom tilstandsklassene har blitt strengere. Formelen som benyttes til dette er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten. Slike kystnære områder

kan ha til dels store variasjoner med tanke på organisk materiale i sediment. Kilden til slike variasjoner kan være både terrestrisk og marin (TA 1883/2002). Det påpekes også i Direktoratgruppa Vanndirektivet sin veileder 02:2013 at forholdet mellom normalisert TOC og glødetap er vist å variere og at de ikke er direkte sammenlignbare.

Stasjonene i overgangssonen (VEI-1) og fjernsonen (VEI-3) har begge svært høye verdier for normalisert TOC og stasjonene får Miljødirektoratets tilstandsklasse V (Svært dårlig). Verdiene av metallene kobber og sink i sedimentet ved overgangssonen (VEI-1) og fjernsonen (VEI-3) viser lave verdier for begge måleparameterne og får Miljødirektoratets tilstandsklasse I (Bakgrunnsnivå) for konsentrasjon av både kobber og sink (Tabell 3.2).

Kjemiske parametere som kobber, sink og fosfor kan brukes til å spore påvirkning fra anleggsdrift ut i omgivelsene. De høye verdiene for normalisert TOC ved begge stasjonene tyder på organisk belastning i resipienten ved undersøkelsestidspunktet (Tabell 3.2). På bakgrunn av parameterne kobber, sink og fosfor er det ikke noe indikasjon på at de forhøyede nivåene av organisk innhold i sedimentet er et resultat av anleggsdriften. Det er samtidig viktig å bemerke at kobber og sink typisk akkumulerer over lengre tid, mens en økning i organisk innhold kan forekomme raskt.

**Tabell 3.2:** Innholdet av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS) fra stasjonene ved lokalitet Veiesund, september 2014. Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter Miljødirektoratets klassifisering for sink, kobber (TA 2229/2007) og normalisert TOC (TA1467/1997).

Stasjon	Totalt organisk karbon	Normalisert TOC	Fosfor		Sink		Kobber		Tørrstoff (TS) %
	mg/g	mg/g	TK	TS	TK	TS	TK	TS	
VEI-1, Overgangssone	53,0	55,4	V	1000	I	120	I	32,0	33,4
VEI-3, Fjernsone	59,0	60,4	V	930	I	120	I	34,0	33,9
I - Bakgrunn	II - God	III - Moderat	IV - Dårlig	V - Svært dårlig					

### 3.3.2 Måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet ( $E_h$ )

Resultatene fra måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet ( $E_h$ ) sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM B-undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1. Resultat av de kjemiske målingene er oppsummert i tabell 3.3.

Kjemiske målinger (pH og  $E_h$ ) viste meget gode pH- og  $E_h$ -verdier (tilstandsklasse 1) i bunnprøvene fra både overgangssonen (VEI-1) og fjernsonen (VEI-3). De sensoriske parameterne viste at sedimentet fra disse stasjonene var lyst i fargen og med myk konsistens. Det ble registrert noe lukt i sedimentet fra fjernsonen (VEI-3). Samlet vurdering av MOM B-parameterne gir tilstandsklasse 1 (meget god) for begge stasjonene VEI-1 og VEI-3 (se Vedleggstabell 1).

**Tabell 3.3:** Målte surhetsgrad (pH) og redoks ( $E_h$ ) verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene ved lokalitet Veiesund, september 2014. Den beregnede pH/ $E_h$  verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

Stasjon / Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
VEI-1, Overgangssone	7,63	131	0	1
VEI-3, Fjernsone	7,77	114	0	1

### 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 september 2014. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Miljøforhold basert på bunndyrsanalyser (makrofauna) vurderes i henhold til grenseverdier gitt i gjeldende standarder og veiledere. Makrofauna i fjernsonen skal vurderes ut fra grenseverdier basert på beregnede indekser i henhold til Direktoratgruppa Vanndirektivets veileder 02:2013 (se Tabell 2.4). I følge MOM-standard (NS 9410:2007) er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Vurdering av bunndyrsamfunnet i overgangssonen gjøres ut fra MOM-standard og på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen (se Tabell 2.5).

I overgangssonen, på stasjon VEI-1 (407 m), ble det samlet totalt 68 arter med til sammen 985 individer. Flere ulike typer skjell og børstemarker er blant de ti mest tallrike artene ved stasjonen (Tabell 3.5). Pigghudinger er også representert ved en art blant topp ti. Tilstanden ved VEI-1 ved undersøkelsestidspunktet tilsvarer beste tilstandsklasse 1 – Meget god i henhold til NS 9410:2007.

Miljøtilstanden for overgangssonen i henhold til Veileder 02:2013 er vist i Tabell 3.4. Det samlede resultatet av diversitets-, individtetthets-, ømfintlighets- og sammensatte- indekser gir en nEQR-verdi (sum, stasjonsnivå) på 0,69 og tilsvarer midtre del av Direktoratgruppens tilstandsklasse II (God).

Fjernsonestasjonen VEI-3 ligger i dypområdet på 452 meters dyp. På denne stasjonen ble det samlet totalt 47 arter med til sammen 822 individer. Også her er det innslag av ulike arter børstemarker og skjell, samt en art pigghuding blant topp ti individ-rike arter. Beregnet nEQR på stasjonsnivå gir en nEQR-verdi (sum, stasjonsnivå) på 0,69 som tilsvarer Direktoratgruppens tilstandsklasse II (God).

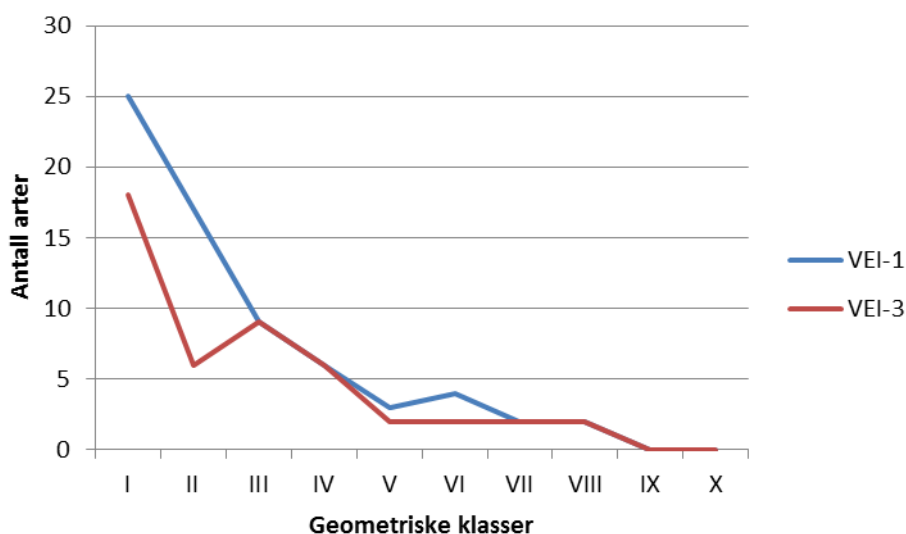
De mest dominerende artene ved begge stasjonene er børstemarkene *Spiochaetopterus bergensis*, *Paramphinome jeffreysi* og sipunken *Onchnesoma steenstrupi*. Børstemarken *P. jeffreysi* er en opportunistisk art og finnes ofte i organisk belastede områder og dype fjorder. Den øvrige artssammensetningen ved stasjonene tyder imidlertid på at de moderate forekomstene av *P. jeffreysi* snarere er koplet til naturlige årsaker. Hverken *O. steenstrupi* eller *S. bergensis* koples til organisk belastning. Det er mest nærliggende å forklare

artssammensetningen ved begge stasjonene på bakgrunn av dybde, naturlig habitat og årstid.

Artsfordelingen på geometriske klasser ved de to stasjonene er illustrert grafisk i Figur 3.3 og indikerer gode tilstander for begge stasjonene. De multivariate analysene viser ikke uventet en større likhet mellom hugg innad på stasjoner enn mellom stasjoner. Det er imidlertid ikke noen signifikante forskjeller mellom faunasammensetningene på de to stasjonene VEI-1 og VEI-3.

**Tabell 3.4:** Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved Veiesund, september 2014. Hvert grabb-hugg representerer prøveareal på 0,1 m<sup>2</sup>. Total prøveareal i undersøkelsene er 0,2 m<sup>2</sup>. Antall individer, arter, diversitet (H'), sensitivitet (ES<sub>100</sub> og NSI), individtetthet (DI) og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) er beregnet for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Beregnede indeksverdier og nEQR er vist for begge stasjonene (overgangs- og fjernsone), men gjelder strengt tatt kun for vurdering av tilstanden til fjernsonen. Miljøtilstand i overgangssone er vurdert på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen, i henhold til NS 9410:2007. Klassifisering av miljøtilstand i fjernsone er gitt i henhold til vanddirektivets veileder 02:2013 med bruk av nEQR-verdier. Grabbverdien av nEQR er basert på grabbgjennomsnittet for hver enkel indeks mens stasjonsverdien av nEQR er basert på sum (kumulert grabbdata). Miljøtilstand og tilstandsklasser er markert med fargekoder.

Stasjon	Grabbhugg	Antall arter	Antall individer	NQI1 verdi	H' verdi	ES <sub>100</sub> verdi	ISI <sub>2012</sub> verdi	NSI verdi	DI verdi	Tilstands-verdi	Miljø-tilstand
<b>Overgangssone</b>											
VEI-1	1	50	518	0,78	4,11	24,89	10,05	23,55	0,66		
10.09.2014	2	48	467	0,78	3,91	23,39	10,31	24,09	0,62		
	Sum	68	985	0,79	4,11	24,64	10,34	23,80	0,64		1
	Snitt	49,0	492,5	0,78	4,01	24,14	10,18	23,82	0,64		
	<b>Stasjon</b> <sub>nEQR</sub>			0,77	0,72	0,69	0,84	0,75	0,37	<b>0,69</b>	
	<b>Grabb</b> <sub>nEQR</sub>			0,76	0,71	0,68	0,83	0,75	0,37	<b>0,68</b>	
<b>Fjernsone</b>											
VEI-3	1	36	428	0,81	3,76	21,47	10,19	25,34	0,58		
10.09.2014	2	35	394	0,75	3,45	18,89	8,70	22,81	0,55		
	Sum	47	822	0,79	3,77	21,03	9,58	24,03	0,56		
	Snitt	35,5	411	0,78	3,605	20,18	9,45	24,08	0,56		
	<b>Stasjon</b> <sub>nEQR</sub>			0,77	0,69	0,65	0,80	0,76	0,45	<b>0,69</b>	
	<b>Grabb</b> <sub>nEQR</sub>			0,76	0,67	0,64	0,79	0,76	0,45	<b>0,68</b>	
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig						

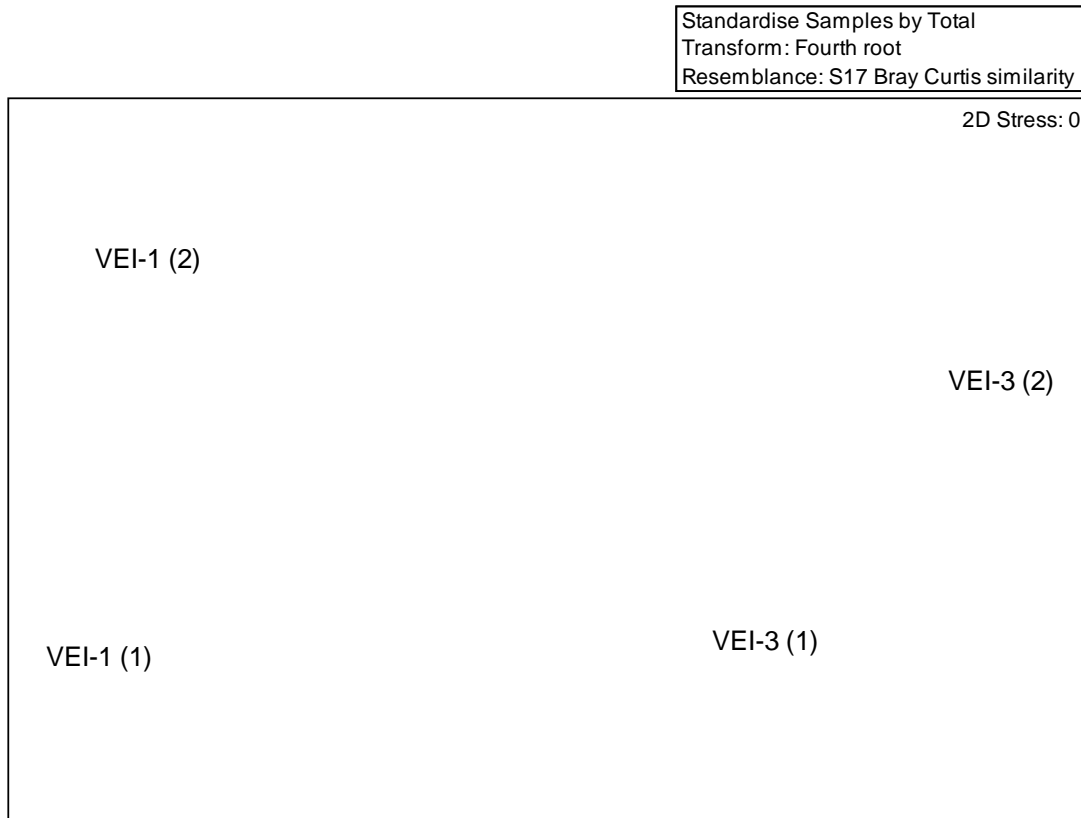


**Figur 3.3:** Antall arter (langs y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra lokalitet Veiesund, september 2014.

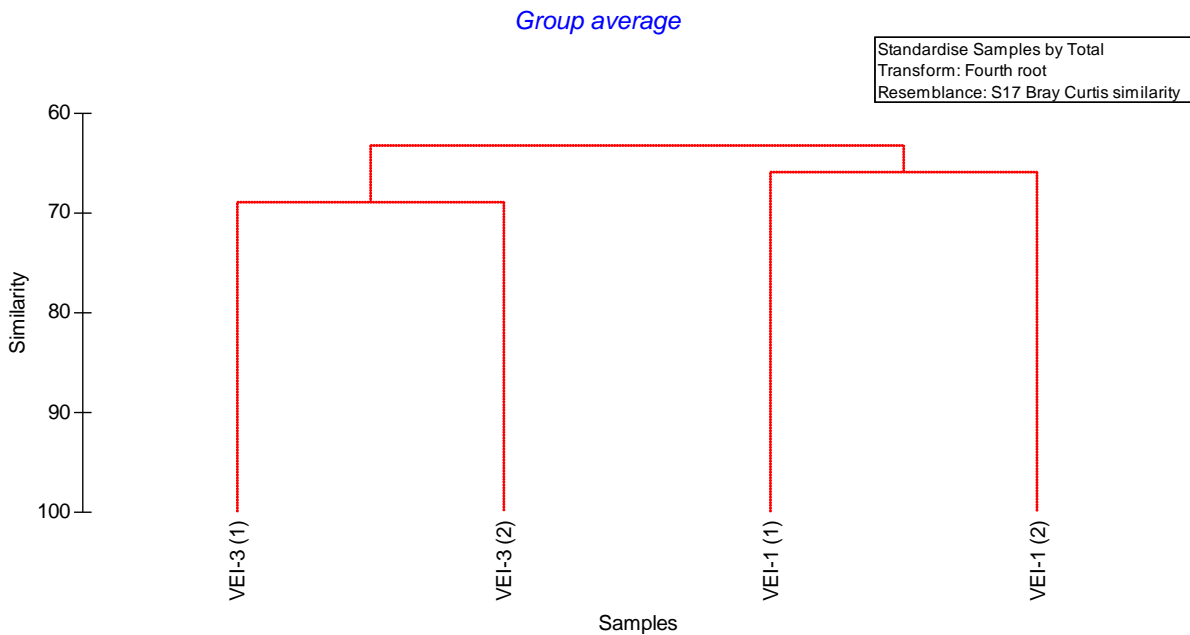
**Tabell 3.5:** De ti mest tallrike artene fra prøvene ved lokalitet Veiesund, september 2014. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Prøveareal er lik 0,2 m<sup>2</sup>.

VEI-1 (overgangssone, 407 m)	Antall ind.	%	kum %
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	188	19,1 %	19,1 %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	181	18,4 %	37,5 %
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	121	12,3 %	49,7 %
<i>Kelliella miliaris</i>	74	7,5 %	57,3 %
<i>Terebellides stroemi</i>	55	5,6 %	62,8 %
<i>Caudofoveata indet.</i>	45	4,6 %	67,4 %
<i>Mendicula pygmaea</i>	39	4,0 %	71,4 %
<i>Thyasira equalis</i>	38	3,9 %	75,2 %
<i>Amphilepis norvegica</i>	25	2,5 %	77,8 %
<i>Heteromastus filiformis</i>	21	2,1 %	79,9 %
<i>Nucula tumidula</i>	21	2,1 %	82,0 %

VEI-3 (fjersone, 452 m)	Antall ind.	%	kum %
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	165	20,1 %	20,1 %
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	138	16,8 %	36,9 %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	115	14,0 %	50,9 %
<i>Kelliella miliaris</i>	105	12,8 %	63,6 %
<i>Terebellides stroemi</i>	55	6,7 %	70,3 %
<i>Moerella pygmaea</i>	47	5,7 %	76,0 %
<i>Amphilepis norvegica</i>	24	2,9 %	79,0 %
<i>Nucula tumidula</i>	18	2,2 %	81,1 %
<i>Levinsenia gracilis</i>	14	1,7 %	82,8 %
<i>Nephasoma cf. minutum</i>	14	1,7 %	84,5 %



**Figur 3.4:** MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt ved lokalitet Veiesund, september 2014. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



**Figur 3.5:** Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt ved lokalitet Veiesund, september 2014. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner. Røde linjer angir fravær av signifikant forskjell mellom grupper.

## 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Veiesund i Solheimsfjorden, Flora kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 10. september 2014. Det var i utgangspunktet planlagt å samle inn prøver fra to overgangssoner og en fjernsone. Grunnet bunntopografi og vanskelige grabbeforhold var det imidlertid ikke mulig å samle inn sediment ved overgangssonen vest for anlegget. Det ble totalt samlet prøver fra to stasjoner: en i overgangssonen øst for anlegget og en i dypet av fjorden (fjernsone).

Begge de undersøkte stasjonene har et finfragmentert sediment dominert av leire og silt. Sediment-forholdene tyder på svake bunnstrømforhold ved begge de undersøkte stasjonene i overgangssonen og fjernsonen.

Oksygeninnholdet i bunnvannet ved stasjonen i fjernsonen er på 4,54 ml O<sub>2</sub>/ liter og har en metningsgrad på 67,8 % ved 450 meter dybde. Dette tilsvarer Miljødirektoratets (SFT 97:03) tilstandsklasse I (Svært god).

Glødetap er et mål på totalt organisk materiale (TOM) i sedimentet, hvorpå høyere prosent glødetap indikerer høyere andel organisk innhold. Normale verdier for norske fjorder er typisk på under 10 %. Sedimentet ved begge de undersøkte stasjonene har et noe forhøyet glødetap og indikerer noe organisk belastning.

Et annet mål på organisk innhold i sediment er TOC, som måler sedimentets totale innhold av karbon. Sedimentet fra overgangssonen og fjernsonen viser svært forhøyet verdier av TOC og begge stasjonene får Miljødirektoratets dårligste tilstandsklasse V (Svært dårlig). Det må understrekes at verdier og forhold angitt av glødetap og TOC ikke nødvendigvis er sammenlignbare og TOC er ikke tilpasset forholdene i kystnære områder.

Verdier for fosfor er innenfor normalen ved begge de undersøkte stasjonene, og måling av pH og Eh viser fine forhold og beste tilstandsklasse 1 (Meget god) for både overgangssonen og fjernsonen.

Kobber og sink viser svært gode verdier tilsvarende Miljødirektoratets beste tilstandsklasse I (Bakgrunnsnivå) for sedimentet ved både overgangssonen og fjernsonen.

Bunnfaunaen ved overgangssonen vitner om gode miljøforhold ved undersøkelsestidspunktet. Prøvene herfra finn totalt 68 ulike arter hvorav de 10 mest dominerende artene representerer flere ulike skjell og børstemarkers samt en pigghud. De to mest dominerende artene *S. bergensis* og *P. jeffreysi* utgjør henholdsvis 19 % og 18 % av alle individer. Artssammensetningen ved overgangssonen tyder ikke på organisk belastning. I henhold til MOM-standarden får overgangssonen tilstand 1 (Meget god). Fjernsonen har også gode forhold med totalt 47 arter. De to mest dominerende artene er børstemarken *P. jeffreysi* og sipunken *O. steenstrupi* og utgjør henholdsvis 20 % og 17 % av alle individer. Artssammensetningen i fjernsonen er som ved overgangssonen rimelig rik på både arter og dyregrupper og viser ingen tegn til organisk belastning. I henhold til Direktoratgruppa Vanndirektivets veileder 02:2013 får fjernsonen en samlet nEQR på 0,69 og tilstandsklasse II (God).



Resultatene fra MOM C-undersøkelsen ved Veiesund, september 2014, viser gode forhold for lokaliteten ved undersøkelsestidspunktet. Både stasjonen i overgangssonen og fjernsonen viser forhøyede verdier for organisk innhold, men dette gjenspeiles ikke i bunnfaunen. Alle de kjemiske parameterne kobber, sink og fosfor har lave verdier ved begge de undersøkte stasjonene og det er følgelig ingen indikasjon på at de forhøyede verdiene for organisk innhold i sedimentet stammer fra anleggsdriften. Den høye andelen finfragmentert sediment ved begge de undersøkte stasjonene indikerer svake bunnstrømforhold. Svake bunnstrømforhold øker sedimenteringsrater for finere partikler, i tillegg til at finkornet sediment enklere binder til seg både organiske og kjemiske partikler. De forhøyede verdiene av organisk innhold i sedimentet ved stasjonene i overgangssonen og fjernsonen bør til dels ses i forhold til dette.

Det rådes alltid å følge bunnforholdene under anlegg nøye for å unngå negativ innvirkning både på driften og miljøet. Spesielt kan det være nyttig å få til bunnundersøkelser både i forbindelse med maks produksjon og fullført brakkleggingsfase, da dette gir utfyllende informasjon på driftens belastende effekt og områdets evne til innhenting. Resipienters evne til å ta seg inn igjen til sin naturlige tilstand i løpet av brakkleggingsperiodene er avgjørende for hvorvidt pågående drift er forsvarlig med tanke på områdets fremtidige miljøkvalitet.

## **5 TAKK**

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Einar Bye-Ingebrigtsen og Torben Lode fra SAM- Marin, samt Arild Johansen fra Steinvik Fiskefarm AS. Bunnprøvene ble sortert av Linda Jensen, Ingrid Wathne, Karen Stensland, Linda Bjelland Pedersen og Ina Birkeland. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen.

## 6 LITTERATUR

- Aarseth, E. 2006a. MOM-B undersøkning utført i samsvar med NS 9410:2000 nord av Veidesund i Flora kommune for Steinvik Fiskefarm AS. Sub Aqua Tech rapport. 14 s.
- Aarseth, E. 2006b. Lokalitet: ved Veidesund i Flora kommune. Straummåling utført for Steinvik Fiskefarm A/S, 6940 Eikefjord. Sub Aqua Tech rapport. 19 s.
- Aarseth, E. 2008. Lokalitet: nord av Veidesund i Flora kommune (måling nr. 2 ved Veidesund). Straummåling utført for Steinvik Fiskefarm A/S, 6940 Eikefjord. Sub Aqua Tech rapport. 20 s.
- Aarseth, E. og Sunde, B.K. 2013. Lokalitet: Veiesund i Askvoll kommune. MOM-B undersøkning utført i samsvar med NS 9410:2007 for Steinvik Fiskefarm AS, 6940 Eikefjord. Sub Aqua Tech rapport, rapportnummer: MOM-B2-1/2013. 13 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.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanndirektivet, 181 s.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratsgruppa, 263 s.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- ISO 16665. 2014. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna.
- 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. TA 1467/1997.
- Moy, F., Aure, J., Dahl, E., Green, N., Johnsen, T., Lømsland, E., Magnusson, J., Omli, L., Oug, E., Pedersen, A., Rygg, B og Walday, M. 2002. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Tiårsrapport (1990-99). Kystovervåkingsprogrammet. TA-1883/2002.
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 2007. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN 13137. 2001. Karakterisering av avfall – Bestemmelse av totalt organisk karbon (TOC) i avfall, slam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN ISO 17294-2. 2004. Vannundersøkelse – Bruk av induktivt koplet plasmamassespektrometri (ICP-MS) – Del 2: Bestemmelse av 62 grunnstoffer. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN ISO 5667-19. 2005. Vannundersøkelse, Prøvetaking, Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder.

NS-EN ISO/IEC 17025:2005. Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse. *Norges Standardiseringsforbund.*

NS-EN 14346. 2006. Karakterisering av avfall – Beregning av tørrstoff ved bestemmelse av tørket rest eller vanninnhold. *Norges Standardiseringsforbund.*

## 7 Vedlegg

<i>Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrdata .....</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
<b><i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre .....</i></b>	<b>39</b>
<b><i>Vedleggstabell 2. Artsliste .....</i></b>	<b>41</b>
<b><i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser .....</i></b>	<b>45</b>
<b><i>Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis .....</i></b>	<b>46</b>
<b><i>Vedleggstabell 5. CTD Data .....</i></b>	<b>49</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.

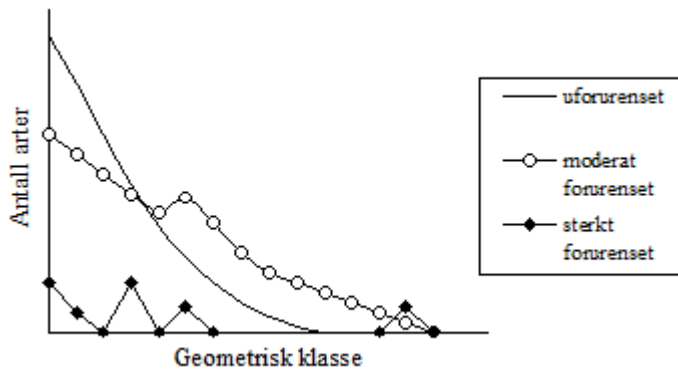
### Geometriske klasser

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 topper og nullverdier (Figur v1)

**Tabell v1.** Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



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

## Univariate metoder

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

### Diversitet

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

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

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

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

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

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

### Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI, AMBI og NSI.

**ISI** er beskrevet av Rygg (2002) og senere revidert, den reviderte ISI betegnes ISI<sub>2012</sub> (Rygg og Norling, 2013). Beregning av ISI utføres med følgende formel:

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

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

**AMBI (Azti Marin Biotic Index)** tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al., 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaeksperter. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

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

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

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

### Individtetthet

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

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

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

### Sammensatte indekser

Sammensatte indekser som NQ11 (Norwegian quality Index) bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQ11 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQ11.

NQ11 er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$NQ11 = \left[ 0,5 * \left( \frac{(1 - AMBI)}{7} \right) + 0,5 * \left( \frac{\left( \frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right)}{2,7} \right) * \left( \frac{N}{N + 5} \right) \right]$$

hvor  $N$  er antall individer og  $S$  antall arter



## Klassegrenser

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

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

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

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

## Normalisert EQR (nEQR) og tilstandsklasse

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

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

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

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

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

## Multivariate analyser

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

### Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er 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 prøvearealer. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis 1957) gitt i % som:

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

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

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

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

p = totalt antall arter

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

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

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

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

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

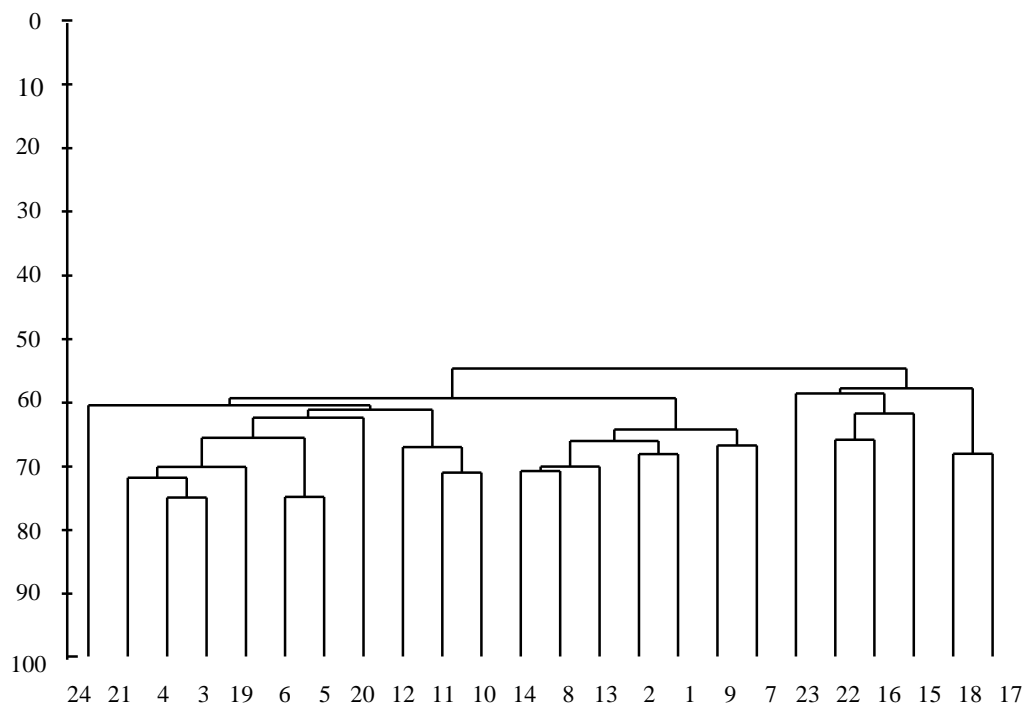
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3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

### Dataprogrammer

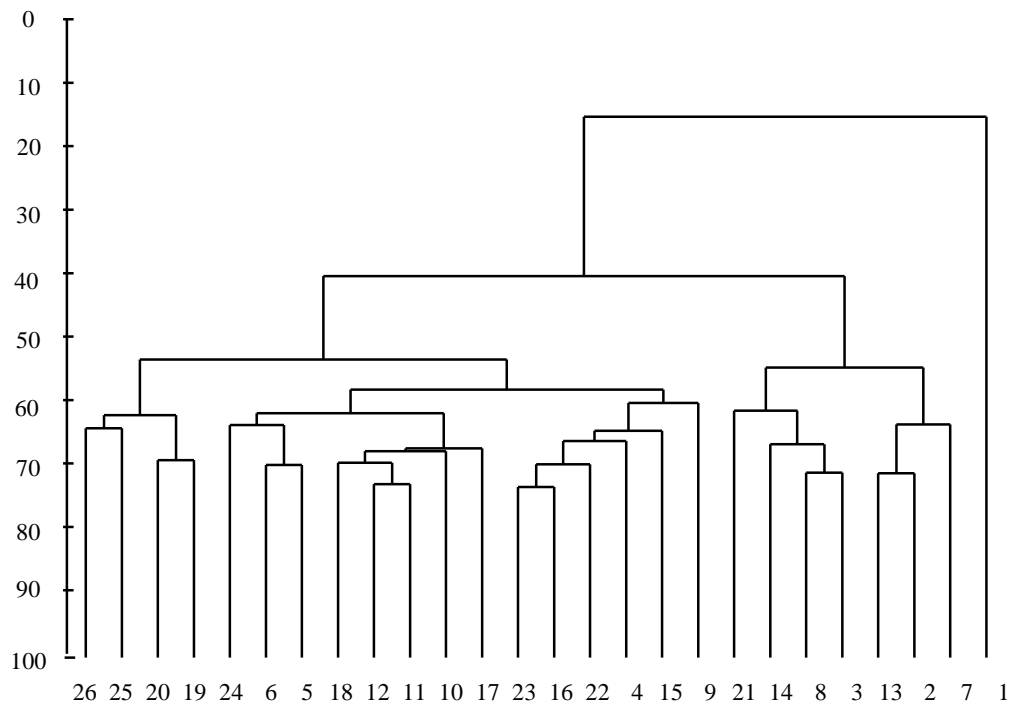
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Interne makroer er benyttet til utregning av samtlige indekser, unntatt makroen «Diversi» som beregner diversitet (H') og inndelingen i geometriske klasse. «Diversi»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

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

FAUNALIKHET

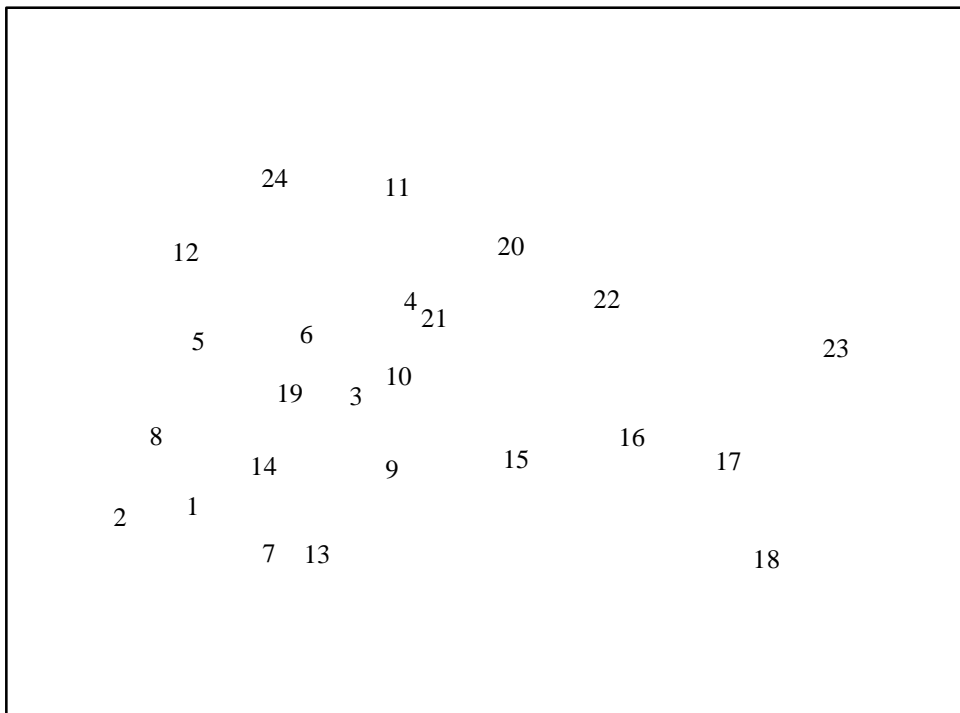


FAUNAFORSKJELL

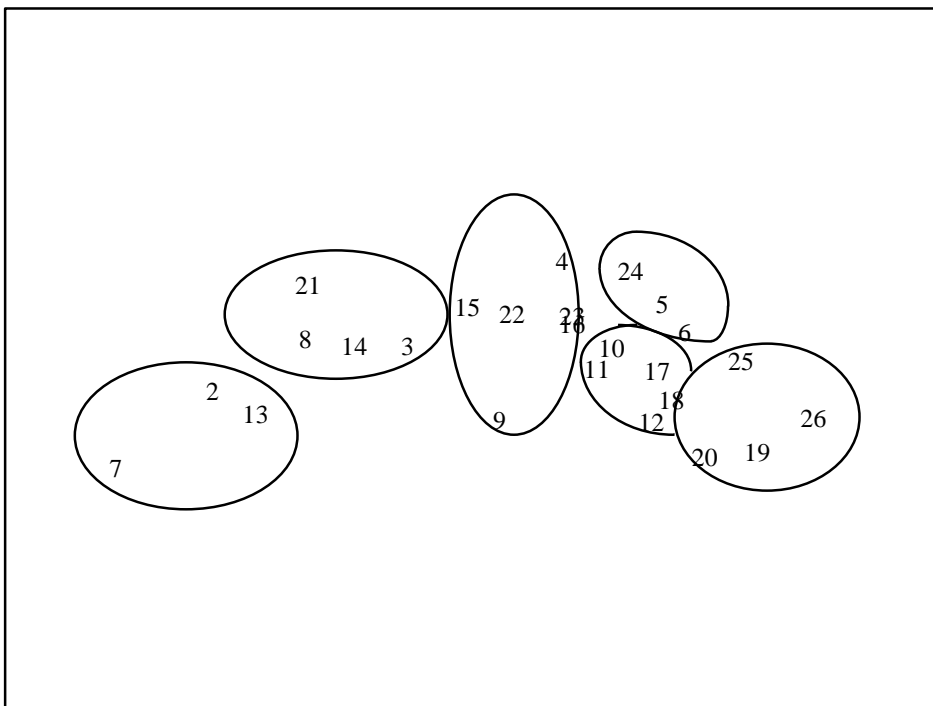


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratets gruppa, 263 s.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Rygg B., 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. Niva-rapport 4548 – 2002. 32s.
- Rygg B., Norling K., 2013. Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI) NIVA-rapport 6475-2013, 46 s.
- SFT. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - SFT-veiledning nr. 93:02. 20 s.
- SFT. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s. TA 1467/1997.
- SFT. 2008. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

## Vedleggstabell 1. MOM-B parametere

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

## PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Steinvik Fiskefarm AS

Dato: 10.09.2014

Lokalitet: Veiesund

Lokalitetsnr: 32337

Lokalitetstype: Matfisk

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr								Indeks		
			VEI-1	VEI-3									
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0								0,0	
I	Tilstand (Gruppe I)		A										
II	pH	verdi	7,63	7,77									
	E <sub>n</sub> (mv)	verdi	-88	-105									
		+ ref. verdi	131	114									
	pH/E <sub>n</sub>	fra figur	0	0								0,0	
	Tilstand, prøve		1	1									
	Tilstand, gruppe II		1										
	Buffer temp:				Temp sjø: 15,4		Temp sediment: 8,8						
	pH sjø:		8,15		Eh sjø: 410		Ref. elektrode: 219						
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		09.09.2014 TL										
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0									
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0									
		Brun/Sort = 2											
	Lukt	Ingen = 0	0										
		Noe = 2		2									
		Sterk = 4											
	Konsistens	Fast = 0											
		Myk = 2	2	2									
		Løs = 4											
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0											
1/4 ≤ v < 3/4 = 1													
v ≥ 3/4 = 2		2	2										
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0										
	2 - 8 cm = 1												
	t ≥ 8 cm = 2												
	SUM		4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Korrigert sum (*0,22)		0,88	1,32								1,1	
	Tilstand prøve		1	2									
	Tilstand gruppe III		2										
	Middelverdi gruppe II og III		0,44	0,66								0,6	
	Tilstand gruppe II og III		1										
	pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand	Tilstand		Lokalitetstilstand								
			Gruppe I	Gruppe II og III									
			A	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4							
			4	1, 2, 3		1, 2, 3							
			4	4		4							
			LOKALITETSTILSTAND								1		

Korrekturlest: 12.09.2014  
datoTL  
Sign.EBI  
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

## SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Steinvik Fiskefarm AS

Dato: 10.09.2014

Lokalitet: Veiesund

Lokalitetsnr: 32337

Lokalitetstype: Matfisk

Prøvetaksingssted (nr)	VEI-1	VEI-3							
Dyp (m)	407	452							
Antall forsøk	4	7							
Bobling (i prøve)									
Primær- sediment	Grus								
	Skjellsand	15							
	Sand								
	Mudder								
	Silt	80	80						
	Leire	5	20						
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall									
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Børstemark, antall									
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Fôr									
Fekalier									
Kommentarer									

Korrekturlest: 12.09.2014  
datoTL  
Sign.EBI  
Sign.



## Vedleggstabell 2. Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 009

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

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

**SAM-Marin**

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

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Steinvik Fiskefarm AS, 6940 Eikefjord****Prosjekt nr.: 808861****Prøvetakingssted (område): Solheimsfjorden, Flora kommune****Dato for prøvetaking: 10.09.2014****Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Research, SAM-Marin****Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -****Artene er identifisert av: Per Johannessen**

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

**Opplysninger om merker i artslisten:**

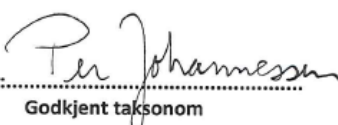
For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

- + i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- \* ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- \* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

**Andre opplysninger:**

Tabellen starter på neste side og består av: 3 sider.

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

Signatur:   
Godkjent taksonom

## Uni Research Miljø

Stasjonsnavn	VEI - 1	VEI - 1	VEI - 3	VEI - 3
Dato	10.09.2014	10.09.2014	10.09.2014	10.09.2014
Hugg	1	2	1	2
<b>CNIDARIA</b>				
Hydrozoa indet.			+	+
<b>ANTHOZOA</b>				
Cerianthidae indet.		1		
<b>NEMERTEA</b>				
Nemertea indet.	2			1
<b>NEMATODA</b>				
Nematoda indet.	2	3	5	4
<b>POLYCHAETA</b>				
Polynoidae indet.				1
<i>Pholoe baltica</i>	2			1
<i>Pholoe pallida</i>	1/1	0/1	3	2
<i>Neoleanira tetragona</i>	2/2	1/1	1/2	1
<i>Phyllodoce cf. maculata</i>			0/1	
<i>Tomopteris</i> sp.	1		1	
<i>Nereimyra punctata</i>	6/2	0/1	1	1
<i>Exogone</i> sp.		1		
<i>Ceratocephale loveni</i>	1			
<i>Nephtys paradoxa</i>	1/1			
<i>Nephtys pulchra</i>	0/1	0/1		
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	80/13	78/10	12/3	81/19
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>	1	1	4/2	1
<i>Paradiopatra fiordica</i>		1	1/1	1
Lumbrineridae indet.	1	3	1	
<i>Ophryotrocha</i> sp.				1
<i>Phylo norvegicus</i>	1/1			
<i>Aricidea catharinae</i>	1	6		
<i>Levinsenia gracilis</i>	8	7	5	9
<i>Prionospio cirrifera</i>		2		
<i>Prionospio fallax</i>		1		
<i>Prionospio steenstrupii</i>	1/3			
<i>Prionospio dubia</i>		1	1	
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	11/1	2	6	1
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	93	95	95	70
<i>Caulleriella serrata</i>		1		
<i>Chaetozone jubata</i>	1	1	0/1	
<i>Chaetozone</i> sp.	1			
<i>Cirratulus caudatus</i>	1			
<i>Pherusa falcata</i>		1	0/1	1

## Uni Research Miljø

Stasjonsnavn	VEI - 1	VEI - 1	VEI - 3	VEI - 3
Dato	10.09.2014	10.09.2014	10.09.2014	10.09.2014
Hugg	1	2	1	2
<i>Ophelina norvegica</i>	1			
<i>Capitella capitata</i>				12/1
<i>Heteromastus filiformis</i>	10	11	6	3
<i>Rhodine loveni</i>		1	0/3	
Maldanidae indet.	4	7	5	2
<i>Myriochele heeri</i>	5			
<i>Pectinaria belgica</i>	0/1	0/1	0/1	2/1
Ampharetidae indet		2		3
<i>Eclysippe vanelli</i>	3			
<i>Amaeana trilobata</i>		1		1
<i>Terebellides stroemi</i>	31/5	10/9	34/8	10/3
<i>Siboglinum ekmani</i>	2		3	2
Oligochaeta indet.				1
<b>SIPUNCULA</b>				
<i>Phascolion strombus</i>				1
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	52	69	80	58
<i>Nephasoma cf. minutum</i>		4	13	1
<b>CRUSTACEA</b>				
<i>Boroecia</i> sp.		1	1	2
<i>Pseudocalanus elongatus</i>		1	1	
<i>Aetideopsis armatus</i>	1	1	4	3
<i>Calanus finmarchicus</i>	18	5	3	6
<i>Calanus hyperboreus</i>			1	
<i>Centropages hamatus</i>		1		
<i>Metridia longa</i>	1		1	2
Euphausiacea indet			1	
<i>Decapoda indet larve</i>	1	2		
Hyperiididae indet			1	
<i>Eriopisa elongata</i>		4		
<i>Diastylodes biplicatus</i>			1	
<i>Diastylodes serrata</i>	1		3	
<b>MOLLUSCA</b>				
Solenogastres indet.	3	1		
Caudofoveata indet.	19	26	4	5
<i>Euspira montagui</i>	0/1		0/1	
<i>Cylichnina umbilicata</i>	3	6		1
<i>Philine quadrata</i>		1		
<i>Philine scabra</i>	1/2			1
<i>Scaphander lignarius</i>		0/1		
<i>Nucula tumidula</i>	10/3	7/1	12/2	2/2
<i>Yoldiella lucida</i>	1	1		

## Uni Research Miljø

Stasjonsnavn	VEI - 1	VEI - 1	VEI - 3	VEI - 3
Dato	10.09.2014	10.09.2014	10.09.2014	10.09.2014
Hugg	1	2	1	2
<i>Delectopecten vitreus</i>			1	
<i>Thyasira equalis</i>	14/2	13/9	6/1	5
<i>Thyasira obsoleta</i>				1
<i>Thyasira sarsii</i>	1/1	1		
<i>Medicula ferruginosa</i>	2			
<i>Medicula pygmaea</i>	22	17		
<i>Kurtiella tumidula</i>		1		
<i>Moerella pygmaea</i>	1		29	18
<i>Abra nitida</i>	5/3	3/3	2/1	3/1
<i>Kelliella miliaris</i>	42/6	21/5	47/3	49/6
<i>Cuspidaria cuspidata</i>		1		
<i>Cuspidaria obesa</i>	1		0/1	
<i>Tropidomya abbreviata</i>	0/1			
<i>Antalis agilis</i>	0/1	0/1	1/3	
<i>Entalina tetragona</i>	1		0/1	
<i>Pulsellum lofotense</i>		1		
<b>ECHINODERMATA</b>				
<i>Hippasteria phrygiana</i>	0/1			
<i>Amphilepis norvegica</i>	6/10	6/3	5/10	4/5
<i>Echinocardium flavescens</i>	0/2	0/2		
<b>CHAETOGNATHA</b>				
Chaetognatha indet.		1		3
<b>PISCES</b>				
Fiske egg.	16	13	18	28
<b>VARIA</b>	+	+	+	+

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser**

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	VEI-1	VEI-3
I	25	18
II	17	6
III	9	9
IV	6	6
V	3	2
VI	4	2
VII	2	2
VIII	2	2
IX	0	0
X	0	0

## Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis



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

Eurofins Environment Testing Norway AS  
(Bergen)

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

Tlf: +47 94 50 42 42

**AR-14-MX-003216-01**



**EUNOBE-00011994**

Prøvemottak: 22.09.2014  
Temperatur:  
Analyseperiode: 22.09.2014-06.10.2014  
Referanse: 808861 / ref: 96/14

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: Prøvetakingsdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerkning:		441-2014-0922-072 10.09.2014 EBI 22.09.2014 Sedimenter VEI-1, 407 m Hugg 1		441-2014-0922-073 10.09.2014 EBI 22.09.2014 Sedimenter VEI-3, 452 m Hugg 3			
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU Metode LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 1000	mg/kg tv	a) 930	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2 10
Kobber (Cu)		a) 32,0	mg/kg tv	a) 34,0	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2 1
Sink (Zn)		a) 120	mg/kg tv	a) 120	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2 1
Totalt organisk karbon		a) 53,0	mg/g tv	a) 56,0	mg/g tv		EN 13137 0,1
Total tørrstoff		a) 33,4	% (w/w)	a) 33,9	% (w/w)		EN 14346 0,1

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

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

**Bergen 06.10.2014**

*Kristine Fiane Johnson*

Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingeniør

**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 1

		<b>Molab as, 8607 Mo i Rana</b> Telefon: 404 84 100 Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174 Besøksadr. Glomfjord: Ørnesveien 3 Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92 Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA		
		<b>RAPPORT</b>  <b>KORN + TOM</b>		
Kunde: Uni Research AS Att: E Bye-Ingebrigtsen Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.: <b>56081</b>	Antall sider + bilag: <b>2</b>	
		Rapport referanse: <b>KR-19562</b>	Dato: <b>27.10.2014</b>	
Rev. nr. <b>0</b>	Kundens bestillingsnr./ ref.: <b>808861 / 47/14</b>	Utført: <b>Eli Ellingsen</b>	Ansvarlig signatur: <b>Eli Ellingsen</b>	

Prøver mottatt dato: 01.10.2014

## RESULTATER

Prøve merket:			VEI-1	VEI-3			
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA-093907	KA-093908			
TOM (550 °C)	%	27.10.14	15,1	16,5			

### Kornfordeling

Analysedato: 17.10.2014

VEI-1	KA-093907							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,05	0,9	0,9	MdΦ	Silt og leire	86,5	
1000	0	0,05	0,9	1,7	5,69	Sand	12,6	
500	1	0,10	1,7	3,4		Grus	0,9	
355	1,5	0,05	0,9	4,3	SdΦ			
250	2	0,07	1,2	5,5	1,69			
180	2,5	0,10	1,7	7,2				
125	3	0,15	2,6	9,7	SkΦ			
90	3,5	0,11	1,9	11,6	-0,15			
63	4	0,11	1,9	13,5				
<63	8	5,08	86,5	100,0	KΦ			
		5,87	100,0		1,06			

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

VEI-3	KA-093908								
Diameter( $\mu$ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md $\Phi$	Silt og leire		92,5	
1000	0	0,00	0,0	0,0	5,84	Sand		7,5	
500	1	0,06	1,3	1,3		Grus		0,0	
355	1,5	0,05	1,0	2,3	Sd $\Phi$				
250	2	0,04	0,8	3,1	1,46				
180	2,5	0,03	0,6	3,8					
125	3	0,06	1,3	5,0	Sk $\Phi$				
90	3,5	0,06	1,3	6,3	-0,09				
63	4	0,06	1,3	7,5					
<63	8	4,42	92,5	100,0	K $\Phi$				
		4,78	100,0		0,91				

## ANALYSEINFORMASJON

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

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

## ANMERKNINGER

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



**Vedleggstabell 5. CTD Data**

Resultater fra hydrografimålingene ved VEI-3 (fjernsone) med parametere salinitet (S), temperatur (T), oksygen (O<sub>2</sub>), fluorescens (F) og tetthet ( $\sigma$ T).

Dyp (m)	S (psu)	T (°C)	O <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> (mg/l)	O <sub>2</sub> (ml/l)	F (µg/l)	T (FTU)	$\sigma$ T
1	30,203	14,624	95,43	8	5,63	0,42	0,11	22,361
2	30,205	14,623	93,87	7,87	5,54	0,56	0,11	22,367
3	30,284	14,686	94,71	7,93	5,58	0,64	0,12	22,42
5	30,405	14,825	95,49	7,97	5,61	0,69	0,1	22,493
7	30,702	14,787	95,46	7,95	5,60	0,66	0,09	22,738
10	31,046	14,571	93,68	7,82	5,51	0,5	0,14	23,061
15	31,336	14,396	92,77	7,76	5,46	0,39	0,07	23,344
20	31,653	14,307	92,16	7,71	5,43	0,3	0,06	23,629
25	32,042	14,252	91,74	7,67	5,40	0,19	0,06	23,963
30	32,267	14,337	91,5	7,62	5,37	0,18	0,07	24,141
40	33,498	12,305	88,19	7,61	5,36	0,11	0,08	25,545
50	33,834	10,768	87,71	7,81	5,50	0,14	0,1	26,135
60	34,06	9,966	85,09	7,71	5,43	0,12	0,09	26,496
70	34,21	9,357	83,06	7,62	5,37	0,1	0,09	26,76
80	34,265	8,219	80,31	7,56	5,32	0,05	0,07	27,029
90	34,433	7,811	77,89	7,4	5,21	0,05	0,15	27,268
100	34,553	7,628	76	7,24	5,10	0,04	0,07	27,435
125	34,769	7,382	75,76	7,25	5,11	0,03	0,09	27,755
150	34,894	7,322	76,05	7,28	5,13	0,03	0,09	27,977
175	34,961	7,406	75,03	7,17	5,05	0,03	0,1	28,13
200	35,017	7,491	73,55	7,01	4,94	0,03	0,12	28,276
225	35,063	7,528	72,54	6,91	4,87	0,03	0,15	28,42
250	35,093	7,549	71,82	6,83	4,81	0,03	0,19	28,554
275	35,106	7,518	71,93	6,85	4,82	0,03	0,29	28,683
300	35,116	7,514	71,62	6,82	4,80	0,03	0,33	28,805
325	35,128	7,526	71,23	6,78	4,77	0,03	0,34	28,926
350	35,132	7,537	70,51	6,71	4,73	0,03	0,35	29,041
375	35,136	7,551	69,74	6,63	4,67	0,03	0,39	29,156
400	35,14	7,554	69,52	6,61	4,65	0,03	0,38	29,272
425	35,145	7,566	68,54	6,51	4,58	0,03	0,45	29,387
450	35,145	7,572	67,82	6,45	4,54	0,04	0,47	29,5