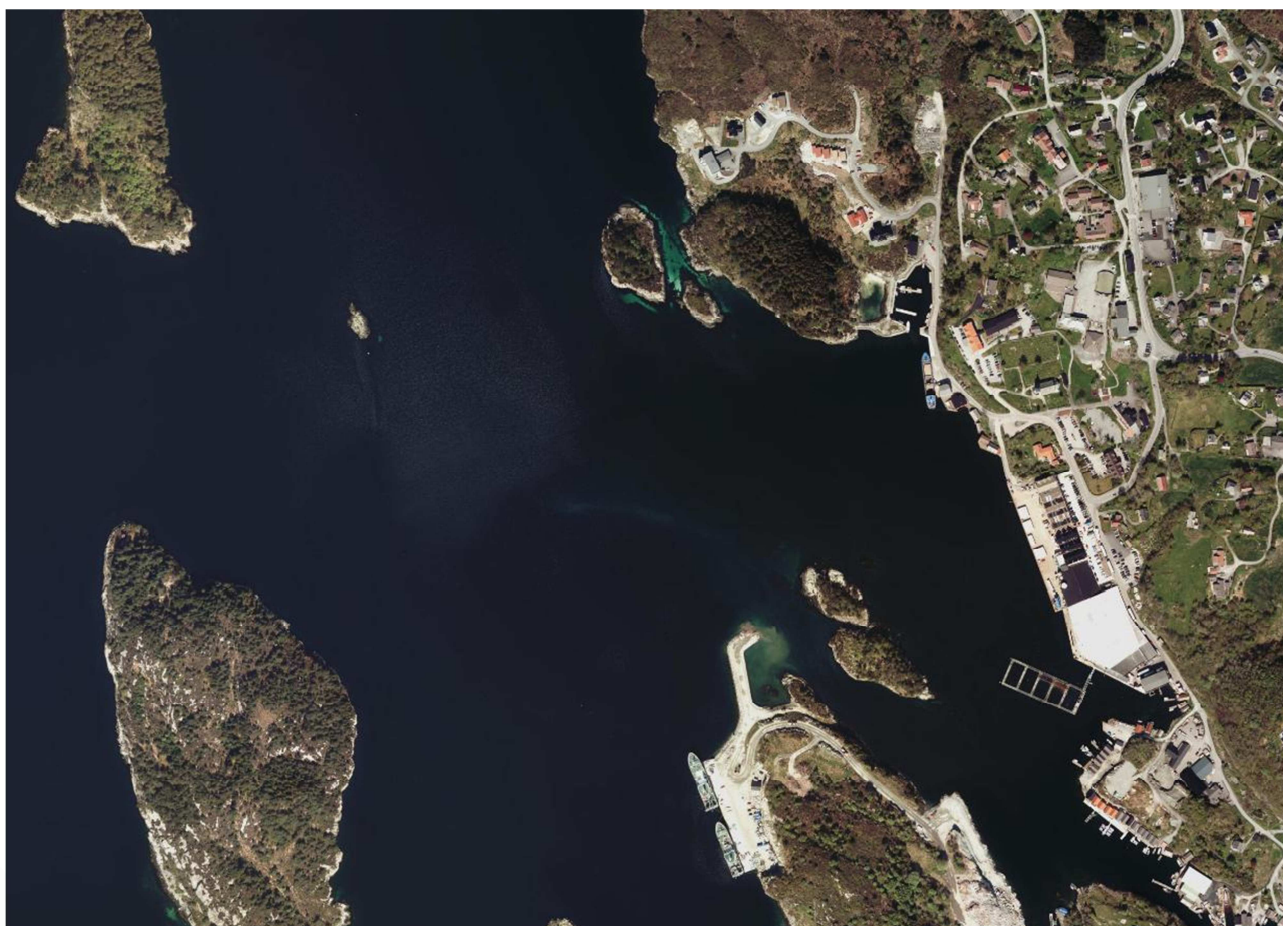




Marinbiologisk miljøundersøkelse ved Storebø i Austevoll kommune, 2014



(Kilde: kart.finn.no)

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)

	SAM-Marin	
Uni Research Miljø SAM-Marin Thormøhlensgt. 55 5008 Bergen, Norway		Tlf: 55 58 44 05 E-post: Sam-marin@uni.no Internet: www.uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: Marinbiologisk miljøundersøkelse ved Storebø i Austevoll kommune, 2014	Dato: 30.4.2015 Antall sider og bilag: 46
Forfatter(e): Einar Bye-Ingebrigtsen og Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Einar Bye-Ingebrigtsen Prosjektnummer: 809086
Oppdragsgiver: Austevoll Laksepakkeri AS	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: On assignment from Austevoll Laksepakkeri AS, Uni Research - SAM-Marin examined the marine environment at Storebø in November 2014. Process waste water from Austevoll Laksepakkeri AS and Pelagia AS department Austevoll is discharged at 70 meter depth. The objective of this investigation was to describe the environmental conditions of the recipient. This investigation is based on chemical and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna and hydrographical data of the sea water.

The oxygen content in the bottom of the sea water was satisfactorily high. The content of organic matter expressed as TOM and TOC was highest in the deepest part of the basin (AL1), which is closest to the outlet of the process water, showing very high levels of both parameters. TOC levels were also high at the two other investigated stations (AL2 and AL3). Further the analysis of the sediment samples showed low levels of copper and zink. Phosphorus levels were very high nearest the outlet, while the further out in the recipient phosphorus levels were normal. The soft bottom benthic fauna was highly disturbed, and all three stations are classified as "Bad" (according to NS 9410:2007 and Veileder 02:2013).

Keywords: Miljø, recipient, survey, benthos, sediment.	Emneord: Miljø, recipient, undersøkelse, bunndyr, sediment.
--	---

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 7-2015

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	30.4.2015	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	30.04.2015	<i>Einar Bye-Ingebrigtsen</i>

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)

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

Følgende er utført akkreditert ved SAM-marin:

Prøvetaking til sediment analyser, samlet av: Einar Bye-Ingebrigtsen og Trond E. Isaksen

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ina Birkeland, Nargis Islam, Linda Jensen, Maria Lima, Karen Stensland og Ragna Tveiten.

Identifikasjon av marin fauna utført av: Øydis Alme (opplæring), Tom Alvestad og Frøydis Lygre.

Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Per-Otto Johansen

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: MS Solvik

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Environment Testing Norway AS akkrediteringsnummer TEST 003

Akkreditert: Fosfor, kobber, sink, TOC og tørrstoff

Ikke akkreditert: -

Geologiske analyser utført av: Molab AS akkrediteringsnummer TEST 032

Akkreditert: TOM og kornfordeling

Ikke akkreditert: -

Andre: -

Innhold

1. Innledning	5
2. Materiale og metode	6
Undersøkelsesområdet	6
Hydrografi	9
Bløtbunnundersøkelse – Prøver og analyser	10
Sediment (geologi)	11
Kjemi (metaller, organiske stoffer, pH/ E_h)	11
Bunndyr (biologi).....	12
Produksjonsdata fra anlegget	15
3. Resultater og diskusjon	16
Hydrografiske målinger	16
Sediment (geologi)	18
Kjemiske analyser.....	19
Sedimentanalyser.....	19
Måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E_h)	20
Bunndyr.....	21
4. Sammendrag og konklusjon	26
5. Takk	27
6. Litteratur	28
7. Vedlegg.....	29
1) Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyrsdata	29
2) MOM B-parametere	38
3) Artsliste.....	40
4) Geometriske klasser	42
5) Analysebevis	43
6) CTD-data	46

1. INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse i nordøstre del av vannforekomsten Storebø, i Austevoll kommune. Innsamlingene ble gjennomført 13. november 2014.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet rundt utslippspunktene til Austevoll Laksepakkeri AS og Pelagia AS avd. Austevoll for å vurdere anleggets påvirkning på resipienten. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra anlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot Miljødirektoratet tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (TA, 1467/1997; 2229/2007), Direktoratets gruppa Vanndirektivets indekser (Veileder, 02:2013), og mot C-delen av MOM-standarden (NS, 9410:2007).

Undersøkelsen er utført av Uni Research Miljø, seksjon for anvendt miljøforskning – marin del (SAM-Marin) på oppdrag fra Austevoll Laksepakkeri AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåking 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.

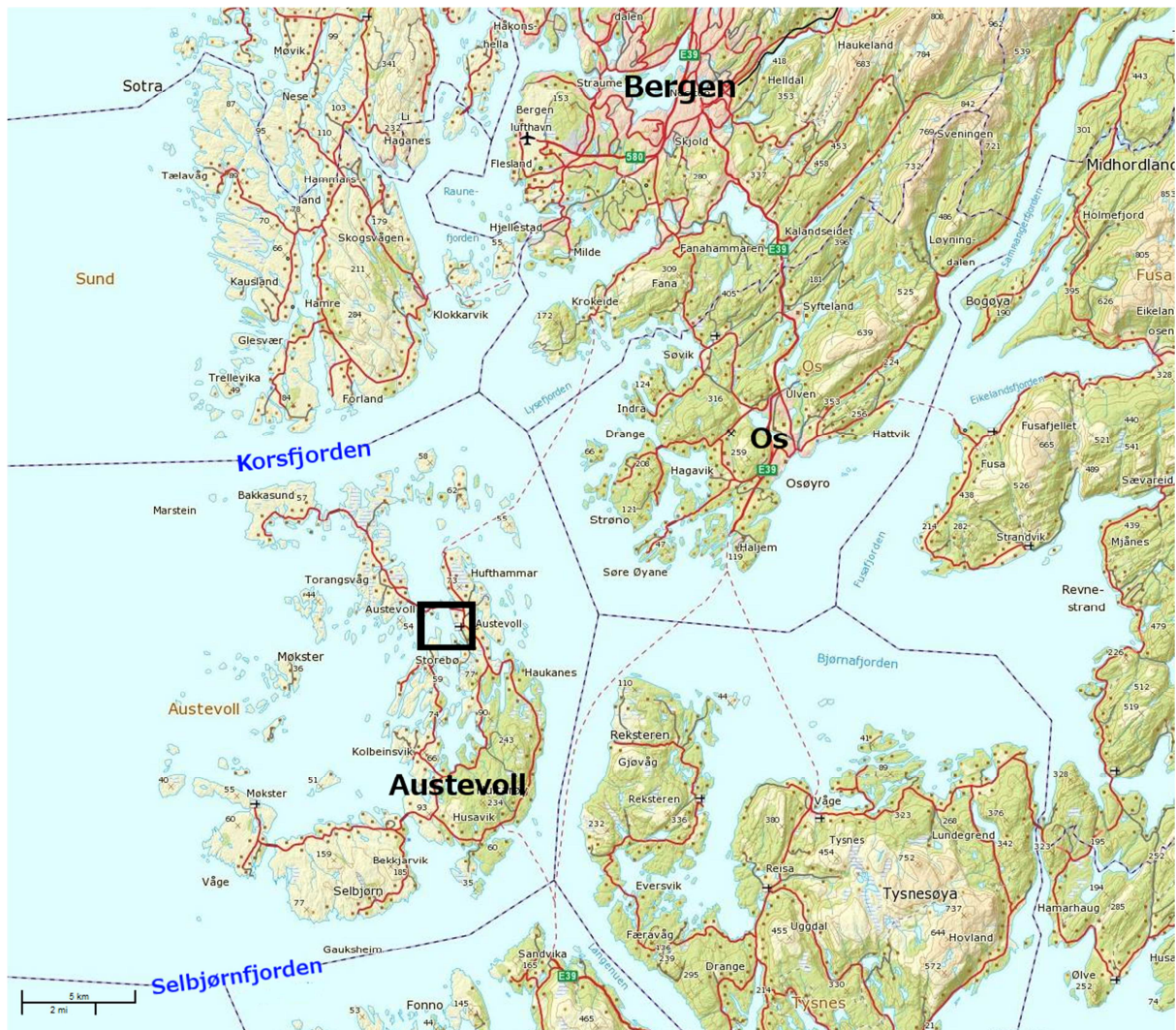
Det er tidligere blitt utført en resipientundersøkelse ved Storebø, mai 2010 (Berge-Haveland, 2010). Resultatene fra undersøkelsen viste samlet sett dårlige forhold i området. Stasjonsplasseringen i undersøkelsen fra 2010 var ikke hensiktsmessig med tanke på dagens plassering av utslippspunktene og områdets bunntopografi. Det ble derfor satt nye stasjoner for undersøkelsen i 2014, resultatene i denne rapporten kan derfor ikke direkte sammenliknes med undersøkelsen i 2010. Det har høsten 2014 vært gjennomført strømmålinger av den nedre vannsøylen i området ved utslippspunktene (Bye-Ingebrigtsen et al., 2015). Rapporten viser en tydelig vest-sørvestlig strømretning på 24 meters dyp. Mens lengre ned i vannsøylen på 45 og 67 meters dyp var det ingen tydelig hovedstrømretning.

2. MATERIALE OG METODE

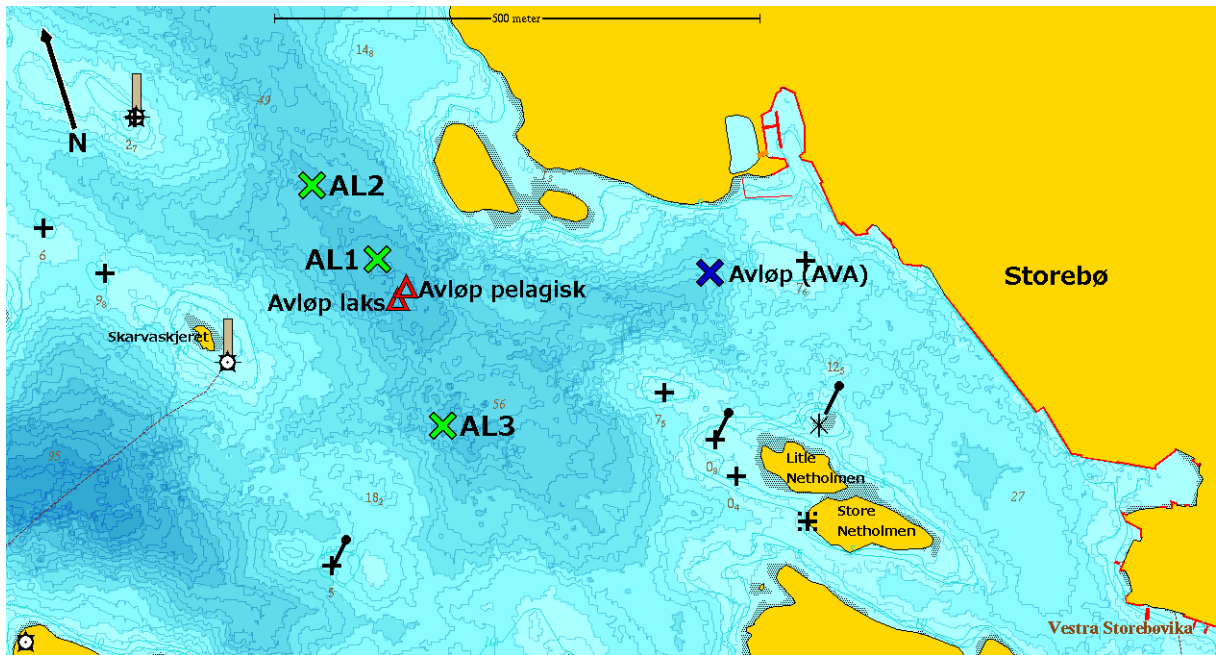
Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger i nordøstre del av vannforekomsten Storebø, rett vest for tettstedet Storebø (Figur 1, Figur 2, Figur 3). Utslippspunktene til Austevoll Laksepakkeri AS og Pelagia AS avd. Austevoll er lokalisert på 72 meters dyp i bassengets dypeste område. Austevoll Vatn og Avløp SA har også et utslipp i området, dette er plassert nærmere land på 43 meter dyp, ca. 300 meter øst for utslippspunktene til Austevoll Laksepakkeri AS og Pelagia AS avd. Austevoll (Figur 2). Påvirkningsgraden av utslippet fra avløpet til Austevoll Vatn og Avløp SA er ikke undersøkt eller vurdert i denne resipientundersøkelsen.

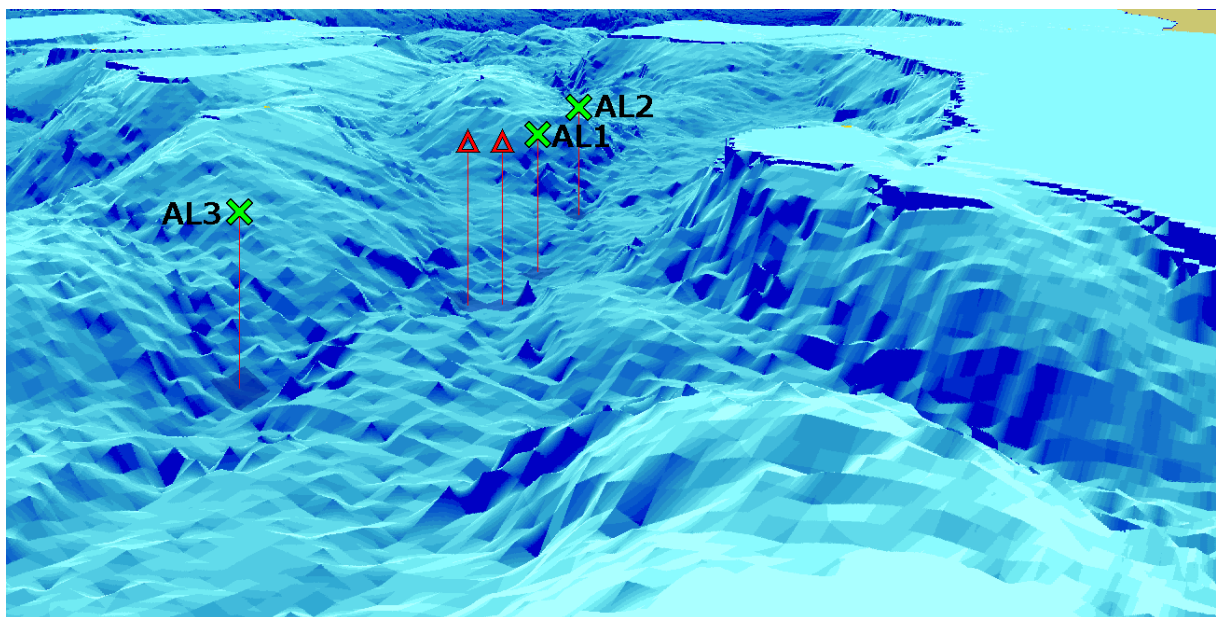
Prøveinnsamlingene ble gjennomført 13. nov. 2014. Det ble tatt to bunnprøver fra tre stasjoner (AL1, AL2, AL3) ved Storebø. Bassenget utenfor Storebø er omgitt av land og grunne terskler både i nord (terskeldyp 40 m), vest (terskeldyp 30 m) og sør (terskeldyp 25 m). En stasjon (AL1) er plassert i nærsonen til utslippet, en stasjon (AL2) er plassert 150 meter nord for utslippspunktene og en stasjon (AL3) er plassert 130 m sør for utslippspunktene. Dette for å avdekke om, og evt. i hvilken grad det er påvirkning av resipienten i de to retningene. Innsamlingen av bunnprøvene ble gjennomført av Einar Bye-Ingebrigtsen og Trond E. Isaksen fra SAM-Marin. M/S Solvik med skipper Leon Pedersen og kran- og vinsjfører Håvard Tørnblom ble benyttet til toktet. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 1. Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra den dypeste delen av bassenget (AL1, 72 meter).



Figur 1. Oversiktskart over fjordsystemet rundt Austevoll. Firkant viser kartutsnitt for undersøkelsesområdet. Kartkilde: Fiskeridirektoratet.



Figur 2. Kartutsnitt av undersøkelsesområdet. Utslippspunkt tilhørende Austevoll Laksepakkeri AS og Pelagia AS avd. Austevoll er markert med røde trekkanter. Utslippspunktet til Austevoll Vatn og Avløp SA (AVA) er markert med et blått kryss. Prøvestasjonene (AL1, AL2 og AL3) er markert med grønne kryss.



Figur 3. Bunntopografisk skisse av området ved Storebø. Prøvestasjoner er markert med grønne kryss. Utslippspunkt er markert med røde trekkanter. Kartkilde: Olex.

Tabell 1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved Storebø, Austevoll kommune. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det er benyttet en kort-armet van Veen grabb («danske», volum 16,5 liter, maks bitedybde 18 cm), og en van Veen kombigrabb («Duo») hvor det ene kammeret utgjør 0,1 m² og brukes til biologiprøver (Volum 21 liter, maks 22 cm bitedybde), mens det andre kammeret er mindre og brukes til kjemi- og geologiprøver. MOM B-parametere (B1/B2) er registrert på hver stasjon.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
AL1 13.11.14	Storebø	72	1	16,5	Biologi, B1/B2, «danske»
	60°05.712'N		2	14	Biologi, «danske»
	05°12.745'Ø		3	14	Kjemi, geologi, «danske» CTD-måling Sand, skjellsand og mudder. Store mengder fiskeskjell. Brunt topplag. Sterk H ₂ S-lukt.
AL2 13.11.14	Storebø	65	1	6,5	Biologi, kjemi og geologi, B1/B2, «duo»
	60°05.762'N		2	11	Biologi, «duo»
	05°12.700'Ø				Grått, fast sediment. Sand og skjellsand. Noe lukt.
AL3 13.11.14	Storebø	69	1	5	Biologi, Kjemi og geologi, B1/B2, «duo»
	60°05.613'N		2	6	Biologi, «duo»
	05°12.759'Ø				Grått, fast sediment. Ingen lukt. Sand og skjellsand.

Hydrografi

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, tetthet, 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.

Bløtbunnundersøkelse – Prøver og analyser

Bløtbunnundersøkelsene omfatter sedimentprøver for analyse av geologi, kjemi og bunndyr (biologi). Prøvetakingen er utført akkreditert i samsvar med standard NS-EN ISO 16665:2013 «*Vannundersøkelse - Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna*» og NS-EN ISO 5667-19:2004 «*Vannundersøkelse – Prøvetaking – Del 19: 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 kort-armet van Veen grabb med åpning på 0,1 m² og maks volum 16,5 liter (KC Denmark AS mod. 12.210 modifisert med 0,5 mm perforerte silplater i inspeksjonslukene), og en modifisert van Veen grabb med to kamre (til sammen 0,15 m² åpning og 0,5 mm perforerte silplater i inspeksjonslukene) som tar biologi-, kjemi- og geologiprøver i same hugg («kombigrabb», utviklet av Det Norske Veritas). Biologi-kammeret tilsvarer prøveareal på 0,1 m² (maks volum 21 liter), 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 i henhold til klassifiseringssystemet i NS 9410:2007. Det ble det tatt tre grabbprøver på samme posisjon fra hver stasjon, alle tre huggene blir brukt ved klassifisering i henhold til Veileder 02:2013, mens kun de to første huggene blir brukt til å klassifisere miljøtilstand etter klassifiseringssystemet i NS 9410:2007.

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. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si at grabben må inneholde minst 5 liter sediment for at prøven kan godkjennes for biologiske analyser (NS-EN-ISO, 16665:2013). Prøver med mindre prøvevolum kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Alle huggprøver er kontrollert med hensyn til mengde og 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 (NS-EN-ISO, 5667-19: 2004).

For hver stasjon i det undersøkte området ble det tatt 2 grabbhugg til biologiprøver og 1 grabbhugg (enten samlet med biologi eller selvstendig) til geologi- og kjemiprøver. Totalt ble det samlet inn 12 huggprøver fra 3 stasjoner (se Tabell 1). Bearbeiding av prøver og analysering av bløtbunnsparameterne (geologi, kjemi og biologi) er beskrevet under.

Sediment (geologi)

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Klassifisering av ulike sedimentfraksjoner basert på partikkelstørrelse som oppgitt i NS-EN ISO 16665:2013 er vist i Tabell 2.

Tabell 2. Klassifisering av kornstørrelse i sediment (NS-EN-ISO, 16665:2013).

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

Organisk innhold i sediment blir målt som prosent glødetap i samsvar med NS 4764:1980. I beregningen er dette differansen til vekt av tørket prøve (vannfri prøve) og vekt av prøven etter brenning ved 550 °C (aske). Organisk innhold i sediment samsvarer ofte med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale sammenlignet med grovt sediment. I områder med svake strømforhold og akkumulering av finere partikler kan slikt sediment ofte være oksygenfattig like under sediment-overflaten. Under slike forhold kan sedimentet ha en rått lukt av hydrogensulfid (H₂S). Dette vil være særlig fremtredende i områder med stor organisk tilførsel og/eller dersom bunnvannet i området inneholder lite oksygen.

Det ble samlet sedimentprøver fra hver stasjon i det undersøkte området. Prøvetakingen og analyse er utført etter gjeldende standarder NS-EN ISO 5667-19:2004 og NS 4764:1980. Kornfordeling og organisk innhold (% glødetap, total organisk materiale) er analysert akkreditert av Molab AS. Molab AS har et kvalitetssikringssystem som tilfredsstillende NS-EN ISO/IEC 17025:2005 og er akkreditert for analyse av total organisk materiale og kornfordeling med akkrediteringsnr. 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/E_n)

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

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

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

Det er de normaliserte verdiene som brukes i tilstandsklassifiseringen av TOC med bruk av grenseverdier som oppgitt Tabell 4. Innholdet av tørrstoff er analysert etter NS-EN 14346:2006. Tilstandsklasser gis for de målte parameterne som inngår i Miljødirektoratets veiledere (TA 1467/1997 og TA 2229/2007) (Tabell 4).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E_h) 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 (H_2S) under bakteriell nedbryting av organisk materiale. Surhetsgrad og redokspotensialet i sedimentprøvene ble målt med to portable SevenGo™ pH/ E_h metere (Mettler Toledo). Redokspotensialet ble målt med Ag/AgCl-redokselektrode (InLab Redox) fylt med 3M KCl løsning. Tilstand 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 bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Dersom det er dårlige miljøforhold vil det være få eller ingen arter tilstede i sedimentet.

Metoder som omfatter innsamling av bløtbunnsprøver, opparbeidelse av prøvene, artsbestemmelse og databehandling er utført i samsvar med standard NS-EN ISO 16665:2013. For innsamling av bunnprøver er det brukt 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 Høytteknologisenteret 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 (Vedlegg 3). 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 bunndyrfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa Vanndirektivet har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder 02:2013). Denne veilederen erstatter Veileder 01:2009 og på sikt de gjeldende SFT veilederne (TA, 1467/1997; 2229/2007). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hurlberts diversitetsindeks (E_{S100}), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI₂₀₁₂ og AMBI (komponent i NQI1), samt indeks for individtetthet DI. Indeksverdiene blir omregnet til nEQR-verdier (normalised ecological quality ratio) som gir en tallverdi mellom 0 og 1. Denne omregningen gjør at tallverdiene fra de forskjellige indeksene kan sammenliknes (se Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyr).

Tilstandsklassen til stasjonen blir bestemt av snittet av de enkelte indeksenes nEQR-verdier, tilstandsverdien sier noe om både hvilken tilstandsklasse stasjonen hører til og hvor høyt eller evt. lavt stasjonen er plassert i denne klassen. Klassegrenser for nEQR er vist i Tabell 3. Grenseverdier for klassifisering av biologiske indekser og andre parametere er vist i Tabell 4. For miljøundersøkelser ved matfiskanlegg er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden nær anlegget og i overgangssonen (NS 9410:2007), denne vil bli benyttet for stasjonen som er plassert nærmest utslippspunktene (Tabell 5).

Tabell 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 4. Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i TA 1467/1997, TA 2229/2007 og Veileder 02:2013. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

	Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser				
				I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Dypvann	Oksygen *	TA 1467	ml O ₂ / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	TA 1467	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
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	TA 1467	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220	

*Omregningsfaktoren til mgO₂ / l er 1,42

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

Tabell 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 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 .

Produksjonsdata fra anlegget

Austevoll Laksepakkeri AS og Pelagia AS avd. Austevoll har per dags dato en felles utslippstillatelse med samlet produksjonsgrense på 60 000 tonn. Austevoll Laksepakkeri AS og Pelagia AS avd. Austevoll er nå i en prosess hvor de søker om justert utslippstillatelse for hvert av selskapene. Austevoll Laksepakkeri AS søker om tillatelse på 70 000 tonn oppdrettsfisk pr. år. Pelagia AS avd. Austevoll søker om 20 000 tonn ferdig filet.

Tabell 6. Produksjon -og utslippstall for de siste tre år, for bedriftene Austevoll Laksepakkeri AS og Pelagia AS avd. Austevoll. Produsert mengde (prod., sløyd vekt av laks + pelagisk filet), biologisk oksygenforbruk (BOF5), fett, kjemisk oksygenforbruk (KOF5), nitrogen totalt (N-TOT), suspendert tørrstoff (SS).

År	Prod. (tonn)	BOF5 (tonn)	Fett (tonn)	P-TOT (tonn)	KOF (tonn)	N-TOT (tonn)	SS (tonn)
2014	37 179	255,00	33,60	1,80	516,00	18,70	135,00
2013	42 801	139,22	21,12	1,94	230,72	14,00	88,00
2012	43 485	101,00	11,00	2,00	222,00	11,18	74,05

3. RESULTATER OG DISKUSJON

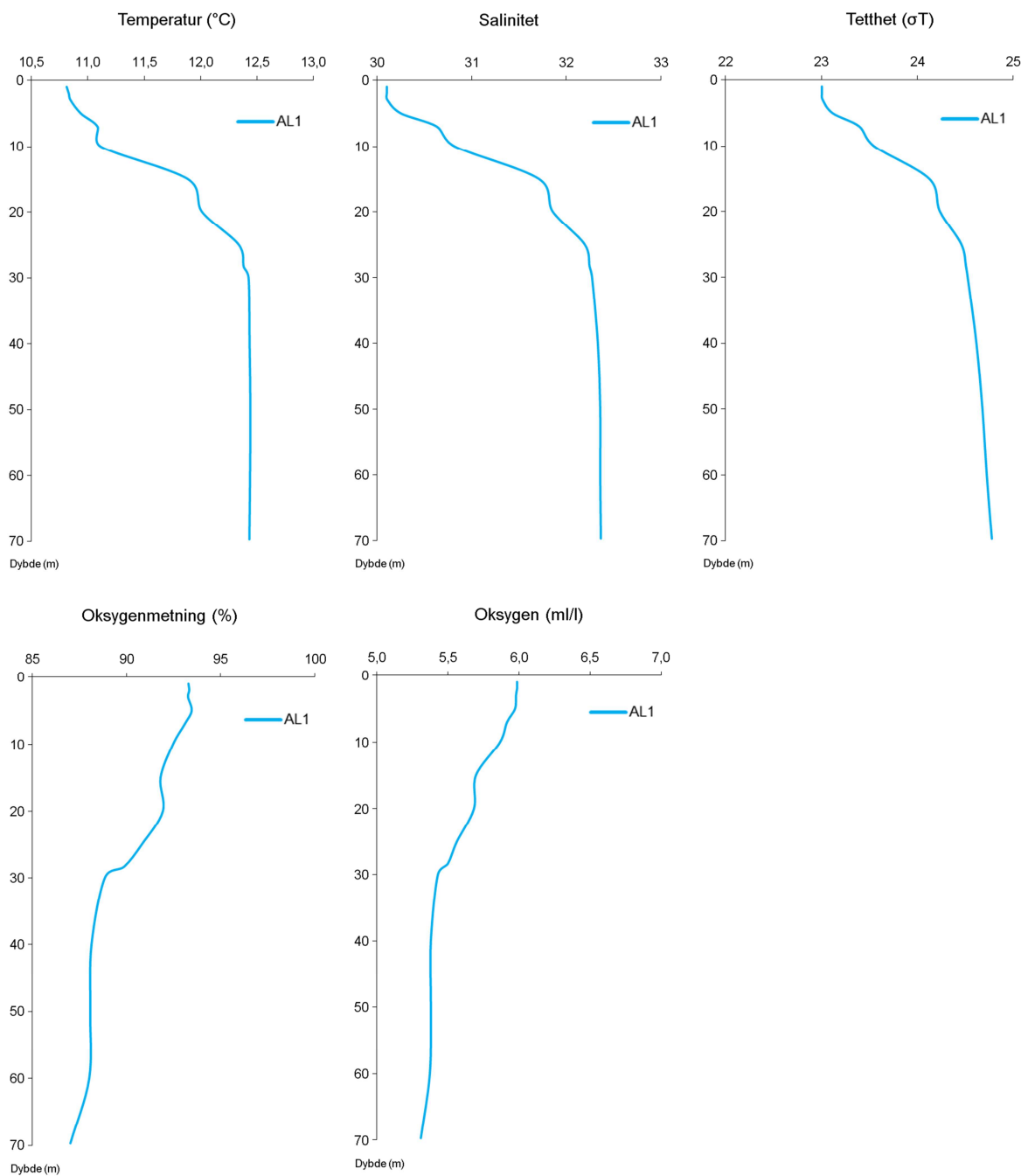
Hydrografiske målinger

Temperatur, saltholdighet, oksygeninnhold og tetthet ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjonen AL1, 13. november 2014.

Temperaturen i overflaten var 10,8 ° C og sank til 12,4 ° C nær bunnen på stasjon AL1. Saltholdigheten i overflaten ved AL1 var 30,1 og økte til 32,4 nær bunnen (Figur 4). Forskjellen i tetthet (som følge av saltholdighet- og temperaturfordelingen) bidrar til å danne et sprangsjikt på 10-25 meters dyp, som hindrer blanding av de øvre vannmassene med vann nedenfor. Dybden på sprangsjiktet vil variere med dybdefordelingen av temperatur og saltholdighet som følge av årstider og værforhold.

Oksygeninnholdet i vannsøylen ved AL1 har noe høyere oksygenmetning i de øverste 30 meterne (Figur 4). De høyest registrerte oksygenverdiene er registrert i overflaten og viser et oksygeninnhold på 6,0 ml/l (93,5 % metning). Oksygenprofilen viser stabilt oksygeninnhold fra overflaten og ned 5 meter, hvor det deretter er avtagende ned mot ca. 30 meters dyp (5,4 ml/l), og deretter er relativt stabilt ned mot bunnen. Måling av bunnvann (70 m) på stasjon AL1 viste et oksygeninnhold på 5,3 ml/l og en oksygenmetning 87 %, noe som tilsvarer tilstandsklasse I – «Svært god» for begge parameterne i henhold til grenseverdier gitt i gjeldende veileder (TA 1467/1997; se Tabell 4).

Resultatene fra målingene presenteres i Figur 4. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedlegg 6.



Figur 4. Profilmålinger av temperatur, salinitet, oksygen (% metning og ml/l) og tetthet på stasjonen AL1 ved Storebø. Målinger utført 13. november 2014 med bruk av STD/CTD-sonde påmontert oksygensensor. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO₂/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Sediment (geologi)

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 7 og Figur 5.

Sedimentet på stasjonene AL1 og AL2 består i hovedsak av middels grove partikler i form av sand (hhv. 54,6 og 59,6 % av alt sediment), men med en betydelig andel finere partikler i form av silt og leire (hhv. 43,6 og 39,9 %). Den resterende andelen består av grus (hhv. 1,8 og 0,4 %).

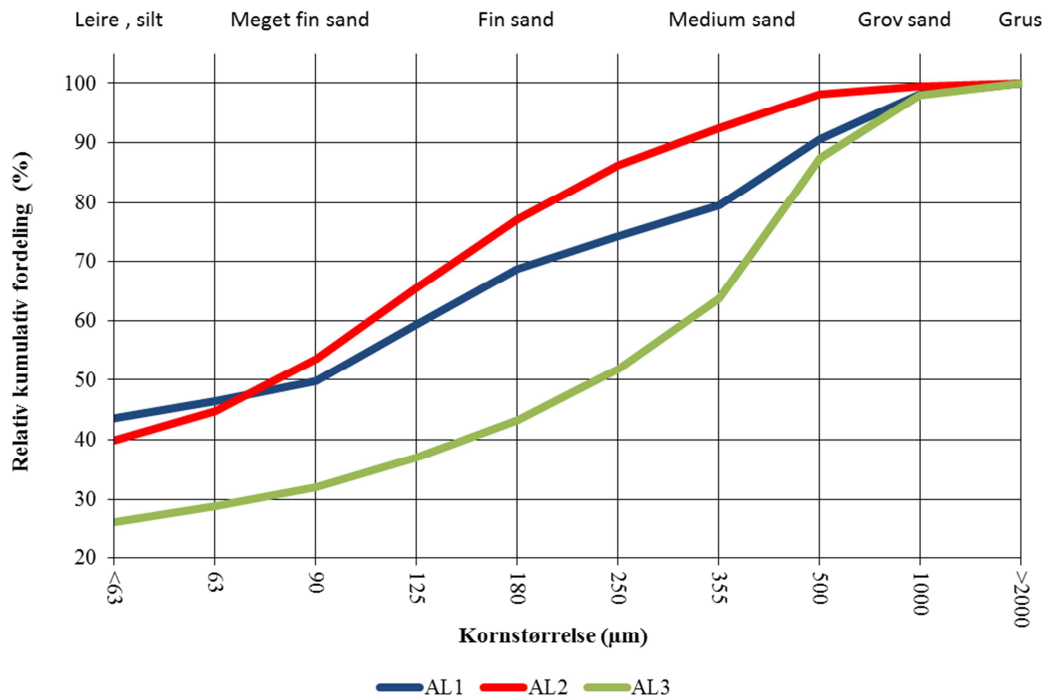
Sedimentet på stasjonen AL3 er dominert av sand (71,8 %), men også her bestod sedimentet av en betydelig andel finere partikler (silt og leire, 26,2 %). Den resterende andelen består av grus (2,1 %).

Ut fra kornstørrelsesfordelingen ved undersøkelsestidspunktet ved de 3 stasjonene kan det virke som om det er gode bunnstrømforhold i området ved de undersøkte stasjonene. Bunnstrømforhold påvirker sedimenteringsrater av ulike partikkelstørrelser ved at svake bunnstrømmer tillater finere partikler å sedimentere. Slike lavstrømsområder kan påvirke områders miljøkvalitet ved at finpartikulært sediment enklere binder opp organiske og kjemiske avfallsstoffer, samtidig som disse avfallsstoffene har lettere for å sedimentere grunnet den lave strømhastigheten.

Normale verdier for glødetap i norske fjorder ligger på under 10 % glødetap (TOM). Glødetapsverdien ved AL2 og AL3 er å anse som svært bra, mens verdiene er forhøyet ved AL1 (17,0 %). Dette indikerer på organisk belastning ved stasjonen.

Tabell 7. Sediment. Oversikt over dyp, totalt organisk materiale (% glødetap, TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Storebø, 13. november 2014.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% TOM)	Leire + Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
AL1	72	17,00	43,6	54,6	1,8
AL2	65	7,32	39,9	59,6	0,4
AL3	69	6,97	26,2	71,8	2,1



Figur 5. Sedimentfraksjoner. Relativ kumulativ fordeling av kornstørrelse i sedimentprøver fra ulike stasjoner ved Storebø, november 2014. 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).

Kjemiske analyser

Sedimentanalyser

Konsentrasjoner av fosfor i marine sedimenter ligger vanligvis under 1000 mg/kg TS i Vestlandsfjordene. Nivåer mellom 1000 og 5000 mg/kg TS anses som moderate, mens verdier over 5000 mg/kg TS anses som svært mye. Stasjonene AL2 og AL3 har fosforverdier over det som betraktes som normalt (Tabell 8), med henholdsvis 1400 og 810 mg/kg TS. Ved AL1 ligger imidlertid konsentrasjonen av fosfor på hele 14 000 mg/kg TS, dette er sterkt forhøyede verdier og tyder på høy grad av organisk belastning.

Samtlige av stasjonene har enten høye eller svært høye verdier for normalisert TOC. Stasjonene AL1 og AL2 får Miljødirektoratets tilstandsklasse V (Svært dårlig), mens AL3 får Miljødirektoratets tilstandsklasse IV (Dårlig).

Klassifiseringssystemet krever beregning av normalisert totalt organisk karbon (TOC). Dette betyr at både finstoff (leire og silt) og TOC må analyseres og brukes i beregningene. I følge gjeldende veileder (TA 1467/1997) har dette medført at grenseverdiene mellom tilstandsklassene har blitt strengere. Formelen som benyttes til dette er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter i kystnære områder. Slike områder kan ha til dels store variasjoner med tanke på organisk materiale i sediment. Kilden til slike variasjoner kan være både terrestrisk og marin (TA

1883/2002). Det påpekes også i 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 er målt for samtlige undersøkte stasjoner. AL2 og AL3 viser svært gode verdier (tilstandsklasse I) for begge parameterne. AL1 viser litt høyere verdier og får tilstandsklasse II – God for begge parameterne (Tabell 8).

Tabell 8. Innholdet av undersøkte kjemiske parameterne i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS) fra stasjonene ved Storebø, 13. november 2014. Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter Miljødirektoratets klassifisering for sink, kobber (TA 2229/2007) og normalisert TOC (TA 1467/1997).

Stasjon	Totalt organisk karbon mg/g	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor	Sink	Kobber		Tørrstoff (TS) %	
				mg/kg TS	mg/kg TS	TK	TK		
AL1	64	74,2	V	14000	310	II	36	II	22,1
AL2	34	44,8	V	1400	72	I	18	I	48,5
AL3	24	37,3	IV	810	89	I	15	I	41,8

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

Måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E_h)

Resultatene fra måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E_h) sammen med andre vurderinger av sedimentet som er vanlig for en MOM B-undersøkelse er vist i Vedlegg 2. Resultat av de kjemiske målingene er oppsummert i Tabell 9.

Kjemiske målinger viste dårlige pH- og E_h -verdier (tilstandsklasse 3) i bunnprøven fra AL1. I prøvene fra AL2 og AL3 viste målingene meget gode pH- og E_h -verdier (tilstandsklasse 1). De sensoriske parameterne viste at sedimentet fra stasjonen AL3 i var lys i fargen med fast konsistens og uten lukt, prøven fra AL2 avvek fra dette med svak H_2S -lukt. Prøven fra AL1 var svært annerledes med mørkt sediment, sterk lukt og et løst topplag bestående av slam. Samlet vurdering gir tilstandsklasse 3 (dårlig) for stasjon AL1 og tilstandsklasse 2 (god) for AL2 og tilstandsklasse 1 (meget god) for AL3.

Tabell 9. Målte surhetsgrad- (pH) og redoksverdier (E_h) i sedimentet fra de undersøkte stasjonene ved Storebø, 13. november 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
AL1	7,09	-125	3	3
AL2	7,54	-93	2	1
AL3	7,68	26	1	1

Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 10, 11, Figur 6, 8 og i Vedlegg 3-4. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene i vannområdet rundt utslippet fra Austevoll Laksepakkeri AS og Pelagia AS avd. Austevoll ved Storebø i Austevoll kommune, november 2014. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Det finnes ingen egen standard som beskriver spesielle krav til hvordan en miljøundersøkelse av utslipp fra fiskepakkerier/slakterier skal vurderes. Ettersom utslippene fra Austevoll Laksepakkeri AS og Pelagia AS avd. kan forventes å likne på utslipp fra matfiskanlegg vil resultatene fra denne undersøkelsen vurderes på omtrent samme måte som en MOM C-undersøkelse. Det vil si at klassifiseringssystemene beskrevet i NS 9410:2007 og Veileder 02:2013 blir benyttet. Makrofauna i nærheten til avløpet vurderes utfra klassifiseringssystemet beskrevet i NS 9410:2007 (Tabell 5), ettersom man her, i likhet med en anleggssone til et oppdrettsanlegg, forventer en betydelig lokal påvirkning. De to andre stasjonene (AL-2 og AL-3) vurderes i henhold til Veileder 02:2013 (Tabell 3 og 4)

Stasjonen AL1 (72 m) ligger nærmest de to utslippspunktene (50-55 m) og representerer nærheten. Totalt ble det samlet kun 3 arter med til sammen 14 individer på denne stasjonen. Den mest dominerende arten (*Malacoceros fuliginosus*) utgjorde 71,4 % av det totale individtallet. Den nest vanligste arten var *Capitella capitata* (21,4 %). *Malacoceros fuliginosus* og *Capitella capitata* er opportunister og typiske arter å finne i områder med svært høy grad av organisk belastning. Basert på artsantall og artssammensetning får stasjonen AL1 miljøtilstand 3 (Dårlig) i henhold til NS 9410:2007.

På stasjonen AL2 (65 m) som ligger i 150-153 m nordvest for utslippspunktene, ble det samlet totalt 23 arter med til sammen 4216 individer. Den mest dominerende arten/slekten (*Polydora* sp.) utgjorde 68,3 % av det totale individtallet. Den nest vanligste arten var *Capitella capitata* (29,4 %). Klassifisering av miljøtilstanden er vurdert i henhold til Veileder 02:2013. Det samlede resultatet av diversitets-, individtetthets-, ømfintlighets- og sammensatte- indekser gir en tilstandsverdi på 0,28 (basert på stasjons-nEQR) og plasserer stasjonen i absolutt nedre del av Direktorsgruppa Vanndirektivets tilstandsklasse IV (dårlig).

På stasjonen AL3 (69 m) som ligger 130-137 m sørøst for utslippspunktene, ble det samlet totalt 18 arter med til sammen 2033 individer. Den mest dominerende arten (*Polydora* sp.) utgjorde 75 % av det totale individtallet. Den nest vanligste arten var *Capitella capitata* (21,6 %). Beregnet nEQR på stasjonsnivå gir en tilstandsverdi på 0,30 som plasserer stasjonen midt i tilstandsklasse IV – Dårlig.

Figur 6 viser en grafisk oversikt over fordelingen av arter på geometriske klasser. Fordelingen av de geometriske klassene indikerer en sterk miljøpåvirkning ved samtlige undersøkte stasjoner.

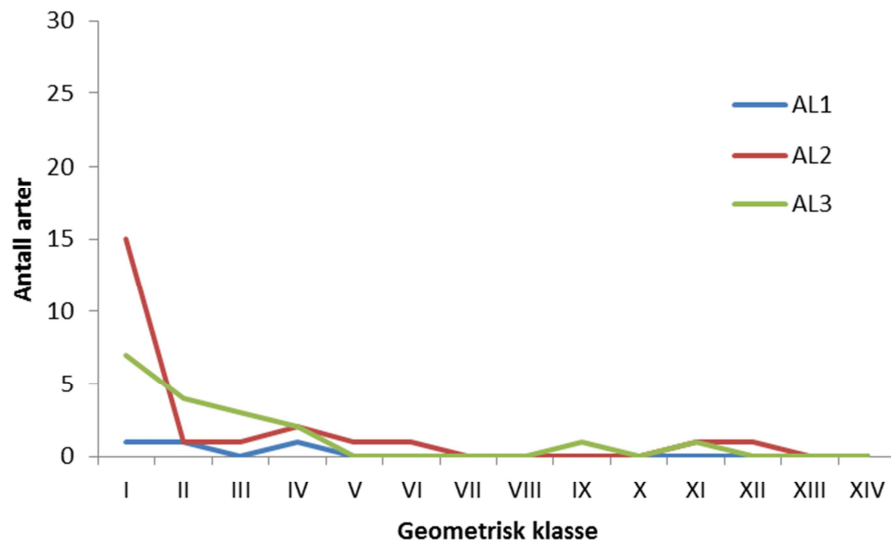
De multivariate analysene viser først og fremst stor likhet mellom hugg innad på stasjonene AL1 og AL3 (Figur 7 og 8). Huggene ved AL2 er svært ulike, dette er trolig forårsaket av ujevn bunn, hvor ett hugg kan ha truffet oppå en forhøyning, mens det andre har truffet nedi en «opsamlingsgrop». Det er en signifikant forskjell mellom huggene på stasjon AL3 og de andre huggene. De to huggene på AL1 og hugget AL2-1 er signifikant forskjellig

fra huggene på AL3 og hugget AL2-2.

Tabell 10. Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved Storebø, november 2014. Hvert grabbhugg representerer prøveareal på 0,1 m². Totalt prøveareal i undersøkelsene er 0,2 m². Antall individer, arter, diversitet (H'), sensitivitet (ES100 og NSI), individtetthet (DI) og sammensatt indeks for arts mangfold og ømfintlighet (NQI1) er beregnet for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Beregnede indeksverdier og nEQR er vist for alle stasjonene. Miljøtilstand er vurdert på stasjonen AL1 i nærsonen til utslippspunktet. Miljøtilstand følger klassifiseringssystemet i NS 9410:2007 og vurderes på grunnlag av artsantall og artssammensetning fra de to første huggene (totalt 0,2 m² prøveareal) ved den enkelte stasjon. Klassifisering av tilstandsverdi på stasjonene AL2 og AL3 i fjernsonen fra utløpet er utført i henhold til Veileder 02:2013 med bruk av nEQR-verdier. Grabbverdien av nEQR er basert på grabbgjennomsnittet for hver enkel indeks mens stasjonsverdien av nEQR er basert på sum (kumulert grabbdata). Miljøtilstand og tilstandsklasser er markert med fargekoder.

Stasjon	Grabbhugg	Antall arter	Antall individer	NQI1 verdi	H' verdi	ES ₁₀₀ verdi	ISI ₂₀₁₂ verdi	NSI verdi	DI verdi	Tilstands-verdi	Miljø-tilstand
AL1	1	3	5	0,27	1,52	3,00	3,18	7,37	1,35		
	13.11.2015	2	2	0,18	0,50	2,00	1,96	4,94	1,10		
	Sum	3	14	0,23	1,09	3,00	3,18	5,81	1,20		3
	Snitt	2,5	7	0,22	1,01	2,50	2,57	6,15	1,20		
Stasjon nEQR				0,15	0,24	0,12	0,14	0,12	0,14	-	
Grabb nEQR				0,14	0,22	0,10	0,11	0,12	0,14	-	
AL2	1	4	29	0,28	1,15	4,00	3,24	8,31	0,59		
	13.11.2015	2	22	0,42	1,07	3,75	7,26	11,61	1,57		
	Sum	23	4216	0,42	1,09	3,85	7,18	11,59	1,27		
	Snitt	13	2108	0,35	1,11	3,87	5,25	9,96	1,27		
Stasjon nEQR				0,32	0,24	0,15	0,55	0,26	0,13	0,28	
Grabb nEQR				0,24	0,24	0,15	0,29	0,19	0,13	0,21	
AL3	1	11	734	0,38	1,14	4,47	8,83	12,04	0,82		
	13.11.2015	2	16	0,42	0,95	4,60	6,86	12,70	1,06		
	Sum	18	2033	0,42	1,04	4,55	7,57	12,46	0,96		
	Snitt	13,5	1016,5	0,40	1,04	4,53	7,84	12,37	0,96		
Stasjon nEQR				0,32	0,23	0,18	0,61	0,30	0,18	0,30	
Grabb nEQR				0,30	0,23	0,18	0,63	0,29	0,18	0,30	

Svært god	God	Moderat	Dårlig	Meget dårlig
-----------	-----	---------	--------	--------------



Figur 6. Antall arter (langs y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Storebø, november 2014.

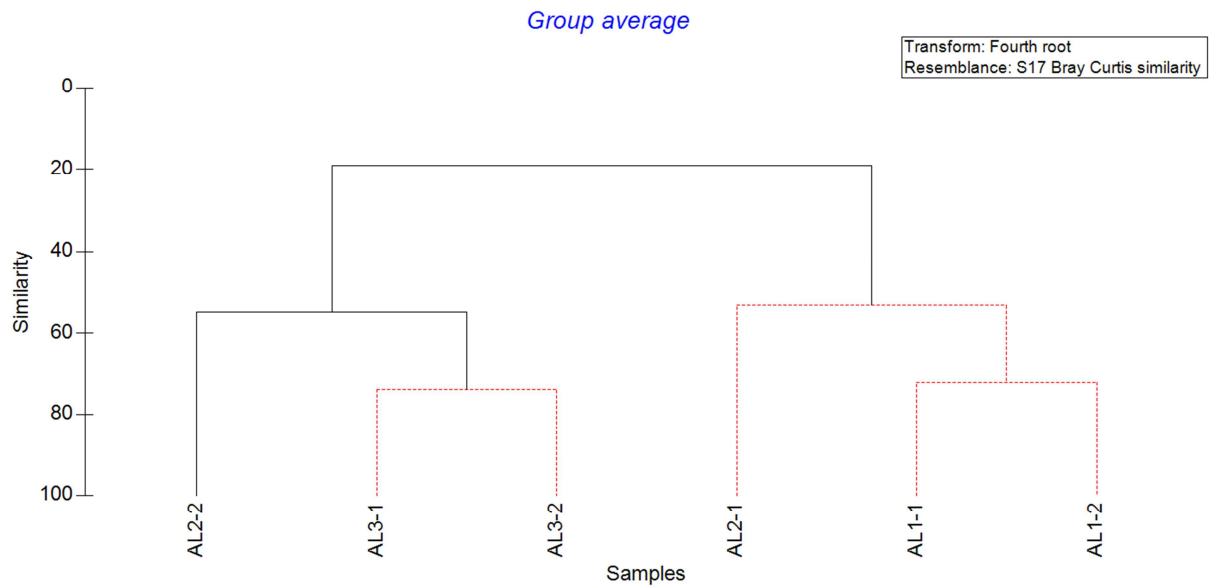
Tabell 11. De ti mest tallrike artene fra prøvene ved Storebø, november 2014. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Prøveareal er lik 0,2 m².

AL1	Antall individer	%	Kum. %
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	10	71,43	71,4
<i>Capitella capitata</i>	3	21,43	92,9
<i>Polydora sp.</i>	1	7,14	100

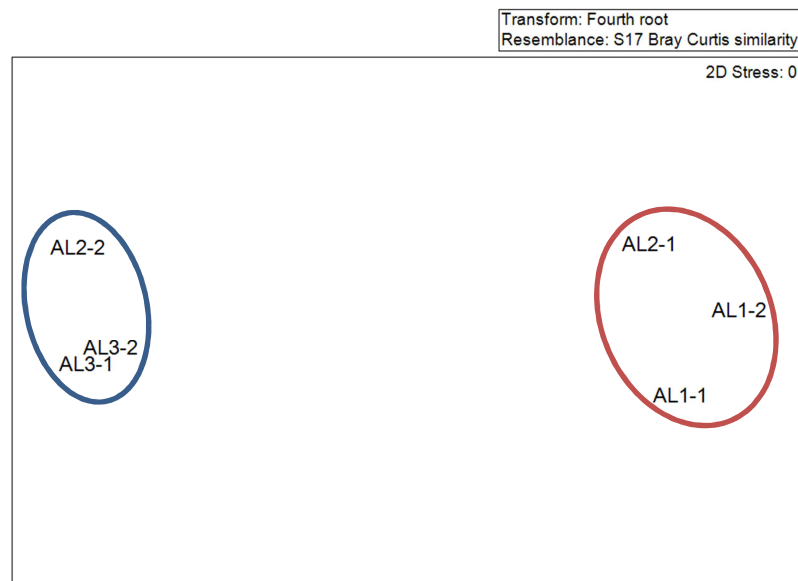
AL2	Antall individer	%	Kum. %
<i>Polydora sp.</i>	2880	68,31	68,31
<i>Capitella capitata</i>	1238	29,36	97,68
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	43	1,02	98,70
<i>Ophryotrocha sp</i>	17	0,40	99,10
<i>Lagis koreni</i>	8	0,19	99,29
<i>Diastylis tumida</i>	8	0,19	99,48
<i>Phyllodoce mucosa</i>	4	0,09	99,57
<i>Corbula gibba</i>	3	0,07	99,64
<i>Pholoe assimilis</i>	1	0,02	99,67
<i>Sige fusigera</i>	1	0,02	99,69
<i>Exogone sp.</i>	1	0,02	99,72
<i>Lumbrineridae indet.</i>	1	0,02	99,74
<i>Aphelochaeta sp.</i>	1	0,02	99,76
<i>Chaetozone sp.</i>	1	0,02	99,79
<i>Scalibregma inflatum</i>	1	0,02	99,81
<i>Galathowenia oculata</i>	1	0,02	99,83
<i>Polycirrus medusa</i>	1	0,02	99,86
<i>Sabellidae indet</i>	1	0,02	99,88
<i>Melanella monterosatoi</i>	1	0,02	99,91
<i>Thyasira flexuosa</i>	1	0,02	99,93
<i>Thyasira sarsii</i>	1	0,02	99,95
<i>Asteroidea indet</i>	1	0,02	99,98
<i>Ascidacea indet.</i>	1	0,02	100,00

AL3	Antall individer	%	Kum. %
<i>Polydora sp.</i>	1532	75,36	75,36
<i>Capitella capitata</i>	439	21,59	96,95
<i>Diastylis tumida</i>	15	0,74	97,69
<i>Actinaria indet.</i>	14	0,69	98,38
<i>Aphelochaeta sp.</i>	7	0,34	98,72
<i>Corbula gibba</i>	6	0,30	99,02
<i>Lagis koreni</i>	5	0,25	99,26
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	2	0,10	99,36
<i>Lumbrineridae indet.</i>	2	0,10	99,46
<i>Luidia sarsi</i>	2	0,10	99,56
<i>Ophiocten affinis</i>	2	0,10	99,66

Annelida/Polychaeta	Mollusca	Echinodermata	Crustacea	Andre
---------------------	----------	---------------	-----------	-------



Figur 7. Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt ved Storebø, november 2014. Betegnelse som f.eks. «AL2-1» angir henholdsvis stasjonsnavn og huggnummer. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plotet viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner. Stiplet linje marker ikke-signifikante forskjeller, mens harde linjer marker signifikante forskjeller.



Figur 8. MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt ved Storebø, november 2014. Betegnelse som f.eks. «AL2-2» angir henholdsvis stasjonsnavn og huggnummer. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.

4. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i kystvannsforekomsten Storebø utenfor Austevoll Laksepakkeri AS og Pelagia AS avd. Austevoll på Storebø i Austevoll kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført i november 2014. Hovedresultatene fra undersøkelsen i november 2014 er vist i Tabell 12.

Til tross for terskler eller land på alle kanter av dypområdet hvor utslippspunktene er plassert, tyder oksygenmålingene fra november på ganske god bunnvannutskiftning. Oksygeninnhold i bunnvannet på stasjon AL1 ble målt til 5,3 ml O₂/l (metning 87 %) og gir tilstandsklasse I (Svært god) i henhold til TA-1467/1997.

Stasjonene AL1 og AL2 består på undersøkelsestidspunktet av middels grove partikler i form av sand (hhv. 54,6 og 59,6 %), men med en betydelig andel finere partikler i form av silt og leire. På stasjonen AL3 er sedimentet dominert av sand (71,8 %), men også her var det betydelig innslag av finere partikler. Sediment-forholdene tyder på noe bedre og kraftigere bunnstrømforhold ved stasjonen AL3 enn ved AL1 og AL2.

Glødetap er et mål på totalt organisk materiale (TOM) i sedimentet, hvorpå høyere prosent glødetap indikerer høyere andel organisk innhold. Stasjonene AL2 og AL3 har ved undersøkelsestidspunktet lave verdier for glødetap, godt innenfor normale verdier for norske fjorder som typisk er på under 10 %. Sedimentet ved nærsone (AL1) har et forhøyet glødetap på 17 %.

Et annet mål på organisk innhold i sediment er TOC, som måler sedimentets totale innhold av karbon. Nærsonestasjonen AL1 og stasjonen AL2 har ved undersøkelsestidspunktet svært høye TOC-verdier og får Miljødirektoratets tilstandsklasse V (Svært dårlig). Prøver fra AL3 viser noe lavere TOC-nivåer som gir tilstandsklasse IV (Dårlig). Det må understrekes at verdier og forhold angitt av glødetap og TOC ikke nødvendigvis er sammenlignbare og at normalisert TOC er ikke tilpasset forholdene i kystnære områder.

Fosforkonsentrasjonen er svært forhøyet i sedimentet ved nærsone (AL1) på undersøkelsestidspunktet. Ved de to andre stasjonene (AL2 og AL3) er verdiene lave og innenfor det som kan anses som normalt i norske vestlandsfjorder (<2000 mg/kg TS). Måling av pH og Eh viser generelt dårlige forhold i nærsone, med spesielt lave verdier for begge parameterne. Eh og pH-målingene på stasjonene AL2 og AL3 viste meget gode forhold.

Kobber og sink viser svært gode verdier på stasjonene AL2 og AL3 og gir tilstandsklasse I (Bakgrunnsnivå/Svært god) for begge parameterne. På AL1 er verdiene noe høyere og stasjonen får tilstandsklasse II (God) for både kobber og sink.

Bunnfaunaen ved nærsone (AL1) vitner om høy grad av organisk belastning ved undersøkelsestidspunktet. I prøvene ble det funnet totalt 3 ulike arter og 14 individer, hvorav den opportunistiske børstemarken *Malacoceros fuliginosus* utgjør 74,1 % av det totale individ antallet. I henhold til klassifiseringssystemet i NS 9410:2007 får dermed nærsone miljøtilstand 3 (Dårlig). Bunnfaunaen ved AL2 og AL3 vitner også om høy organisk belastning, med tilstandsverdier på hhv. 0,28 og 0,30 som gir tilstandsklasse IV (Dårlig) i henhold til

Veileder 02:2013.

Bassenget utenfor Storebø er relativt lite med terskler i alle retninger (terskeldyp på 20-40 meter) hvor det ikke er land. I tillegg viser strømmålingene fra høsten 2014 (Bye-Ingebrigtsen et al., 2015) at det er ingen ensrettet strømmetning i den nedre delen av vannsøylen. En kan derfor forvente at utslippet, som blir sluppet ut på 72 meters dyp, i liten grad spres ut over et større område enn det nærmeste dypområdet. På grunn av et strømbilde som viser at strømmen går i alle retninger og et område bestående av relativt høye terskler, er dypområdet utenfor Storebø spesielt utsatt for opphopning av organisk materiale. Siden oksygeninnholdet i bunnvannet ofte pleier å være lavest om høsten, så var oksygeninnholdet i bunnvannet relativt høyt (5,3 ml/l i november 2014). Strømmålingene fra 2014 viser også gode strømhastigheter (gjennomsnittstrøm på 67 meters dyp 11 cm/s), som trolig er årsaken til det gode oksygennivået i bunnvannet. Dette betyr at til tross for et høyt oksygenforbruk på bunnen i forbindelse med nedbryting av det organiske materialet, så fikk bunndyrene tilgang på oksygenrikt vann på undersøkelsestidspunktet, og dermed opprettholder nedbrytningen.

Resultatene fra resipientundersøkelsen ved Storebø, november 2014, viser generelt dårlige forhold i sedimentet. Nærsonen er som forventet mer påvirket enn de to andre stasjonene, som i tillegg til dårlige bunndyrsforhold har svært høye fosforverdier, forhøyet TOM og lave pH og Eh-verdier. Oksygeninnholdet i nærsonen var derimot bra. Ingen av prøvene viste forhøyede nivå av sink og kobber.

Tabell 12. Oppsummering av resultatene fra bunnprøver innsamlet ved Storebø, november 2014. Miljøtilstand etter NS 9410, tilstandsverdi etter Veileder 02:2013, glødetap (TOM), normalisert TOC, fosfor, sink, kobber, oksygeninnhold i bunnvann (O₂, ml/l) og pH/Eh-tilstand. For de parameterne som har tilstandsklasser er disse fargekodet.

Stasjon	Dyp (m)	Miljøtilstand (NS 9410)	Tilstandsverdi (Veileder 02:2013)	TOM (%)	Norm. TOC	Fosfor (mg/kg TS)	Sink TK.	Kobber TK.	O ₂ (ml/l)	pH/Eh Tilstand
AL1	72	3	-	17	74,2	14000	310	36	5,3	3
AL2	65	-	0,28	7,32	44,8	1400	72	18	-	1
AL3	69	-	0,30	6,97	37,3	810	89	15	-	1

Svært god	God	Moderat	Dårlig	Meget dårlig
-----------	-----	---------	--------	--------------

5. TAKK

Vi takker skipper Leon Pedersen (M/S Solvik) og kran- og vinsjfører Håvard Tørnblom (M/S Solvik) for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Einar Bye-Ingebrigtsen og Trond E. Isaksen. Bunnprøvene ble sortert av Ina Birkeland, Nargis Islam, Linda Jensen, Maria Lima, Karen Stensland og Ragna Tveiten. Bunndyrene ble identifisert av Øydis Alme (opplæring), Tom Alvestad og Frøydys Lygre.

6. LITTERATUR

Berge-Haveland, F. (2010). "Resipientgransking - Storebø - Austevoll Fiskeindustri AS - Austevoll kommune." Resipientanalyse(Rapport nr. 443-2010). 31 s.

Bye-Ingebrigtsen, E., Isaksen, T. E. og Vassdal, T. (2015). "Strømmåling ved Storebø, Austevoll kommune, november – desember 2014." SAM Notat nr. 04-2015. 44 s.

Hovgaard, P. (1973). "A new system of sieves for benthic samples." Sarsia **53**. 15-18 s.

NS-EN-ISO 5667-19: 2004. Vannundersøkelse, Prøvetaking, Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder. Standard Norge. 23 s.

NS-EN-ISO 16665:2013. Vannundersøkelse - Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014) Standard Norge. 40 s.

NS-EN-ISO 17294-2:2004. Vannundersøkelse - Bruk av induktivt koplet plasmamassespektrometri (ICP-MS) - Del 2: Bestemmelse av 62 grunnstoffer (ISO 17294-2:2003). Standard Norge. 32 s.

NS-EN-ISO/IEC 17025:2005. Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse (ISO/IEC 17025:2005) - (innbefattet rettelsesblad AC:2006) Standard Norge. 48 s.

NS-EN 13137:2001. Karakterisering av avfall - Bestemmelse av totalt organisk karbon (TOC) i avfall, slam og sedimenter. Standard Norge. 24 s.

NS-EN 14346:2006. Karakterisering av avfall - Beregning av tørrstoff ved bestemmelse av tørket rest eller vanninnhold. Standard Norge. 24 s.

NS 4764:1980. Vannundersøkelse - Tørrstoff og gløderest i vann, slam og sedimenter. Standard Norge. 8 s.

NS 9410:2007. Miljøovervåkning av marine matfiskanlegg. Standard Norge. 27 s.

TA 1467/1997. Veiledning nr. 97:03. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensingstilsyn, SFT 1997. 36 s.

TA 2229/2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Statens forurensingstilsyn, SFT 2008. 12 s.

Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen Vanndirektivet (2013). 263 s.

7. VEDLEGG

1) Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyrsdata

Generelt

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

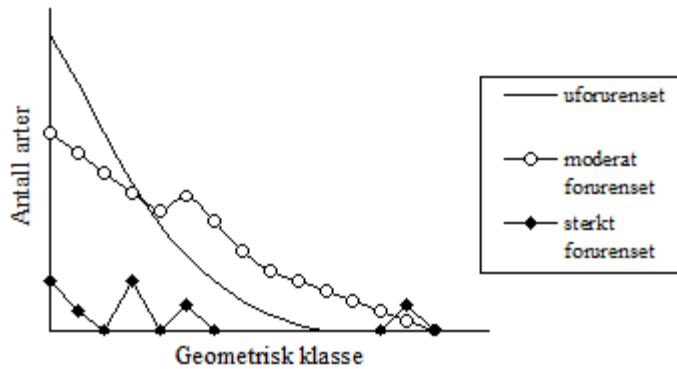
Geometriske klasser

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

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

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



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

Univariate metoder

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

Diversitet

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

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

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

Hurlbert diversitetsindeks ES100 viser forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve, og er beskrevet vha. følgende formel:

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

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

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI, AMBI og NSI.

ISI er beskrevet av Rygg (2002) og senere revidert, den reviderte ISI betegnes ISI2012 (Rygg og Norling, 2013).

Beregning av ISI utføres med følgende formel:

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

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

AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al., 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaekspert. 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 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:

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

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

Multivariate analyser

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

Klassifikasjon og ordinasjon

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

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av 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:

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

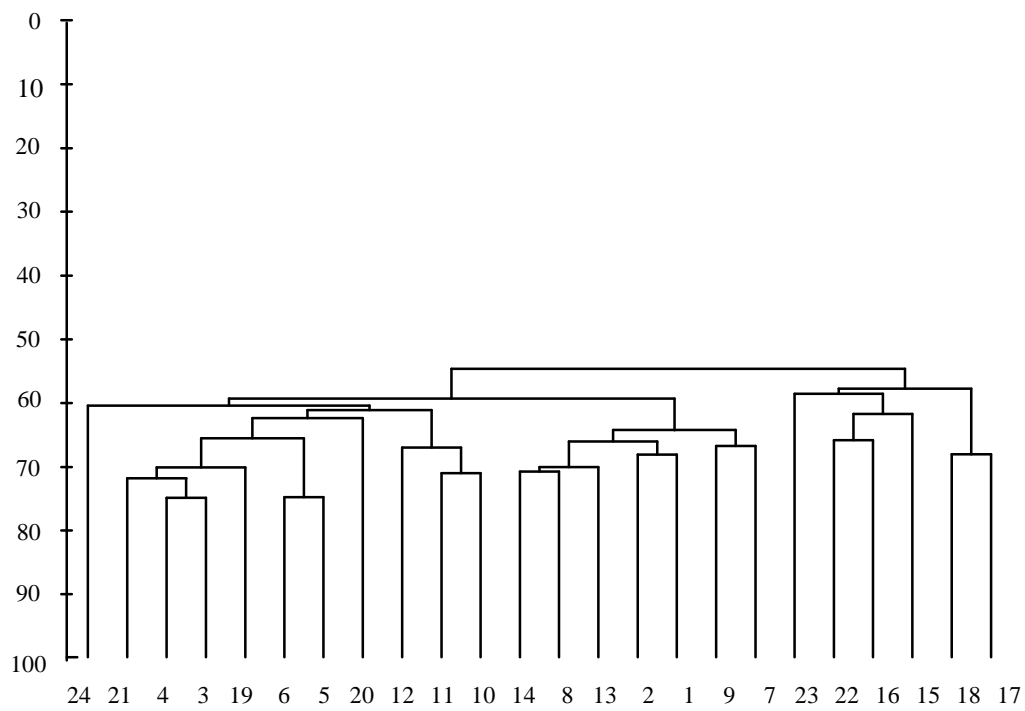
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3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

Dataprogrammer

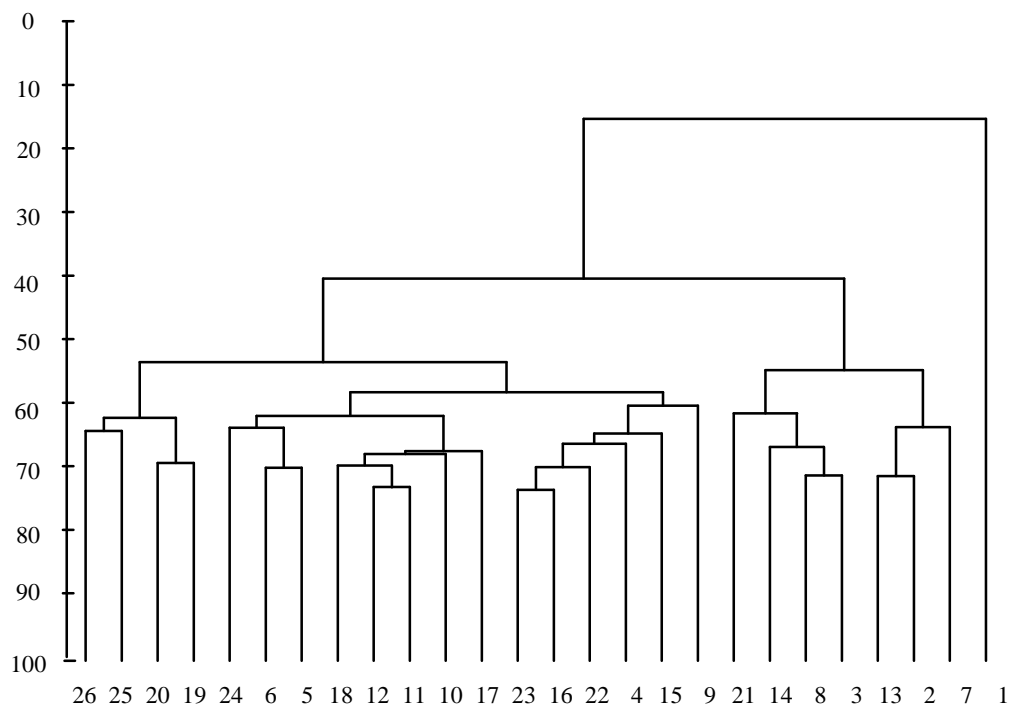
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Interne makroer er benyttet til utregning av samtlige indekser, unntatt makroen «Diversi» som beregner diversitet (H') og inndelingen i geometriske klasse. «Diversi»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

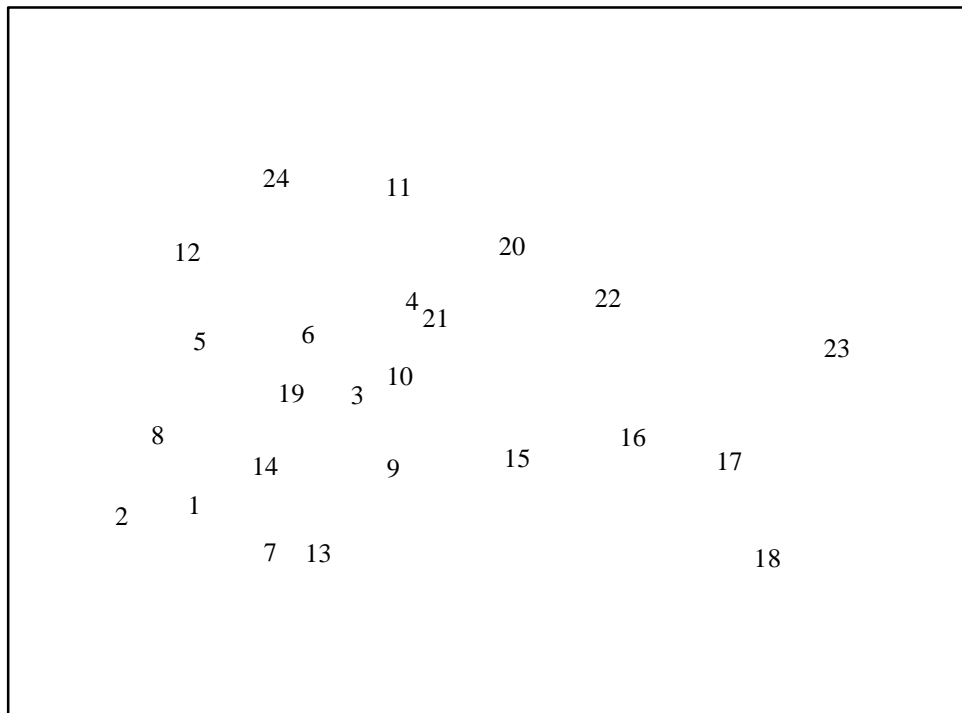


FAUNAFORSKJELL

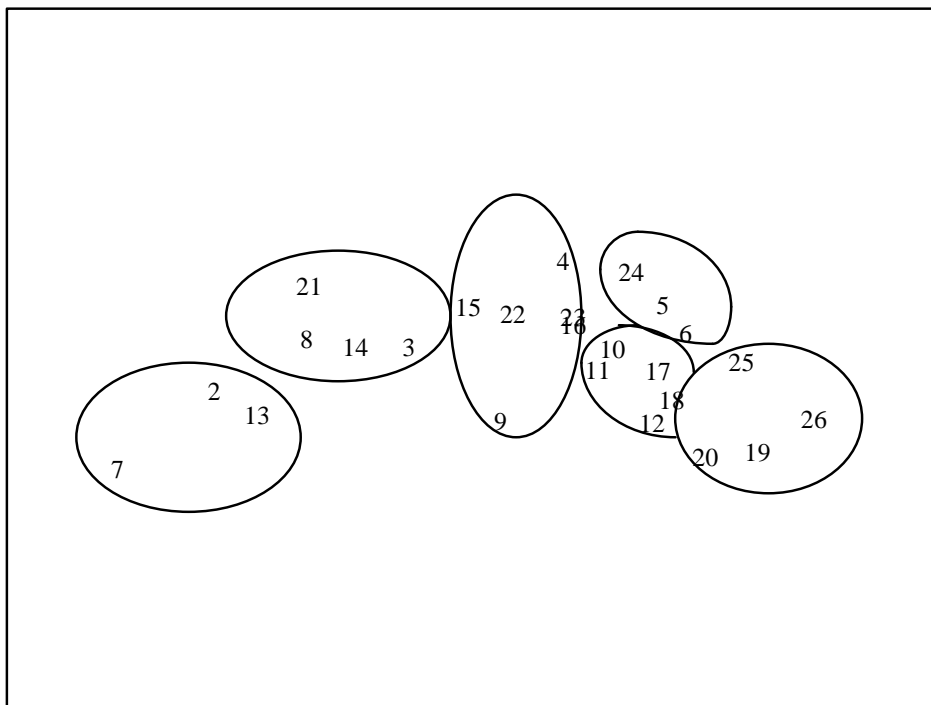


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Rygg B., 2002. Indikator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. Niva-rapport 4548 – 2002. 32s.
- Rygg B., Norling K., 2013. Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI) NIVA-rapport 6475-2013, 46 s.
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- TA 1467/1997. Veiledning nr. 97:03. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensingstilsyn, SFT 1997. 36 s.
- TA 2229/2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Statens forurensingstilsyn, SFT 2008. 12 s.
- Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktorsgruppa Vanndirektivet (2013). 263 s.

2) MOM B-parametere

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Austevoll Laksepakkeri AS / Pelagia AS avd. Austevoll

Dato: 13.11.2014

Lokalitet: -

Lokalitetsnr: -

Lokalitetstype: -

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr							Indeks		
			AL1	AL2	AL3							
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	-	-	-						-	
I	Tilstand (Gruppe I)		-									
II	pH	verdi	7,09	7,54	7,68							
	E _h (mv)	verdi	-344	-312	-193							
		+ ref. verdi	-125	-93	26							
	pH/E _h	fra figur	3	2	1						2,0	
	Tilstand, prøve		3	2	1							
	Tilstand, gruppe II		2									
	Buffer temp:		8,05			Temp sjø:	11,1		Temp sediment:	11,9		
	pH sjø:		8,05			Eh sjø:	364		Ref. elektrode:	219		
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		12/11-14 EBI									
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0							
	Farge	Lys/Grå = 0		0	0							
		Brun/Sort = 2	2									
	Lukt	Ingen = 0			0							
		Noe = 2			2							
		Sterk = 4	4									
	Konsistens	Fast = 0			0	0						
		Myk = 2										
		Løs = 4	4									
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0										
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1			1							
		v ≥ 3/4 = 2	2			2						
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0			0	0						
		2 - 8 cm = 1	1									
		t ≥ 8 cm = 2										
		SUM		13	3	2						
	Korrigert sum (*0,22)		2,86	0,66	0,44						1,3	
	Tilstand prøve		3	1	1							
	Tilstand gruppe III		2									
	Middelvei gruppe II og III		2,93	1,33	0,72						1,7	
	Tilstand gruppe II og III		2									
	pH/Eh Korr. sum Indeks Middelvei	Tilstand					Tilstand				Lokalitetstilstand	
	< 1,1	1					Gruppe I	Gruppe II og III				
	1,1 - < 2,1	2					A	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4		
	2,1 - < 3,1	3					4	1, 2, 3		1, 2, 3		
	≥ 3,1	4					4	4		4		
			LOKALITETSTILSTAND									2

Korrekturlest: 16.01.2015
datoEBI
Sign.TL
Sign.

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Austevoll Laksepakkeri AS / Pelagia AS avd. Austevoll

Dato: 13.11.2014

Lokalitet: -

Lokalitetsnr: -

Lokalitetstype: -

Prøvetaksingssted (nr)	AL1	AL2	AL3						
Dyp (m)	72	65	69						
Antall forsøk									
Bobling (i prøve)									
Primær-sediment	Grus								
	Skjellsand	x	x	x					
	Sand	x	x	x					
	Mudder	x							
	Silt								
	Leire								
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall									
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Børstemark, antall									
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Fôr	-	-	-						
Fekalier	-	-	-						
Kommentarer	Mye fiskeskjell.	Fin sand + skjellsand	Sand/skjellsand						

Korrekturlest:

16.01.2015
datoEBI
Sign.TL
Sign.

3) Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 009

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

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)

**SAM-Marin**

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



Oppdragsgiver (navn og adresse): Austevoll Laksepakkeri AS,
 Prosjekt nr.: 809086

Prøvetakingssted (område): Storebø, Austevoll kommune

Dato for prøvetaking: 13.11.2015

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Research AS

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -

Artene er identifisert av: Øydis Alme (opplæring), Frøydis Lygre, Tom Alvestad

	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:1 sider.

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

Signatur: Tom Alvestad
 Godkjent taksonom

s 1/1	Stasjonsnavn	AL1	AL1	AL2	AL2	AL3	AL3
	Dato	13.11.2014	13.11.2014	13.11.2014	13.11.2014	13.11.2014	13.11.2014
	Hugg	1. hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg
	HYDROZOA						
*	Hydrozoa indet.				+		+
	ANTHOZOA						
	Actiniaria indet.					8	6
	NEMERTEA						
*	Nemertea indet.				1	1	
	NEMATODA						
*	Nematoda indet.	ca.1000	ca.1000	ca.1000	ca.500	ca.100	ca.100
	POLYCHAETA						
	Pholoe assimilis				1		
	Phyllococe mucosa				4		1
	Sige fusigera				1		
	Glycera alba						0/1
	Kefersteinia cirrata						1
	Syllidae indet						1
	Exogone sp.				1	1	
	Lumbrineridae indet.				1	2	
	Ophryotrocha sp				17		
	Malacoceros fuliginosus	0/2	0/8	0/3	40		2
	Polydora sp.	1			2880	496	1036
	Aphelochaeta sp.				1	2	5
	Chaetozone sp.				1		
	Scalibregma inflatum				1		
	Capitella capitata	2	0/1	5/17	1216	215	224
	Galathowenia oculata				1		1
	Lagis koreni			3	5	1	4
	Ampharete octocirrata						1
	Polycirrus medusa				1		
	Sabellidae indet			0/1			
	CRUSTACEA						
*	Copepoda indet			2		2	
*	Calanus finmarchicus		1			1	
*	Metridia lucens	2	2			1	
*	Euphausiacea indet			1			
*	Nebalia sp.			12	9		
*	Amphipoda indet.					2	1
	Diastylis tumida				2/6	3/3	4/5
	MOLLUSCA						
	Melanella monterosatoi				1		
	Thyasira flexuosa				1		
	Thyasira sarsii				1		
	Corbula gibba				3	1	2/3
	ECHINODERMATA						
	Asteroidea indet				0/1		
	Luidia sarsi					0/1	0/1
	Ophiocten affinis					1	1
	CHAETOGNATHA						
*	Chaetognatha indet.			1			
	ASCIDIACEA						
	Asciacea indet.				1		
*	PISCES						
*	Fiske egg.		ca.20		11		
*	VARIA				+		

4) Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene ved stasjonene AL1, AL2 og AL3.

Geometrisk klasse	AL1	AL2	AL3
I	1	15	7
II	1	1	4
III	0	1	3
IV	1	2	2
V	0	1	0
VI	0	1	0
VII	0	0	0
VIII	0	0	0
IX	0	0	1
X	0	0	0
XI	0	1	1
XII	0	1	0
XIII	0	0	0
XIV	0	0	0

5) 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-004011-01



EUNOBE-00012647

Prøvemottak: 17.11.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 17.11.2014-05.12.2014
Referanse: 809086 / 107/14

ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 14000	mg/kg tv	a) 1400	mg/kg tv	a) 810	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 36.0	mg/kg tv	a) 18.0	mg/kg tv	a) 15.0	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 310	mg/kg tv	a) 72.0	mg/kg tv	a) 89.0	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 64.0	mg/g tv	a) 34.0	mg/g tv	a) 24.0	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 22.1	% (w/w)	a) 48.5	% (w/w)	a) 41.8	% (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 05.12.2014

Kristine Fiane Johnson

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).

Side 1 av 1

		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 KORN og TOM		
Kunde: Uni Research AS Att: Einar Bye-Ingebrigt Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.: 56948	Antall sider + bilag: 2	
		Rapport referanse: KR-19846	Dato: 06.01.2015	
Rev. nr. 0	Kundens bestillingsnr./ ref.: 809086 / 50/14	Utført: Terje Kolberg	Ansvarlig signatur: Eli Ellingsen	

Prøver mottatt dato: 10.12.2014

RESULTATER

Prøve merket:			AL1	AL2	AL3		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KG-000553	KG-000554	KG-000555		
TOM (550 °C)	%	16.12.14	17,0	7,32	6,97		

Kornfordeling

Analysedato: 15.12.2014

AL1	KG-000553	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
		2000	-1	0,07	1,8	1,8	MdΦ	Silt og leire	43,6
		1000	0	0,29	7,6	9,4	2,99	Sand	54,6
		500	1	0,42	11,0	20,5		Grus	1,8
		355	1,5	0,20	5,2	25,7	SdΦ		
		250	2	0,21	5,5	31,2	2,72		
		180	2,5	0,36	9,4	40,7			
		125	3	0,36	9,4	50,1	SkΦ		
		90	3,5	0,13	3,4	53,5	0,16		
		63	4	0,11	2,9	56,4			
<63		8	1,66	43,6	100,0	KΦ			
			3,81	100,0		0,78			

Proveresultatene 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.



Side 2 av 2

Ordrenummer: 56948

AL2		KG-000554						
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,02	0,4	0,4	MdΦ	Silt og leire	39,9	
1000	0	0,06	1,3	1,8	3,20	Sand	59,6	
500	1	0,26	5,8	7,6		Grus	0,4	
355	1,5	0,28	6,3	13,9	SdΦ			
250	2	0,40	8,9	22,8	2,25			
180	2,5	0,52	11,6	34,4				
125	3	0,54	12,1	46,5	SkΦ			
90	3,5	0,39	8,7	55,2	0,29			
63	4	0,22	4,9	60,1				
<63	8	1,79	39,9	100,0	KΦ			
		4,48	100,0			0,84		

AL3		KG-000555						
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,17	2,1	2,1	MdΦ	Silt og leire	26,2	
1000	0	0,87	10,6	12,7	1,60	Sand	71,8	
500	1	1,94	23,6	36,3		Grus	2,1	
355	1,5	0,98	11,9	48,3	SdΦ			
250	2	0,69	8,4	56,7	2,56			
180	2,5	0,52	6,3	63,0				
125	3	0,41	5,0	68,0	SkΦ			
90	3,5	0,26	3,2	71,2	0,44			
63	4	0,22	2,7	73,8				
<63	8	2,15	26,2	100,0	KΦ			
		8,21	100,0			0,89		

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. Rapporten må ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig godkjenning fra Molab as. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.

6) CTD-data

Tabellene under viser hydrografiske profilmalinger fra AL1 (dypeste stasjon i undersøkelsesområdet) med parameterne salinitet (Sal.), temperatur (Temp.), tetthet (Density) og oksygen (O₂).

AL1

Depth(m)	Sal.	Temp	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ ml/l	Density
1	30,11	10,81	93,30	8,50	5,99	23,01
2	30,11	10,83	93,34	8,50	5,99	23,01
3	30,12	10,85	93,28	8,49	5,98	23,02
5	30,26	10,94	93,47	8,48	5,97	23,12
7	30,64	11,09	93,10	8,40	5,92	23,40
10	30,82	11,12	92,48	8,33	5,87	23,55
15	31,71	11,89	91,82	8,09	5,70	24,13
20	31,86	12,01	91,94	8,07	5,68	24,24
25	32,19	12,34	90,83	7,90	5,56	24,46
28	32,25	12,38	89,89	7,81	5,50	24,51
30	32,27	12,43	88,87	7,71	5,43	24,53
40	32,33	12,44	88,16	7,64	5,38	24,62
50	32,36	12,44	88,09	7,64	5,38	24,68
60	32,36	12,44	88,04	7,63	5,37	24,73
70	32,37	12,43	87,04	7,54	5,31	24,78