

# SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin  
Uni Research Miljø



e-rapport nr: 30 – 2014

## ***MOM C-undersøkelse fra lokalitet Ånnaholmane i Askvoll kommune, 2014***

**Torben Lode  
Einar Bye-Ingebrigtsen  
Per Johannessen  
Trond E. Isaksen**





ID: 10723 Versjonsnr: 003

**SF506-Utforming av sammendrag  
SAM e-rapport**

**Uni Miljø - Sam Marin**

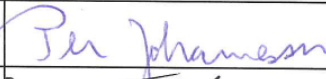

**Ansvarsområde:** Sam Marin / Rapportering / Rapportering /  
**Dok. kategori:** Vedlegg **Sist endret:** 02.06.2014 ( Øydis Alme )  
**Siste revisjon:** Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt  
**Godkjent:** GODKJENT 02.06.2014 ( Øydis Alme )

	<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-undersøkelse fra lokalitet Ånnaholmane i Askvoll kommune, 2014	Dato: 05.08.2014
	Antall sider og bilag: 48
Forfatter(e): Torben Lode, Einar Bye-Ingebrigtsen, Per Johannessen, Trond E. Isaksen	Prosjektleder: Trond Einar Isaksen
	Prosjektnummer: 808198
Oppdragsgiver: Landøy Fiskeoppdrett AS	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: A recipient survey was carried out to assess the impact of the aquaculture facility Ånnaholmane on its surrounding environment. In general conditions were indicative of high organic load in the recipient, especially with consideration to macrofauna found in the area. The polychaeta *C. capitata* dominates at all three stations examined. The examined area closest to the facility is characterized by high organic impact, much likely from the facility itself. Regarding the two investigated areas further away from the facility, conditions found likely originates somewhat from natural conditions as well as from the aquaculture facility.

Keywords: Marine, environment, MOM C-survey, recipient	Emneord: Marin, miljø, MOM C-undersøkelse, resipient	ISSN NR.: 1890-5153
		SAM e-Rapport nr. 30-2014

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	11/8-14	
Prosjektet / undersøkelsen:	5/8-14	

ID: 10723 Versjonsnr: 003

**SF506-Utforming av sammendrag  
SAM e-rapport**

**Uni Miljø - Sam Marin**

---

**Ansvarsområde:** Sam Marin / Rapportering / Rapportering /  
**Dok. kategori:** Vedlegg **Sist endret:** 02.06.2014 ( Øydis Alme )  
**Siste revisjon:** Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt  
**Godkjent:** GODKJENT 02.06.2014 ( Øydis Alme )

---

SAM-Marin er en del av 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:**

**Prøvetaking til sediment analyser, samlet av:** Trond Einar Isaksen og Torben Lode  
**Litoralundersøkelse utført av:** -  
**Sortering av sediment utført av:** Ina Birkeland, Nargis Islam, Linda Bjelland Pedersen, Ingrida Petrauskaite, Christine Pötsch, Natalia Korableva, Tom Alvestad og Ragna Tveiten  
**Identifikasjon av marin fauna utført av:** Tom Alvestad, Lenka Nealova og Per Johannessen  
**Faglige vurderinger og fortolkninger utført av:**

**Ikke akkreditert:**

-

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** Aqua Management AS, Brynjulf Haga

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

Akkreditert: Sink, kobber, fosfor, TOC, totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: -

**Geologiske analyser utført av:** Molab AS akkrediteringsnummer Test032

Akkreditert: TOM, kornfordeling

Ikke akkreditert: -

**Andre:** -

## INNHold

<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>5</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER</b> .....	<b>6</b>
2.1 Undersøkelsesområdet .....	6
2.2 Hydrografiske målinger .....	9
2.3 Bløtbunnundersøkelse – Prøvetaking og analyser .....	9
2.4 Produksjonsdata fra anlegget .....	14
2.5 Avvik .....	14
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON</b> .....	<b>15</b>
3.1 Hydrografi .....	15
3.2 Sediment .....	17
3.3 Kjemi .....	19
3.4 Bunndyr .....	21
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON</b> .....	<b>26</b>
<b>5 TAKK</b> .....	<b>28</b>
<b>6 LITTERATUR</b> .....	<b>29</b>
<b>7 Vedlegg</b> .....	<b>30</b>
<i>Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata</i> .....	<i>31</i>
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</i> .....	<i>40</i>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i> .....	<i>41</i>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i> .....	<i>44</i>
<i>Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis</i> .....	<i>45</i>
<i>Vedleggstabell 5. CTD Data</i> .....	<i>48</i>

## 1 INNLEDNING

Det ble i februar 2014 gjennomført marinbiologisk miljøundersøkelse fra tre oppdrettslokaliteter (Aldeøyna, Kalvøya N og Ånnaholmane) ved Værlandet, Askvoll kommune. Denne rapporten presenterer resultatene fra Ånnaholmane (lokalitetsnr. 11793). Innsamlingene ble gjennomført 27. og 28. februar 2014.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Ånnaholmane. 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 Miljødirektoratets (tidligere Klif) tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (SFT 1997, SFT 2008), Direktoratets gruppa Vanndirektivets indekser (Veileder 02:2013) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS9410:2007).

Det har tidligere vært gjennomført to MOM C-undersøkelser ved Ånnaholmane (Aarseth, 2004; 2005), i tillegg til en resipientundersøkelse i området (Lømsland et al., 1995). De tre siste MOM B-undersøkelsene ved Ånnaholmane har gitt lokaliteten gode og svært gode tilstander (Kilde: Fiskeridirektoratet, 2014).

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

## 2 MATERIALE OG METODER

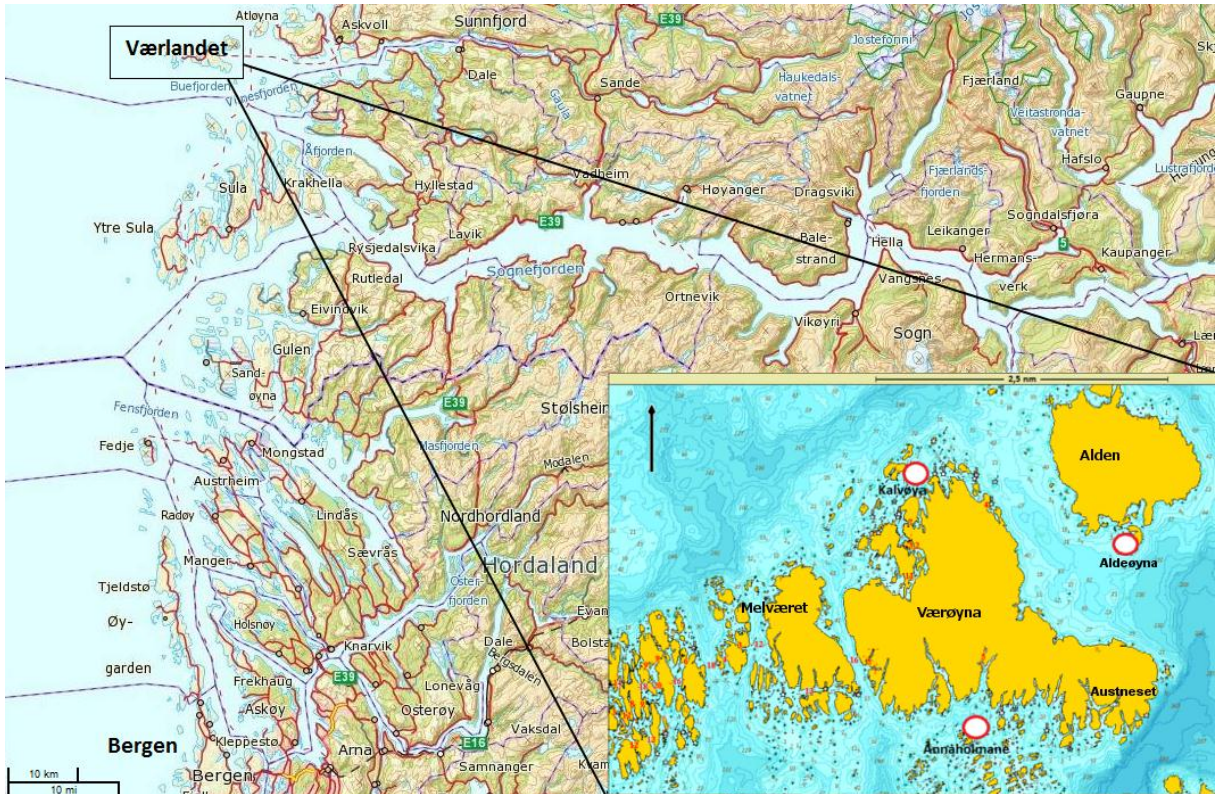
### 2.1 Undersøkellesområdet

Lokaliteten ligger sør i Værlandet, Askvoll kommune (Figur 2.1). Lokaliteten er plassert like utenfor og nordøst for Ånnaholmane og ligger relativt skjermet av, Værøyna, Melværet og Austneset i nord-, nordvest- og nordøstlig retning. Sør for lokaliteten ligger Buefjorden, men en rekke småholmer skjermer i stor grad i sørlig og østlig retning. Direkte mot vest for lokaliteten er det mer åpent og det går en dyprenne inn herfra mellom Ånnaholmane og Sølvøyna. Slike skjermede dyprenner er potensielle naturlige oppsamlingspunkt for organisk materiale som skylles inn i bassenget i perioder med storm og tung sjø. Dersom sirkulasjonen av bunnvannet i slike områder er svak kan høy organisk tilførsel føre til naturlig dårlige oksygenforhold. Lokaliteten Ånnaholmane ligger på ca. 36 meter dybde og bunnen under anlegget skråner svakt nedover langsmed Ånnaholmane i nord - nordvestlig retning, ned mot bunnen av rennen på 76 meters dyp (Figur 2.2 og 2.3).

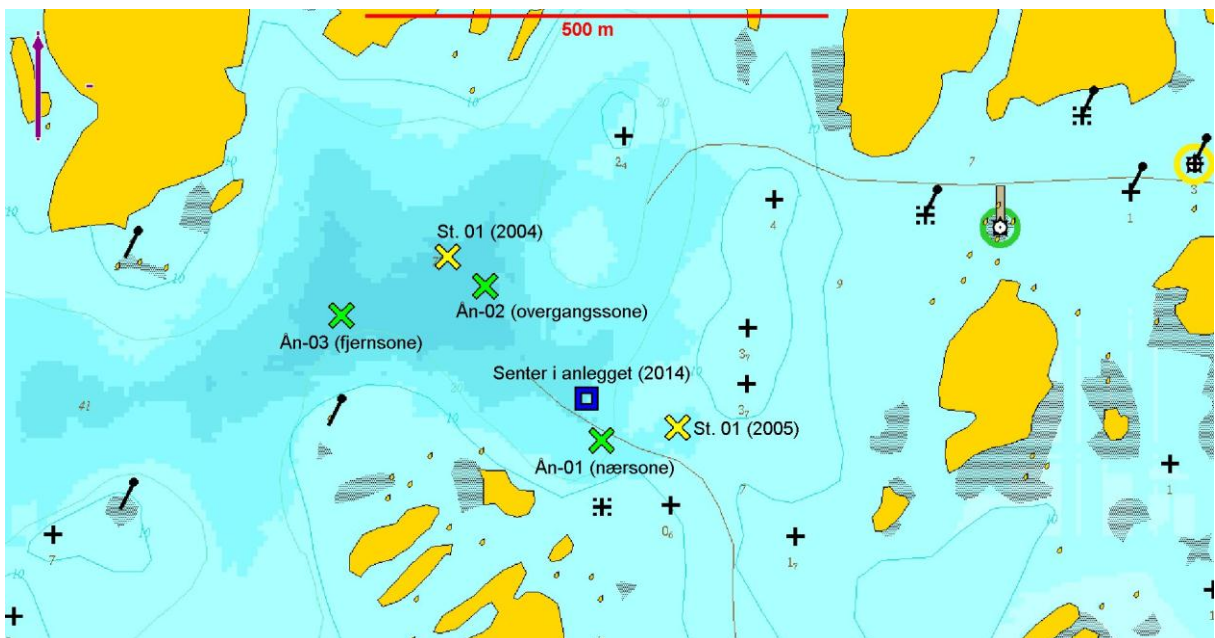
Det er tidligere gjort undersøkelser av området av NIVA i 1995 (Lømsland et al., 1995) i forbindelse forundersøkelse av resipienten (ble imidlertid ikke startet drift ved lokaliteten før i 2002), og senere i 2004 og 2005 av Sub Aqua Tech (Aarseth, 2004; 2005). Undersøkelsene i 2004 og 2005 er gjort henholdsvis rett etter og under maksimal produksjon og viser svært varierende forhold opp mot anlegget avhengig av plassering (nærsonene for de to årene er plassert ulikt), men totalt noe forverring av miljøtilstanden i området rundt anlegget sammenlignet med undersøkelsen i 1995 (Aarseth, 2004; 2005). Prøvene fra dyprennen viser også tydelig preg av organisk belastning både i form av høyt glødetap og dårlig utfall på biologiske indekser (Aarseth, 2004). Det er ikke mulig å si noe om utvikling her etter etablering av drift og frem mot 2004 ettersom det ikke tidligere var tatt bunnprøver fra dette området (Aarseth, 2004).

Prøveinnsamlingene ble gjort 27. og 28. februar 2014. Området ble befart med bruk av ekkolodd og GPS tilknyttet Olex. Topografiske forhold med mye skråbunn og hardbunn, samt plassering av ankerfeste til anlegget begrenset valgalternativer til prøvetakingstasjoner i området. Det ble tatt prøver fra en stasjon nær sørsiden av anlegget (ÅN-01), en ved overgangssonen (ÅN-02) og en stasjon ved fjernsonen i dypet av fjorden (ÅN-03). Dette er stasjoner som kan brukes som langtidsovervåkingsstasjoner i henhold til NS9410:2007. Innsamlingen ble gjennomført av Trond Einar Isaksen og Torben Lode fra Uni Research Miljø. Grunnet ulikheter i plasseringer av stasjoner brukt ved gjeldende undersøkelse (2014) og tidligere år er det bare St.01 fra undersøkelsene utført i 11.februar 2004 og St.01 fra 13. juni 2005 som kan brukes for sammenligning. St.01 (2004) er lokalisert nært området for gjeldene overgangssone (2014), mens St.01 2005 er lokalisert nært stasjonen for nærsonen ved gjeldende undersøkelse (2014). Ettersom ingen av disse 2 historiske stasjonene er tatt ved nøyaktig samme plassering som tilsvarende stasjoner for 2014 (se Figur 2.2) vil de brukes for sammenligning av områdene snarere enn direkte stasjonsutvikling.

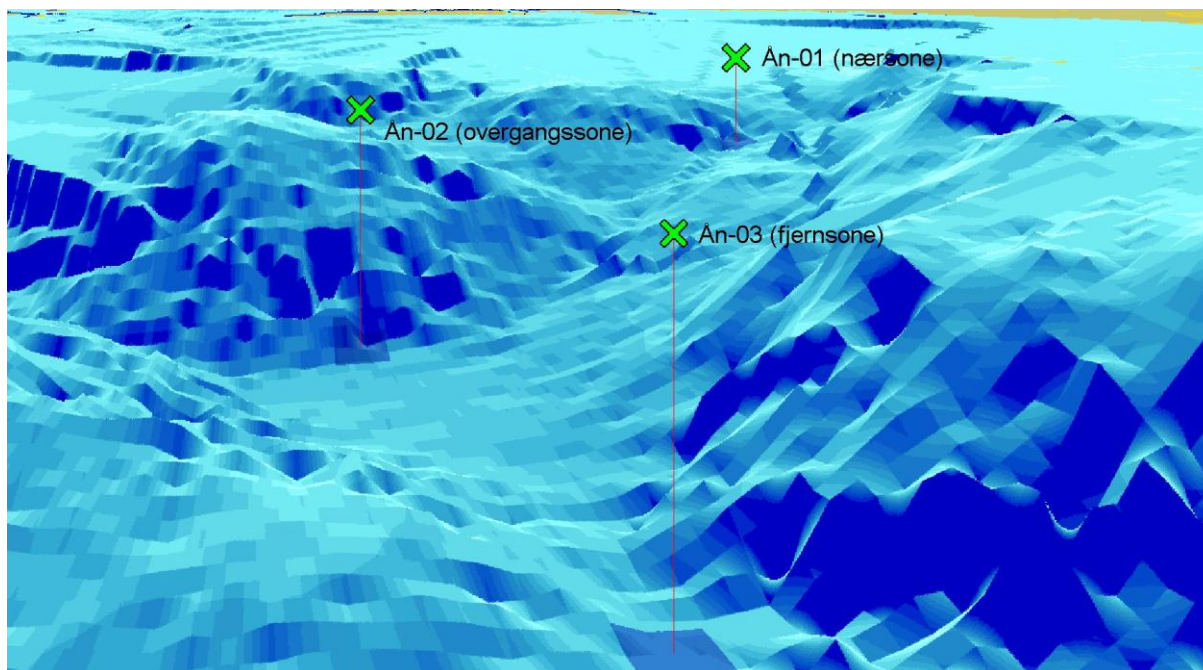
Det ble tatt vannprøver for hydrografiske målinger og bløtbunnsprøver for geologiske, kjemiske og biologiske analyser. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Nøyaktig posisjon til de ulike stasjonene er viktig for referanse og for at undersøkelsene skal være reproduerbare i fremtiden. Plasseringa til stasjonene er oppgitt med koordinater (WGS84, Tabell 2.1). Koordinatene er oppgitt som fulle koordinater med nord- og østverdi i meter med minimum 20 meters presisjon i henhold til kravspesifikasjonen (ISO 16665:2014).



**Figur 2.1:** Oversiktskart over strekningen Bergen - Værlandet. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet. Røde/hvite sirkler viser plasseringen til de 3 lokalitetene Aldøyna (oppe til høyre), Kalvøy (oppe til venstre) og Ånnaholmene (nederst) undersøkt ved utgangen av februar 2014. Kart kilde: Fiskeridirktoratet og Olex.



**Figur 2.2:** Kartutsnitt viser plassering av undersøkte stasjoner ved lokaliteten Ånnaholmene, februar 2014; stasjoner angitt med grønne kryss. Historiske stasjoner angitt med gult kryss, blå firkant angir plassering av anlegget. Avstand mellom nærsonen (Ån-01) og overgangssonen (Ån-02) er 207 meter. Avstand mellom overgangssonen og fjernsonen (Ån-03) er 160 meter. Avstand fra nærsonen til fjernsonen er 315 meter. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex



**Figur 2.3:** Bunntopografisk kart over området ved lokaliteten Ånnaholmane; stasjoner angitt ved grønne kryss. Avstand mellom nærsonen (Ån-01) og overgangssonen (Ån-02) er 207 meter. Avstand mellom overgangssonen og fjernsonen (Ån-03) er 160 meter. Avstand fra nærsonen til fjernsonen er 315 meter. Kartkilde: Olex.

**Tabell 2.1:** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved lokaliteten Kalvøy. Posisjonering ved hjelp av Olex m/ GPS (WGS-84). Dybder innhentet vha. Olex m/ ekkolodd. Det ble benyttet kombigrabb, hvor det ene kammeret utgjør en grabbåpning på 0,1 m<sup>2</sup> og brukes til biologiprøver (fullt kammer 21 l), mens det andre kammeret er mindre og brukes til kjemi- og geologiprøver.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Nærsonen Ån-01 28.02.2014	61° 17,057' N 004° 43,576' Ø	36	1 2	8,10 6,10	Biologi, geologi, MOM B-parametere Biologi, kjemi Skjellsand og stein, litt slam i øvre lag. Brunt sediment. Fôr og fekalier. Svak lukt.
Overgangs- sone Ån-02 28.02.2013	61° 17,145' N 004° 43,438' Ø	70	1 2	20 Godkjent*	Biologi, geologi, MOM B-parametere Biologi, kjemi Mørkegrått sediment. Leire og silt. Innslag av makroalger. Svak lukt.
Fjernsone Ån-03 27.02.2013	61° 17,129' N 004° 43,262' Ø	76	1 2	13 18	Biologi, geologi, MOM B-parametere Biologi, kjemi CTD m/ oksygenmåler Brunt sediment. Svak lukt.

*\*ikke notert nøyaktig volum i toktjournal, men det er notert at hugget er godkjent for begge undersøkte parametere.*



## 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 de internasjonale standardene ISO 16665:2014 *Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna* og ISO 5667-19:2004 *Veileder i sedimentprøvetaking i marine områder*.

Bunnsprøver for geologiske, kjemiske og biologiske sedimentanalyser samles inn ved bruk av van Veen grabb med justerbare vekter. Det ble brukt en type modifisert van Veen grabb (0,15 m<sup>2</sup> åpning og 0,5 mm perforerte silplater i inspeksjonslukene) som tar biologi-, kjemi- og geologi-prøver i same hugg (kombi-grabb, utviklet av Det Norske Veritas). Biologikammeret 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 vekt til grabben. For å få et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve blir sedimentnivået av hver grabbprøve målt. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. 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 (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 mengde samlet sediment (i form av liter sediment tilsvarende krevd bitedybde iht. ISO 16665:2014), type sediment (fast eller løs konsistens, innhold av skjellsand, stein, grus o.a.) og farge. Grabb-hugg som inneholder tilfredsstillende sedimentmengde med uforstyrret sedimentoverflate regnes som godkjente prøver for geologi, kjemi og biologi analyser i henhold til akkrediteringskravene. Det er særlig viktig at øvre sedimentlag i grabbprøver som skal brukes til geologi- og kjemi analyser er uforstyrret (ISO 5667-19:2004).

Tilfeller der det ikke kan tas prøver som er godkjente i henhold til gjeldende standarder er markert i tabell i resultat-delen og nevnt under kapittel «Avvik».

For hver stasjon (nærsonne, overgangssone og fjernsonne) i det undersøkte området ble det tatt 1 samle-hugg til biologi- og geologi-prøver samt MOM-skjema og 1 samle-hugg til biologi- og kjemi-prøver I. Totalt ble det samlet inn 6 huggprøver fra 3 stasjoner (se Tabell 2.1).

Bearbeiding av prøver og analysering av bløtbunnparametrene (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 ISO 16665:2014 er vist i Tabell 2.2 under.

Organisk innhold i sediment blir målt som prosent glødetap i samsvar med Norsk Standard NS 4764-1980. I beregningen er dette differansen til vekt av tørket prøve (vannfri prøve) og vekt av prøven etter brenning ved 550 °C (aske). Organisk innhold i sediment samsvarer ofte med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale sammenlignet med grovt sediment. I områder med svake strømforhold og akkumulering av finere partikler kan slikt sediment ofte være oksygenfattig like under sediment-overflaten. Under slike forhold kan sedimentet ha en råtten lukt av hydrogensulfid (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 ISO 5667-19:2004 og NS 4764. Kornfordeling og organisk innhold (% glødetap, total organisk materiale) er analysert akkreditert av Molab AS. Molab AS har et kvalitetssikringssystem som tilfredsstillende NS-EN ISO-17025 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 %.

**Tabell 2.2:** Klassifisering av kornstørrelse i sediment (ISO 16665:2014).

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

### Kjemi (metaller, organiske stoffer, pH/Eh)

Det er tatt ut prøve fra det ene hullet fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametere. Prøvetaking utføres i henhold til NS-EN ISO 5667-19. 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" (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. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) er utført etter NS-EN 13137 og beregning av normalisert TOC i henhold til veileder (SFT 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. Tilstandsklasser gis for de målte parameterne som inngår i gjeldende veiledere (SFT 1997; SFT 2008) (Tabell 2.4).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i marint sediment kan si noe grad av anoksiske forhold i bunnvann og sediment. Anoksiske forhold har negativ effekt på makrofauna og viktige nedbryterorganismer som børstemark. I sterkt anoksiske sedimenter vil det derfor kunne dannes surt miljø og hydrogen sulfid (H<sub>2</sub>S) under bakteriell nedbryting av organisk materiale. Surhetsgrad og redokspotensialet i sedimentprøvene ble målt med to portable SevenGo<sup>TM</sup> pH/Eh 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 bunnsfaunaen. 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 ISO 16665:2014. For innsamling av bunnprøver er det brukt van Veen grabb (som beskrevet innledningsvis i dette kapitlet). Grabbinnholdet vaskes gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard, 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene fikseres med 20 % boraks-bufret formalin (8 % formaldehyd løsning) tilsatt bengalrosa i felt. I laboratoriet skylles prøvene på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene sorteres ut fra sediment-restene og overføres til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det lar seg gjøre bestemmes dyr til art. Bunndyrsmaterialet oppbevares i SAM-Marin sine lokaler ved Høyteknologisenteret i Bergen i 3 år.

Opparbeiding av det biologiske materialet er utført i samsvar med SAM-Marin sin akkreditering for denne type arbeid (akkrediteringsnummer TEST 157). Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 2). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene benyttet for analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder 02:2013). Denne veilederen erstatter Veileder 01:2009 og på sikt SFT veilederne (SFT 1997; SFT 2008). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ), Hulberts diversitetsindeks ( $Es_{100}$ ), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI<sub>2012</sub> og AMBI (komponent i NQI1), samt indeks for individtetthet DI. Inndeling i tilstandsklasser for indeksene er gjort på bakgrunn av Veileder 02:2013 (Tabell 2.4). 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 (Tabell 2.3). Beregninger av ulike indekser og nEQR er utført for alle stasjoner som kan brukes til sammenligning av bunndyrforhold. Helt opp til anleggene (nærsonen) og i overgangssonen er det utarbeidet en egen gjeldende standard for beregning av miljøtilstanden (NS 9410:2007) (Tabell 2.5).

**Tabell 2.3:** Klassegrenser for nEQR i henhold Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 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 veilederne SFT 1997 (97:03) og SFT 2008 (TA 2229/2007) og Direktoratgruppa sin veileder 02:2013. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I	II	III	IV	V	
			Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	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
Sediment	NQI1	02:2013		0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	<0,31
	Shannon-Wiener (H')	02:2013		5,7-4,8	4,8-3,0	3,0-1,9	1,9-0,9	<0,9
	ES <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	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 2.5:** Vurdering av miljøtilstanden i nærsone og overgangssone 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 Ånnaholmane siden produksjonen først startet i 2002. Anlegget består av 4 bur på 24 x 24 meter ved undersøkelsestidspunktet. Undersøkelsen er utført ved maks produksjon med en innestående biomasse på 1120 t og produksjon i hele anlegget. Anlegget skal brakklegges fra mars 2014 og frem til oktober 2014. Ny fisk skal innsettes høsten 2014 (årsklasse Høst 2014) med påfølgende planlagt utslakting vår 2016.

**Tabell 2.6.** Fôrforbruk i tonn på lokaliteten de siste 3 år:

År	Utfôret mengde	Produsert mengde
2013	884	875
2012	356	347
2011	846	712

## 2.5 Avvik

1. Ved overgangssone (Ån-02) hugg nr. 2 ble det ikke notert nøyaktig volum, men bare at hugget var godkjent for prøvetakingen som ble gjort.

## 3 RESULTATER OG DISKUSJON

### 3.1 Hydrografi

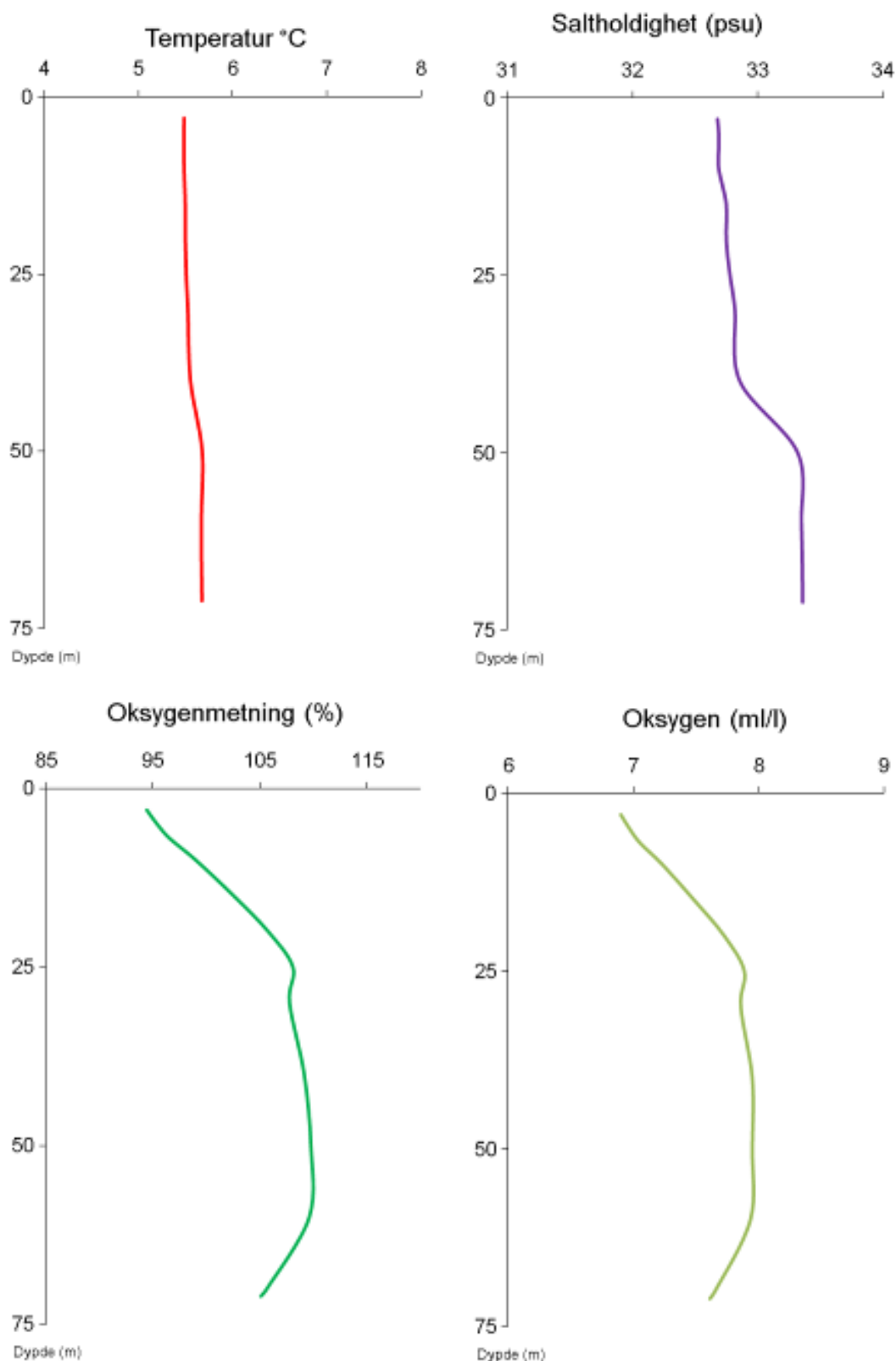
Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved fjernsonen (Ån-03), 28. februar 2014. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedleggstabell 5.

Temperaturen ved fjernsonen (Ån-03) er ganske stabil i hele vannsøylen, men med en liten økning i temperatur ved omtrent 40 til 50 meters dyp. Under 50 meter avtar temperaturen smått. Det samme gjelder for saltholdigheten som har en økning av saltholdighet fra 40 til 50 meters dyp. Temperatur og saltholdighet påvirker direkte vannmassers tetthet. Det virker å være en noe svak stratifisering av vannmassene ved 40 til 50 meters dyp som hindrer bunnvannet fra å blande med overflatevannet.

Oksygeninnholdet varierer gjennom vannsøylen, men er generelt høyt og har aldri lavere metningsgrad enn 94 %. Oksygeninnholdet øker jevnt nedover i vannsøylen mot 25 meters dyp, og når høyeste nivå ved omtrent 50 meters dyp med en metningsgrad på 110 % (7,95 ml O<sub>2</sub>/liter).

Forskjeller i oksygeninnhold vil typisk variere mer sammenlignet med temperatur og saltholdighet. Dette skyldes at oksygeninnholdet i vannsøylen påvirkes av små-skala endringer slik som høye konsentrasjoner av planktoniske organismer og organisk materiale i enkelte dyp. Det er derfor ikke unormalt med slike variasjoner vertikalt som fremstår av disse målingene.

Oksygeninnhold i bunnvann ble målt til 7,61 ml O<sub>2</sub>/liter (metning lik 105 %) på 71 meters dyp ved fjernsonen (Ån-03). Dette tilsvarer tilstandsklasse I – Svært god for oksygeninnhold i dypvann (Veiledning SFT 97:03).



**Figur 3.1:** Lokalitet Ånholmane. Temperatur, saltholdighet, Oksygen i % metning og ml/l ved fjernsonen (ÅN-03), målt med STD/CTD-sonde med påmontert oksygensensor fra overflaten og ned mot bunn den 28. februar 2014. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO<sub>2</sub>/l med en omregningskoeffisient på 1,42.



### 3.2 Sediment

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

Tabell 3.1 viser prosentvis fordeling av sedimentfraksjoner for de 3 undersøkte stasjonene.

Nærsonen (Ån-01) domineres av grove til middels grove partikler i form av grus (50,7 % av alt sediment) og sand (43,6 %). Bare en liten andel utgjøres av leire og silt. Overgangssonen (Ån-02) har en helt ulik sediment-sammensetning bestående av 89,8 % leire og silt. Den resterende andelen består hovedsakelig av fin og middels grovkornet sand. Fjernsonen (Ån-03) domineres av leire, silt og finere sandpartikler som samlet utgjør mer enn 85 % av alt sediment her. Den resterende andelen av sediment i fjernsonen utgjøres av grovere sand samt en liten andel grus.

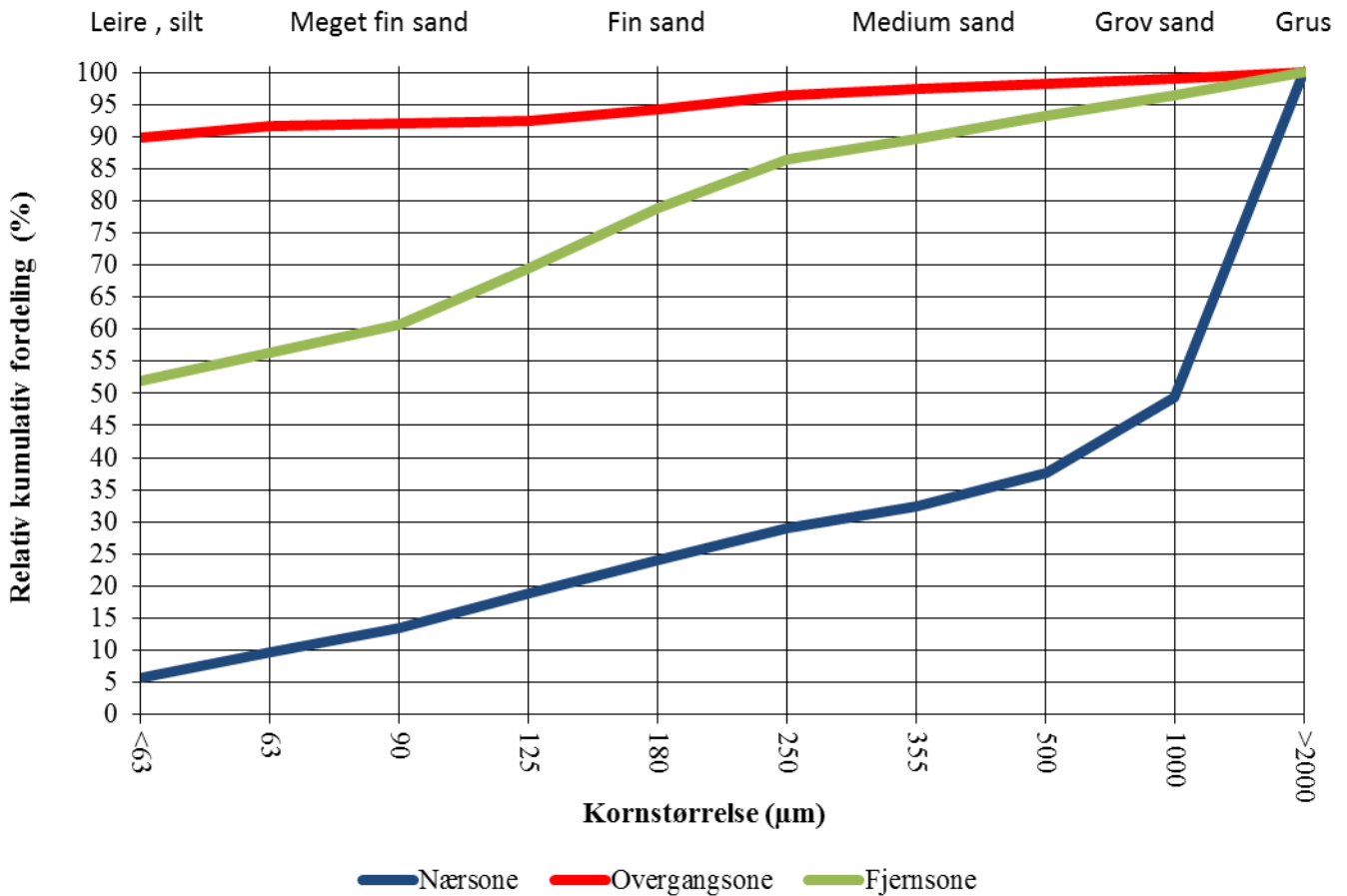
Kornstørrelsesfordelingen ved undersøkelsestidspunktet antyder noe ulike strømregimer ved de tre undersøkte stasjonene. Det ser ut til at nærsonen (Ån-01) har de beste bunnstrømforholdene, etterfulgt av fjernsonen (Ån-03). Den høye andelen finpartikulært sediment ved overgangssonen (Ån-02) indikerer svake bunnstrømmer ved denne stasjonen. Stasjonen i nærsonen (Ån-01) og overgangssonen (Ån-02) har til sammenligning med de tidligere brukte stasjonene i området for nærsonen (St.1 2005) og overgangssonen (St.1 2004) svært lik kornfordeling (Aarseth, 2004; 2005). Dette indikerer like bunnstrømforhold ved de historiske stasjonene sammenlignet med tilsvarende stasjoner for 2014.

Normale verdier for glødetap i norske fjorder ligger på under 10 % glødetap (TOM). Glødetapsverdiene for nærsonen (Ån-01) og fjernsonen (Ån-03) er gode og innenfor normale verdier for norske fjorder. Overgangssonen (Ån-02) har imidlertid en høy verdi for glødetap på 35,5 % og indikerer høy grad av organisk belastning ved denne stasjonen som tyder på at dette er et sedimentasjonsbasseng for tang og tare.

Glødetapet for området nærliggende anlegget har steget sammenlignet med undersøkelsen i 2005 hvor sedimentet fra St.1 2005 hadde et glødetap på 4,7 % (Aarseth, 2005). Også området for overgangssonen viser et noe høyere glødetap sammenlignet med undersøkelsen i 2004 hvor sedimentet fra St.1 2004 hadde et glødetap på 30,9 % (Aarseth, 2004). Det er imidlertid viktig å understreke at de historiske stasjonene avviker noe i posisjon fra nye stasjoner (2014) og derfor ikke er direkte sammenlignbare.

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

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% TOM)	Leire + Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Ån-01, Nærsonne	36	9,39	5,7	43,6	50,7
Ån-02, Overgangssone	70	35,50	89,8	9,3	0,9
Ån-03, Fjernsone	76	2,44	51,9	44,6	3,5



**Figur 3.2:** Sedimentfraksjoner. Relativ kumulativ fordeling av kornstørrelse i sedimentprøver fra ulike stasjoner ved lokaliteten Ånnaholmane: Nærsonne, Ån-01; Overgangssone, Ån-02; Fjernsone, Ån-03. 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).

### 3.3 Kjemi

#### 3.3.1 Sedimentanalyser

Konsentrasjoner av fosfor i marine sedimenter ligger vanligvis under 1000 mg/kg TS i Vestlandsfjordene. Alle de 3 undersøkte stasjonene har fosforverdier ovenfor det som betraktes som normalt (Tabell 3.2). Det er en økende gradient fra nærsone (Ån-01) og ut mot fjernsone (Ån-03). Disse middels til sterkt forhøyede verdiene av fosfor tyder på høy grad av organisk belastning i området.

Samtlige undersøkte stasjoner (Ån-01, Ån-02 og Ån-03) har svært forhøyede verdier for normalisert TOC og får Miljødirektoratets tilstandsklasse V (Svært dårlig). TOC-verdiene for stasjonene tyder på høy organisk belastning i området ved undersøkelsestidspunktet (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 SFT 97:03 har dette medført at grenseverdiene mellom tilstandsklassene har blitt strengere. Formelen som benyttes til dette er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter plassert i fjorder og andre kystnære områder, som kan ha til dels store variasjoner med tanke på organisk materiale i sediment. Kilden til slike variasjoner kan være både terrestrisk og marin (Statlig program for forurensingsovervåking: TA1883/2002). Det påpekes også i veileder 02:2013 at forholdet mellom normalisert TOC og glødetap er vist å variere og at de ikke er direkte sammenlignbare.

Alle de tre undersøkte stasjonene (Ån-01, Ån-02 og Ån-03) får tilstandsklasse II (God) for sinkverdier og tilstandsklasse IV (Dårlig) for kobberverdier.

Sammenlignet med kjemiske målinger fra 2005 (St.1 2005) viser resultatene for nærsone i 2014 høyere verdier av både organisk karbon (TOC), fosfor samt begge de målte metallene kobber og sink. Nærsonestasjonene fra 2005 og 2014 kan imidlertid ikke sammenlignes direkte grunnet noe ulik plassering i området. Det er ikke kjemiske data for området for overgangssone fra 2004.

#### 3.3.2 Måling av pH og redokspotensialet (Eh)

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.

Tabell 3.3 viser målte verdier for pH og redokspotensialet ved undersøkte stasjoner, samt tilstandsvurdering på bakgrunn av disse parameterne. pH/Eh målingene er middels for alle de 3 målte stasjonene og gir samlet tilstand 2 (God) for alle de tre undersøkte stasjonene (Ån-01, Ån-02 og Ån-03).

**Tabell 3.2:** Innholdet av de undersøkte kjemiske parameterne i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS) fra stasjonene ved Ånnaholmane, februar 2014. Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter gjeldende veiledere for sink, kobber (SFT 2008; TA 2229/2007) og for normalisert TOC (SFT 1997; Veileder 97:03). Grenseverdier for de ulike tilstandsklasser er vist i Tab. 2.3.

Stasjon	Totalt organisk karbon mg/g	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Ån-01, Nærsone	69	85	V	8000	250	II	120	IV	38,1
Ån-02, Overgangssone	160	172	V	5800	320	II	100	IV	17,6
Ån-03, Fjernsone	120	138	V	3400	210	II	81	IV	22,4

**Tabell 3.3:** Målte pH og  $E_h$  verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene ved Ånnaholmane, februar 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	$E_h$	pH/ $E_h$ poeng	Tilstand
Ån-01, Nærsone	7,15	-75	2	2
Ån-02, Overgangssone	7,28	-130	2	2
Ån-03, Fjernsone	7,54	-138	2	2

### 3.4 Bunn dyr

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

I bunndyrsprøvene fra nærsonen like ved anlegget (Ån-01) er det totalt 6 arter bestående av til sammen 2973 individer. Prøvene fra nærsonen (Ån-01) samler totalt 2626 individer av børstemarken *Capitella capitata* og 245 individer av børstemarken *Malacoceros fuliginosa*. *C. capitata* dominerer nærsonen og utgjør alene 88,3 % av prøvenes totale antall individer. Både *C. capitata* og *M. fuliginosa* er typiske opportuniste og kjennetegner områder med høy grad av organisk belastning. Blåskjell (*Mytilus edulis*) funnet ved Ån-01 representerer sannsynligvis groeorganismer fra anlegget. I følge MOM-standard (NS 9410:2007) er diversitetsindekser lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen like ved anlegg (Tabell 2.4). Etter dette klassifiseringssystemet får stasjonen Ån-01 miljøtilstand 2 (God). Tidligere undersøkelser i dette området utført i juni 2005 (St. 01, Fig.2.2) viste bunndyrsforhold som tilsvarte miljøtilstand 1 (meget god).

Prøvene fra overgangssonen (Ån-02) har totalt 21 arter bestående av til sammen 364 individer. Prøvene fra overgangssonen (Ån-02) samler totalt 310 individer av børstemarken *C. capitata* og 9 individer av av børstemarken *M. fuliginosus*. Av det totale antallet individer utgjør *C. capitata* 85,2 % mens den nest mest dominerende bare utgjør 2,5 %. Basert på bunnfaunaen virker stasjonen ved overgangssonen (Ån-02) å være preget av organisk belastning. Det samlede resultatet av diversitets-, individtetthets-, ømfintlighets- og sammensatte-indekser gir en tilstandsverdi (nEQR) på stasjonsnivå som tilsvarer tilstandsklasse III (moderat). MOM-standardens klassifiseringssystem for bedømming av bunnfauna like ved anlegg gjelder i tillegg til nærsonen også for overgangssonen. Etter dette klassifiseringssystemet får stasjonen Ån-02 miljøtilstand 2 (God).

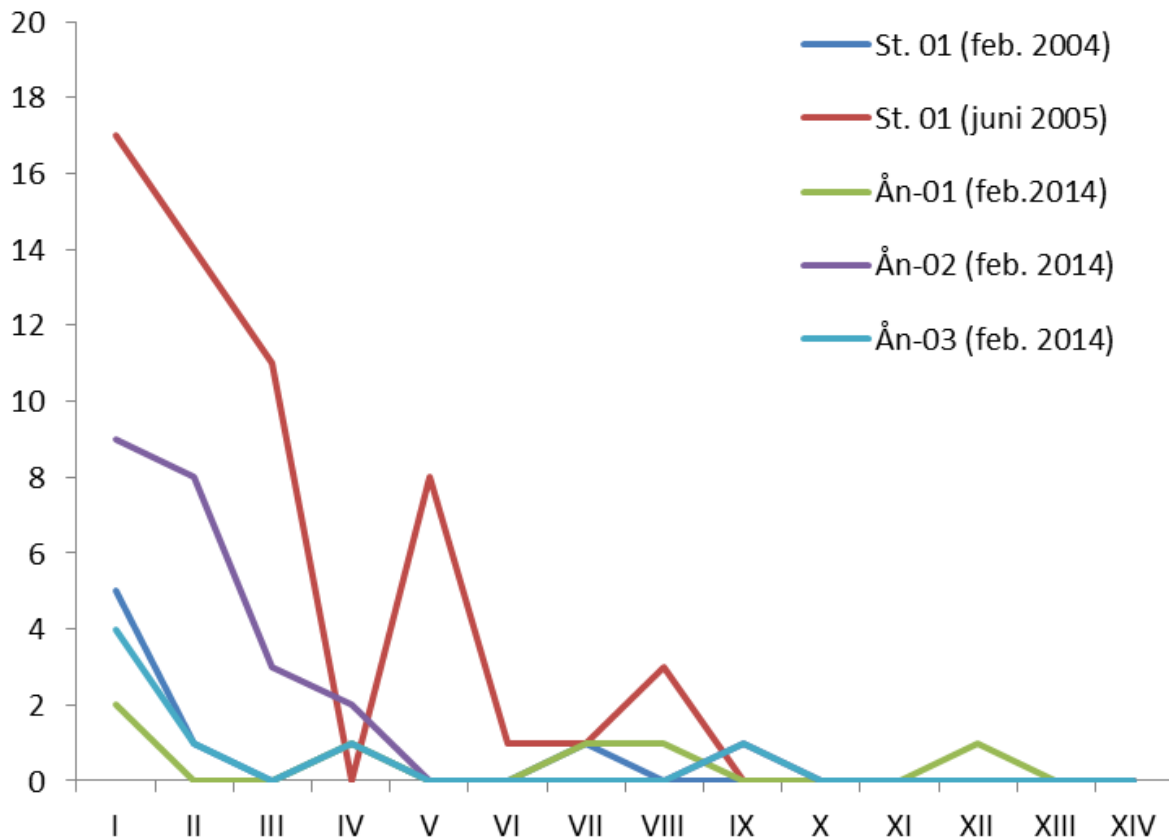
Tidligere undersøkelser i dette området ved overgangssonen har blitt utført i februar 2004 (St. 01, Fig.2.2), og viste bunndyrsforhold som henholdsvis tilsvarte tilstandsklasse IV (dårlig) og miljøtilstand 2 (god).

I prøvene fra fjernsonen (Ån-03) er det totalt 7 arter bestående av til sammen 286 individer. Børstemarken *Capitella capitata* utgjorde 93 % av individene. Bunndyrsprøvene fra fjernsonen er også preget av høy andel *C. capitata* med 267 individer som utgjør 93,4 % av prøvenes totale antall individer. Totalt er *C. capitata* og *M. fuliginosus* de to mest dominerende artene ved fjernsonen på undersøkelsestidspunktet og utgjør samlet 97,9 % av alle individer samlet. Det samlede resultatet av diversitets-, individtetthets-, ømfintlighets- og sammensatte-indekser gir en nEQR-verdi på 0,30 og plasserer Ån-03 i Direktoratgruppens tilstandsklasse IV (Dårlig). MOM-standardens klassifiseringssystem gjelder ikke for fjernsonen. Det er ingen historiske stasjoner som kan sammenlignes med fjernsonen (Ån-03).

I et upåvirket miljø vil det være mange individer fordelt på mange arter, mens det i et påvirket miljø vil en eller flere arter dominere. Faunastrukturen (Fig. 3.3) på de ulike stasjonene viser forhold med moderat til sterk påvirkning av miljøet. Dette er forventet i

områder nær oppdrettsanlegg, men analysen her viser at fjernsonen også er betydelig påvirket med en fauna som består av få arter og individer.

De multivariate analysene viser stor likhet mellom alle stasjonene undersøkt for 2014 med unntak av det ene hugget ved overgangssonen (Ån-02) som bare har omtrent 30 % likhet med de øvrige, dette sammen med den veldig forskjellige artssammensetningen mellom hugg 1 og 2 ved Ån-02 tyder på at hugg 2 er tatt noe ute av posisjon. Cluster-plottet (Figur 3.5) antyder en endring i områdene for overgangssonen og nærsone basert på de historiske dataene, og spesielt annerledes er forholdene ved det historiske nærsoneområdet St.01 2005.



**Figur 3.3:** Antall arter (langs y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Ånnaholmane, februar 2014, samt stasjoner fra nærliggende områder undersøkt i 2004 og 2005.

**Tabell 3.4:** Makrofauna. Undersøkelse ved Ånholmane, februar 2014, samt historiske stasjoner fra nærliggende områder ved henholdsvis nærsone (juni 2005) og overgangssone (feb. 2004). Hvert grabb-hugg representerer prøveareal på 0,1 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 (NQ11) er beregnet for hver enkelt prøve (grabbhugg) og totalt for hver stasjon (sum). Beregnede indeksverdier er vist for alle undersøkte soner. Tilstandsverdier (nEQR) er beregnet for overgangssone og fjernsone (Veileder 02:2013). Miljøtilstand i nær- og overgangssone er vurdert på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen (NS9410:2007). Grabbverdien av nEQR er basert på snittet for hver enkel indeks mens stasjonsverdien er basert på sum. Miljøtilstand og tilstander basert på tilstandsverdier er markert med fargekoder (klassifisering I-V av tilstandsverdier i parentes). Grenseverdier for tilstander er vist i Tab. 2.3-2.5.

Stasjon	Grabb-hugg	Antall arter	Antall individer	NQ11 verdi	H' verdi	ES <sub>100</sub> verdi	ISI <sub>2012</sub> verdi	NSI verdi	DI verdi	Tilstands-verdi	Miljø-tilstand
<b>Nærsoner</b>											
Ån-01 28.02.2014	1	5	1672	0,22	0,80	3,29	3,26	6,73	1,17		
	2	5	1301	0,22	0,36	3,26	2,40	6,98	1,06		
	Sum	6	2973	0,23	0,64	3,34	3,25	6,84	1,12		2
	Snitt	5,0	1486,5	0,22	0,58	3,28	2,83	6,86	1,12		
	<b>Stasjon</b> nEQR				0,15	0,14	0,13	0,14	0,14	0,16	-
<b>Grabb</b> nEQR				0,14	0,13	0,13	0,13	0,14	0,16	-	
St. 01 13.06.2005	1	49	503	0,65	3,78	23,86	7,83	17,50	0,65		
	2	31	433	0,57	3,27	17,98	6,82	14,24	0,59		
	Sum	55	936	0,62	3,67	21,98	7,78	15,98	0,62		1
	Snitt	40,0	468,0	0,61	3,53	20,92	7,33	15,87	0,62		
	<b>Stasjon</b> nEQR				0,59	0,67	0,66	0,63	0,44	0,38	-
<b>Grabb</b> nEQR				0,57	0,66	0,65	0,58	0,43	0,38	-	
<b>Overgangssone</b>											
Ån-02 28.02.2014	1	3	29	0,22	0,57	3,00	2,52	7,14	0,59		
	2	22	345	0,43	1,38	12,20	8,96	8,66	0,49		
	Sum	23*	374	0,43	1,34	11,96	8,69	8,54	0,22		2
	Snitt	12,5	187,0	0,37	0,98	7,60	5,74	7,90	0,22		
	<b>Stasjon</b> nEQR				0,33	0,29	0,46	0,71	0,17	0,85	0,47
<b>Grabb</b> nEQR				0,22	0,22	0,30	0,36	0,16	0,85	0,35	
St. 01 11.02.2004	1	7	107	0,31	0,78	6,74	5,20	8,30	0,02		
	2	4	13	0,30	1,49	4,00	4,44	11,14	0,94		
	Sum	8	120	0,33	0,92	7,16	5,66	8,61	0,27		2
	Snitt	5,5	60,0	0,30	1,13	5,37	4,82	9,72	0,27		
	<b>Stasjon</b> nEQR				0,22	0,20	0,29	0,35	0,17	0,82	0,34
<b>Grabb</b> nEQR				0,20	0,25	0,21	0,24	0,19	0,82	0,32	
<b>Fjernsone</b>											
Ån-03 28.02.2014	1	6	195	0,27	0,50	4,05	6,52	7,09	0,24		
	2	3	91	0,20	0,30	3,00	5,08	7,29	0,09		
	Sum	7	286	0,28	0,46	3,97	7,20	7,15	0,11		
	Snitt	4,5	143,0	0,24	0,40	3,53	5,80	7,19	0,11		
	<b>Stasjon</b> nEQR				0,18	0,10	0,16	0,56	0,14	0,93	0,34
<b>Grabb</b> nEQR				0,15	0,09	0,14	0,36	0,14	0,93	0,30	-

\*En av artene utgjør mer enn 65 % av det totale individantallet

Svært god (I)	God (II)	Moderat (III)	Dårlig (IV)	Svært dårlig (V)
---------------	----------	---------------	-------------	------------------

**Tabell 3.5:** De ti mest tallrike artene fra prøvene ved Ånnaholmane, februar 2014, samt stasjoner fra nærliggende områder undersøkt i 2004 og 2005. Stasjon 01 fra juni 2005 ligger i nærsonen til anlegget, mens stasjon 01 fra februar 2004 ligger i tilnærmet samme område som overgangssonen fra undersøkelsen utført i februar 2014. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Prøveareal er lik 0,2 m<sup>2</sup>.

St. Ån-01 (feb. 2014) Nærsonen	Antall	%	kum %
<i>Capitella capitata</i>	2626	88,3 %	88,3 %
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	245	8,2 %	96,6 %
<i>Oligochaeta</i> indet.	89	3,0 %	99,6 %
<i>Microphthalamus</i> sp.	11	0,4 %	99,9 %
<i>Nereis pelagica</i>	1	0,0 %	100,0 %
<i>Mytilus edulis</i>	1	0,0 %	100,0 %

St-01 (juni 2005)	Antall	%	kum %
<i>Mediomastus fragilis</i>	212	22,6 %	22,6 %
<i>Capitella capitata</i>	207	22,1 %	44,8 %
<i>Scoloplos armiger</i>	167	17,8 %	62,6 %
<i>Macrochaeta clavicornis</i>	64	6,8 %	69,4 %
<i>Paraonis</i> sp.	34	3,6 %	73,1 %
<i>Ophryotrocha</i> sp	20	2,1 %	75,2 %
<i>Eteone longa</i>	19	2,0 %	77,2 %
<i>Prionospio cirrifera</i>	19	2,0 %	79,3 %
<i>Scalibregma inflatum</i>	19	2,0 %	81,3 %
<i>Syllidae</i> indet.	17	1,8 %	83,1 %
<i>Chaetozone</i> sp.	17	1,8 %	84,9 %
<i>Cirratulus cirratus</i>	17	1,8 %	86,8 %

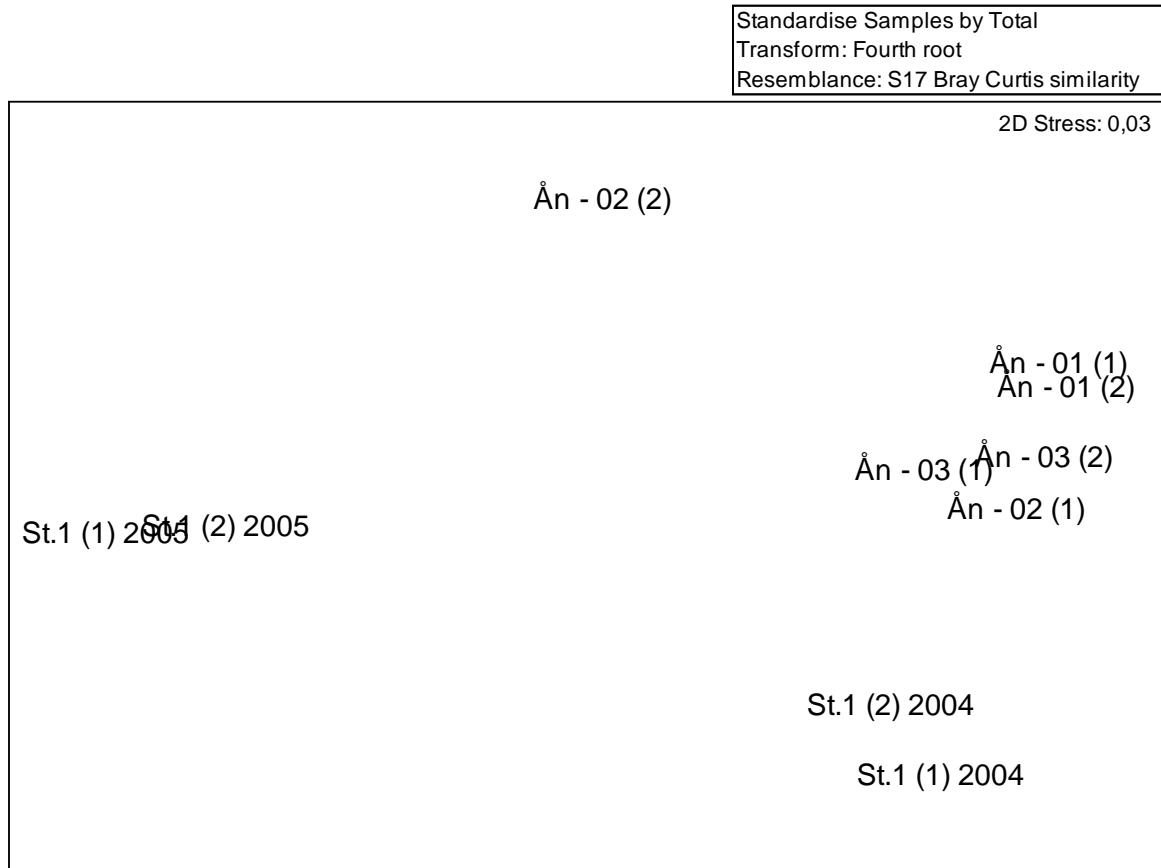
St. Ån-02 (feb. 2014) Overgangssone	Antall	%	kum %
<i>Capitella capitata</i>	310	82,9 %	82,9 %
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	9	2,4 %	85,3 %
<i>Idotea</i> sp.	9	2,4 %	87,7 %
<i>Ophryotrocha</i> sp.	7	1,9 %	89,6 %
<i>Harmothoe fragilis</i>	6	1,6 %	91,2 %
<i>Nereis zonata</i>	5	1,3 %	92,5 %
<i>Macrochaeta clavicornis</i>	3	0,8 %	93,3 %
<i>Syllidae</i> indet	3	0,8 %	94,1 %
<i>Nudibranchia</i> indet	3	0,8 %	94,9 %
<i>Eunoe nodosa</i>	2	0,5 %	95,5 %
<i>Platynereis dumerilii</i>	2	0,5 %	96,0 %
<i>Gibbula cineraria</i>	2	0,5 %	96,5 %
<i>Ophiopholis aculeata</i>	2	0,5 %	97,1 %
<i>Amphipholis squamata</i>	2	0,5 %	97,6 %

St. 01 (feb. 2004)	Antall	%	kum %
<i>Capitella capitata</i>	102	85,0 %	85,0 %
<i>Lagis koreni</i>	10	8,3 %	93,3 %
<i>Corbula gibba</i>	3	2,5 %	95,8 %
<i>Harmothoe</i> sp.	1	0,8 %	96,7 %
<i>Eteone longa</i>	1	0,8 %	97,5 %
<i>Glycera</i> sp.	1	0,8 %	98,3 %
<i>Syllidae</i> indet	1	0,8 %	99,2 %
<i>Mytilidae</i> indet.	1	0,8 %	100,0 %

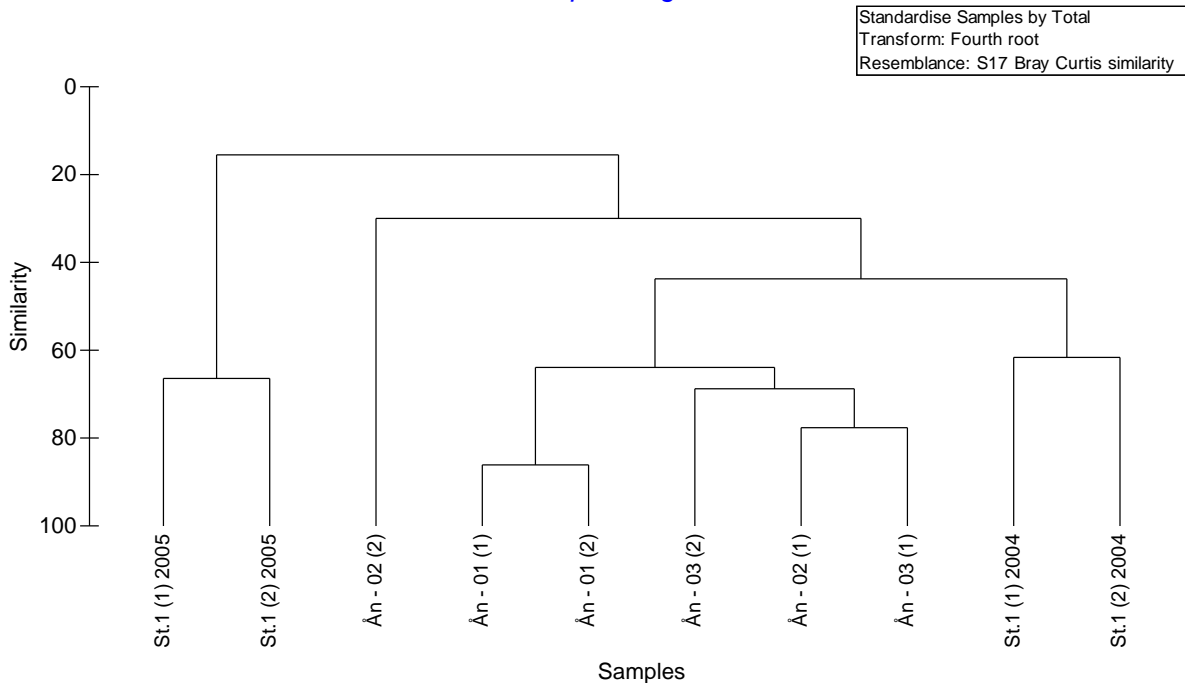
St. Ån-03 (feb. 2014) Fjernsone	Antall	%	kum %
<i>Capitella capitata</i>	267	93,4 %	93,4 %
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	13	4,5 %	97,9 %
<i>Spio</i> sp.	2	0,7 %	98,6 %
<i>Syllidae</i> indet.	1	0,3 %	99,0 %
<i>Lagis koreni</i>	1	0,3 %	99,3 %
<i>Phyllodoce mucosa</i>	1	0,3 %	99,7 %
<i>Lumbrineridae</i> indet.	1	0,3 %	100,0 %



**Figur 3.4:** MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt ved Ånholmane, februar 2014, samt historiske stasjoner fra 2004 og 2005. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



*Group average*



**Figur 3.4:** Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt ved Ånholmane, februar 2014, samt historiske stasjoner fra 2004 og 2005. 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 Ånnaholmane i Værlandet, Askvoll kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 27. og 28. februar 2014. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner: en ved anlegget (nærsonen), en i overgangssonen og i den dypeste delen av området (fjernsonen). Undersøkelsen ved 2014 ble utført ved maks produksjon og etter en langvarig periode med mye sterk vind, noe som må tas i betraktning ved tolkning av forholdene.

Den undersøkte stasjonen ved nærsonen består ved undersøkelsestidspunktet av et middels til grovt sediment dominert av grus og medium til grov sand. Den resterende andelen består i hovedsak av finere sandpartikler. Til motsetning preges overgangssonen i all hovedsak av finpartikulært sediment bestående av leire og silt. Sediment i fjernsonen er igjen noe grovere sammenlignet med overgangssonen, og består av en jevnere blanding av fine sandpartikler og leire-silt partikler. Sediment-forholdene tyder på meget gode bunnstrømforhold i nærsonen. Til sammenligning tyder den høye andelen fine partikler i overgangssonen og fjernsonen på svakere bunnstrømmer ved disse stasjonene, spesielt da i området for overgangssonen. Til tross for tegn på noe svake bunnstrømmer viser oksygenmålingene at det er god vannutskifting i dypområdet. Bunnvannet ved fjernsonen er oksygenrikt og har en metningsgrad på 105 % ved 71 meter dybde. Resultatet tilsvarer tilstandsklasse I (svært god) for oksygen i bunnvann i henhold til Miljødirektoratets klassifiseringssystem.

Glødetap er et mål på totalt organisk materiale (TOM) i sedimentet, hvorpå høyere prosent glødetap indikerer høyere andel organisk innhold. Både nærsonen og fjernsonen har ved undersøkelsestidspunktet verdier for glødetap innenfor normale verdier for norske fjorder som typisk er på under 10 %. Sedimentet ved overgangssonen er imidlertid sterkt forhøyet med glødetap på hele 35,5 %. Det virker å være høy grad av organisk belastning i området for overgangssonen. Det ble funnet innslag av makroalger i bunnprøver fra denne stasjonen.

Et annet mål på organisk innhold i sediment er TOC, som måler sedimentets totale innhold av karbon. Samtlige undersøkte stasjoner har svært forhøyede TOC-verdier og får Miljødirektoratets 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 også forhøyet i sedimentet ved samtlige stasjoner på undersøkelsestidspunktet. De høyeste verdiene ble målt ved nærsonen med verdier på 8000 mg fosfor/kg TS.

Måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet ( $E_h$ ) viser imidlertid gode forhold både i nærsonen, overgangssonen og fjernsonen. Det er ingen tegn på at sedimentet er særlig anoksisk. Samtlige undersøkte stasjoner får tilstand 2 (God) basert på disse målingene.

For de målte metallene kobber og sink er tilstanden ved de ulike stasjonene jevnt over ganske lik. Alle de undersøkte stasjonene får Miljødirektoratets tilstandsklasse II (God) for sink-verdiene, mens de får tilstandsklasse IV (Dårlig) for kobber-verdiene.

Bunnfaunaen ved nærsjonen (Ån-01) vitner om belastede miljøforhold ved undersøkelsestidspunktet. Prøvene herfra finn totalt bare 6 ulike arter hvorav de 2 mest dominerende artene totalt utgjør 96,6 % av alle samlede individer. Børstemarken *Capitella capitata* dominerer nærsjonen og utgjør alene 88,3 % av prøvenes totale antall individer (dvs. 2626 individer *C. capitata*). Den nest mest dominerende arten er børstemarken *Malacoceros fuliginosus*. Begge disse artene er typiske opportunistar forbundet med organisk belastede områder. I henhold til Norsk standard 9410:2007 som er gjeldende for områder nærliggende anlegg får nærsjonen miljøtilstand 2 (God). Det er imidlertid viktig å påpeke at eksemplaret av blåskjell (*Mytilus edulis*) trolig stammer fra anlegget, hvilket levner nærsjonen med bare 5 ulike arter i sedimentet og helt ned mot grenseverdien mellom miljøtilstand 2 og 3. Også den svært høye andelen *C. capitata* er svært nærme grenseverdien mot miljøtilstand 3. Prøvene fra overgangssjonen (Ån-02) inneholder totalt 21 ulike arter, men får grunnet høy andel *C. capitata* miljøtilstand 2 (God). Også ved denne stasjonen er *M. fuliginosus* den nest mest individ-rike arten.

Fjernsjonen (Ån-03) har prosentvis den høyeste andelen *C. capitata* av alle de 3 undersøkte stasjonene og børstemarken utgjør hele 93,4 % av prøvenes totale antall individer. *M. fuliginosus* er også her den nest mest dominerende arten og samlet utgjør disse to artene 97,9 % av prøvenes totale antall individer. Bunnfauna i fjernsjonen klassifiseres i henhold til Veileder 02:2013 og får tilstandsklasse IV (Dårlig) basert på tilstandsverdien (nEQR) på stasjonsnivå.

Den generelle trenden for faunasammensetning ved undersøkelsen i februar 2014 er at de undersøkte områdene domineres av opportunistiske arter som *C. capitata* og *M. fuliginosus*, arter typisk forbundet med organisk belastede områder. Videre er det lavt antall ulike arter i både nærsjonen og fjernsjonen.

Det er gjennomført en resipientundersøkelse før produksjon på lokaliteten (Lømsland et al. 1995) og to resipientundersøkelser etter at lokaliteten har vært i drift med matfiskproduksjon (Aarseth 2004, 2005). Eksakt posisjoner til prøvetakingsstasjoner fra forundersøkelsen utført i 1995 er ukjent da disse ikke oppgitt med kartkoordinater, men kun markert med punkt i oversiktskart.

Strømmålinger ved anlegget utført i 2013 viser en sørøstlig hovedstrøm på 15 meters dyp (Sunde og Aarseth, 2013). Prøvetakingsstasjonen som representerer nærsjonen i årets undersøkelse er plassert på sørsiden, nedstrøms for anlegget. Denne stasjonen har omtrentlig samme posisjon som stasjon 1 i undersøkelsen utført i juni 2005. Forholdene i nærsjonen fra undersøkelsen i 2005 fikk miljøtilstand 1 (Meget god). Biomassen var noe lavere på undersøkelsestidspunktet i 2005 (876 tonn) sammenlignet med undersøkelsen i februar 2014 (1120 tonn). Sammenligning av resultatene fra disse to undersøkelsene tyder på at bunndyrforholdene under anlegget tåler produksjonen. I tillegg viser også MOM B-undersøkelser utført i perioden 2009 til 2013 gode og meget gode forhold under anlegget (Kilde: Fiskeridirektoratet).

Prøvetakingsstasjonen St. 01 fra undersøkelsen utført i februar 2004 ligger i omtrent samme område og dyp som overgangssjonen Ån-02 (februar 2014). Sammenligning av resultater fra disse to undersøkelsene tyder på uendrede bunndyrforhold i dette området med miljøtilstand 2 (God). Organisk innhold i sediment (% glødetap) viser også relativt uendrede forhold med verdier på 31 % (2004) og 36 % (2014).

Samtlige stasjoner i undersøkelsen utført i februar 2014 viser relativt lave nivåer av sink, men forhøyede verdier av både fosfor og kobber. De ble påvist høye nivåer av kobber i området med høyest konsentrasjon inne ved anlegget og noe minkende konsentrasjon utover i resipienten.

I undersøkelsen utført ved St. 01 (nærsone) i 2005 ble det også registrert forhøyede verdier av fosfor, men kun bakgrunnsnivåer av sink og kobber. Innhold av fosfor, sink og kobber i sedimentprøver er ikke analysert i undersøkelsen utført i 2004.

Årsaken for resipientens tilstand i dypområdet (Ån-02; overgangssonen og Ån-03; fjernsonen) er trolig noe sammensatt. Det gjennomgående høye glødetapet for overgangssonen må sees i sammenheng med kornstørrelsesfordelingen ved denne stasjonen som indikerer svake strømforhold spesielt sammenlignet med nærsonen. Som nevnt innledningsvis er områdets bunntopografi av en slik utforming at naturlig opphopning av organisk materiale i dyprennen er å forvente. Dette er også kommentert i tidligere undersøkelser (Lømsland et al., 1996). Det høye glødetapet ved stasjonen i overgangssonen tyder på at dette er et sedimentasjonsbasseng for tang og tare. Det bør også nevnes at undersøkelsen ble gjennomført etter en langvarig periode med mye uvær og sterk vind. Dette kan ha bidratt til en naturlig opphopning av makroalger på bunn i områder som det undersøkte.

Inn mot anlegget er bunnfaunaen og sedimentet tydelig preget av driften. Lenger ut i dyprennen er det trolig en kombinasjon av naturlige og driftsmessige forhold. Nøyaktig hvor stor del som skyldes hver av disse er derimot vanskelig å si, men forhøyede verdier av fosfor og kobber i sedimentprøver fra dypområdet indikerer påvirkning fra drift av anlegget. Kilden til de påviste forhøyede kobberverdiene kan være impregneringsstoff brukt på not i merdene for å hindre groe. Tiltak for å redusere nivåer av kobber kan være å ta i bruk annen type impregneringsstoff.

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. Resipientens 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 Trond Einar Isaksen og Torben Lode fra SAM- Marin, samt Brynjulf Haga (Båtfører, Aqua Management AS). Bunnprøvene ble sortert av Ina Birkeland, Nargis Islam, Linda Bjelland Pedersen, Ingrida Petrauskaite, Christine Pötsch, Natalia Korableva, Tom Alvestad og Ragna Tveiten. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad, Lenka Nealova og Per Johannessen.

## 6 LITTERATUR

- Aarseth E. 2004. Resipientundersøking. C-undersøking utført i samsvar med NS 9410, NS 9422 og NS 9423 for Landøy Fiskeoppdrett A/S, 6986 Værlandet. Lokalitet: ved Ånnaholmane i Sørværet i Askvoll kommune. Sub Aqua Tech. Rapportnr: 1-C 04. 15 s.
- Aarseth E. 2005. Resipientundersøking. C-undersøking utført i samsvar med NS 9410, NS 9422 og NS 9423 for Landøy Fiskeoppdrett A/S, 6986 Værlandet. Lokalitet: ved Ånnaholmane i Sørværet i Askvoll kommune. Sub Aqua Tech. Rapportnr: 3-C 05. 14 s.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Direktoratgruppa 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. Direktoratgruppa, 263 s.
- Fiskeridirektoratet. 2014. Fiskeridirektoratets kartløsning - MOM B Miljøtilstand, Ånnaholmane [internett]. Tilgjengelig fra: <http://kart.fiskeridir.no> [lest 16.7.2014].
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- International standard. ISO 17294-2:2004. Vannundersøkelse – Bruk av induktivt koplet plasmamassespektrometri (ICP-MS) – Del 2: Bestemmelse av 62 grunnstoffer. *Norges Standardiseringsforbund*.
- International standard. ISO 16665:2014. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna.
- International standard. ISO 5667-19:2005. Vannundersøkelse, Prøvetaking, Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder.
- International standard. ISO/IEC 17025:2005. Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Lømsland, E. R., L. G. Golmen, T. M. Johnsen, E. Oug. 1995. Resipientundersøkelse i Sørværet. NIVA – rapport 3273. 45 s.
- Norsk Standard NS 4764:1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9423:1998. Vannundersøkelse – Retningslinjer for kvantitative undersøkelser av sublitoral bløtbunnsfauna i marint miljø. *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 14346. 2006. Karakterisering av avfall – Beregning av tørrstoff ved bestemmelse av tørket rest eller vanninnhold. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Sunde B.K., Aarseth E. 2013. Straummåling ved Ånnaholmane i Askvoll kommune. Sub Aqua Tech, Straum 1-10/2013. 23 s.
- Statlig program for forurensingsovervåking, 2002. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Tiårsrapport (1990-99). Rapport 848/02. TA 1883/2002. 138s.
- SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensingstilsyn. Veiledning nr. 97:03, TA 1467/1997. 36s.
- SFT 2008. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Statens forurensingstilsyn. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. TA 2229/2007. 12s.

## 7 Vedlegg

<b>Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrdata .....</b>	<b>31</b>
<b>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre .....</b>	<b>40</b>
<b>Vedleggstabell 2. Artsliste.....</b>	<b>41</b>
<b>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser .....</b>	<b>44</b>
<b>Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis .....</b>	<b>45</b>
<b>Vedleggstabell 5. CTD Data.....</b>	<b>48</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.

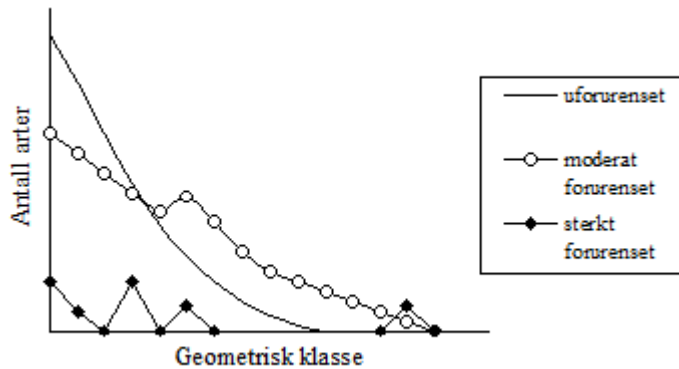
### Geometriske klasser

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 toppler 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 (Molvær et al., 1997 og Veileder 02:2013).

### Diversitet

**Shannon-Wieners diversitetsindeks (H')** beskrives ved arts mangfoldet (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:

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

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.

### Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI, AMBI og NSI.

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

$$ISI = \sum_{i=1}^s \left[ \frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right] \geq 2 / 48$$



hvor  $ISI_i$  er verdi for arten  $i$  og  $S_{SI}$  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 NQI1 (Norwegian quality Index) bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1.

NQI1 er beskrevet ved hjelp av formelen:

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

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

### **Klassegrenser**

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

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

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES <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 individtallet, 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. Miljøgraden trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkevann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

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

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

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

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

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

p = totalt antall arter

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

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

“maksimal” projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

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

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

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

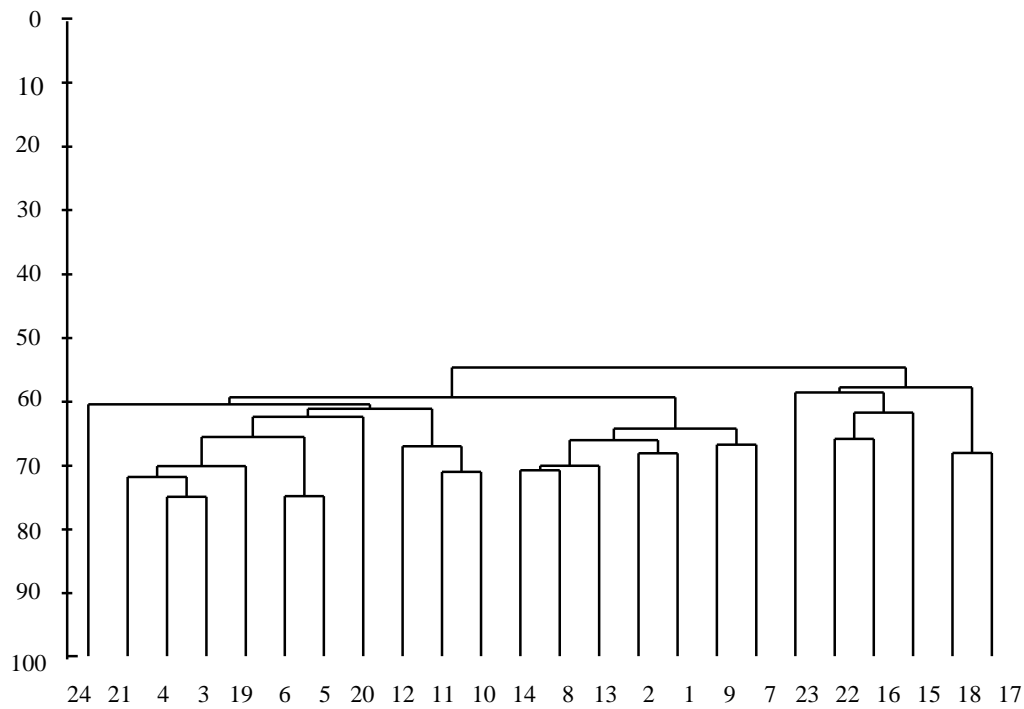
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3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

### **Dataprogrammer**

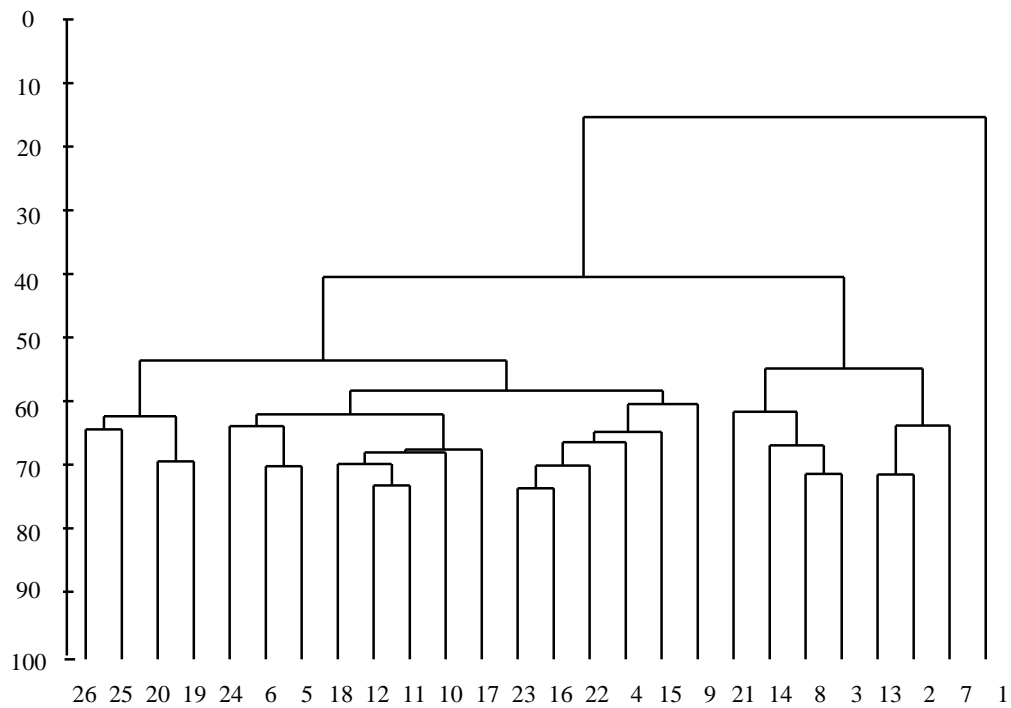
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Interne makroer er benyttet til utregning av samtlige indekser, unntatt makroen «Diversi» som beregner diversitet ( $H'$ ) og inndelingen i geometriske klasse.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

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

FAUNALIKHET

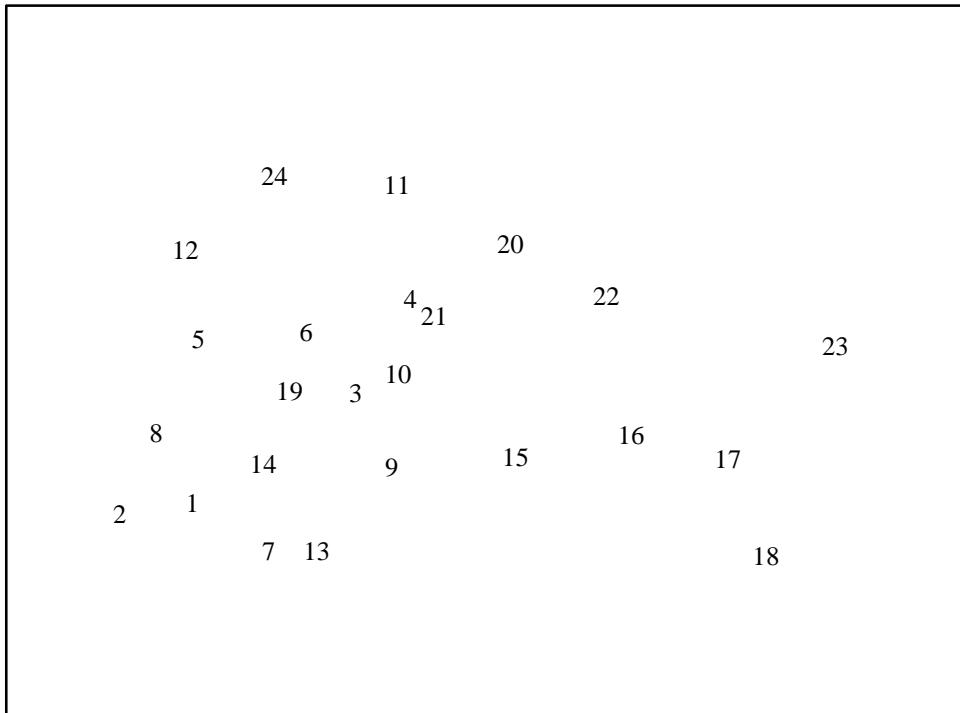


FAUNAFORSKJELL

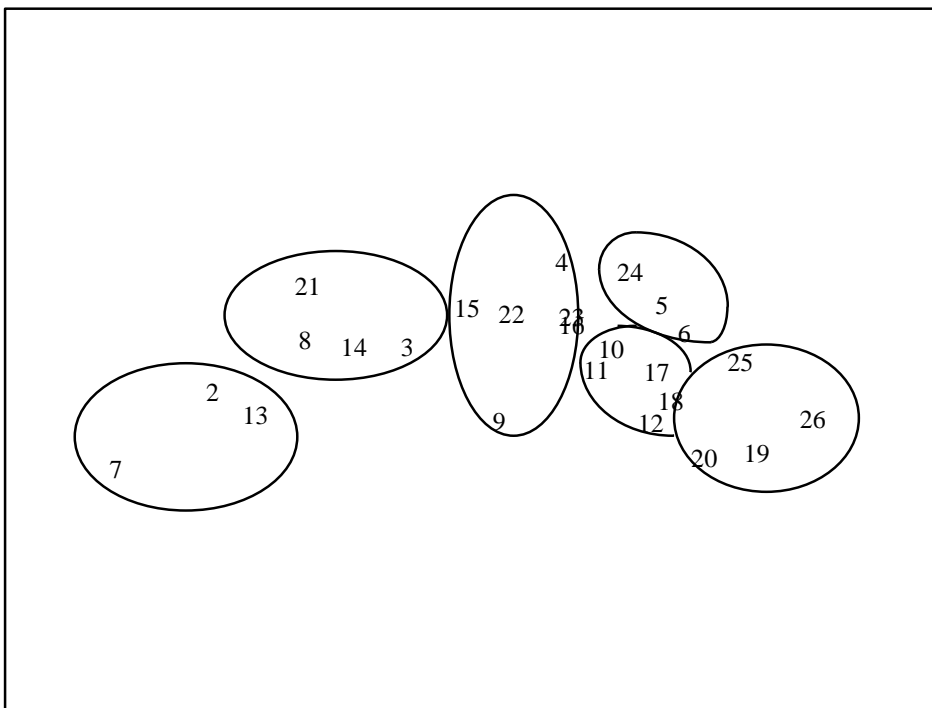


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.
- 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, 46s
- SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensingstilsyn. Veiledning nr. 97:03, TA 1467/1997. 36s.
- SFT 2008. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Statens forurensingstilsyn. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. TA 2229/2007. 12s.
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

### Vedleggstabell 1. MOM-B parametre

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

**PRØVESKJEMAET, B.1**

Firma: Landøy  
Lokalitet: Annaholmane  
Lokalitetstype: Matfisk

Dato: 27-28.02.14  
Lokalitetsnr: 11793

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr							Indeks		
			1	2	3							
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0							0,0
I	Tilstand (Gruppe I)		A									
II	pH	verdi	7,15	7,28	7,54							
	E <sub>h</sub> (mv)	verdi	-297	-352	-360							
		+ ref. verdi	-75	-130	-138							
	pH/E <sub>h</sub>	fra figur	2	2	2							2,0
	Tilstand, prøve		2	2	2							
	Tilstand, gruppe II		2									
		Buffer temp:			Temp sjø:	5,8	Temp sediment:	5,7				
		pH sjø:	7,99		Eh sjø:	475	Ref. elektrode:	222				
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		27.02.14 TEI									
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0							
	Farge	Lys/Grå = 0		0								
		Brun/Sort = 2	2		2							
	Lukt	Ingen = 0										
		Noe = 2	2	2	2							
		Sterk = 4										
	Konsistens	Fast = 0										
		Myk = 2	2	2	2							
		Løs = 4										
	Grabb-volum	v < 1/4 = 0										
1/4 ≤ v < 3/4 = 1		1		1								
v ≥ 3/4 = 2			2									
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0		0	0								
	2 - 8 cm = 1	1										
	t ≥ 8 cm = 2											
	SUM		8	6	7							
	Korrigert sum (*0,22)		1,76	1,32	1,54							1,5
	Tilstand prøve		2	2	2							
	Tilstand gruppe III		2									
	Middelve verdi gruppe II og III		1,88	1,66	1,77							1,8
	Tilstand gruppe II og III		2									
	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									2

Korrekturlest: 26.05.2014  
dato

EBI  
Sign.

TL  
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .



## Vedleggstabell 2. Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 003

## SF505-Benthos Artsliste

Uni Miljø - Sam Marin

**Ansvarsområde:** Sam Marin / Rapportering / Rapportering /  
**Dok. kategori:** Vedlegg **Sist endret:** 27.06.2014 ( Øydis Alme )  
**Siste revisjon:** Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt  
**Godkjent:** GODKJENT 27.06.2014 ( Øydis Alme )



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



**Oppdragsgiver (navn og adresse):** Landøy Fiskeoppdrett AS, 6986 Værlandet  
**Prosjekt nr.:** 808198

**Prøvetakingssted (område):** Ånnaholmane 11793

**Dato for prøvetaking:** 27-28.02.2014

**Ansvarlig for prøvetaking (firma):** SAM-Marin

**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet:** -

**Artene er identifisert av:** Tom Alvestad, Lenka Nealova og Per Johannessen

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

**Opplysninger om merker i artslisten:**

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

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

**Andre opplysninger:**

Tabellen starter på neste side og består av:2 sider.

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

Signatur: Tom Alvestad  
 Godkjent taksonom

## Uni Research Miljø, SAM-Marin

Anlegg	Ånnaholmane	Ånnaholmane	Ånnaholmane	Ånnaholmane	Ånnaholmane	Ånnaholmane
Stasjonsnavn	Ån - 01	Ån - 01	Ån - 02	Ån - 02	Ån - 03	Ån - 03
Dato	28.02.2014	28.02.2014	28.02.2014	28.02.2014	27.02.2014	27.02.2014
Dyp	36 m	36 m		70 m	76 m	76 m
Hugg	1	2	1	2	1	2
<b>CNIDARIA</b>						
<b>HYDROZOA</b>						
* Hydrozoa indet.		+	+	+	+	
<b>PLATYHELMINTES</b>						
* Platyhelminthes indet.				1		
<b>NEMERTEA</b>						
* Nemertea indet.				5		
<b>NEMATODA</b>						
* Nematoda indet.	ca. 3000	ca.6000	17	25	2	
<b>ANNELIDA</b>						
<b>POLYCHAETA</b>						
Eunoe nodosa				0/2		
Harmothoe fragilis				2/4		
Harmothoe imbricata				1		
Pholoe assimilis				1		
Phyllodoce mucosa					1	
Microphthalamus sp	5	6				
Syllidae indet				3	1	
Exogone sp				1		
Nereis zonata				3/2		
Nereis pelagica		1				
Platynereis dumerilii				2		
Lumbrineridae indet.					1	
Ophryotrocha sp				7		
Malacoceros fuliginosus	216/5	13/11	2	2/5	5/6	0/2
Spio sp.						2
Cirratulus cirratus				1		
Macrochaeta clavicornis				3		
Capitella capitata	1391	1235	13/13	150/134	70/110	50/37
Lagis koreni			1		1	
Amphitrite cirrata				1		
Sabellidae indet				1		
Hydroides norvegicus				1		
<b>OLIGOCHAETA</b>						
Oligochaeta indet.	54	35				
<b>COPEPODA</b>						
* Lepeophtheirus salmonis	1					
* Calanus finmarchicus	175	114	58	116	75	74
* Centropages hamatus				1		

## Uni Research Miljø, SAM-Marin

Anlegg	Ånnaholmane	Ånnaholmane	Ånnaholmane	Ånnaholmane	Ånnaholmane	Ånnaholmane
Stasjonsnavn	Ån - 01	Ån - 01	Ån - 02	Ån - 02	Ån - 03	Ån - 03
Dato	28.02.2014	28.02.2014	28.02.2014	28.02.2014	27.02.2014	27.02.2014
Dyp	36 m	36 m		70 m	76 m	76 m
Hugg	1	2	1	2	1	2
<b>DECAPODA</b>						
* Liocarcinus depurator				1		
<b>LEPTOSTRACA</b>						
* Nebalia sp.				1		
<b>AMPHIPODA</b>						
* Amphipoda indet.		1		32		
* Hyperiidæ indet						1
<b>ISOPODA</b>						
* Idotea sp.				9		
<b>PYCNOGONIDA</b>						
* Pycnogonida indet.					1	
<b>MOLLUSCA</b>						
<b>GASTROPODA</b>						
Gibbula cineraria				2		
Nudibranchia indet				3		
<b>BIVALVIA</b>						
Mytilus edulis	0/1					
<b>OPHIUROIDEA</b>						
Ophiopholis aculeata				0/2		
Amphipholis squamata				0/2		
<b>CHAETOGNATHA</b>						
* Chaetognatha indet.						3
<b>PISCES</b>						
* Pholis gunellus				1		
* Fiske egg.	3				1	
<b>VARIA</b>						
* Varia				+		+

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser**

Lokalitet Ånnaholmane. Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	Ånnaholmane				
	St.01 2004	St.01 2005	Ån-01 2014	Ån-02 2014	Ån-03 2014
I	5	15	2	8	4
II	1	12	0	8	1
III	0	11	0	3	0
IV	1	0	1	1	1
V	0	8	0	0	0
VI	0	1	0	0	0
VII	1	1	1	0	0
VIII	0	3	1	0	0
IX	0	0	0	1	1
X	0	0	0	0	0
XI	0	0	0	0	0
XII	0	0	1	0	0
XIII	0	0	0	0	0
XIV	0	0	0	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-000986-01**



**EUNOBE-00009736**

Prøvemottak: 17.03.2014  
Temperatur:  
Analyseperiode: 17.03.2014-03.04.2014  
Referanse: 808198/21/14

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:		441-2014-0317-010	441-2014-0317-011	441-2014-0317-012					
Prøvetakingsdato:		26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014					
Prøvetaker:		Trond E. Isaksen	Trond E. Isaksen	Trond E. Isaksen					
Analysestartdato:		17.03.2014	17.03.2014	17.03.2014					
Prøvetype:		Sedimenter	Sedimenter	Sedimenter					
Prøvemerkning:		AN-01 Dyp 36, Hugg 2	AN-02 Dyp 70, Hugg 2	AN-03 Dyp 76, Hugg 2					
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 8000	mg/kg tv	a) 5800	mg/kg tv	a) 3400	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 120	mg/kg tv	a) 100	mg/kg tv	a) 61	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 250	mg/kg tv	a) 320	mg/kg tv	a) 210	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 69	mg/g tv	a) 160	mg/g tv	a) 120	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 38.1	% (w/w)	a) 17.6	% (w/w)	a) 22.4	% (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 03.04.2014

Kristine Fiane Johnson

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 måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

		<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		
Kunde: Uni Research AS Att: Trond E. Isaksen Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		<b>RAPPORT</b>  <b>Sedimentanalyser</b>		
		Ordre nr.:	Antall sider + bilag:	
		54081	4	
		Rapport referanse:	Dato:	
		KR-18716	29.04.2014	
Rev. nr.	Kundens bestillingsnr./ ref.:	Utført:	Ansvarlig signatur:	
0	808198 / 14/14	Eli Ellingsen	Eli Ellingsen	

Prøver mottatt dato: 01.04.2014

**RESULTATER**

Prøve merket:			Ån-01	Ån-02	Ån-03
Parameter	Enhet	Ana.dato	KG-000471	KG-000472	KG-000473
TOM (550 °C)	%	22.04.14	9,39	35,50	2,44

Ån-01	KG-000471							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	3,64	50,7	50,7	MdΦ	Silt og leire		5,7
1000	0	0,84	11,7	62,4	-1,06	Sand		43,6
500	1	0,37	5,2	67,6		Grus		50,7
355	1,5	0,25	3,5	71,0	SdΦ			
250	2	0,35	4,9	75,9	3,11			
180	2,5	0,37	5,2	81,1				
125	3	0,39	5,4	86,5	SkΦ			
90	3,5	0,28	3,9	90,4	0,16			
63	4	0,28	3,9	94,3				
<63	8	0,41	5,7	100,0	KΦ			
		7,18	100,0		0,76			

Ån-02	KG-000472							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,02	0,9	0,9	MdΦ	Silt og leire		89,8
1000	0	0,02	0,9	1,8	5,77	Sand		9,3
500	1	0,02	0,9	2,7		Grus		0,9
355	1,5	0,02	0,9	3,6	SdΦ			
250	2	0,05	2,2	5,8	1,66			
180	2,5	0,04	1,8	7,6				
125	3	0,01	0,4	8,0	SkΦ			
90	3,5	0,01	0,4	8,4	-0,16			
63	4	0,04	1,8	10,2				
<63	8	2,02	89,8	100,0	KΦ			
		2,25	100,0		1,10			

Ån-03	KG-000473							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,12	3,5	3,5	MdΦ	Silt og leire		51,9
1000	0	0,11	3,2	6,8	4,14	Sand		44,6
500	1	0,12	3,5	10,3		Grus		3,5
355	1,5	0,11	3,2	13,5	SdΦ			
250	2	0,26	7,6	21,1	2,51			
180	2,5	0,32	9,4	30,5				
125	3	0,30	8,8	39,3	SkΦ			
90	3,5	0,15	4,4	43,7	-0,06			
63	4	0,15	4,4	48,1				
<63	8	1,77	51,9	100,0	KΦ			
		3,41	100,0		0,86			

## ANALYSEINFORMASJON

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

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

## ANMERKNINGER

Prøveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjennelse. 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**

Lokalitet Ånnaholmane. Tabellen viser hydrografiske profilmålinger ved fjernsonen (ÅN-03) med parametere salinitet (S), temperatur (T), oksygen (O<sub>2</sub>), fluorescense (F) og tetthet (σT; funksjon av S og T).

Dyp (m)	S ‰	T °C	O <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> ml/l	F (µg/l)	σT
3	32,7	5,5	94,5	9,8	6,9	0,2	25,8
5	32,7	5,5	95,5	9,9	7,0	0,2	25,8
7	32,7	5,5	96,6	10,0	7,1	0,2	25,8
10	32,7	5,5	99,0	10,3	7,2	0,2	25,8
15	32,8	5,5	102,6	10,6	7,5	0,2	25,9
20	32,8	5,5	105,8	11,0	7,7	0,2	25,9
25	32,8	5,5	108,1	11,2	7,9	0,2	26,0
30	32,8	5,5	107,8	11,2	7,9	0,2	26,0
40	32,9	5,6	109,2	11,3	8,0	0,2	26,1
50	33,3	5,7	109,8	11,3	8,0	0,1	26,5
60	33,4	5,7	109,7	11,3	7,9	0,1	26,6
70	33,4	5,7	105,7	10,9	7,7	0,1	26,6
71	33,4	5,7	105,1	10,8	7,6	0,2	26,6