

SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Research Miljø



e-rapport nr: 31 – 2014

MOM C-undersøkelse fra lokalitet Aldøyna i Askvoll kommune, 2014



**Torben Lode
Einar Bye-Ingebrigtsen
Trond Einar Isaksen
Per-Otto Johansen**



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	
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 Aldøyna i Askvoll kommune, 2014	Dato: 08.08.14
	Antall sider og bilag: 50
Forfatter(e): Torben Lode, Einar Bye-Ingebrigtsen, Trond E. Isaksen, Per-Otto Johansen	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 Aldøyna on its surrounding environment. No significant pollution of copper, zink or phosphorus were detected in the examined area close to the farm, in the transition zone and in the deepest part of the surveyed area. No elevated levels of organic content in sediment were detected. Also, the condition of the bottom fauna was good or very good in all these these areas. These results indicates that there are no significant impacts of fish farming on the benthic environment.

Keywords: Marine, environment, MOM C-survey, recipient	Emneord: Marin, miljø, MOM C-undersøkelse, resipient	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 31
--	--	---

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	08.08.14	<i>P.O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	08.08.14	<i>Trond E. Isaksen</i>

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: Per-Otto Johansen

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Båttjenster leid av Aqua Management AS. Båtfører var 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** Test 032

Akkreditert: TOM, kornfordeling

Ikke akkreditert: -

Andre: -

INNHold

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet	6
2.2 Hydrografiske målinger	9
2.3 Bløtbunnundersøkelse – Prøvetaking og analyser	10
2.4 Produksjonsdata fra anlegget	15
2.5 Avvik	15
3 RESULTATER OG DISKUSJON	16
3.1 Hydrografi	16
3.2 Sediment (partikkelstørrelse)	17
3.3 Kjemi	19
3.4 Bunndyr	21
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	26
5 TAKK	27
6 LITTERATUR	28
7 Vedlegg	29
<i>Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata</i>	30
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere</i>	39
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	40
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i>	46
<i>Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis</i>	47
<i>Vedleggstabell 5. CTD Data</i>	50

1 INNLEDNING

Det ble i februar 2014 gjennomført marinbiologisk miljøundersøkelse fra tre oppdrettslokaliteter (Aldøyna, Kalvøya N og Ånnaholmane) ved Værlandet, Askvoll kommune. Denne rapporten presenterer resultatene fra Aldøyna (lokalitetsnr. 12982). Innsamlingene ble gjennomført 26. februar 2014.

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).

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.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere de marine miljøforholdene ved oppdrettslokaliteten Aldøyna. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

Det har tidligere vært gjennomført en resipientundersøkelse ved lokaliteten Aldøyna (Haga, 1997). Rapport fra denne undersøkelsen konkluderte med at det ingen eller liten belastning av resipienten. De tre siste MOM B-undersøkelsene ved Aldøyna har gitt lokaliteten gode og svært gode tilstander (Fiskeridirektoratet, 2014).

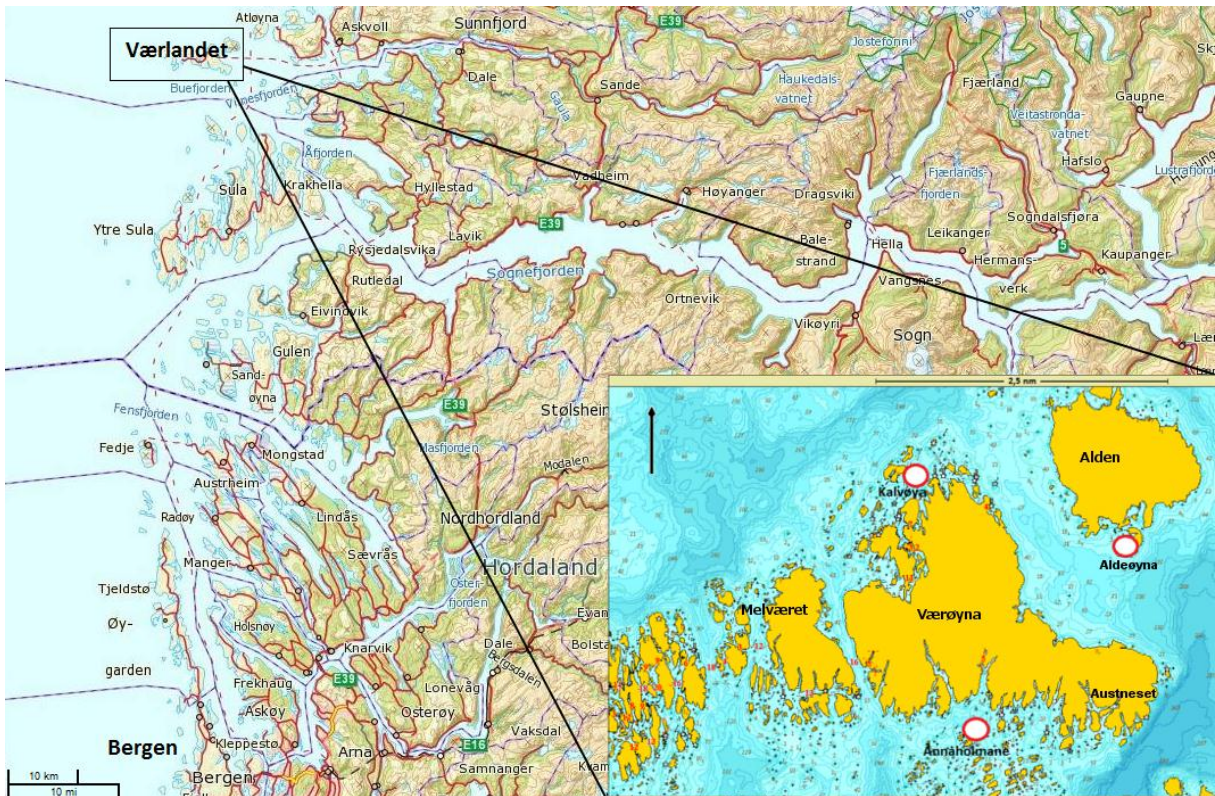
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

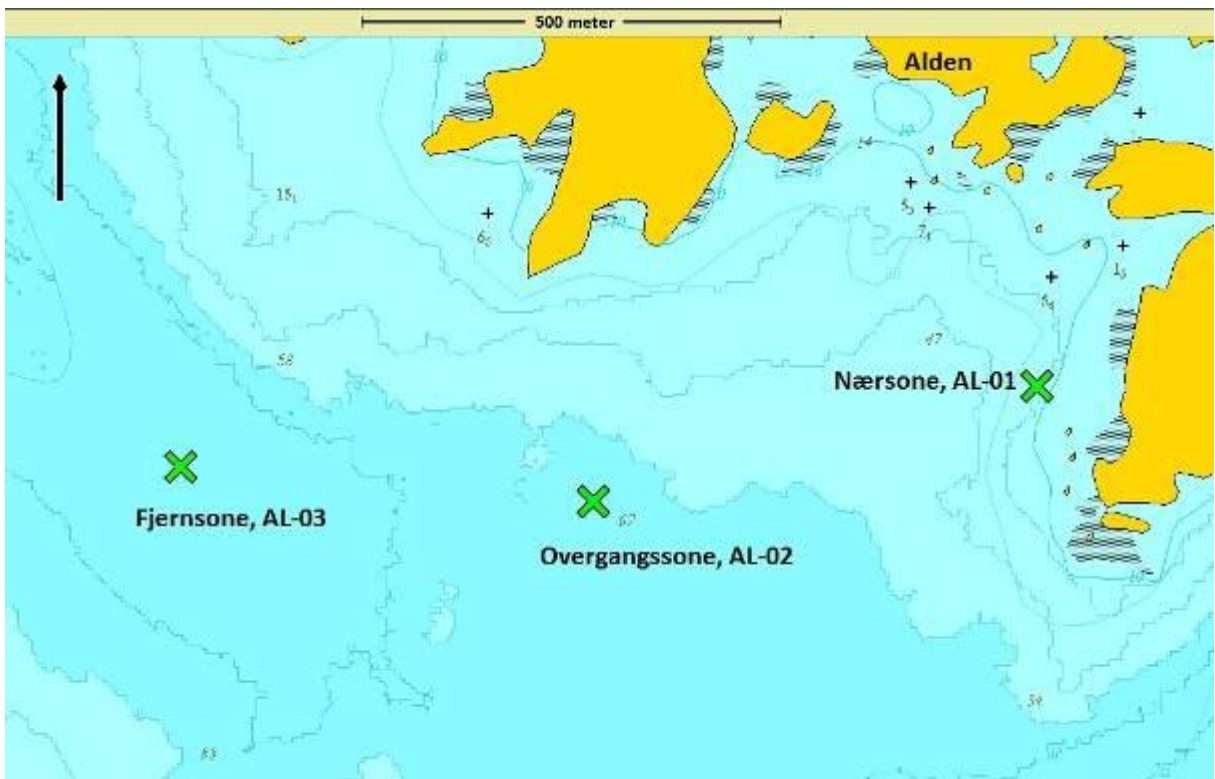
Lokaliteten ligger nord-øst i Værlandet, Askvoll kommune (Figur 2.1). Lokaliteten er plassert like sør for øya Alden og den ruvende fjellformasjonen Norske hesten (480 moh.). Lokaliteten ligger til dels skjernet av omkringliggende øyer og er mest eksponert for vind fra sør og sørøst. Dybde under anlegget er ca. 22 meter i den nordøstlige enden og skråner svakt nedover i vestlig retning ned mot 95-100 meters dyp i sjøområdet mellom Værøyna og Alden (Figur 2.2 og 2.3).

Prøveinnsamlingene ble gjort 26. februar, 2014. Det ble tatt et sett med prøver fra en stasjon tett ved den nordøstlige enden av anlegget (nærsonen; AL-01), et sett prøver i området mellom anlegget og det dypeste partiet i området (overgangssonen; AL-02) og et sett prøver fra det dypeste partiet i området (fjernsonen; AL-03). Det ble utført hydrografiske målinger og tatt bløtbunnsprøver for geologiske, kjemiske og biologiske analyser. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Innsamlingen ble gjennomført av Trond Einar Isaksen og Torben Lode fra SAM-Marin. Det blir brukt båtjenester fra Aqua Management AS.

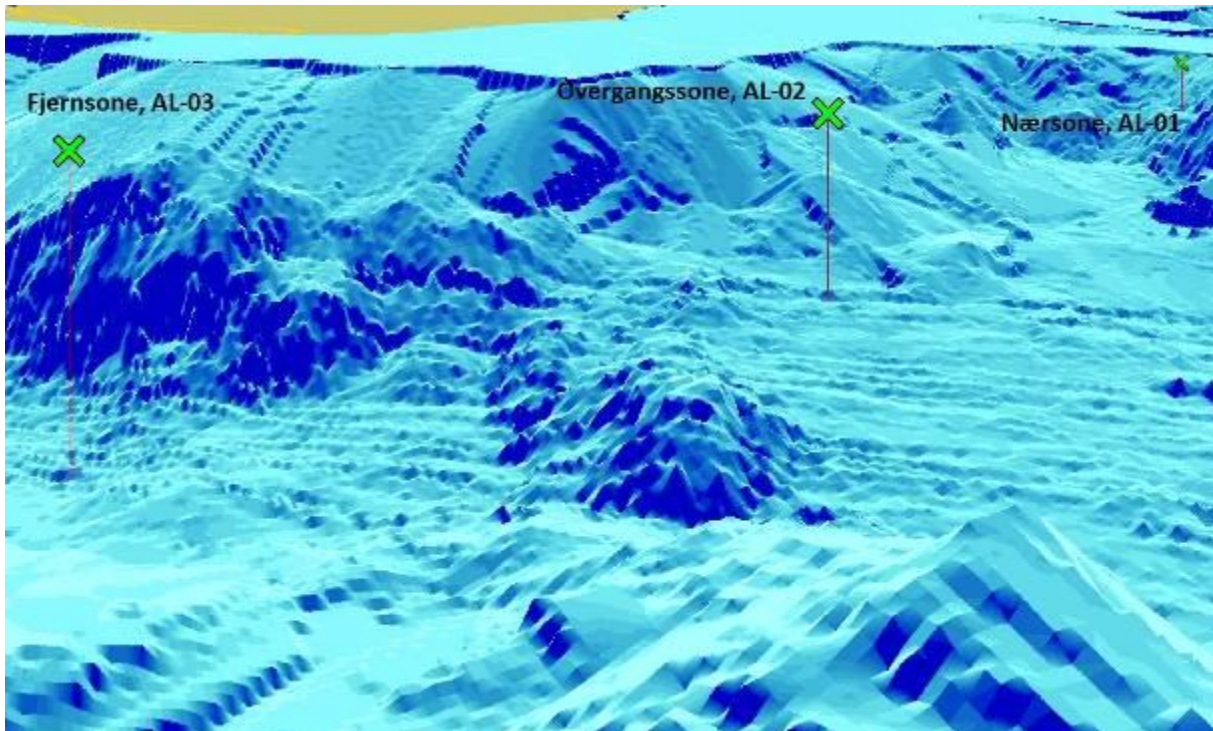
Det er tidligere utført lignende resipientundersøkelse i området 29. juli 1997 (Haga, 1997). Prøvetakingsstasjoner er vist i kart i rapport men det er ikke oppgitt koordinater for eksakt plassering. Det ble tatt prøver fra to stasjoner i 1997, hvorav den ene stasjonen (St. 1) har en plassering som samsvarer med overgangssonen i henhold til dagens gjeldende standard NS 9410:2007. Denne standarden beskriver overgangssonen som området mellom anlegget og det nærmeste dypområdet. Stasjon 1 fra undersøkelsen i 1997 betraktes derfor som en langtidsovervåkingsstasjon og har blitt vurdert sammen med resultat fra overgangssonen (AL-02) i undersøkelsen utført i februar 2014. Stasjonsplassering fra undersøkelsen utført i 2014 er vist med punkt i kart (Figur 2.2.) og posisjoner er oppgitt med koordinater i Tabell 2.1.



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



Figur 2.2: Kartutsnitt viser plassering av undersøkte stasjoner ved lokaliteten Aldøyna, februar 2014; stasjoner angitt med grønne kryss. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex



Figur 2.3: Bunntopografisk kart over området ved lokaliteten Aldøyna; stasjoner angitt ved grønne kryss. Kartkilde: Olex.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved lokaliteten Aldøyna, februar 2014. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Dybder innhentet vha. Olex m/ ekkolodd. Det ble benyttet duo grabb, hvor det ene kammeret utgjør en grabbåpning på 0,1 m² 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
Nærsone AL-01 26.02.2014	61° 18,675' N 04° 46,086' Ø	22	1 2	6,10 6,10	Biologi, geologi, MOM B-parametere Biologi, kjemi Lys skjellsand, ingen lukt
Overgangs- sone AL-02 26.02.2014	61° 18,553' N 04° 45,636' Ø	65	1 2	5,10 7,10	Biologi, geologi, MOM B-parametere Biologi, kjemi Lys sand, ingen lukt
Fjernsone AL-03 26.02.2014	61° 18,575' N 04° 45,086' Ø	95	1 2	6,60 6,10	Biologi, geologi, MOM B-parametere Biologi, kjemi CTD m/ oksygenmåler Skjellsand, sand, noe småstein. Ingen lukt

Nøyaktig posisjon til de ulike stasjonene er viktig for referanse og for at undersøkelsene skal være reproduerbare i fremtiden. Plassering til de ulike prøvestasjonene er registrert med bruk av SAM-Marin Olex m/ GPS (WGS84, Tabell 2.1). Koordinatene er oppgitt som fulle koordinater med nord- og øst- verdi med minimum 20 meters presisjon i henhold til kravspesifikasjonen (ISO 16665:2014).

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 (H₂S), som er giftig, kan dannes og føre til at dyrelivet dør ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Vann kan også være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet.

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

Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ble målt i fjernsonen 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*.

Bunnprøver 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 m² åpning og 0,5 mm perforerte silplater i inspeksjonslukene) som tar biologi-, kjemi- og geologiprøver i same hugg (kombi-grabb, utviklet av Det Norske Veritas). Biologikammeret tilsvarer prøveareal på 0,1 m², mens det minste kammeret har prøveareal på 0,05 m² som er tilstrekkelig for geologi- og kjemiprøver.

Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m². Miljøtilstand basert på makrofauna vurderes på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen i et prøveareal på 0,2 m² (NS 9410:2007). For å oppnå et prøveareal på 0,2 m² 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 gjeldende standarder. Det er særlig viktig at øvre sedimentlag i grabbprøver som skal brukes til geologi- og kjemi analyser er uforstyrret (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 i resultat-delen og nevnt under kapittel «Avvik».

For hver stasjon (nærsonen, overgangssonen og fjernsonen) i det undersøkte området ble det tatt prøver for geologi, kjemi og biologi analyser. Alle grabbhugg ble i tillegg vurdert i henhold til MOM B-parametere. Totalt ble det samlet inn 6 huggprøver fra 3 stasjoner (se Tabell 2.1).

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

Sediment (geologi)**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

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.

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 rått lukt av hydrogensulfid (H₂S). Dette vil være særlig fremtredende i områder med stor organisk tilførsel og/eller dersom bunnvannet i området inneholder lite oksygen.

Det er samlet sedimentprøver fra hver stasjon i det undersøkte området. Prøvetaking og analyse er utført etter gjeldende Norsk Standard NS 4764 og NS 9423. 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 og er akkreditert for analyse av total organisk materiale (TOM) 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. 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. 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 nedbryterorgansimer som børstemark. I sterkt anoksiske sedimenter vil det derfor kunne dannes surt miljø og hydrogensulfid (H₂S) under bakteriell nedbryting av organisk materiale. Surhetsgrad og redokspotensialet i sedimentprøvene ble målt med to portable SevenGo™ 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 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 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 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 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 diversitetsindeksen (H'), Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}), den sammensatte diversitet/ømfintlighetsindeksen NQ1, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI₂₀₁₂ og AMBI (komponent i NQ1), samt indeksen 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). 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 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 (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 ₂ / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	NQI1	02:2013		0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	<0,31
	Shannon-Wiener (H')	02:2013		5,7-4,8	4,8-3,0	3,0-1,9	1,9-0,9	<0,9
	ES ₁₀₀	02:2013		50-34	34-17	17-10	10-5	<5
	ISI ₂₀₁₂	02:2013		13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	<4,5
	NSI	02:2013		31-25	25-20	20-15	15-10	<10
	DI	02:2013		<0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05
	Organisk karbon	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 mgO₂/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 NS 9410:2007 (MOM).

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2 (god)	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3 (dårlig)	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ²
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

2.4 Produksjonsdata fra anlegget

Det har vært drift ved lokaliteten Aldøyna siden produksjonen først startet i 1995. Anlegget består av 8 bur på 24 x 24 meter ved undersøkelsestidspunktet. Undersøkelsen er utført omtrent halvveis i produksjonssyklusen med en innestående biomasse på 587 tonn og produksjon i hele anlegget. Fisken er av årsklasse Vår 2013 og skal utslaktes fra august 2014 og utover. Anlegget skal deretter brakklegges fra januar 2015 frem til mai 2015.

Tabell 2.6. Fôrforbruk og produksjon på lokaliteten de siste 3 år:

	Utfôret mengde (tonn)	Produsert mengde (tonn)
2013	658	494
2012	1826	1734
2011	431	404

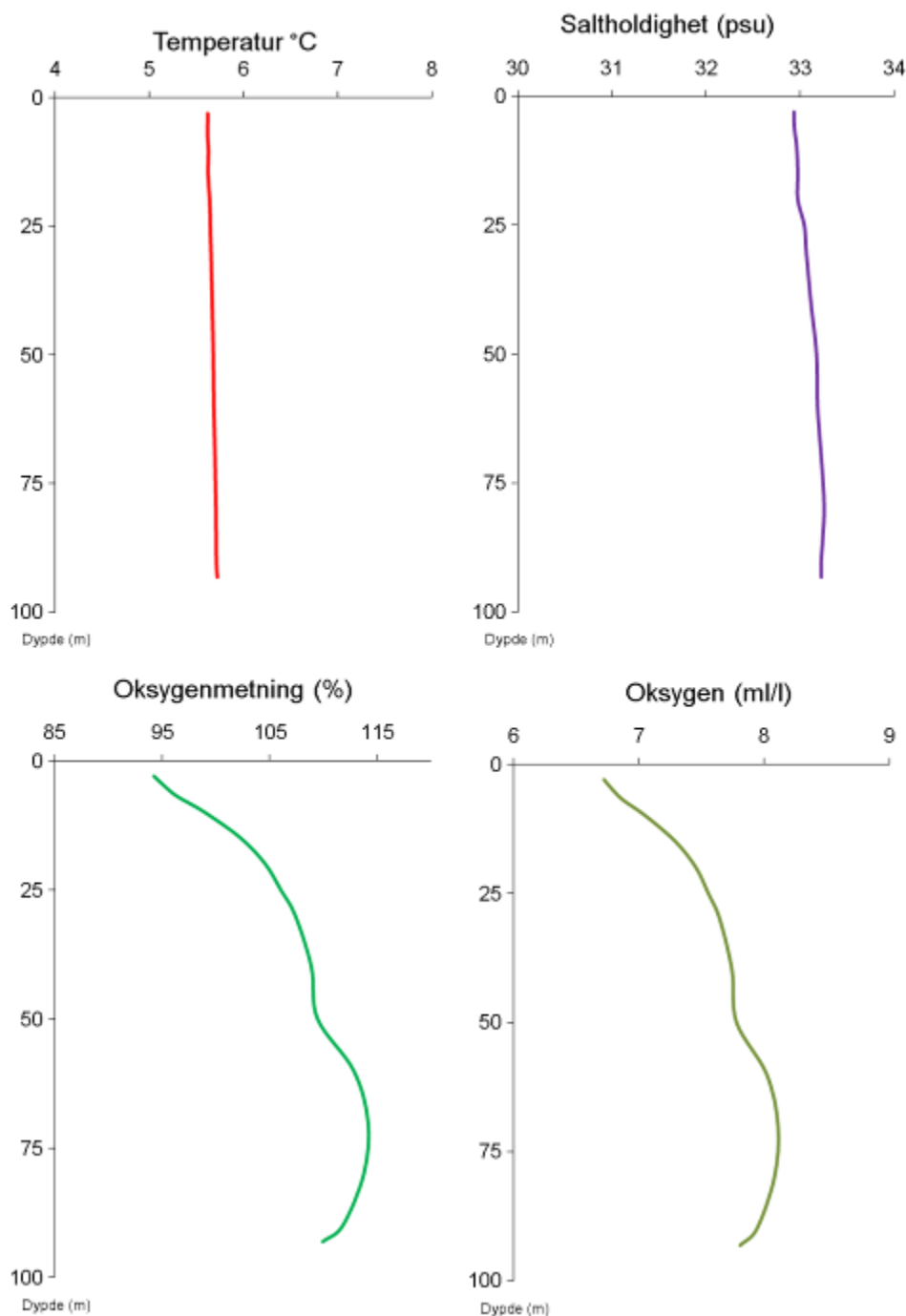
2.5 Avvik

Ingen avvik registrert i forbindelse med denne undersøkelsen.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved fjernsonen (AL-03) 26. februar 2014. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedleggstabell 5.



Figur 3.1: Lokaltet Aldøyna. Temperatur, saltholdighet, oksygen i % metning og ml/l ved fjernsonen (AL-03), målt med STD/CTD-sonde med påmontert oksygensensor fra overflaten og ned mot bunn den 26. februar 2014. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO_2/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Både temperatur og saltholdighet er gjennomgående stabilt lik for hele vannsøylen. Temperatur og saltholdighet påvirker direkte vannmassers tetthet. Ved tilfeller som her med lik tetthet gjennom vannsøylen oppstår blanding av vannmasser vertikalt og en jevn fordeling av næringsstoffer i vannsøylen. Vannsøylestrukturen ved fjernsonen (AL-03) er typisk for vinterhalvåret og gir grunnlag for den noe senere våroppblomstringen.

Oksygeninnholdet er generelt høyt gjennom vannsøylen, selv om det tydelig er en viss variasjon med økt dybde. Oksygeninnholdet øker jevnt ned mot 70 meter, for så å avta noe videre ned mot bunnen. Høyeste registrerte oksygenverdi viser en metningsgrad på 114 % (8,11 ml O₂/liter).

Gjennomgående gode oksygenforhold i vannsøylen er å forvente ved ikke-stratifiserte vannmasser slik som i denne målingen. Både salinitet og temperatur målingene viser stabile verdier i hele vannprofilen. Disse resultatene viser homogene forhold med kaldt vann. Mye vind i løpet av vinteren og i tiden frem mot prøvetakingstidspunktet har ført til god vannomrøring av vannmassene. I vinterhalvåret er det i tillegg liten eller ingen primærproduksjon som kan påvirke oksygenprofilen. Videre er det vist at sedimentet i den undersøkte fjernsonen har høy andel av sand (se under), noe som tyder på sterke bunnstrømmer i området.

Oksygeninnhold i bunnvann ble målt til 7,81 ml O₂/liter (metning 110 %) på 98 meters dyp ved fjernsonen (AL-03). Dette gir Miljødirektoratets tilstandsklasse I (Svært god) for oksygeninnhold i dypvann.

3.2 Sediment (partikkelstørrelse)

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

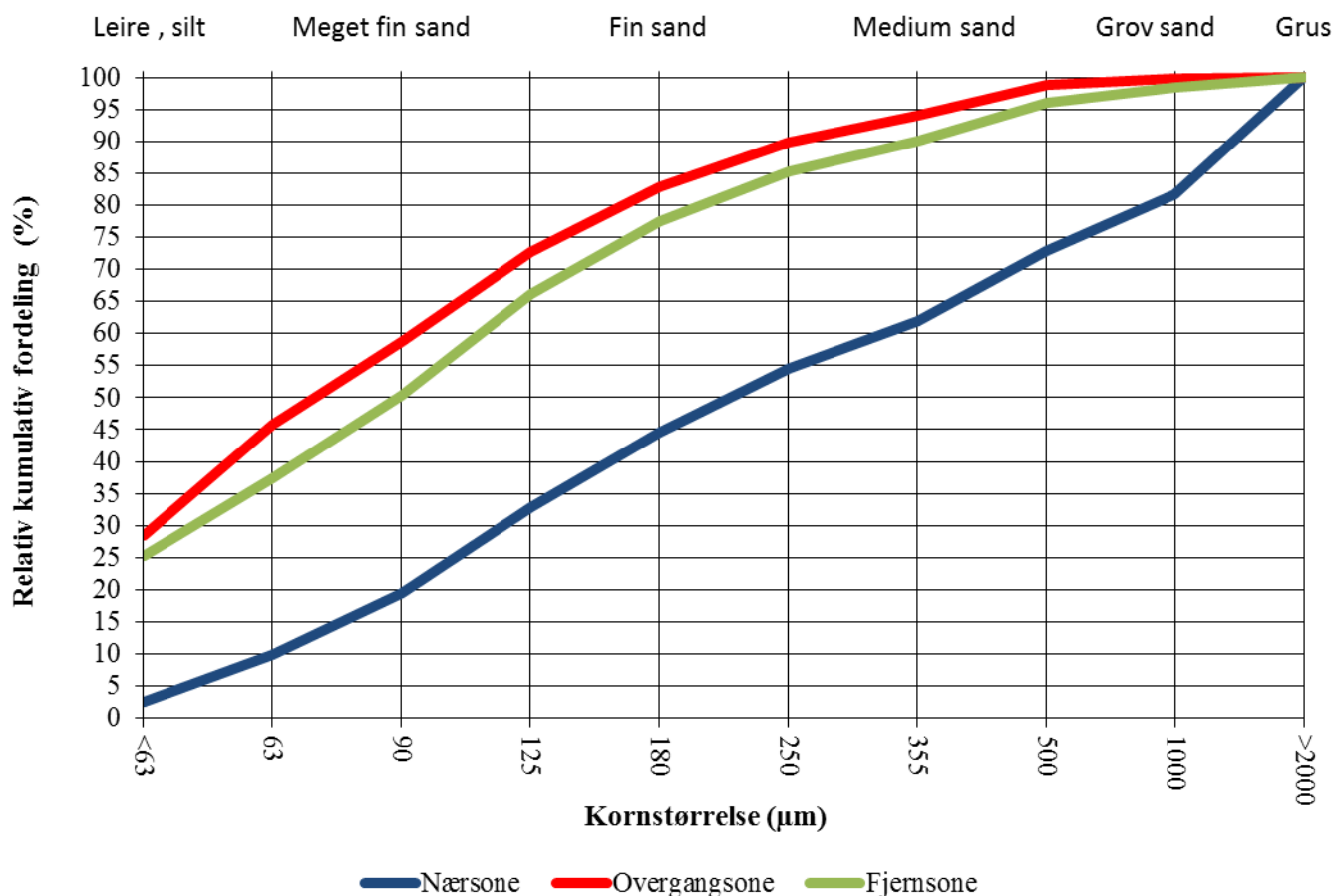
Nærsonen (AL-01) domineres av middels grove til grove partikler i form av sand (79,1 % av alt sediment) og grus (18,4 %). Den resterende andelen består av finere partikler (2,5 %) som silt og leire. Overgangssonen (AL-02) har en noe annerledes sediment-sammensetning. Også her utgjøres mesteparten av sand (71,3 %), men bare 0,2 % av sedimentet består av grus. Leire og silt (28,5 %) er her den nest mest dominerende sediment-typen. Fjernsonen (AL-03) er kvalitativt lik overgangssonen og er hovedsakelig utgjort av sand (73,1 %), med et moderat innslag av leire og silt (25,3 %), og bare en liten andel grus (1,7 %).

Ut fra kornstørrelsesfordelingen ved undersøkelsestidspunktet ved de 3 stasjonene kan det virke som om det er noe bedre bunnstrømforhold ved nærsonen (AL-01) sammenlignet med overgangssonen (AL-02) og fjernsonen (AL-03). Den høye andelen sand vitner imidlertid om relativt gode bunnstrømforhold ved samtlige stasjoner.

Normale verdier for glødetap i dypet av norske fjorder ligger på under 10 % glødetap (TOM). Glødetapsverdiene for samtlige undersøkte stasjoner (AL-01, AL-02 og AL-03) er å anse som gode (Tabell 3.1).

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

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% TOM)	Leire + Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
AL-01, Nærsone	22	5,56	2,5	79,1	18,4
AL-02, Overgangssone	65	5,57	28,5	71,3	0,2
AL-03, Fjernsone	95	7,11	25,3	73,1	1,7

**Figur 3.2:** Sedimentfraksjoner. Relativ kumulativ fordeling av kornstørrelse i sedimentprøver fra ulike stasjoner ved lokaliteten Aldøyna: Nærsone, AL-01; Overgangssone, AL-02; Fjernsone, AL-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

Tabell 3.2 viser analyseresultatet av de kjemiske parameterne målt for de 3 undersøkte stasjonene.

Konsentrasjoner av fosfor i marine sedimenter ligger vanligvis under 1000 mg/kg TS i Vestlandsfjordene. Alle de 3 undersøkte stasjonene har fosforverdier innenfor det som betraktes som normalt ved undersøkelsestidspunktet.

Både nærsone (AL-01) og overgangssone (AL-02) har lave verdier for normalisert TOC ved undersøkelsestidspunktet og får Miljødirektoratets tilstandsklasse II (God). Ved fjernsone (AL-03) er det noe høyere verdier for normalisert TOC og prøven herfra gir Miljødirektoratets tilstandsklasse III (Moderat).

Klassifiseringssystemet krever beregning av normalisert totalt organisk karbon (TOC). Dette betyr at både finstoff (leire og silt) og TOC må analyseres og brukes i beregningene. I følge 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.

Verdiene av metallene kobber og sink viser svært gode forhold for begge parameterne ved samtlige undersøkte stasjoner (AL-01, AL-02 og AL-03) og gir Miljødirektoratets tilstandsklasse I (Bakgrunnsnivå).

Tabell 3.2: Innholdet av de undersøkte kjemiske parameterne i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS) fra stasjonene ved Aldøyna, 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	Normalisert TOC	Fosfor	Sink	Kobber	Tørrstoff
	mg/g	mg/g	TK TS	mg/kg TS	TK mg/kg TS	TK (TS) %
AL-01, Nærsone	7	25	II 950	28	I 32	I 67,7
AL-02, Overgangssone	12	25	II 640	54	I 10	I 63,7
AL-03, Fjernsone	17	30	III 550	68	I 12	I 58

3.3.2 MOM B-parametere

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 alle de undersøkte stasjonene. De sensoriske parametrene viste at sedimentet fra disse stasjonene var lys i fargen med fast konsistens og uten lukt (se eksempel Foto 1). Samlet vurdering gir tilstandsklasse 1 (meget god) for stasjonene AL-01, AL-02 og AL-03 i henhold til NS 9410:2007.



Foto 1. Grabbprøve fra nærsone (stasjon AL-01) til lokalitet Aldøya 26.02.2014.

Tabell 3.3: Målte pH og E_h verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene ved Aldøyna, 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	pH	E_h (mV)	pH/ E_h poeng	Tilstand
AL-01, Nærsone	7,81	241	0	1
AL-02, Overgangssone	7,72	200	0	1
AL-03, Fjernsone	7,74	393	0	1

3.4 Bunnedyr

Resultatene fra bunnedyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4 og 3.5, Figur 3.3 - 3.5, og i Vedleggstabellene 2 og 3. Resultatene fra bunnedyrsanalysene 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 følge MOM-standarden (NS 9410:2007) er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Vurdering av bunnedyrsamfunnet i nærsonen blir derfor basert på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen (se Tabell 2.5). I bunnedyrsprøvene fra AL-01 like ved anlegget (nærsonen), ble det funnet totalt 49 arter bestående av til sammen 1513 individer. Blant de mest dominerende artene finner man fåbørstemark (*Oligochaeta*) som utgjorde 35 % av det totale individtallet, samt børstemarkene *Scoloplos armiger* (336 individ, 22 %) og *Capitella capitata* (186 individ, 12 %).

Børstemarken *C. capitata* er en opportunist og en typisk art å finne i områder med høy grad av organisk belastning. Tilstedeværelsen av *C. capitata* i prøver fra nærsonen indikerer av denne grunn et visst organisk tilsig.

Artsmangfoldet av bunnedyr tilsvarer miljøtilstand 1 (meget god) for nærsonen (AL-01) i henhold til NS 9410:2007.

MOM-standardens klassifiseringssystem for bedømming av bunnfauna like ved anlegg gjelder i tillegg til nærsonen også for overgangssonen. I overgangssonen på stasjon AL-02 fant man totalt 111 arter med til sammen 1236 individer. Blant de ti mest tallrike artene finner man børstemarkene *Galathowenia* sp. (117 individ, 9,5 %), *Owenia borealis* (71 individ, 6 %) og *Spiophanes kroeyeri* (62 individ, 5 %). Det var også tre arter muslinger blant de ti vanligst forekommende artene. Dette resultatet tilsvarer miljøtilstand 1 (meget god) for stasjon AL-02 i henhold til NS 9410:2007.

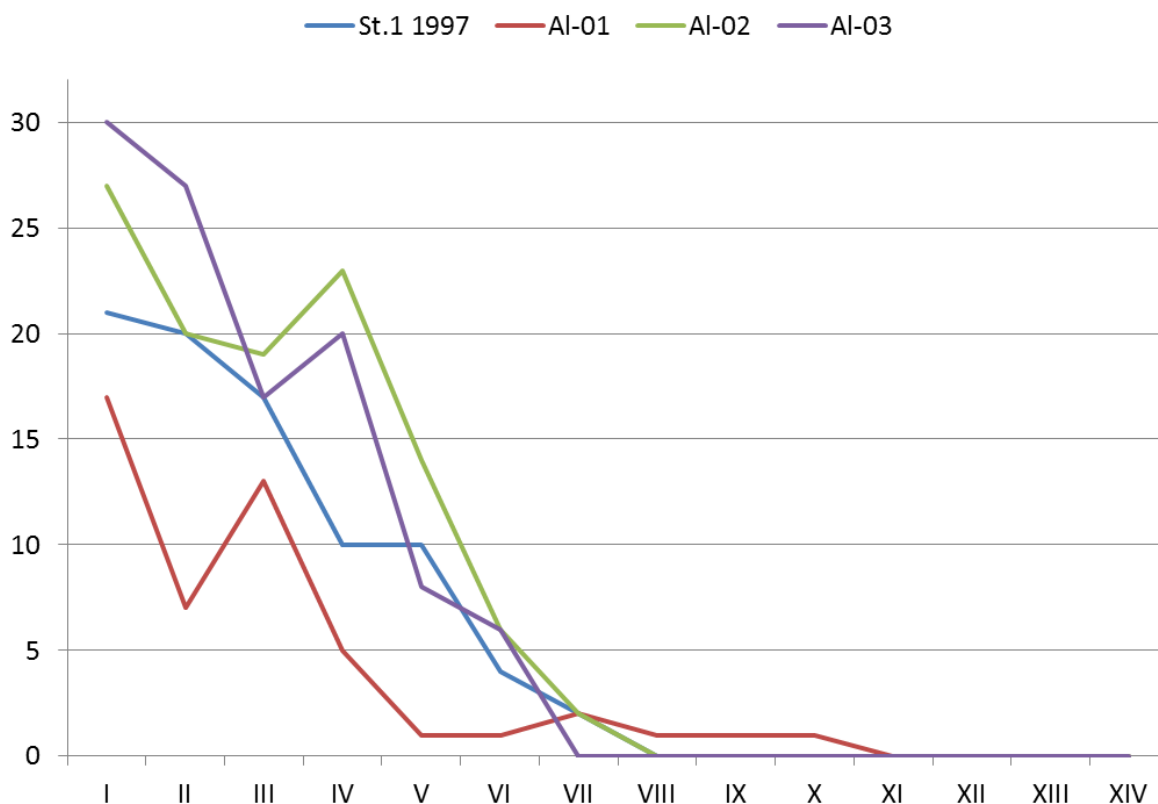
Klassifiseringssystemet i henhold til vanddirektivets kriterier (Veileder 02:2013) er basert på beregninger av ulike indekser. S sammensatt indeks (arts mangfold, ømfintlighet; NQI1) ble beregnet til 0,84 (per 0,2 m²) som tilsvarer tilstandsklasse I (svært god). Det samlede resultatet av diversitets-, individtetthets-, ømfintlighets- og sammensatte-indekser gir en nEQR-verdi på 0,795 (per 0,2 m²) som ligger øverst i tilstand God, helt på grensen til klasse I – meget god (se Tabell 2,3).

Arts mangfold og artssammensetning samsvarer bra med resultat fra forrige undersøkelse i dette området (st. 1, 1997). Den eksakte posisjonen til Stasjon 1 fra 1997 er ikke kjent, men stasjonen ligger omtrent i samme område som AL-02 fra 2014 og disse er derfor ikke direkte sammenliknbare. Mange av de samme artene var representert blant de mest vanlige i begge undersøkelsene (se Figur 3.3 og Tabell 3.5). Dette kan indikere lite endring i miljøforholdene i området omkring overgangssonen når resultat fra 1997 sammenlignes med resultat fra 2014.

I prøvene fra fjernsonen (AL-03) er det totalt 108 arter bestående av til sammen 844 individer. Blant de ti mest tallrike artene finner man børstemarkene *Prionospio fallax* (57 individ, 7 %), *Owenia borealis* (51 individ, 6 %), *Amythasides macroglossus* (43 individ, 5 %) og *Galathowenia oculata* (40 individ, 5 %).

Sammensatt indeks (arts mangfold, ømfintlighet; NQI1) ble beregnet til 0,79 (per 0,2 m²) som tilsvarer tilstandsklasse II (god). Det samlede resultatet av diversitets-, individtetthets-, ømfintlighets- og sammensatte-indekser gir en nEQR-verdi på 0,80 (per 0,2 m²) som tilsvarer klasse I – meget god.

Likhet i faunasammensetning på de undersøkte stasjonene har blitt testet med bruk av multivariate metoder (Cluster analyse og MDS, se beskrivelse i Generell Vedleggsdel). Disse analysene viser at nærsone-stasjonen AL-01 i 2014 skilte seg fra de øvrige stasjonene med ca. 10 % likhet. Overgangsonestasjonen AL-02 og fjernsonestasjonen AL-03 fra 2014 hadde ca. 60 % likhet. Stasjon 1 som ble tatt i overgangsonerområdet i 1997 skilte seg fra AL-02 og AL-03 med ca. 30 % likhet. Faunalikheter er vist med MDS-plot og Cluster plot i figur 3.4 og 3.5.



Figur 3.3: Antall arter (langs y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Aldøyna, februar 2014, samt historisk stasjon fra juli 1997.

Tabell 3.4: Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved Aldøyna, februar 2014, samt historiske stasjon (St.1) i overgangssonen (juli, 1997). Hvert grabb-hugg representerer prøveareal på 0,1 m². Total prøveareal i undersøkelsen fra 2014 er 0,2 m², mens total prøveareal i undersøkelsen fra 1997 er 0,3 m². Antall individer, arter, diversitet (H'), sensitivitet (ES₁₀₀ og NSI), individtetthet (DI) og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) er beregnet for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Beregnede indeksverdier er vist for alle stasjonene (nær-, overgangs- og fjernsone). Tilstandsverdier (nEQR) er beregnet for overgangssonen og fjernsone. Miljøtilstand i nær- og overgangssone er vurdert på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen, i henhold til NS9410:2007 (MOM).

Klassifisering av miljøtilstand i fjernsone er gitt i henhold til vanddirektivets veileder 02:2013 med bruk av nEQR-verdier (Tilstandsverdier). Grabbverdien av nEQR er basert på grabbgjennomsnittet for hver enkel indeks mens stasjonsverdien av nEQR er basert på sum (kumulert grabbdata). Miljøtilstand (basert på MOM) og tilstandsklasser (basert på nEQR) er markert med fargekoder (tilstandsklasse for nEQR i parentes). Grenseverdier for tilstander er vist i Tab. 2.3-2.5.

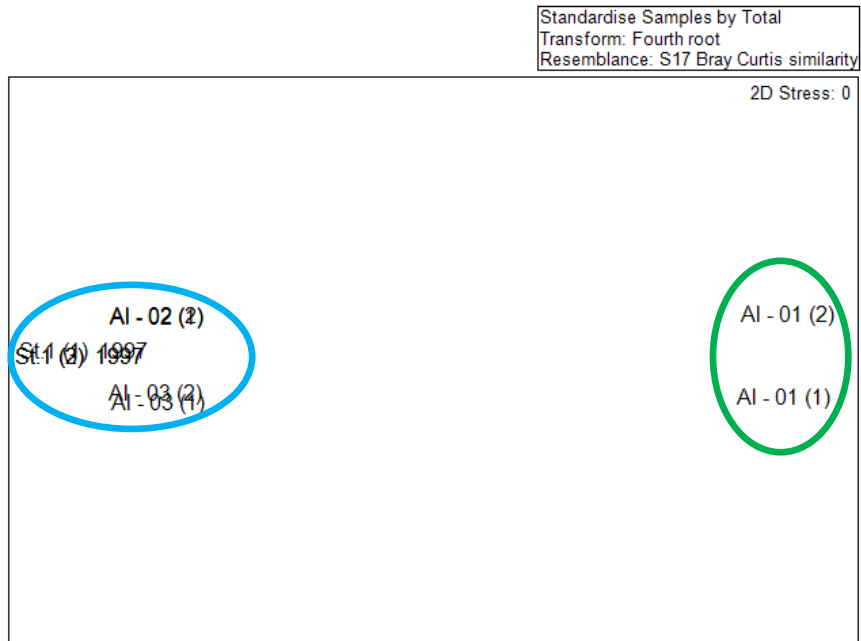
Stasjon	Grabb-hugg	Antall arter	Antall individer	NQI1 verdi	H' verdi	ES ₁₀₀ verdi	ISI ₂₀₁₂ verdi	NSI verdi	DI verdi	Tilstands-verdi	Miljø-tilstand	
Nærsone												
26.02.2014	AL-01	1	40	864	0,56	2,84	14,81	7,58	16,37	0,89		
		2	33	649	0,5	2,8	14,55	7,26	12,83	0,76		
		sum	49	1513	0,55	3,04	15,49	7,84	14,84	0,83	1	
		snitt	36,5	756,5	0,53	2,82	14,68	7,42	14,6	0,83		
		Stasjon nEQR			0,48	0,6	0,56	0,63	0,39	0,22	-	
	Grabb nEQR			0,46	0,57	0,53	0,59	0,38	0,22	-		
Overgangssone												
26.02.2014	AL-02	1	85	512	0,84	5,76	46,55	10,69	25,95	0,66		
		2	96	724	0,84	5,59	44,47	11,11	25,59	0,81		
		sum	111	1236	0,84	5,75	46	10,78	25,71	0,74	1	
		snitt	90,5	618	0,84	5,67	45,51	10,9	25,77	0,74		
		Stasjon nEQR			0,84	1	0,95	0,87	0,82	0,29	0,80	
	Grabb nEQR			0,85	0,99	0,94	0,88	0,83	0,29	0,80		
Fjernsone												
29.07.1997	St. 1	1	61	252	0,81	5,11	39,83	8,85	24,72	0,35		
		2	56	294	0,79	5,04	37,29	9,11	24,76	0,42		
		3	54	249	0,82	5,05	38,42	9,91	26,33	0,35		
		sum	84	795	0,81	5,33	40,08	9,8	25,25	0,37		
		snitt	57	265	0,81	5,07	38,51	9,29	25,27	0,37		
		Stasjon nEQR			0,79	0,92	0,88	0,81	0,81	0,7	0,82	
	Grabb nEQR			0,79	0,86	0,86	0,77	0,81	0,7	0,80		
26.02.2014	AL-03	1	70	336	0,77	5,47	43,99	10,12	24,4	0,48		
		2	94	508	0,8	5,73	47,35	10,26	25,04	0,66		
		sum	108	844	0,79	5,81	46,99	10,47	24,76	0,58		
		snitt	82	422	0,78	5,6	45,67	10,19	24,72	0,58		
		Stasjon nEQR			0,77	1,00	0,96	0,85	0,79	0,43	0,80	-
		Grabb nEQR			0,76	0,98	0,95	0,83	0,79	0,43	0,79	-

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

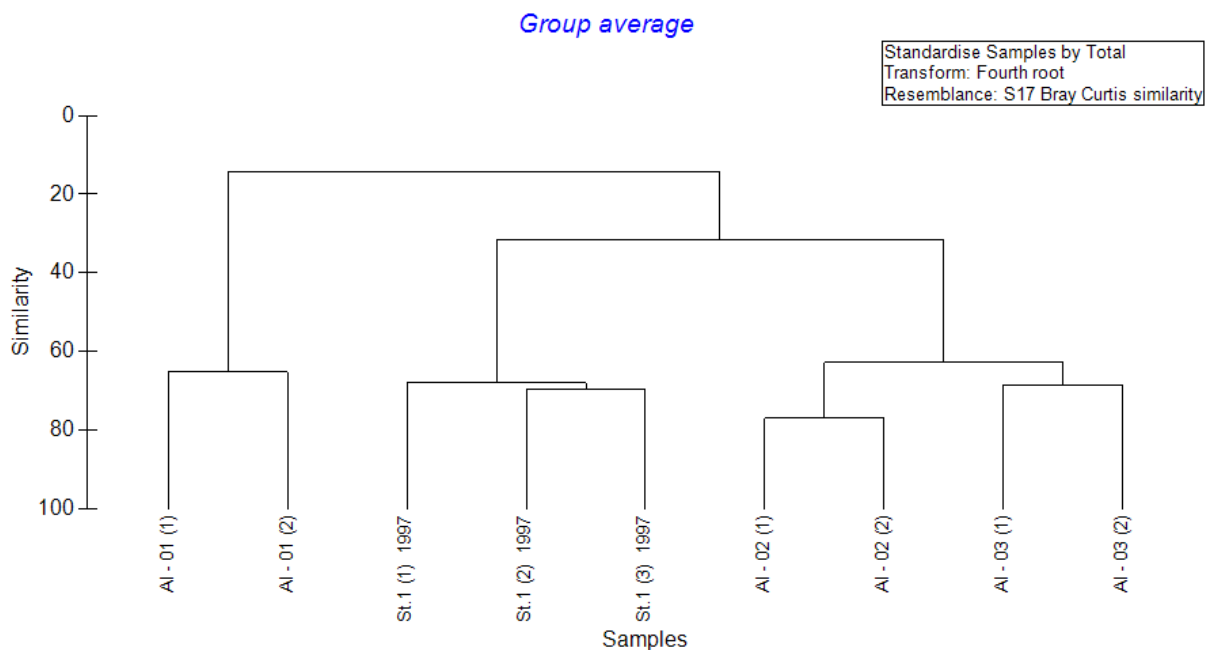
Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene fra prøver tatt ved lokaliteten Aldøyna. Det er listet opp resultat fra undersøkelse utført i juli 1997 (St. 1) og prøver fra tre stasjoner undersøkt i februar 2014 (AL-01, AL-02, AL-03). Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Prøveareal er 0,2 m².

1997: Stasjon 1 (overgangssone, 67 m dyp)				2014: AL-01 (nærsone, 22 m dyp)			
Arter	Antall individer	%	Kum %	Arter	Antall individer	%	Kum %
Owenia borealis	95	11,9 %	11,9 %	Oligochaeta indet.	529	35,0 %	35,0 %
Mendicula ferruginosa	71	8,9 %	20,9 %	Scoloplos armiger	336	22,2 %	57,2 %
Lumbrineris sp.	45	5,7 %	26,5 %	Capitella capitata	186	12,3 %	69,5 %
Paramphinome jeffreysii	33	4,2 %	30,7 %	Exogone sp	122	8,1 %	77,5 %
Myrtea spinifera	33	4,2 %	34,8 %	Prionospio cirrifera	121	8,0 %	85,5 %
Ampharete finmarchica	32	4,0 %	38,9 %	Mediomastus fragilis	40	2,6 %	88,2 %
Aplacophora indet	25	3,1 %	42,0 %	Prionospio fallax	18	1,2 %	89,4 %
Pelonaia corugata	25	3,1 %	45,2 %	Cirriformia tentaculata	15	1,0 %	90,4 %
Onchnesoma steenstrupi	24	3,0 %	48,2 %	Phyllodoce mucosa	12	0,8 %	91,1 %
Galathowenia oculata	22	2,8 %	50,9 %	Spio sp.	12	0,8 %	91,9 %
Thyasira sarsii	22	2,8 %	53,7 %				

2014: AL-02 (overgangssone, 65 m dyp)				2014: AL-03 (fjernsone, 95 m dyp)			
Arter	Antall individer	%	Kum %	Arter	Antall individer	%	Kum %
Galathowenia sp.	117	9,5 %	9,5 %	Prionospio fallax	57	6,8 %	6,8 %
Owenia borealis	71	5,7 %	15,2 %	Owenia borealis	51	6,0 %	12,8 %
Spiophanes kroeyeri	62	5,0 %	20,2 %	Amythasides macrogloss	43	5,1 %	17,9 %
Amythasides macrogloss	60	4,9 %	25,1 %	Galathowenia oculata	40	4,7 %	22,6 %
Polydora sp.	52	4,2 %	29,3 %	Chaetozone sp.	35	4,1 %	26,8 %
Myrtea spinifera	49	4,0 %	33,3 %	Spiophanes kroeyeri	33	3,9 %	30,7 %
Nucula nucleus	40	3,2 %	36,5 %	Myrtea spinifera	29	3,4 %	34,1 %
Galathowenia oculata	35	2,8 %	39,3 %	Notomastus latericeus	28	3,3 %	37,4 %
Yoldiella philippiana	30	2,4 %	41,7 %	Paramphinome jeffreysii	26	3,1 %	40,5 %
Ampharete lindstroemi	30	2,4 %	44,2 %	Polydora spp.	24	2,8 %	43,4 %
Lysippides fragilis	30	2,4 %	46,6 %				



Figur 3.4: MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt ved Aldøyna, februar 2014, samt historisk stasjon fra juli 1997. 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 Aldøyna, februar 2014, samt historisk stasjon fra juli 1997. 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 Aldøyna ved Værlandet i Askvoll kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 26. februar 2014. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner: en ved anlegget (nærsonen), en i overgangssonen og i dypet av fjorden (fjernsonen).

Sedimentet på de undersøkte stasjonene var alle dominert av sand med variert kornstørrelse (>71 %). Nærsonen skiller seg noe ut med mest grovfraksjonert sediment, mens sedimentet på de dypere stasjonene (overgangssone og fjernsonen) hadde størst innhold av finstoff (25-29 % silt, leire).

Det organiske innholdet målt som totalt organisk materie (TOM, % glødetap) viser relativt lave verdier og små variasjoner mellom de undersøkte stasjonene, med verdier fra 5,6 til 7,1 %. Disse verdiene regnes å være lave for norske fjorder. Normalisert TOC ble beregnet til 25 mg TOC/g både i nærsonen og i overgangssonen, som tilsvarer tilstandsklasse II – god i henhold til veileder SFT 97:03. Det ble registrert noe forhøyet organisk innhold i dypområdet (fjernsonen) med TOC verdier på 30 mg/g, som tilsvarer tilstandsklasse III – moderat for denne stasjonen.

Det ble ikke registrert unormalt høye fosfor verdier på noen av de undersøkte stasjonene. Videre ble det kun påvist bakgrunnsnivåer av sink og kobber i sedimentprøver fra alle tre stasjonene. Dette tilsvarer tilstandsklasse I – svært god for de kjemiske parameterene kobber og sink. De kjemiske MOM B-paramterene (Ph, E_n) viste også meget gode forhold på alle stasjonene.

Bunndyranalysene viser an artsdiversitet og arts sammensetning som tyder på gode eller svært gode miljøforhold på alle de undersøkte stasjonene ved lokalitet Aldøyna på undersøkelsestidspunktet. Det ble registrert opportunistiske børstemark (*Capitella capitata*) i nærsonen, men ikke i dominerende grad. Denne type børstemark er særlig vanlig i områder med høy organisk belastning, som for eksempel under oppdrettsanlegg med produksjon.

Resultatene fra overgangssonen (AL-02) samsvarer bra med forrige undersøkelse utført i 1997. Det ble registrert kun liten grad av organisk belastning i begge undersøkelsene på denne stasjonen. I tillegg viste bunndyrundersøkelsene også gode miljøforhold i begge disse undersøkelsene, vurdert utfra det indeksbaserte klassifiseringssystemet til vanddirektivet, noe som indikerer liten eller ingen endring over tid i dette undersøkte området.

Prøvene fra de undersøkte stasjonene viste til dels grovkornet sediment i nærsonen og utover i resipienten, noe som tyder på gode strømforhold i området. Gode strømforhold og vannutskifting er viktig for lokalitetens bæreevne og innhenting i perioder med brakklegging eller liten produksjon i området. Videre viser mangfoldet av bunndyr, samt kun lave nivåer av fosfor, kobber og sink på at det er liten belastning av resipienten ved lokalitet Aldøyna.

Det rådes alltid å følge bunnforholdene under anlegg nøye for å unngå negativ innvirkning både på fisken i anlegget og miljøet. Spesielt kan det være nyttig å få til bunndyrundersøkelser både i forbindelse med maksproduksjon og fullført brakkleggingsfase, da det gir utfyllende informasjon på driftens belastende effekt og områdets evne til innhenting.

5 TAKK

Vi takker Brynjulv Haga (Aqua Management AS) for god hjelp som båtfører og hyggelig tokt. På toktet deltok Trond E. Isaksen og Torben Lode fra Uni Research Miljø, SAM- Marin. 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

- 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, Ånholmane [internett]. Tilgjengelig fra: <http://kart.fiskeridir.no> [lest 16.7.2014].
- Haga, B. 1997. Resipientundersøkelse – Landøy Fiskeoppdrett A/S lok. Aldøya. Aqua Safe. 9 s.
- 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*.
- Norsk Standard NS4764:1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS9423:1998. Vannundersøkelse – Retningslinjer for kvantitative undersøkelser av sublitoral bløtbunnsfauna i marint miljø. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS9410:2007. 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*.
- 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

<i>Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrdata</i>	<i>30</i>
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</i>	<i>39</i>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste.....</i>	<i>40</i>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i>	<i>46</i>
<i>Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis</i>	<i>47</i>
<i>Vedleggstabell 5. CTD Data.....</i>	<i>50</i>

Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata

Generelt

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

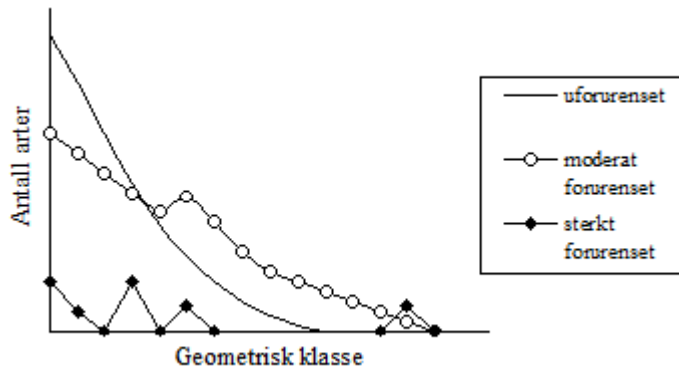
Geometriske klasser

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

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

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



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

Univariate metoder

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

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

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:

$$ISI = \sum_{i=1}^s \left(\frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right)$$

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. S 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 ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI ₂₀₁₂	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05

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

Normalisert EQR (nEQR) og tilstandsklasse

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

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

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

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

nEQR gir 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 brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

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

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

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k
 y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen
 y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter
 p = totalt antall arter

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

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

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

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

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

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

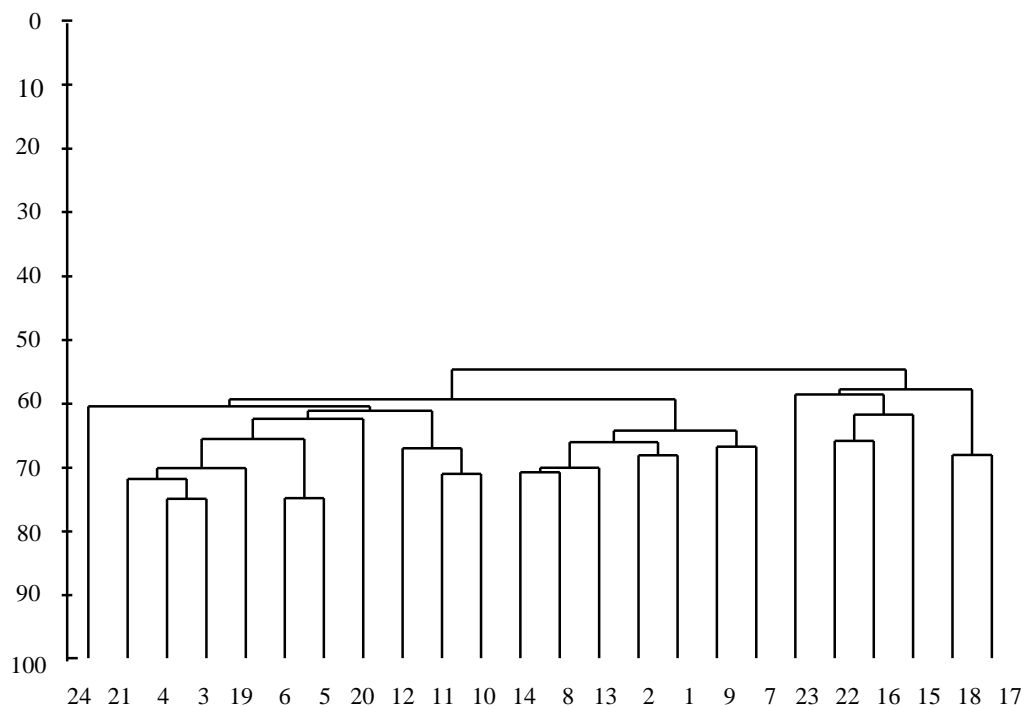
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3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

Dataprogrammer

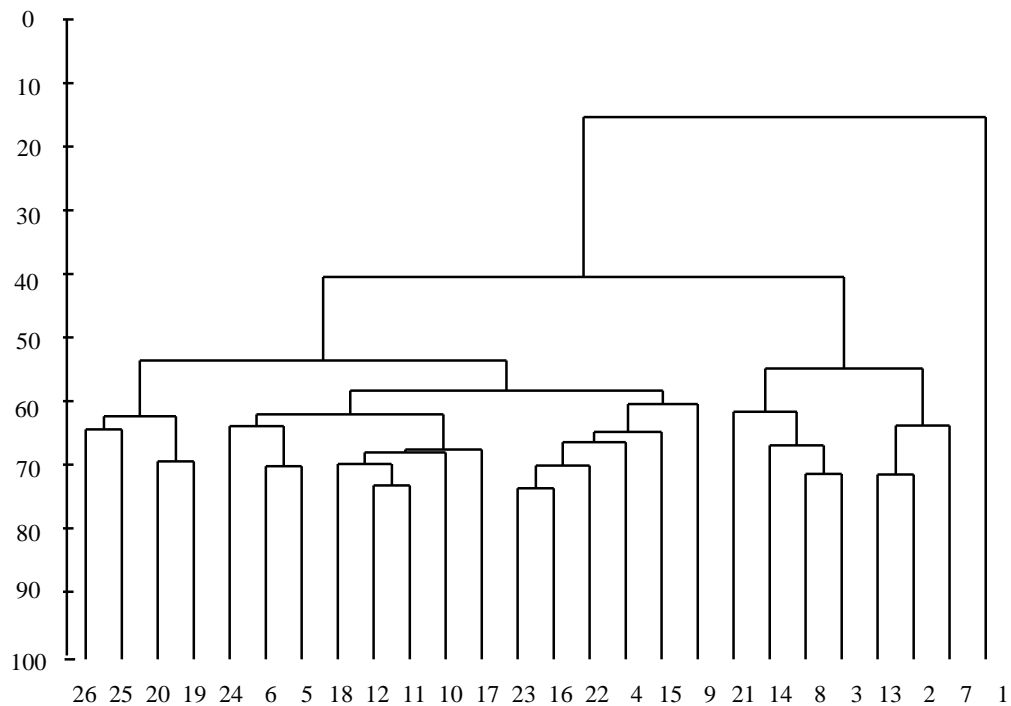
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Interne makroer er benyttet til utregning av samtlige indekser, unntatt makroen «Diversi» som beregner diversitet (H') og inndelingen i geometriske klasse. «Diversi»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

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

FAUNALIKHET

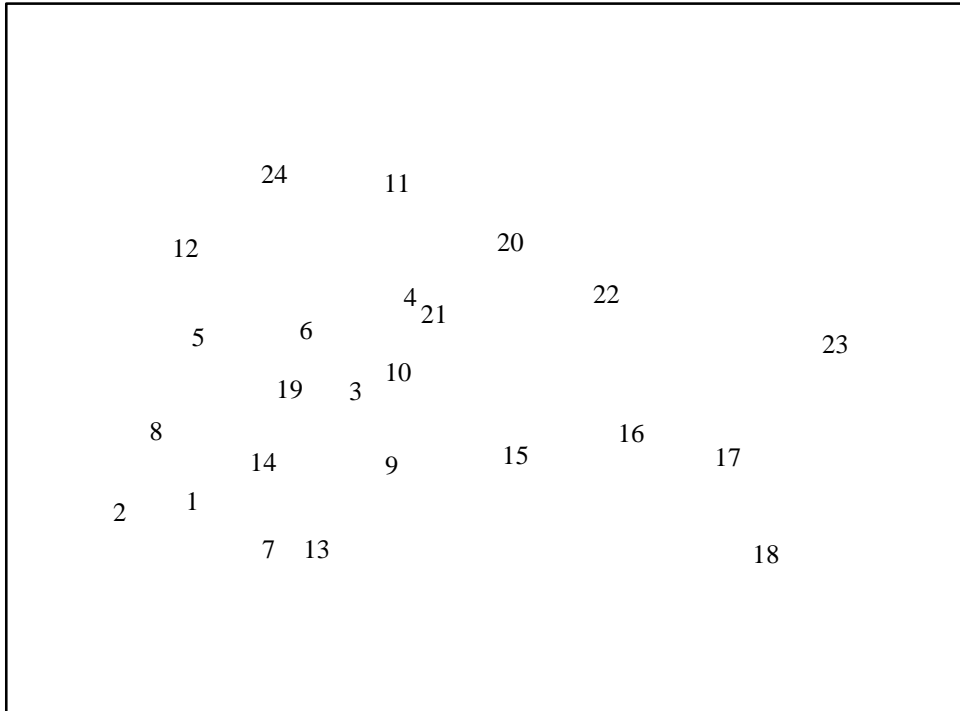


FAUNAFORSKJELL

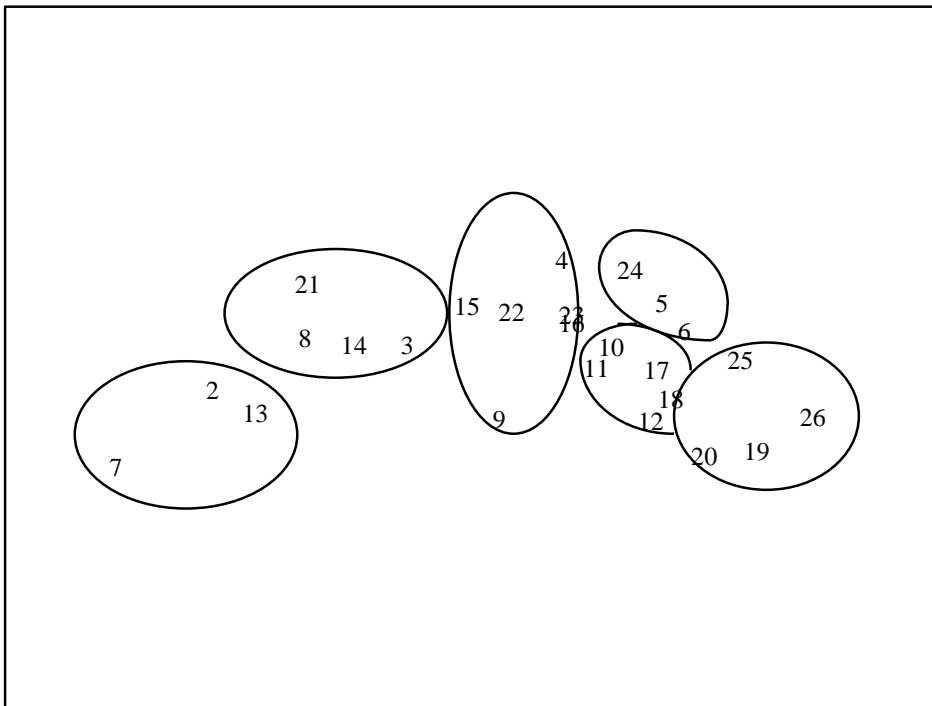


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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. Direktoratetsgruppe, 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 parametere

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Landøy
 Lokaltitet: Aldøyna
 Lokaltitetstype: Matfisk

Dato: 26.02.2014
 Lokaltetsnr: 12982

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	7,81	7,72	7,74						
	E _h (mv)	verdi	19	-22	171						
		+ ref. verdi	241	200	393						
	pH/E _h	fra figur	0	0	0						0,0
	Tilstand, prøve		1	1	1						
	Tilstand, gruppe II		1								
	Buffer temp:				Temp sjø: 6,3		Temp sediment: 6,1				
	pH sjø:		7,97		Eh sjø: 461		Ref. elektrode: 222				
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		26.02.14 TEI								
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0						
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0						
		Brun/Sort = 2									
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0						
		Noe = 2									
		Sterk = 4									
	Konsistens	Fast = 0	0	0	0						
		Myk = 2									
		Løs = 4									
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0		0							
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1	1		1						
		v ≥ 3/4 = 2									
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0						
2 - 8 cm = 1											
t ≥ 8 cm = 2											
	SUM		1	0	1						
	Korrigert sum (*0,22)		0,22	0,00	0,22						0,1
	Tilstand prøve		1	1	1						
	Tilstand gruppe III		1								
	Middelverdi gruppe II og III		0,11	0	0,11						0,1
	Tilstand gruppe II og III		1								
	pH/E _h Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand					Tilstand		Lokalitetstilstand		
			Gruppe I	Gruppe II og III							
			A	1, 2, 3, 4			1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4		
			4	1, 2, 3			1, 2, 3		1, 2, 3		
			4	4			4		4		
	LOKALITETSTILSTAND									1	

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): Aldøyna 12982

Dato for prøvetaking: 26.02.2014

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:5 sider.

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

Signatur: 

Godkjent taksonom

Uni Research Miljø

Stasjonsnavn	AL - 01	AL - 01	AL - 02	AL - 02	AL - 03	AL - 03
Dato	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014
Dyp	22 m	22 m	66 m	66 m	98 m	98 m
Hugg	1	2	1	2	1	2
PORIFERA						
* Porifera indet.					+	
HYDROZOA						
* Hydrozoa indet.					+	
ANTHOZOA						
Virgularia mirabilis					1	
Cerianthus lloydii					0/1	
Actiniaria indet.			7	3		
Edwardsia sp.	7		3	1	1	3
PLATYHELMINTES						
* Platyhelminthes indet.						1
NEMERTEA						
* Nemertea indet.	10	3	1	5	3	1
NEMATODA						
* Nematoda indet.	ca. 100	ca. 100	4	8	2	8
PRIAPULIDA						
ANNELIDA						
POLYCHAETA						
Laetmonice filicornis				1		1
Harmothoe globifera	1					
Harmothoe mariannae		1		1		
Gattyana cirrosa			0/1			0/2
Pholoe baltica	1	8	7	4	0/1	1/3
Pholoe assimilis	3	1				
Paranaitis kosteriensis			1			
Phyllodoce groenlandica	1					
Phyllodoce maculata	1	1				
Phyllodoce mucosa	6	6				
Sige fusigera				2	1	1/1
Pseudomystides limbata					4	4
Eteone sp	4	7				1
Glycera alba	1	5				
Glycera lapidum		2	1	3		2
Glycera unicornis				2	2	
Goniada maculata	0/5	0/1		0/1	0/1	0/1
Syllidae indet	2					
Exogone sp	115	7	1	3	2	
Eunereis elitoral	1					
Nephtys hombergii			2	0/1		
Paramphinome jeffreysii					11	10/5
Hyalinoecia tubicola						1
Nothria conchylega			2	1/1	1	2/1
Lumbrineridae indet.	6		6	15	6	10
Protodorvillea kefersteini		5				

Uni Research Miljø

Stasjonsnavn	AL - 01	AL - 01	AL - 02	AL - 02	AL - 03	AL - 03
Dato	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014
Dyp	22 m	22 m	66 m	66 m	98 m	98 m
Hugg	1	2	1	2	1	2
Schistomeringos eliasoni				1		
Orbinia sp.			1			2
Scoloplos armiger	94/107	46/89				
Aricidea catharinae			1			2
Aricidea suecica				3		
Levinsenia gracilis					1	
Paradoneis sp.			2	9	1	1
Aonides paucibranchiata		1				
Laonice bahusiensis			1/8	4/4		1
Laonice sarsi					1	
Malacoceros sp.				1/2		1
Pseudopolydora pulchra						1
Polydora sp.			23	29		
Polydora spp.					11	13
Prionospio cirrifera	93	28	14	10	5	11
Prionospio fallax	6	12	6	5	35	22
Prionospio dubia				1	5	
Spiophanes kroeyeri			6/15	9/32	10/4	16/3
Spiophanes bombyx	1					
Spiophanes wigley			1	4	2	6
Spio sp.	6	6		1		
Aphelochaeta sp.				1	3	5
Caulleriella killariensis			1	4	4	1/2
Caulleriella zetlandica				5		1
Chaetozone sp.	0/1		4/3	5/2	10/2	16/7
Cirratulus cirratus		1				
Cirriformia tentaculata	1/13	0/1				
Dodecacercia concharum				0/1		
Diplocirrus glaucus			1	5	7	5
Ophelina cylindrica data				1		
Scalibregma inflatum	1		1			
Capitella capitata	7	179				
Mediomastus fragilis	21	19				
Notomastus latericeus			8	20	11	16/1
Lumbriclymene cylindrica data			1	0/1		
Praxillella affinis			4/6	9	3	2/3
Praxillella praetermissa						1
Maldanidae indet.			0/9	1/8		
Myriochele heeri				17		
Galathowenia oculata			8	27	20	20
Galathowenia sp.			37	80		
Myriochele sp.			7	3		
Owenia borealis			10/11	32/18	3/3	20/25
Pectinaria auricoma	2	3	1/6	2/1	4	3/1
Lagis koreni			1/2			2/1

Uni Research Miljø

Stasjonsnavn	AL - 01	AL - 01	AL - 02	AL - 02	AL - 03	AL - 03
Dato	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014
Dyp	22 m	22 m	66 m	66 m	98 m	98 m
Hugg	1	2	1	2	1	2
Ampharete lindstroemi			5/9	4/12	4/1	5/3
Sabellides octocirrata			10	9/4	10	3/1
Sosane sulcata			1		1	
Lysippides fragilis			7/5	9/9	0/2	5/2
Amphicteis gunneri			1			
Mugga wahrbergi					1	1
Amythasides macroglossus			29	31	11	32
Eclysippe vanelli			2	1	8	4
Samytha sexcirrata			4/2	7/2		1
Melinna cristata						1
Melinna albicincta					1	
Melinna elisabethae			1			1
Phisidia aurea			2	2	2	7
Pista lornensis			4/1	4/4	2/1	3/5
Streblosoma intestinale			5	8		
Polycirrus arcticus			7	4	4	11
Polycirrus norvegicus					0/1	1
Polycirrus plumosus				1	3/3	6
Polycirrus sp.				1		
Amaeana trilobata					2	1
Trichobranchus roseus				4		3
Terebellides stroemi			7/3	2		2/1
Sabellidae indet	2	1	4	1	3	10
Euchone sp.			5	3	3	3
Ditrupa arietina			2	2		
Hydroides norvegicus	1					
Siboglinum fjordicum	1		3	3	1	3
OLIGOCHAETA						
Oligochaeta indet.	326	203				
SIPUNCULA						
Sipuncula indet.			7	8	2	2
Phascolion strombus			7	5/3	2	1
ARTHROPODA						
CRUSTACEA						
COPEPODA						
* Calanus finmarchicus	8	1	3	5	5	1
* Metridia lucens				1		
DECAPODA						
* Paguridae indet		0/1				
* Inachus dorsettensis	0/1					
LEPTOSTRACA						
AMPHIPODA						
* Amphipoda indet.			4	12	2	4
* Caprellidae indet	6	1		4		
* Hyperiididae indet	1					

Uni Research Miljø

Stasjonsnavn	AL - 01	AL - 01	AL - 02	AL - 02	AL - 03	AL - 03
Dato	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014
Dyp	22 m	22 m	66 m	66 m	98 m	98 m
Hugg	1	2	1	2	1	2
Eriopisa elongata					1	
CUMACEA						
* Diastylis rugosa						1
* Eudorella truncatula			2	1		1
TANAIDACEA						
* Tanaidacea indet.			1	8	1	1
ISOPODA						
* Gnathia sp.					2	2
PYCNOGONIDA						
* Pycnogonida indet.	7	2			1	
MOLLUSCA						
APLACOPHORA						
Solenogastres indet.			1		1	3
Caudofoveata indet.			5	5	8	11
POLYPLACOPHORA						
GASTROPODA						
Vitreolina philippii				1		
Euspira montagui		0/1	1			0/1
Euspira pulchella	2/1	3				1
Odostomia conoidea			2			
Cylichnina umbilicata			1	0/2		
Philine quadrata	0/2	0/2				
Philine scabra	0/1		2			1/1
Cylichna cylindracea						0/3
Roxania utriculus						1
Nudibranchia indet	4					
BIVALVIA						
Nucula nucleus			12/3	19/6		4
Yoldiella nana						0/1
Yoldiella philippiana			10/6	14	2	8/3
Modiolula phaseolina						0/1
Bathyarca pectunculoides			0/1	1/1		0/1
Limatula subauriculata			1/3	5/1		1/2
Pecten maximus	0/1					
Similipecten similis			1	0/1		
Lucinoma borealis			0/1	1		
Myrtea spinifera			4/19	9/17	11/5	5/8
Thyasira equalis			1	1	7/2	1/1
Thyasira flexuosa	1		4/10	8/2	3/3	1/1
Thyasira obsoleta			1/2	2/5	2/4	0/1
Thyasira sarsii						3/2
Axinulus croulinensis			7	7/1	2	
Mendicula ferruginosa			2	8	3	4
Adontorhina similis			10	5	8	6
Tellimya tenella				1/1	0/1	1/1

Uni Research Miljø

Stasjonsnavn	AL - 01	AL - 01	AL - 02	AL - 02	AL - 03	AL - 03
Dato	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014	26.02.2014
Dyp	22 m	22 m	66 m	66 m	98 m	98 m
Hugg	1	2	1	2	1	2
Kurtiella bidentata					1	
Astarte sulcata			1/3	1/6		2/2
Parvicardium minimum			3/8	1/4		0/1
Abra nitida			1/3		2	
Abra prismatica			1	0/1	1	1/1
Dosinia lupinus				1		
Timoclea ovata		0/1	1			
Corbula gibba	0/1	1/1				
Thracia convexa			0/1	0/1		
Cardiomya costellata			1/1	0/1		0/1
Cuspidaria cuspidata				0/1		
SCAPHOPODA						
Antalis entalis			0/2	1/2		1/5
Pulsellum lofotense				4	2	1
PHORONIDA						
Phoronida indet.					3	3
BRYOZOA						
* Bryozoa indet. grenet		+	+			
ECHINODERMATA						
ASTEROIDEA						
OPHIUROIDEA						
Ophiopholis aculeata						0/1
Amphipholis squamata	3	0/1	2/1	2/1		
Amphiura chiajei			0/1	1/11	0/9	3/2
Amphiura filiformis			0/3	0/1	0/4	0/2
Ophiocomina nigra	0/5					
Ophiocten affinis		1				
Ophiura albida	2/3	1				
Ophiura sp.			0/1	0/4		0/2
ECHINOIDEA						
Echinocyamus pusillus					0/1	
Echinocardium flavescens				0/1		1/1
HOLOTHUROIDEA						
Ekmania barthii				1		1/2
Pseudothyone raphanus			0/2	0/1		1
Synaptidae indet		3	8	13	5	18
ENTEROPNEUSTA						
CHAETOGNATHA						
ASCIDIACEA						
Ascidiacea indet.	1	1				
CHORDATA						
PISCES						
VARIA						
* Varia	+		+			

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Lokalitet Aldøyna. Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene. Stasjon 1 fra undersøkelsen i juli 1997 (st.1) har omtrentlig samme posisjon som stasjon AL-02 fra undersøkelsen i 2014.

Geometriske klasser	St.1 (1997)	Nærsone AL-01 (2014)	Overgangssone AL-02 (2014)	Fjernsone AL-03 (2014)
I	21	17	27	30
II	20	7	20	27
III	17	13	19	17
IV	10	5	23	20
V	10	1	14	8
VI	4	1	6	6
VII	2	2	2	0
VIII	0	1	0	0
IX	0	1	0	0
X	0	1	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

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 950	mg/kg tv	a) 640	mg/kg tv	a) 550	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 32	mg/kg tv	a) 10	mg/kg tv	a) 12	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 28	mg/kg tv	a) 54	mg/kg tv	a) 68	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 7	mg/g tv	a) 12	mg/g tv	a) 17	mg/g tv	EN 13137	0.1
Totalt tærstoff		a) 67.7	% (w/w)	a) 63.7	% (w/w)	a) 58	% (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, Gewerbeпарк "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Bergen 03.04.2014

Kristine Fiare Johnson

Kristine Fiare 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 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).

		Molab as, 8607 Mo i Rana Telefon: 404 84 100 Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174 Besøksadr. Glomfjord: Ørnesveien 3 Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92 Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA		
		RAPPORT Sedimentanalyser		
Kunde: Uni Research AS Att: Trond E. Isaksen Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.: 54081	Antall sider + bilag: 4	
		Rapport referanse: KR-18716	Dato: 29.04.2014	
Rev. nr. 0	Kundens bestillingsnr./ ref.: 808198 / 14/14	Utført: Eli Ellingsen	Ansvarlig signatur: Eli Ellingsen	

Prøver mottatt dato: 01.04.2014

RESULTATER

Prøve merket:			AL-01	AL-02	AL-03
Parameter	Enhet	Ana.dato	KG-000465	KG-000466	KG-000467
TOM (550 °C)	%	22.04.14	5,56	5,57	7,11

Kornfordeling

Analysedato: 15.04.2014

AL-01	KG-000465						
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
2000	-1	1,93	18,4	18,4	MdΦ	Silt og leire	2,5
1000	0	0,92	8,8	27,1	1,73	Sand	79,1
500	1	1,15	10,9	38,1		Grus	18,4
355	1,5	0,77	7,3	45,4	SdΦ		
250	2	1,05	10,0	55,4	2,08		
180	2,5	1,24	11,8	67,2			
125	3	1,40	13,3	80,5	SkΦ		
90	3,5	1,00	9,5	90,0	-0,34		
63	4	0,78	7,4	97,5			
<63	8	0,27	2,5	100,0	KΦ		
		10,51	100,0		0,86		

AL-02		KG-000466							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
2000	-1	0,02	0,2	0,2	Md Φ	Silt og leire		28,5	
1000	0	0,09	0,9	1,2	3,34	Sand		71,3	
500	1	0,45	4,7	5,9		Grus		0,2	
355	1,5	0,40	4,2	10,1	Sd Φ				
250	2	0,68	7,1	17,2	1,94				
180	2,5	0,95	10,0	27,2					
125	3	1,33	14,0	41,2	Sk Φ				
90	3,5	1,25	13,1	54,3	0,24				
63	4	1,64	17,2	71,5					
<63	8	2,71	28,5	100,0	K Φ				
		9,52	100,0		1,27				

AL-03		KG-000467							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
2000	-1	0,15	1,7	1,7	Md Φ	Silt og leire		25,3	
1000	0	0,21	2,3	4,0	3,01	Sand		73,1	
500	1	0,54	6,0	10,0		Grus		1,7	
355	1,5	0,43	4,8	14,8	Sd Φ				
250	2	0,70	7,8	22,6	2,04				
180	2,5	1,01	11,2	33,9					
125	3	1,42	15,8	49,7	Sk Φ				
90	3,5	1,16	12,9	62,6	0,23				
63	4	1,09	12,1	74,7					
<63	8	2,27	25,3	100,0	K Φ				
		8,98	100,0		1,49				

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 produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.

Vedleggstabell 5. CTD Data

Lokalitet Aldøyna. Tabellen viser hydrografiske profilmålinger ved fjernsonen (AL-03) med parametre salinitet (S), temperatur (T), oksygen (O₂), fluorescense (F) og tetthet (σT ; funksjon av S og T).

Dyp (m)	S ‰	T °C	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ ml/l	F (µg/l)	σT
3	32,9	5,6	94,3	9,6	6,7	0,2	26,0
5	32,9	5,6	95,3	9,7	6,8	0,2	26,0
7	33,0	5,6	96,5	9,8	6,9	0,3	26,0
10	33,0	5,6	99,0	10,0	7,1	0,2	26,0
15	33,0	5,6	102,3	10,4	7,3	0,2	26,1
20	33,0	5,6	104,6	10,6	7,5	0,2	26,1
25	33,1	5,7	106,0	10,7	7,6	0,2	26,2
30	33,1	5,7	107,4	10,9	7,7	0,2	26,2
40	33,1	5,7	108,9	11,0	7,8	0,2	26,3
50	33,2	5,7	109,5	11,1	7,8	0,2	26,4
60	33,2	5,7	112,8	11,4	8,0	0,2	26,4
70	33,2	5,7	114,2	11,5	8,1	0,2	26,5
80	33,3	5,7	113,8	11,5	8,1	0,2	26,6
90	33,2	5,7	111,8	11,3	7,9	0,1	26,6
93	33,2	5,7	110,0	11,1	7,8	0,9	26,6