

C-undersøkelse

NS9410:2016

for

Lamholmen



Feltarbeid

20.11.2017 og 25.10.2018

Oppdragsgiver

Norsk Havbrukssenter



Sammendrag

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse ved lokaliteten Lamholmen i Brønnøy kommune, Nordland. Det søkes om utvidelse av MTB fra 400 til 1560 tonn og dermed tas det prøver før eventuell utvidelse for å dokumentere nåværende tilstanden i resipienten.

Inneværende undersøkelse

Samlet viste resipientundersøkelsen at området rundt oppdrettsanlegget bar lite preg av organisk belastning. Det var svært gode resultater for bunnfauna lengst unna, med gradvise indikasjoner på forstyrrelser nærmere anlegget. Nærmest anlegget dominert den forurensningsindikerende børstemarken *Capitella capitata*, men med tilstedeværelse av over 20 arter fikk stasjonen miljøtilstand meget god. Like nord for anlegget var de tre hyppigst forekommende artene forurensingstolerante, opportunistiske og indikerende. Samtidig hadde stasjonen et rikt artsmangfold og tilstedeværelse av flere forurensingsnøytrale og forurensingssensitive arter, hvilket ikke forventes ved belastede forhold og ble derfor klassifisert med tilstandsklassen god. Stasjonen lengre nord for anlegget hadde et meget rikt artsmangfold uten dominans av en enkeltart, og stasjonen ble tildelt tilstandsklassen god, nær grensen til svært god. Innholdet av organisk karbon i overgangssonen var jevnt, og falt innenfor tilstandsklassen god. Nivået av nitrogen og fosfor også jevnt over lavt i hele overgangssonen. I tillegg var nivået av sink lavt i hele området og fikk den beste tilstandsklassen; bakgrunn/svært god. Det samme gjaldt pH/E_h-målingene som gav meget gode resultat. Nivået av kobber i sedimentet varierte noe, og falt innenfor tilstandsklassen bakgrunn nærmest anlegget, og innenfor den delte tilstandsklassen god/moderat (se tabell 3.3.3.2) ved de to øvrige stasjonene. Hydrografimålingene gjennomført ved LAM-3 viste en oksygenmetning tilsvarende tilstandsklassen svært god. Det ble for øvrig kun registrert lukt ved LAM-1, og ingen synlige tegn til organisk materiale. Oppsummert tyder resultatene på at anleggssonen og overgangssonen bar lite preg av produksjonen, og viste en generelt god biodiversitet.

Referansestasjon

En referansestasjon ble opprettet 1,7 km sørvest for anlegget med formål om å representere lignende tilstander som rundt anlegget, men skal ikke inngå i regulær overvåkning. Samlet indikerer resultatene at stasjonen fungerer godt som referanse, men med forbehold om enkelte til dels avvikende parametere.

Revisjonsbeskrivelse

Grunnet en endring i planlagt utvidet anleggsplassering måtte stasjon LAM-3 tas på nytt. Denne stasjonen erstatter LAM-3 fra den gamle rapporten. Ettersom CTD ble tatt ved LAM-3 ble også dette tatt på nytt ved den nye stasjonen.

Neste undersøkelse

Krav til undersøkelsesfrekvens ved utvidelse iht. NS9410 (2016) er etter første produksjonssyklus, i perioden mellom de to siste månedene med maksimal belastning og frem til to måneder etter utslakting.

Tabell 1. Hovedresultat fra C-undersøkelsen. Antallet arter og individer er oppgitt per prøvestasjon og Shannon-wiener indeks (H'), økologisk kvalitetsratio (nEQR), vurdering av Nærstasjonen (Nær; C1 eller andre nærstasjoner), vurdering av overgangssonen og klassifisering av kobber (Cu) er oppgitt med klassifisering (NS9410 (2016), Veileder M608 (2016) og Veileder 02:2013 (2015)).

Stasjon/ Parameter	LAM-1	LAM-2	LAM-3	LAM-REF
Antall arter	28	71	90	107
Antall individ	265	642	698	720
H'		Svært god (5,386)	God (4,611)	Svært god (5,671)
nEQR		God (0,798)	God (0,719)	Svært god (0,826)
Nær	1 – Meget god			
Cu	Bakgrunn (6,4)	God/Moderat* (27,0)	God/Moderat* (26,0)	Bakgrunn (19,0)
Samlet vurdering (Snitt nEQR)	God (0,719)	Neste undersøkelse (NS9410)		Neste produksjonssyklus **

*Tilstandsklasse II tilsvarer AA-EQS (årlig gjennomsnittskonsentrasjon) og klasse III tilsvarer MAC-EQS (maksimal tillatt konsentrasjon). Endelig klassifisering er dermed avhengig av hvilken verdi (gjennomsnitt eller maksimal) resultatet skal representere.

** Krav til undersøkelsesfrekvens ved utvidelse iht. NS9410 (2016) er etter første produksjonssyklus, i perioden mellom de to siste månedene med maksimal belastning og frem til to måneder etter utslakting.

C- undersøkelse for Lamholmen		
Rapportnummer	MCR-M-17191-Lamholmen_rev1	
Dato Rapport / Dato feltarbeid	01.03.2018 / 14.12.2018	
<i>Revisjonsnummer</i>	<i>Revisjonsbeskrivelse</i>	<i>Signatur</i>
1	Stasjon LAM-3 er erstattet grunnet en endring i planlagt anleggsplassering	Martin Hektoen
Lokalitet		
Lokalitet	Lamholmen / Nåværende MTB-tillatelse 300 tonn – omsøkt 1560 tonn Brønnøy kommune, Nordland	
Lokalitetsnummer	10898	
Oppdragsgiver		
Selskap	Norsk Havbrukssenter AS	
Kontaktperson	Arnfinn Torgnes Arnfinn.torgnes@havbrukssenter.no	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda Organisasjonsnummer 916 763 816	
Ansvarlig prøvetaking	Torbjørn Gylt	
Rapportansvarlig	Torbjørn Gylt	
Forfatter (-e)	Charlotte Hallerud, Martin Hektoen	
Godkjent av	Dagfinn Breivik Skomsø 	
Akkreditering	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Kystlab Prebio AS, TEST 070 (NS/EN ISO/IEC 17025)	
Distribusjon	Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis.	

Forsidefoto: Charlotte Hallerud

Forord

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse av lokalitet Lamholmen, utført i forbindelse med søknad om utvidelse av anlegget. Formålet med C-undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser. Hovedprinsippet til en C-undersøkelse er at økologisk tilstand skal klassifiseres på grunnlag av biologiske kvalitetsparametere (fauna), mens fysiske og kjemiske forhold er støtteparametere (NS-EN ISO 16665 2014, Veileder 02:2013 2015, NS9410 2016).

Åkerblå AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter TEST 252; SFT-Veileder 97:03 og NS9410 (2016), samt NIVA- rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2013 (2015). Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Innhold

INNHold	6
1 INNLEDNING	7
2 MATERIALER OG METODER	10
2.1 OMRÅDE OG PRØVESTASJONER	10
2.2 PRØVETAKING OG ANALYSER	13
2.3 PRODUKSJON	16
3 RESULTATER	17
3.1 BUNNDYRSANALYSE	17
3.1.1 LAM-1	17
3.1.2 LAM-2	18
3.1.3 LAM-3	20
3.1.4 LAM-REF	22
3.1.7 Samlet nEQR resultat	24
3.2 HYDROGRAFI	25
3.3 SEDIMENTANALYSER	26
3.3.1 Sensoriske vurderinger	26
3.3.2 Kornfordeling	26
3.3.3 Kjemiske parametere	27
4 DISKUSJON	28
5 LITTERATURLISTE	29
6 VEDLEGG	31
VEDLEGG 1 - FELTLOGG (B-PARAMETERE)	31
VEDLEGG 2 – ANALYSEBEVIS	34
VEDLEGG 3 - KLASIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD	37
VEDLEGG 4 - INDEKSBEKRIVELSER	39
VEDLEGG 5 – INDEKS FOR C1	42
VEDLEGG 6 - REFERANSETILSTANDER	43
VEDLEGG 7 - ARTSLISTE	45
VEDLEGG 8 – CTD RÅDATA	52
VEDLEGG 9 – BILDER AV SEDIMENT	55

1 Innledning

En C-undersøkelse er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget og utover i resipienten. Denne består av omfattende utforskning av makrofauna i bløtbunn samt målinger av fysiske og kjemiske støtteparametere (hydrografi, sediment, miljøgifter; NS9410 2016). Bløtbunnsfauna domineres i hovedsak av flerbørstemark, krepsdyr og muslinger. Artssammensetningen i sedimentet kan gi viktige opplysninger om miljøforholdene ved en lokalitet da de fleste marine bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile (ISO 16665 2014).

Miljøforholdene er avgjørende for antallet arter og antallet individer innenfor hver art i et bunndyrsamfunn. Ved naturlige forhold vil et bunndyrsamfunn inneholde mange ulike arter med en relativt jevn fordeling av et moderat antall individer blant disse artene (ISO 16665 2014; Veileder 02:2013 2015). Normalt antall defineres som 25-75 arter per grabb og 50-300 individer per grabb i henhold til Veileder 02:2013 (2015). Moderat organisk belastning kan stimulere bunndyrsamfunnet slik at artsantallet øker, mens ved en større organisk belastning i et område vil antallet arter reduseres. Opportunistiske arter, slik som de forurensningsindikerende flerbørstemarkene *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne (Veileder 02:2013 2015).

De fleste former for dyreliv i sjøen er avhengig av tilstrekkelig oksygeninnhold i vannmassene. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene som regel tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygenet forbrukes ved nedbrytning. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Ved utilstrekkelig tilførsel av oksygen kan det ved nedbrytning av organisk materiale dannes hydrogensulfid (H_2S) som er giftig for mange arter. I tillegg til bunndyrsanalyser kan surhetsgraden (pH) og redokspotensial (E_h) måles for å avgjøre om sedimentet er belastet av organisk materiale. Sure tilstander (lav pH) og høyt reduksjonspotensiale (lav E_h) reflekterer lite oksygen i sedimentet og kan indikere en signifikant grad av organisk belastning. Mengden organisk materiale i sedimentet måles som totalt organisk karbon (TOC) og som totalt organisk materiale (TOM; glødetap). I tillegg måles tungmetaller (sink og kobber), fosfor og nitrogen i sedimentene for å vurdere i hvilken grad området er belastet (Veileder 02:2013 2015). C:N forholdet viser i hvilken grad det organiske materialet gir grunnlag for biologisk aktivitet (NS9410 2016), hvor en lav ratio antyder en større mengde tilgjengelig nitrogen og dermed muligheten for høyere biologisk aktivitet.

Miljøundersøkelser i forbindelse med oppdrett skal gjøres med utgangspunkt i NS9410 (2016). Standarden definerer at stasjonen for overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1) skal klassifiseres ut i fra arts- og individantall. Stasjoner i overgangssonen (C3, C4.. osv.)

og i ytterkant av overgangssonen (C2) skal vurderes ut ifra diversitets og sensitivtetsindekser som beskrevet i Veileder 02:2013 (2015).

Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes diversitets og sensitivtetsindeksene; Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), den sammensatte indeksen NQI1 (diversitet og sensitivitet), ES100 (diversitet), International sensitivity index (ISI) og Norwegian sensitivity indeks (NSI). Density Index (DI) er oppgitt for hver stasjon, men er ikke med i samlet vurdering. Hver indeks er tildelt referanseverdier som deler funnene inn i ulike tilstandsklasser. Tilstandsklasser vil ofte kunne gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de vurderes i sammenheng med artssammensetningen i prøvene for øvrig. Slike tilstandsklasser må like fullt brukes med forsiktighet og inngå i en helhetlig vurdering sammen med de andre resultatene. Klima og forurensningsdirektoratet legger imidlertid vekt på indekser når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnfauna (Veileder 02:2013 2015).

Antall stasjoner i en C-undersøkelse og plassering av disse styres av maksimal tillatt biomasse (MTB), strømforhold og bunntopografi (batymetri) på lokaliteten (NS9410 2016). Prøvestasjonene plasseres slik at C1 angir overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen, oftest 25 til 30 meter fra merdkanten. I ytterkanten av overgangssonen plasseres prøvestasjon C2 i et representativt område, mens øvrige prøvestasjoner (C3, C4 osv.) plasseres inne i overgangssone der det forventes størst påvirkning ut i fra strømmretning og bunntopografi. Om bunnen i overgangssonen er sterkt skrånende så plasseres det en prøvestasjon ved foten av skråningen. Antall stasjoner avhenger av størrelse på lokaliteten. Tidspunkt for prøvetaking bør være i løpet av de to siste månedene med maksimal belastning og frem til to måneder etter utslakting. C-undersøkelser skal utføres etter første generasjon på en lokalitet, mens minimumskravet til frekvensen for fremtidige undersøkelser bestemmes av tilstandsklassen som ble gitt ved foregående undersøkelse (tabell 1.1). Dersom frekvensene ikke sammenfaller, gjelder den som gir hyppigst frekvens (NS9410 2016).

Tabell 1.1 Undersøkelsesfrekvenser for C-undersøkelsen inne i overgangssonen (C3, C4 osv.) og ved ytre grense av overgangssonen (C2) ved ulike tilstandsklasser. Fritt etter NS9410 (2016).

Stasjon	Tilstandsklasse	Neste produksjonssyklus	Hver annen produksjonssyklus	Hver tredje produksjonssyklus
C2	Moderat (III) eller dårligere*	X		
	Svært god (I) eller god (II)			X
Samlet for C3, C4, osv.	Dårligere enn Moderat (III)*	X		
	Moderat (III)		X	
	Svært god (I) eller god (II)			X

* Krever alternativ undersøkelse for å kartlegge utbredelsen av redusert tilstand. Dette avklares med myndighetene.

Dersom resultatene fra C1 gir tilstand 4, skal det vurderes spesifikke tiltak av myndighetene. I tillegg til krav om C-undersøkelse som stilles i NS9410 (2016) kan det for den enkelte lokalitet finnes andre pålegg om C-undersøkelse, som for eksempel i utslippstillatelsen.

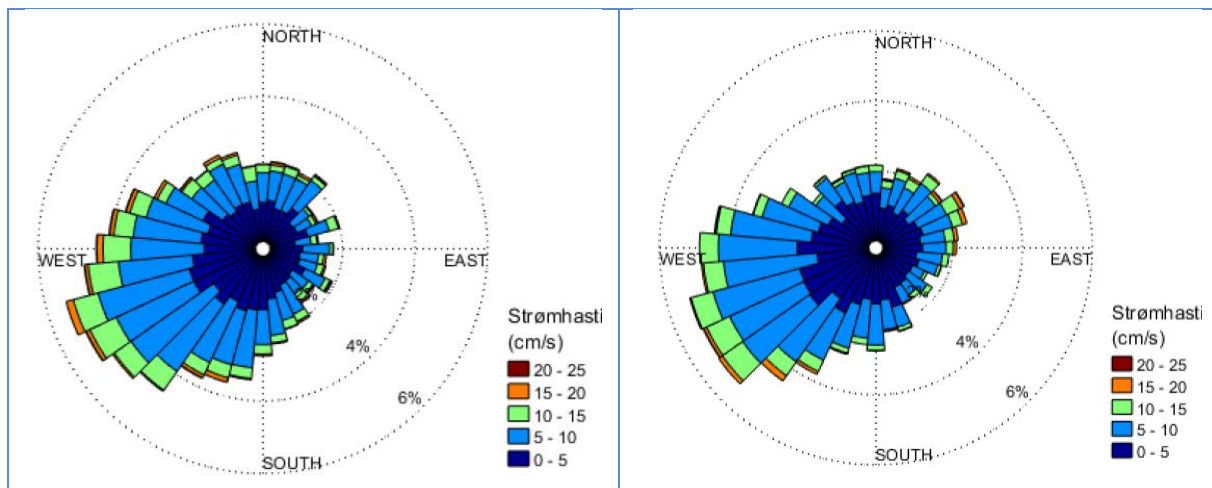
2 Materialer og metoder

2.1 Område og prøvestasjoner

Oppdrettslokaliteten Lamholmen ligger i Brønnøy kommune, Nordland fylke. Lokaliteten ligger i Toftsundet mellom øyene Sauren og Torget, hvor begge ender av sundet er grunnere (terskler) enn dypområdet anlegget ligger i. Anlegget ligger over skrånende bunn fra land ned mot dybder på rundt 62 meter (figur 2.1.1). Strømmålinger for området viser at hovedstrømretningen går mot vest-sørvest (figur 2.1.2). Lokaliteten har en ramme med fem bur med omkrets på 70 meter, ett bur med omkrets på 90 meter og åtte stk. banker på 5x5 meter har vært i bruk under produksjonen. Det har med ujevne tidspunkt vært fisk i alle merdene på lokaliteten.

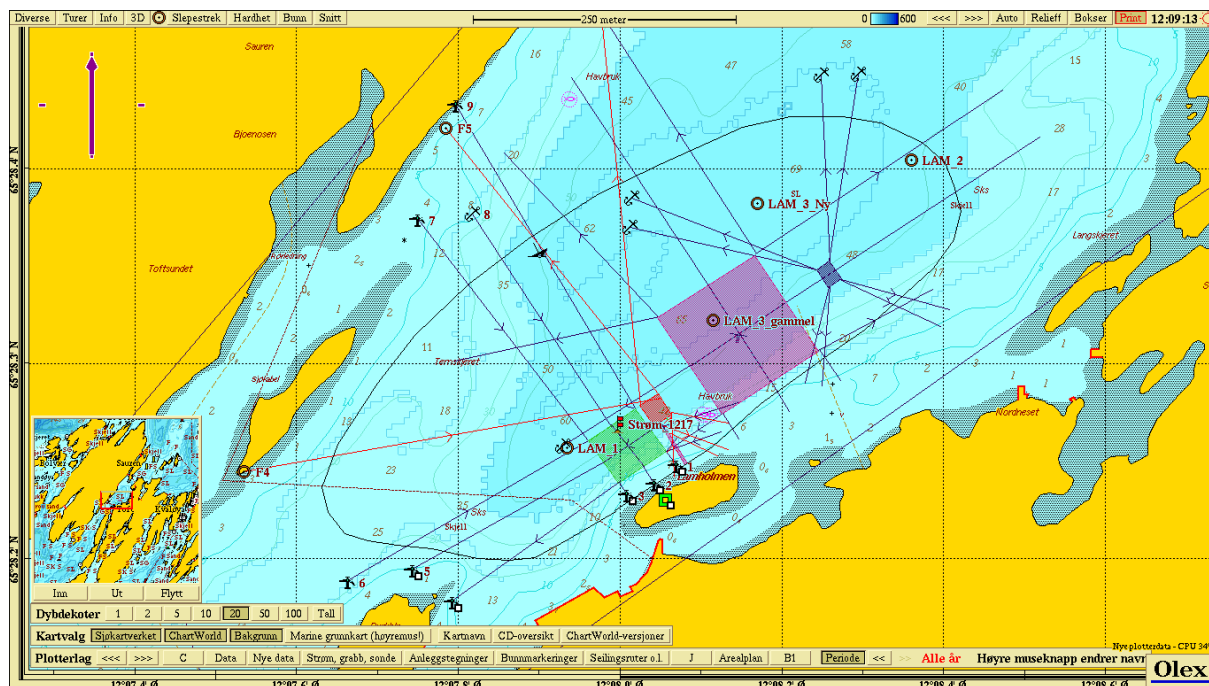


Figur 2.1.1 Geografisk plassering av lokaliteten med omkringliggende oppdrettsvirksomhet. Anlegget er merket med lilla sirkel omtrent midt i bildet. Av de to nærmeste anleggene er et forskningsanlegg (grønn/rød sirkel) og et matfiskanlegg (rød sirkel med fiske-symbol). Kartet har nordlig orientering og kartdatum WGS84 (Fiskeridirektoratet 2018).

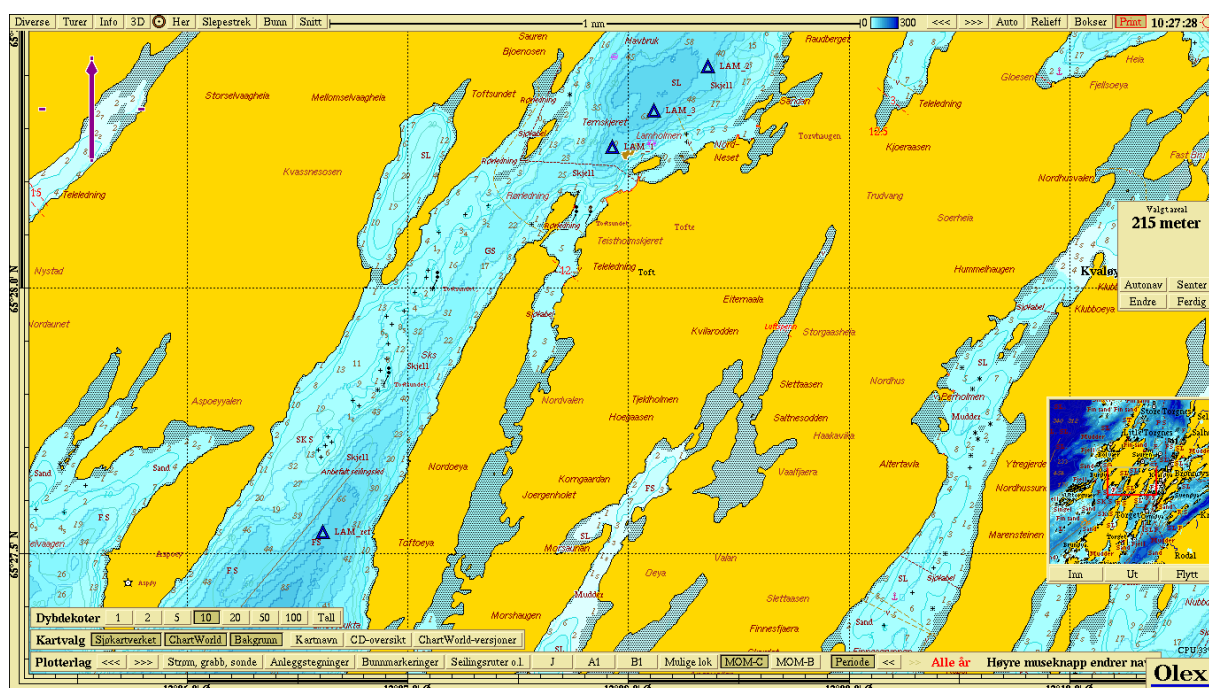


Figur 2.1.2 Strømforhold ved Lamholmen. Fordelingsdiagrammene viser strømhastighet og strømretning under måleperioden ved spredningsdyp (34 m, t.v.) og botn (47 m, t.h.). Kartdatum WGS84 (Reed 2018).

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av omsøkt produksjon, bunntopografi, bunnhardhet og strømforhold (NS9410 2016). LAM-1 ble plassert omtrent 25 vest for anleggets ramme, da det var her det ble samlet mest sediment ved sist B-undersøkelse (Høyning og Gylt 2018). Ettersom lokaliteten hadde en MTB-tillatelse på 300 tonn ble LAM-2 først plassert i ytterkanten av overgangssonen iht. gjeldende veileder (NS9410:2016), omtrent 350 meter nordøst for anlegget. Grunnet endrede planer i anleggsplassering ligger den nå omtrent 175 meter nordøst for det nye anlegget. LAM-2 ble først forsøkt plassert vest for anlegget i henhold til hovedstrøms retning, men det lyktes ikke her å få tilstrekkelig grabbinnhold. Da stasjonen ligger oppstrøms for hovedretningen anslås den fremdeles å ligge i kanten av overgangssonen. LAM-3 ble først plassert omtrent 100 meter nord-nordøst for anlegget, men måtte flyttes da det nye anlegget ble plassert over dette punktet. Stasjonen ble tatt på nytt, omtrent 50 meter nord for nytt anlegg. Stasjonen ble plassert nord for anlegget basert på bunnforholdene i området. Det lyktes ikke å samle inn materiale vest for anlegget som er i hovedstrøms retning. Stasjonen ble derfor besluttet flyttet nord for anlegget til et dypområde da det her var bløtere sediment og et mulig område for organisk akkumulasjon. Her ble det også tatt hydrografi-målinger da dette var den dypeste stasjonen i den regulære overvåkingen. Referansestasjonen ble plassert 1700 meter sørvest for anlegget i et område som ikke hadde nærliggende akvakulturvirkosomhet men samtidig hadde liknende dyp og bunnforhold som stasjonene i overgangssonen (figur 2.1.3-2.1.4; tabell 2.1.1).



Figur 2.1.3 Plassering av lokaliteten med bunntopografi og stasjonsplassering. Brune rundinger indikere C-stasjoner med ny og gammel plassering av LAM-3. Svart oppmerket område indikerer anslått overgangssone. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.



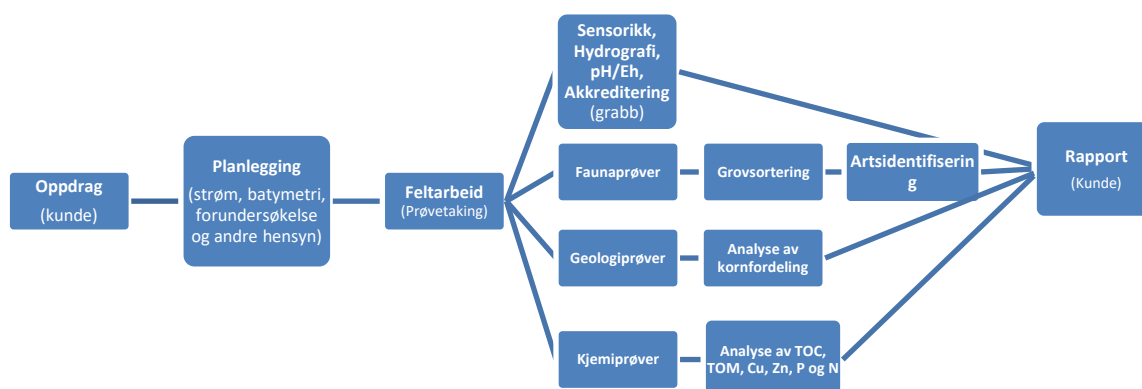
Figur 2.1.4 Plassering av lokaliteten med bunntopografi og stasjonsplassering for C-undersøkelsen inkludert referansestasjonen. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Tabell 2.1.1 Stasjonsbeskrivelser. Stasjonsplasseringen beskrives i NS9410 (2016) som overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1), ytterkant av overgangssone (C2) og overgangssone (C3, C4 osv.). Undersøkelsen omfatter kvalitative faunaprøver (FAU), pH- og Eh målinger (PE), kjemiske parametere (KJE), geologiske parametere (GEO) og hydrografiske målinger (CTD). Koordinater er oppgitt med kartdatum WGS84 og avstand fra anlegg og dyp (meter) på prøvestasjonen er oppgitt.

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere	Plassering (NS 9410)
LAM-1	65°28.252'N 012°07.924'Ø	~25	57	FAU, KJE, GEO, PE	C1
LAM-2	65°28.404'N 012°08.360'Ø	~175	54	FAU KJE, GEO, PE	C2
LAM-3	65°28.382'N 012°08.170'Ø	~50	70	FAU, KJE, GEO, PE, CTD	C3
LAM-REF	65°27.526'N 012°06.611'Ø	~1700	66	FAU KJE, GEO, PE	REF

2.2 Prøvetaking og analyser

Uttak av prøver og vurdering av akkrediteringsstatus per grabbhugg ble gjennomført av feltpersonell i henhold til NS9410 (2016) og NS-EN ISO 16665 (2014). Det ble tatt tre grabbhugg på hver prøvestasjon med en grabb hvorav to ble tatt ut til faunaundersøkelse og én til geologiske- og kjemiske undersøkelser. I felt vurderes prøvene for sensoriske parametere, pH og Eh og om huggene er akkrediterte eller ikke. Vurderingen av akkreditering baseres på om overflaten var tilnærmet uforstyrret og om det ble hentet opp minimum mengde av sediment som er avhengig av type (stein, sand, mudder osv.). For kjemianalyser ble det tatt prøver fra øverste 1 cm av overflaten, mens for de geologiske prøvene (kornfordeling) fra de øverste 5 cm. Kornfordelingen illustrerer mikroklimaet i en mindre prøve, mens de sensoriske dataene for sediment-sammensetningen gjelder hele grabbinnholdet. For faunaundersøkelsen ble de to grabbprøvene i sin helhet vasket i en sikt, fiksert med formalin tilsatt farge (bengalrosa) og nøytralisert med boraks (tabell 2.2.1; vedlegg 1). For kjemiske parametere ble det tatt ut prøve til analyse av totalt organisk karbon (TOC), totalt organisk materiale (TOM; glødetap), nitrogen (N), fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn) fra samme hugget som det ble tatt ut prøve for kornfordeling (tabell 2.2.2; vedlegg 2) som alle ble analysert av vår underleverandør (figur 2.2.1).



Figur 2.2. 1 Arbeidsflyt.

Grunnet stor mengde sediment etter vasking (3-4 liter per relevante hugg) ble det foretatt «subsampling» av prøvematerialet hvor ¼ av materialet er tatt ut for grovsortering i henhold til intern prosedyre.

Tabell 2.2.1 Prøvetakingsutstyr.

Utstyr	Beskrivelse
Sedimentprøvetaker	«Van Veen» grabb (KC-Denmark) på 0,1 m ²
pH-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Eh-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Sikt	Runde hull, 1 mm diameter (KC-Denmark)
GPS og kart	Olex, GPS og kart fra Statens kartverk, WGS84
Konservering	Boraks og formalin (4% bufret i sjøvann)
CTD	SAIV AS
Annet	Linjal, prøveglass, skje, hevert og hvit plastbalje, kamera

Tabell 2.2.2 Oversikt over arbeid utført av Åkerblå AS og underleverandører som er benyttet. AK = Akkreditering, KP-AS = Kystlab Prebio AS, Cu = kobber, Zn = sink og P = fosfor.

	Leverandør	Personell	AK	Standard
Feltarbeid	Åkerblå Nord AS	Torbjørn Gylt	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
Grovsortering	Åkerblå AS	Jolanta Jagminiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Artsidentifisering	Åkerblå AS	Øystein Stokland Evelina Merkyte	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	Åkerblå AS	Charlotte Hallerud	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	Åkerblå AS	Charlotte Hallerud	TEST 252: P32	V02:2013 (2015), SFT 97:03, NS 9410:2016
Cu, Zn og P	KP-AS	KP-AS	TEST 070	NS-EN ISO 17294-2
Total organisk karbon (TOC)*	KP-AS	KP-AS*	-	ISO 10694 mod./EN13137A
Kornfordeling	KP-AS	KP-AS	-	DIN 18123
Nitrogen	KP-AS	KP-AS	TEST 070	Intern metode

KP-AS* Utført av underleverandør til Kystlab-PreBIO

Målinger for hydrografi ble gjennomført ved at CTD-sonden med et påmontert lodd ble firt til loddet traff bunnen og deretter hevet til overflaten. Sonden gjorde én registrering hvert 2. sekund og målte salinitet, temperatur og oksygeninnhold. Data fra senkning av sonden ble benyttet (intern prosedyre). Uthenting av data og behandling av disse ble gjort med programvaren Minisoft SD200w versjon 3.18.7.172 og Microsoft Excel (2007/2010/2013).

Faunaprøver er sortert og identifisert (Horton et al. 2016) av personell i avdelingen for Marine Bunndyr i Åkerblå AS.

Utrekningen av artsmangfold (ES₁₀₀) ble utført med programpakken PRIMER (versjon 6.1.6/7, Plymouth Laboratories). Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI (versjon 5.0, AZTI-Tecnalia). Alle øvrige utregninger ble utført i

Microsoft Excel. Shannon-Wiener diversitetsindeks og Jevnhetsindeksen (J) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver (1949) og Veileder 02:2013 (2015). ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling (2013). AMBI-indeks og NQI1-indeks ble beregnet etter Veileder 02:2013 (Anon 2013). DI-indeks ble beregnet etter Veileder 02:13 (2015), men denne inngår ikke i normalisert samlet verdi (nEQR). Vurderinger og fortolkninger ble foretatt ut fra Veileder 02:2013 (2015; vedlegg 6).

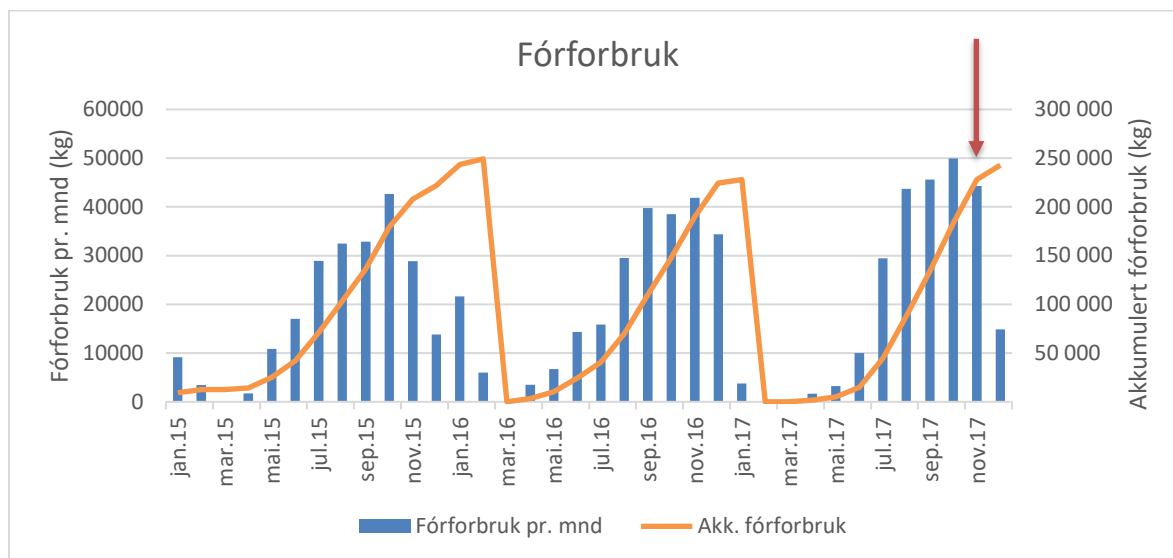
Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under (vedlegg 3 og 6). På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippskilden kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. I denne rapporten ble vurdering av stasjonen i overgangen anleggssone/overgangssone, LAM-1, gjort på grunnlag av artsantall og artssammensetning i henhold til NS 9410 (2016), mens øvrige stasjoner bedømmes på bakgrunn av en tilstandsverdi (nEQR) av indeksene: NQI1, Shannon Wiener diversitetsindeks (H'), ES_{100} , ISI og NSI (tabell 2.2.3; vedlegg 4). Det er i tillegg beregnet indekser for nærstasjonen (vedlegg 5).

Tabell 2.2.3 Indekser og forkortelser.

Indeks	Beskrivelse
S	Antall arter i prøven
N	Antall individer i prøven
NQI1	Sammensatt indeks av artsmangfold og ømfintlighet
H'	Shannon-Wiener artsmangfoldindeks
$H'_{\max}$	Maksimal diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter ($= \log_2 S$)
ES_{100}	Hurlberts diversitetsindeks (Kun oppgitt dersom $N \geq 100$)
J	Jevnhetsindeks
ISI	Sensitivitetsindeks (Indicator Species Index)
NSI	Norsk sensitivitetsindeks inkludert med individantall
DI	Individtetthetsindeks («Density Index»)
$\bar{G}$	Grabbverdi: Gjennomsnitt for grabb 1 og 2
$\bar{S}$	Stasjonsverdi: kombinert verdi for grabb 1 og 2
nEQR	Normalisert ratio ("Normalised Ecological Quality Ratio")
Tilstandsverdi	Gjennomsnittet av alle indeksenenes nEQR-verdi

2.3 Produksjon

Fisk på lokalitet ble satt ut i april 2017. Totalt fôrforbruk på lokaliteten siden utsett var ved samme tid omtrent 44271 kg (figur 2.3.1; Torgnes A., pers. med.).



Figur 2.3.1 Fôrforbruk ved Lamholmen for de siste generasjoner og frem til tidspunkt for C- undersøkelsen. Pil angir prøvetidspunkt.

3 Resultater

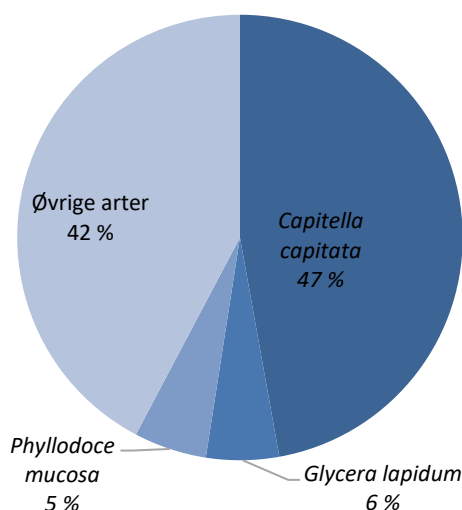
3.1 Bunndyrsanalyse

3.1.1 LAM-1

Ved LAM-1 ble det registrert 265 individer fordelt på 28 arter (tabell 3.1.1.1 og figur 3.1.1.1). Stasjonen var dominert av den forurensningsindikerende børstemarken *Capitella capitata* men ble etter NS9410 (2016) klassifisert med **miljøtilstand 1 (meget god)**, da det var forekomst av minst 20 arter hvor ingen utgjorde mer enn 65 % av det totale individantallet.

Tabell 3.1.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAM-1 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensningsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Capitella capitata</i>	5	125	47
<i>Glycera lapidum</i>	1	14	5,3
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	14	5,3
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	4	12	4,5
<i>Aonides paucibranchiata</i>	1	11	4,2
Nemertea	3	11	4,2
<i>Pholoe baltica</i>	3	10	3,8
<i>Syllis cornuta</i>	3	10	3,8
<i>Astarte montagui</i>	1	8	3,0
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	7	2,6
Øvrige arter	-	43	16



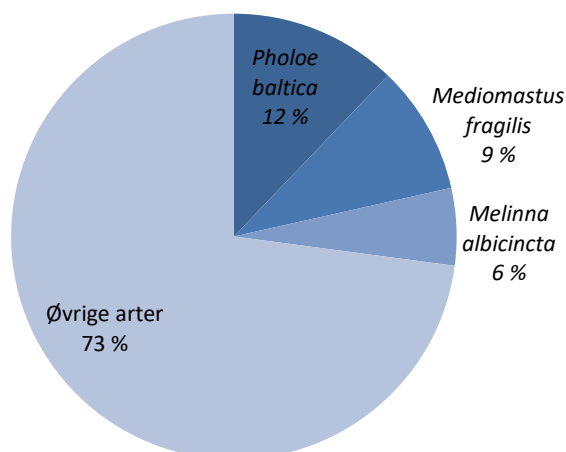
Figur 3.1.1.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAM-1.

3.1.2 LAM-2

Ved LAM-2 ble det registrert 642 individer fordelt på 71 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Stasjonen var ikke dominert av en enkeltart og ble etter veileder 02:2013 (2015) klassifisert i øvre sjiktet av **tilstandsklasse II (god)**, nær tilstandsklasse I (svært god) (Tabell 3.1.2.2).

Tabell 3.1.2.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAM-2 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensningsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Pholoe baltica</i>	3	78	12
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	60	9,3
<i>Melinna albicincta</i>	i.a.	36	5,6
Nemertea	3	31	4,8
<i>Syllis cornuta</i>	3	26	4,0
<i>Scoloplos armiger</i>	3	23	3,6
<i>Jasmineira sp.</i>	2	20	3,1
<i>Nothria conchylega</i>	1	16	2,5
<i>Owenia borealis</i>	2	16	2,5
<i>Kefersteinia cirrata</i>	2	15	2,3
Øvrige arter	-	321	50



Figur 3.1.2.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAM-2.

Tabell 3.1.2.2 Resultater for LAM-2 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ($\bar{G}$) og stasjonsverdi ($\bar{S}$), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt tilstandsverdien, som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene viser hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

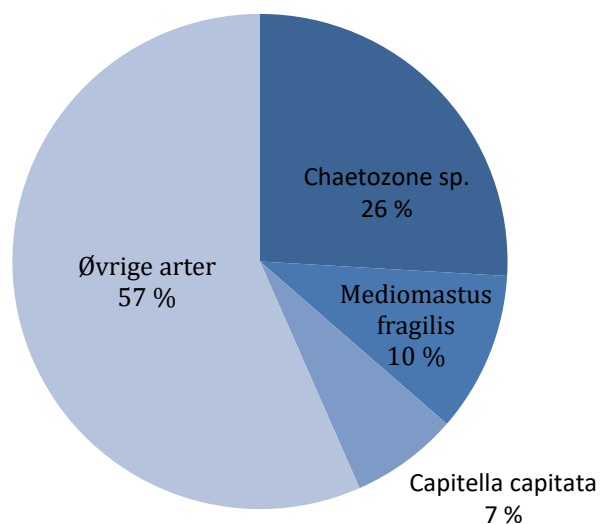
Indeks	Grabb 1	Grabb 2	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	34	55	44,5	71		
N	218	424	321,0	642		
NQI1	0,742	0,791	0,767	0,796	0,744	0,775
H'	4,540	5,190	4,865	5,386	0,814	0,930
J	0,892	0,898	0,895	0,876		
H'max	5,087	5,781	5,434	6,150		
ES100	28,880	40,150	34,515	42,710	0,806	0,909
ISI	8,809	9,687	9,248	9,661	0,766	0,804
NSI	23,215	22,607	22,911	22,812	0,716	0,712
DI	0,288	0,577	0,433	0,433		
		Tilstandsverdi	0,798		0,769	0,826

3.1.3 LAM-3

Ved LAM-3 ble det registrert 698 individer fordelt på 90 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Stasjonen var noe dominert av den forurensingstolerante gruppen *Chaetozone*, og ble etter veileder 02:2013 (2015) klassifisert med **tilstandsklasse II (god)**; Tabell 3.1.3.2).

Tabell 3.1.3.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAM-3 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensningsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Chaetozone</i> sp.	3	181	25,9
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	73	10,5
<i>Capitella capitata</i>	5	49	7,0
<i>Pholoe baltica</i>	3	44	6,3
<i>Amphictene auricoma</i>	2	34	4,9
<i>Ophryotrocha</i> sp.	4	27	3,9
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	4	27	3,9
<i>Eteone</i> sp.	4	22	3,2
<i>Labidoplax buskii</i>	2	18	2,6
<i>Scoloplos armiger</i>	3	15	2,1
Øvrige arter	-	208	29,8



Figur 3.1.3.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAM-3.

Tabell 3.1.3.2 Resultater for LAM-3 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ($\bar{G}$) og stasjonsverdi ($\bar{S}$), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt tilstandsverdien, som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene viser hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

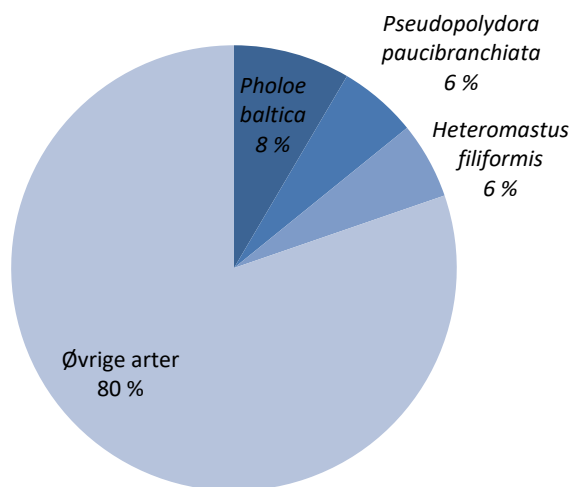
Indeks	Grabb 1	Grabb 2	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	64	66	65	90		
N	327	371	349	698		
NQI1	0,720	0,713	0,717	0,726	0,691	0,701
H'	4,441	4,480	4,461	4,611	0,762	0,779
J	0,740	0,741	0,741	0,710		
H'max	6,000	6,044	6,022	6,492		
ES100	32,680	32,220	32,450	33,160	0,782	0,790
ISI	8,816	8,851	8,833	9,311	0,727	0,772
NSI	19,367	18,348	18,857	18,828	0,554	0,553
DI	0,465	0,519	0,492	0,794		
Grabb-/stasjonsverdi					0,703	0,719
Tilstandsverdi						0,711

3.1.4 LAM-REF

Ved LAM-REF ble det registrert 720 individer fordelt på 107 arter (tabell 3.1.4.1, tabell 3.1.4.2 og figur 3.1.4.1). Stasjonen var ikke dominert av en enkeltart og ble etter veileder 02:2013 (2015) klassifisert med **tilstandsklasse I (svært god)**; Tabell 3.1.4.2).

Tabell 3.1.4.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAM-REF oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensningsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Pholoe baltica</i>	3	61	8,5
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	4	41	5,7
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	40	5,6
<i>Thyasira sarsi</i>	4	38	5,3
<i>Jasmineira sp.</i>	2	33	4,6
<i>Melinna albicincta</i>	i.a.	29	4,0
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	28	3,9
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	24	3,3
<i>Ampharete lindstroemi</i>	i.a.	21	2,9
<i>Terebellides cf. stroemii</i>	2	20	2,8
Øvrige arter	-	385	53



Figur 3.1.4.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAM-REF.

Tabell 3.1.4.2 Resultater for LAM-REF fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ($\bar{G}$) og stasjonsverdi ($\bar{S}$), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt tilstandsverdien, som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene viser hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	Grabb 1	Grabb 2	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	81	79	80,0	107		
N	369	351	360,0	720		
NQI1	0,790	0,809	0,800	0,804	0,778	0,783
H'	5,481	5,409	5,445	5,671	0,943	0,994
J	0,865	0,858	0,861	0,841		
H'max	6,340	6,304	6,322	6,741		
ES100	44,110	43,730	43,920	44,760	0,924	0,935
ISI	8,770	8,795	8,782	9,149	0,722	0,757
NSI	22,802	22,675	22,739	22,738	0,710	0,710
DI	0,517	0,495	0,506	0,506		
		Tilstandsverdi	0,826		0,815	0,836

3.1.7 Samlet nEQR resultat

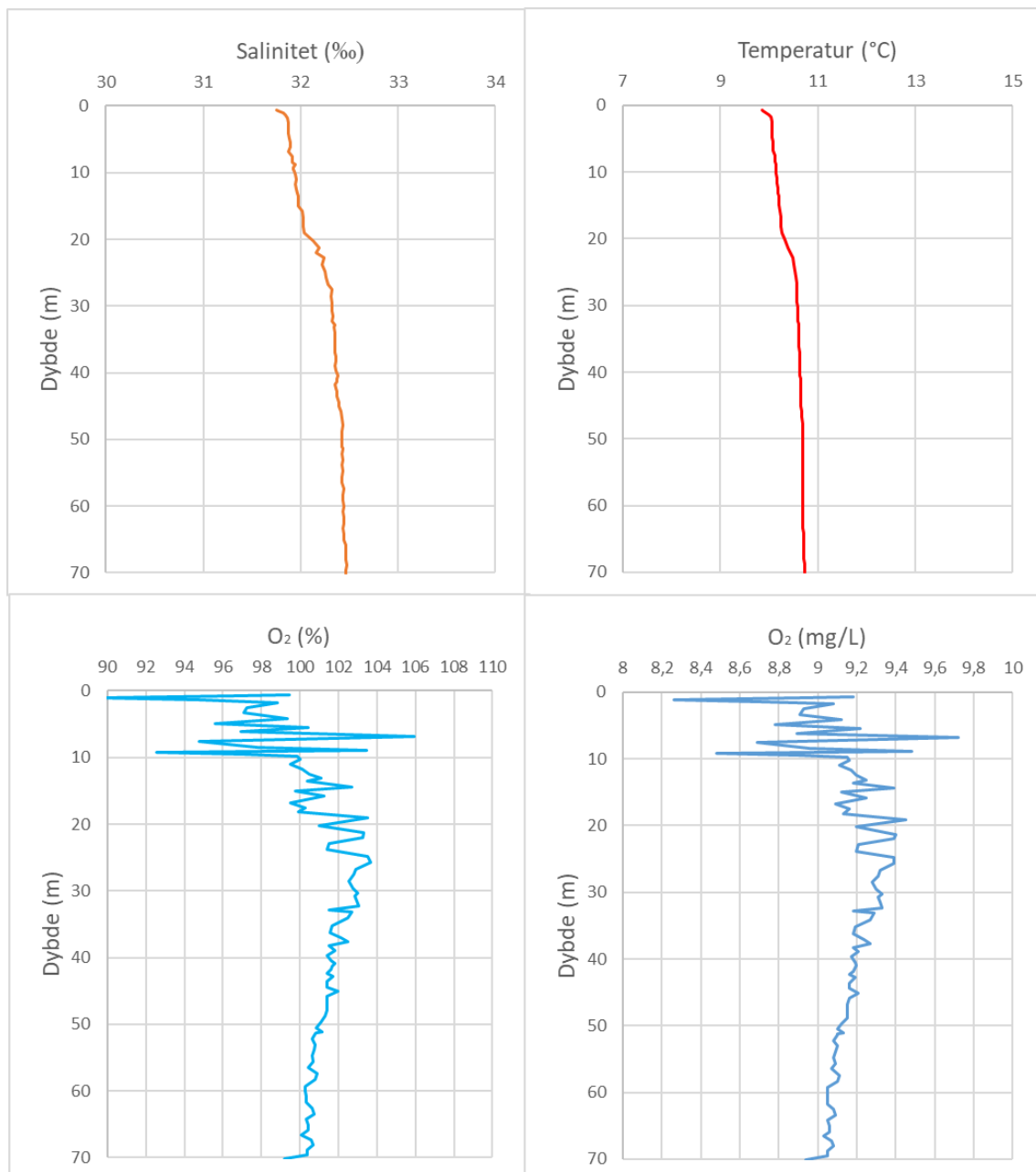
Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser er bestemt av tilstandsklassen stasjonsverdiene faller inn under (tabell 3.1.7.1).

Tabell 3.1.7.1 Stasjonsverdier (Š) og tilstandsklasse fra nEQR for stasjoner C2 og C3

Stasjonsbeskrivelse	Stasjon	Stasjonsverdi	Tilstandsklasse
Ytterkant av overgangsstasjonen (C2)	LAM-2	0,826	I (svært god)
Overgangssonen (C3, C4 osv.)	LAM-3	-	
	Gjennomsnitt Tilstandsverdi	0,711	II (god)

3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved LAM-3 (figur 3.2.1). Foruten om mindre variasjoner i overflaten viste resultatene en stabil vannkolonne med hensyn på salinitet (~32‰) og temperatur (~7,5°C) ved undersøkelsestidpunktet, hvilket tyder på homogene vannmasser og god vannsirkulasjon. Oksygenmålingene fluktuerte mye, men viste en økende tendens til omtrent 20-30 meters dyp, før det sank noe til bunnen. Både mengde og metning av oksygen lå innenfor tilstand I (svært god) ved bunnen).



Figur 3.2.1 Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen på prøvepunktet.

3.3 Sedimentanalyser

3.3.1 Sensoriske vurderinger

I hovedsak bestod sedimentet i undersøkelsesområdet av sand og skjellsand med en lys grå farge, fast konsistens og med varierende innslag av silt og leire, samtidig som det ikke ble registrert noe lukt eller synlig organisk materiale. Alle hugg var akkrediterte (Tabell 3.3.1.1).

Tabell 3.3.1.1 Sensorisk vurdering av sediment og vurdering av akkrediteringsstatus. Akkrediteringsstatusen angir om det har vært tilstrekkelig mengde sediment for godkjent akkreditert prøve i henhold til type sediment. I tillegg vurderes overflaten om den er forstyrret eller uforstyrret; utvasket, forstyrret eller utvannet i særlig grad.

Stasjon	Parameter	Vurdering	Akkrediteringsstatus		
LAM-1	Type sediment	Hovedsakelig sand og skjellsand	Alle huggene var akkreditert.		
	Farge	Lys grå			
	Lukt	Noe			
	Konsistens	Fast			
	Organisk materiale	-			
LAM-2	Type sediment	Hovedsakelig skjellsand og sand med noe silt	Alle huggene var akkreditert.		
	Farge	Lys grå			
	Lukt	Ingen			
	Konsistens	Fast			
	Organisk materiale	-			
LAM-3	Type sediment	Hovedsakelig sand og skjellsand.	Alle huggene var akkreditert.		
	Farge	Lys grå			
	Lukt	Ingen/noe			
	Konsistens	Fast			
	Organisk materiale	-			
LAM-REF	Type sediment	Hovedsakelig silt og leire med innslag av skjellsand	Alle huggene var akkreditert.		
	Farge	Lys grå			
	Lukt	Noe			
	Konsistens	Fast			
	Organisk materiale	-			

3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at de øverste fem centimeter (mikroklima) av sedimentprøvene fra området i hovedsak bestod av sand/skjellsand med varierende innslag av leire/silt.

Tabell 3.3.2.1 Kornfordeling. Leire og silt er definert med kornstørrelser < 0,063 mm, sand er definert med kornstørrelser fra 0,063 – 2 mm, og grus er definert med kornstørrelser > 2 mm.

Stasjon	Leire og Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
LAM-1	2	79	19
LAM-2	5	68	26
LAM-3	2,2	98	<1
LAM-REF	15	82	<1

3.3.3 Kjemiske parametere

Verdiene for pH og E_h ble klassifisert med tilstand 1 (meget god) ved alle stasjonene (tabell 3.4.3.1).

Tabell 3.3.3.1 pH- og E_h-verdier. Beregnet poengverdi går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er meget god, og 4 er meget dårlig (NS9410 2016). Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	pH	E _h	pH/E _h poeng	Tilstand
LAM-1	8,4	277	0	1/ Meget god
LAM-2	8,1	290	0	1/ Meget god
LAM-3	8,2	222	0	1/ Meget god
LAM-REF	7,6	327	0	1/ Meget god

For stasjonen LAM-1, LAM-2 og LAM-3 ble innholdet av karbon (nTOC) klassifisert med tilstandsklasse II (god), mens ved referansestasjonen (LAM-REF) var nivået noe høyere og ble klassifisert med tilstandsklasse III (moderat). For fosfor og nitrogen er det ikke utarbeidet klassifiseringssystem, men nivået av begge var jevnt over lavt ved de tre stasjonene i overgangssonen, og var i likhet med karboninnholdet høyere ved referansestasjonen. Nivåene av sink var ved alle stasjoner lavt og ble klassifisert med tilstandsklassen I (bakgrunn), mens nivåene av kobber varierte mellom stasjoner og ble ved LAM-1 og LAM-REF klassifisert med tilstandsklasse I (bakgrunn) og ved LAM-2 og LAM-3 med tilstandsklasse II/III (god/moderat – tabell 3.3.3.2)

Tabell 3.3.3.2 Innhold av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og etter innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK) er oppgitt etter Veileder M608 (2016) for sink (Zn; mg/kg TS), kobber (Cu; mg/kg TS), normalisert TOC (nTOC; mg/g) og totalt organisk materiale (TOM; glødetap i % av TS). Fosfor (P; mg/kg TS) og nitrogen (N; mg/kg TS) har ikke tilstandsklasser og karbon-nitrogenforholdet (C:N) er oppgitt som ratio mellom de to enhetene. Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	TOM	nTOC	TK	N	C:N	P	Zn	TK	Cu	TK
LAM-1	2,5	22,3	II	660	6,97	290	19	I	6,4	I
LAM-2	2,4	24,4	II	581	12,56	450	19	I	27	II/III*
LAM-3	3,1	24,1	II	891	7,30	590	25	I	26	II/III*
LAM-REF	5,6	32,2	III	2480	6,85	1100	15	I	19	I

*Tilstandsklasse II tilsvarer AA-EQS (årlig gjennomsnittskonsentrasjon) og klasse III tilsvarer MAC-EQS (maksimal tillatt konsentrasjon). Endelig klassifisering er dermed avhengig av hvilken verdi (gjennomsnitt eller maksimal) resultatet skal representere.

4 Diskusjon

Samlet viste resipientundersøkelsen at området rundt oppdrettsanlegget bar lite preg av organisk belastning. Det var svært gode resultater for bunnfauna lengst unna, med gradvise indikasjoner på forstyrrelser nærmere anlegget. Nærmest anlegget dominerte den forurensningsindikerende børstemarken *Capitella capitata* (NSI-gruppe 5), men stasjonen fikk miljøtilstand meget god ettersom det var tilstedeværelse av over 20 taxa og ingen enkeltart utgjorde mer enn 65% av individantallet. Like nord for anlegget (LAM-3) var de tre hyppigst forekommende artene forurensingstolerante, opportunistiske og -indikerende. Samtidig hadde stasjonen et rikt artsmangfold og tilstedeværelse av flere forurensingsnøytrale og forurensingssensitive arter, hvilket ikke forventes ved belastede forhold og ble derfor klassifisert med tilstandsklasse «god». Lengre nord for anlegget (LAM-2) var det et meget rikt artsmangfold uten dominans av en enkeltart, og stasjonen ble tildelt tilstandsklasse «god», nær grensen til «svært god». Innholdet av organisk karbon i overgangssonen var jevnt, og falt innenfor tilstandsklassen «god» (II). Nivået av nitrogen og fosfor også jevnt over lavt i hele undersøkelsesområdet. I tillegg var nivået av sink lavt i hele området og fikk den beste tilstandsklassen; «bakgrunn/svært god», det samme gjaldt pH/E_h-målingene som gav meget gode resultat. Nivået av kobber i sedimentet varierte noe, og falt innenfor tilstandsklassen «bakgrunn» nærmest anlegget, og innenfor den delte tilstandsklassen «god/moderat» (se tabell 3.3.3.2) ved de to øvrige stasjoner. Hydrografimålingene gjennomført ved LAM-3 viste en oksygenmetning tilsvarende tilstandsklassen «svært god». Det ble for øvrig kun registrert lukt ved LAM-1. Oppsummert tyder resultatene på at anleggssonen og overgangssonen bar lite preg av produksjonen, og viste en generelt god biodiversitet.

Referansestasjon

En referansestasjon ble opprettet 1,7 km sørvest for anlegget med formål om å representere lignende tilstander som rundt anlegget, men skal ikke inngå i regulær overvåkning. Kornfordelingen viste at stasjonen var noe mer finkornet enn stasjonene i anlegg- og overgangssonen, men ikke nok til å kunne fastslå at stasjonen holdt en annen sediment-sammensetning. Stasjonen hadde ingen særskilt dominerende art og artssammensetningen lignet øvrige stasjoner men med noe høyere biodiversitet, og ble klassifisert med tilstandsklasse «svært god» for bunnfauna. Videre hadde stasjonen undersøkelsens høyeste innhold av både karbon, fosfor og nitrogen – sistnevnte tredobbelt så høyt som øvrige. Nivået av sink og kobber varierte i undersøkelsesområdet, men resultatene fra LAM-REF skilte seg ikke betydelig ut og ble klassifisert med tilstandsklassen «bakgrunn» for begge. Samlet indikerer resultatene at stasjonen fungerer godt som referanse, men med forbehold om enkelte til dels avvikende parametere.

5 Litteraturliste

- Bakke et al. (2007). Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publisasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. (2002). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., (2000). A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114
- Bray JR, Curtis JT. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Carpenter EJ and Capone DJ. 1983. *Nitrogen in the marine environment*. Stony Brook, Marine Science Research Center. 900p
- Faganelli J, Malej A, Pezdic J and Malacic V. 1988. *C:N:P ratios and stable C isotopic ratios as indicator of sources of organic matter in the Gulf of Trieste (northern Adriatic)*. *Oceanologia Acta* 11: 377-382.
- Fiskeridirektoratet (2018) Fiskeridirektoratets kartløsning, hentet 04.01.2018 fra <http://kart.fiskeridir.no/>
- 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.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from [http: World Register of Marine Species](http://www.marinespecies.org). Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170 //www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170
- Høyning K & Gylt T (2018) B-undersøkelse for lokalitet Lamholmen. Åkerblå Nord AS. 22s.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- NS 4764 (1980). Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Standard Norge*.
- NS 9410 (2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. *Standard Norge*. 29 s.
- NS-EN ISO 16665 (2014). Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna. *Standard Norge*
- Pearson TH, Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. (1983). Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.

- Pielou EC. (1966). The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Reed JL (2018) Vurdering av strømforhold ved Lamholmen. Åkerblå AS. 45s.
- Rygg B. & Nordling K. (2013). Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA-rapport 6475-2013.
- Rygg B, Thélin, I. (1993). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.
- Shannon CE, Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Torrissen O, Hansen P. K., Aure J., Husa V., Andersen S., Strohmeier T., Olsen R.E. (2016) *Næringsutslipp fra havbruk – nasjonale og regionale perspektiv*. Rapport fra Havforskningen, Nr.21-2016. Havforskningsinstituttet, Bergen. ISSN 1893-4536
- Veileder 02:2013 (2015) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk Klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Revidert 2015. Direktoratgruppa for gjennomføring av vanndirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- Veileder M-608 (2016). *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota*. Miljødirektoratet.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 - Feltlogg (B-parametere)

										Dok.id.: B.5.5.6														
Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser															Skjema									
Utarbeidet av: AK / ANH					Godkjent av: Anette Narmo Hammervold					Versjon: 7.00					Gjelder fra: 16.06.2016					Sidenr: 1 av 1				

Kunde	Norsk Havbrukssekt															Lokalitet/P.nr	Lamholmen				
Dato	22.11.17															Toktleder	Torbjørn Gylt				
Prøvetaking	START: 08:20 SLUTT: 12:30															Alt Personell	Personell Norsk Havbrukssekt				
Vær	Klar men vind															Sjøtemperatur	7,2				
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; Sil; Eh; pH; pH- kalibrering; Sjø; Eh: 90 pH: 8,15																				
Stasjon nr/navn	1 LAM-1				2 LAM-2				3 LAM-3												
Posisjon N / Ø	65°27.526 / 12°08.611				65°28.404 / 12°08.360				65°28.321 / 12°08.115												
Dybde (meter)	66				54				63												
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4									
Antall forsøk	1	1	1		1	1	1		1	1	1										
Akkreditert hugg (ja/nei)	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja										
Volum (cm)	4	5	4		6	6	8		5	7	6										
Antall flasker		1	2			3	3			4	3										
pH	7,86	-	-		8,06	-	-		8,12	-	-										
Eh (mV)	127	-	-		90	-	-		84	-	-										
Sediment	Skjellsand	3	3	3		1	1	1		2	7	2									
	Sand					2	2	2		1	1	1									
	Mudder																				
	Silt	1	1	1		3	3	3		3	3	3									
	Leire	2	1	1																	
Steinbunn																					
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0									
	Brun/Sort (2)																				
Lukt	Ingen (0)	0	0	0		0	0	0		0		0									
	Noe (2)										2										
	Sterk (4)																				
Kons	Fast (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0									
	Myk (2)																				
	Løs (4)																				
Merknader / avvik:																CTD					
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna															Signatur: Torbjørn Gylt						

LAM-3 utgår fra dette dokumentet, erstattet med LAM-3 på side 33

				Dok.id.: B.5.5.6	
Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser				Skjema	
Utarbeidet av: AK / ANH		Godkjent av: Anette Narmo Hammervold		Versjon: 7.00	Gjelder fra: 16.06.2016
				Sident:	1 av 1

Kunde	<i>Norsk Havbrukscenter</i>				Lokalitet/P.nr	<i>Lamholmen /</i>							
Dato	<i>22.11.17</i>				Toktleder	<i>Torbjørn Gylt</i>							
Prøvetaking	START: 08.20 SLUTT: 12:30				Alt Personell	<i>Pers. Norsk Havbrukscenter</i>							
Vær	<i>Klart, men vind</i>				Sjøtemperatur	<i>7,2 °C</i>							
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; Sil; Eh; pH: pH- kalibrering: Sjø; Eh: 90 pH: 8,15												
Stasjon nr/navn	1 <i>LAM.1</i>				2				3				
Posisjon N / Ø	<i>65°28.252 / 12°07.924</i>				<i>1</i>				<i>1</i>				
Dybde (meter)	<i>57</i>												
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Antall forsøk	1	1	1										
Akkreditert hugg (ja/nei)	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>										
Volum (cm)	<i>9</i>	<i>6</i>	<i>6</i>										
Antall flasker		<i>1</i>	<i>3</i>										
pH	<i>8,40</i>	-	-										
Eh (mV)	<i>77</i>	-	-										
Sediment	Skjellsand	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>									
	Sand	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>									
	Mudder												
	Silt												
	Leire												
Farge	Lys/Grå (0)	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>									
	Brun/Sort (2)												
Lukt	Ingen (0)												
	Noe (2)	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>									
	Sterk (4)												
Kons	Fast (0)	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>									
	Myk (2)												
	Løs (4)												
Merknader / avvik:													
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna					Signatur: <i>Torbjørn Gylt</i>								

				Dok.id: B.5.5.6	
Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser					
Utarbeidet av: AK / ANH		Godkjent av: Anette Narmo Hammervold		Versjon: 10.00	
		Gjelder fra: 14.12.2017		Sidenr: 1 av 2	

Kunde	Mørk Havnutsen				Lokalitet/P.nr	Lamholmen							
Dato	26.10.18				Toktleder	Torbjørn							
Prøvetaking	START: 1400 SLUTT: 1500				Alt Personell	Eline							
Vær	Lille vind sol				Sjøtemperatur	9,8							
Utsyr ID / Kalibrering	Grab;	Sil;	Eh;	pH:	pH- kalibrering:	Sjø; Eh: 757pH: 8,0							
Stasjon nr/navn	1 LAM-3				2	3							
Posisjon N / Ø	65°28,302 / 12°08,170				1		1						
Dybde (meter)	70m												
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Antall forsøk	1	1	2										
Akkreditert hugg overflate (ja/nei)	1a	1a	1a										
Akkreditert hugg volum (ja/nei)	1a	1a	1a										
Volum (cm)	10	10	9										
Antall flasker													
pH	8												
Eh (mV)	227												
Sediment	Skjellsand	2	1	2									
	Sand	1	2	1									
	Grus												
	Mudder												
	Silt												
	Leire												
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0									
	Brun/Sort (2)												
Lukt	Ingen (0)	0	0	0									
	Noe (2)												
	Sterk (4)												
Kons	Fast (0)	0	0	0									
	Myk (2)												
	Løs (4)												
Merknader / avvik:													

Vedlegg 2 – Analysebevis



Avdeling Namdal

Åkerblå Nord AS
916763816
Att: Torbjørn Gylt
Torolv Kveldulvsens gate 29
8800 SANDNESSJØEN



Dato: 13.02.2018
Prove ID: N2017-11967
ver 1

Gjelder: **Lamholmen-1**

ANALYSERESULTATER

Provemottak: 15.12.17

Analyseperiode: 15.12.17 - 13.02.18

Provetalet:

2017-11967-1

Sedimenter fra saltvannSted: **LAM-1**

Tatt ut: 22.11.17

Referanse: Lamholmen - 17191

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet
Kobber	Intern /ISO 17294-2	6,4	mg/kg TS	±1,30
Sink	Intern /ISO 17294-2	19	mg/kg TS	±3,80
Fosfor	Intern /ISO 17294-2	290	mg/kg TS	±58
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	660	mg N/kg TS	±99
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod./EN13137	4600	mg/kg TS	
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	22,3	mg/g TS	
Tørrestoff 105°C	NS 4764	75	g/100g	±5,25
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	2,5	% av TS	
•Finstoff (<63 µm)	DIN 18123	1,7	%	
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	79	%	
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	19	%	

2017-11967-2

Sedimenter fra saltvannSted: **LAM-2**

Tatt ut: 22.11.17

Referanse: Lamholmen - 17191

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet
Kobber	Intern /ISO 17294-2	27	mg/kg TS	±5,40
Sink	Intern /ISO 17294-2	19	mg/kg TS	±3,80
Fosfor	Intern /ISO 17294-2	450	mg/kg TS	±90
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	581	mg N/kg TS	±87
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod./EN13137	4300	mg/kg TS	
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	24,4	mg/g TS	
Tørrestoff 105°C	NS 4764	68	g/100g	±4,76
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	2,4	% av TS	
•Finstoff (<63 µm)	DIN 18123	4,9	%	
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	68	%	
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	26	%	

2017-11967-3

Sedimenter fra saltvannSted: **LAM-3**

Tatt ut: 22.11.17

Referanse: Lamholmen - 17191

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet
Kobber	Intern /ISO 17294-2	24	mg/kg TS	±4,80
Sink	Intern /ISO 17294-2	43	mg/kg TS	±8,50
Fosfor	Intern /ISO 17294-2	570	mg/kg TS	±110
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	777	mg N/kg TS	±117
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod./EN13137	4200	mg/kg TS	

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortolkning av prøveresultater.

Måleusikkerhet fåes ved henvendelse laboratoriet.

Resultatet gjelder kun mottatt prøve. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Side 1 av 2

Postadresse

Postboks 433
7801 Namsos

E-mail: namdal@kystlabprebio.no
www.kystlab.no

Telefon:

74 21 24 40

Org.nr:

NO: 986 208 933 MVA

LAM-3 utgår fra dette dokumentet, erstatt med LAM-3 på side 36

Dato: 13.02.2018
 Prove ID: N2017-11967
 ver 1

•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	23,0	mg/g TS	
Tørrestoff 105°C	NS 4764	63	g/100g	±4,41
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	2,8	% av TS	
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	1,2	%	
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	88	%	
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	10	%	

2017-11967-4

Sedimenter fra saltvann

Tatt ut: 22.11.17

Sted: LAM-4

Referanse: Lamholmen - 17191

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet
Kobber	Intern /ISO 17294-2	19	mg/kg TS	±3,90
Sink	Intern /ISO 17294-2	15	mg/kg TS	±3,00
Fosfor	Intern /ISO 17294-2	1100	mg/kg TS	±220
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	2480	mg N/kg TS	±372
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod./EN13137	17000	mg/kg TS	
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	32,2	mg/g TS	
Tørrestoff 105°C	NS 4764	51	g/100g	±3,57
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	5,6	% av TS	
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	15	%	
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	82	%	
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	<1	%	

*) Laboratoriet er ikke akkreditert for denne analysen

< betyr: Mindre enn

4) Analysen er utført ved Fjellab.

Med hilsen Kystlab AS



Johan Ahlin
 Avdelingsleder Namdal

Kopi til
 Jolanta (E-mail)
 kent@akerbla.no (E-mail)

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortolkning av prøveresultater.
 Måleusikkerhet fåes ved henvendelse laboratoriet.
 Resultatet gjelder kun mottatt prøve. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Side 2 av 2

Postadresse
 Postboks 433
 7801 Namdals

E-mail: namdal@kystlabprebio.no
 www.kystlab.no

Telefon:
 74 21 24 40

Org.nr.:
 NO: 986 208 933 MVA



Avdeling Namdal

Åkerblå Nord AS
 Att: Torbjørn Gylt
 Torolv Kveldulvsens gate 29
 8800 SANDNESSJØEN



Dato: 28.11.2018
 Prøve ID: N2018-10897
 ver 1

ANALYSERESULTATER

Provemottak: 31.10.18

Analyseperiode: 31.10.18 - 28.11.18

Prøvetaker: Oppdragsgiver

2018-10897-1

Sedimenter fra saltvann

Tatt ut: 26.10.18

Merket: LAM-3

Referanse: Lamholmen 18154

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet
Kobber	Intern /ISO 17294-2	26	mg/kg TS	±7,80
Sink	Intern /ISO 17294-2	25	mg/kg TS	±4,90
Fosfor	Intern /ISO 17294-2	590	mg/kg TS	±150
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	891	mg N/kg TS	±134
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod./EN13137	6500	mg/kg TS	
•Normalisert TOC	Beregnet TOC63	24,1	mg/g TS	
Tørrestoff 105°C	NS 4764	59	g/100g	±4,14
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	3,1	% av TS	
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	2,2	%	
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	98	%	
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	<1	%	

*) Laboratoriet er ikke akkreditert for denne analysen

< betyr: Mindre enn

4) Utført ved Fjellab, TEST 081

Informasjon vedr. forbehandlingsprosedyrer

Prøvene tørkes ved 105°C før prøvene siktes for bestemmelse av korngradering.
 For elementanalyser og TOC tas det ut prøver fra fraksjonen som er mindre enn 2000µ.

Elementer bestemmes i et salpetersyreuttrekk (løst opp i sterk salpetersyre og hydrogenperoksid under trykk).

Kjeldahl-N bestemmes i prøven før tørking for ikke å miste flyktige nitrogenforbindelser. Resultatet korrigeres for tørrestoffinnhold ved rapportering.

Normalisert TOC blir beregnet etter $[\text{TOC}(\text{g/kg})] + (18 * (1 - ([\text{FINSTOFF}]/100)))$

Med hilsen Kystlab AS



Johan Ahlin
 Avdelingsleder Namdal

Kopi til
 Nickolas (E-mail)

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortolkning av prøveresultater.
 Måleusikkerhet fåes ved henvendelse laboratoriet.

Resultatet gjelder kun mottatt prøve. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Side 1 av 1

Postadresse

Postboks 433
 7801 Namsos

E-mail: namdal@kystlab.no
 www.kystlab.no

Telefon:

74 21 24 40

Organ:

NO: 986 208 933 MVA

Vedlegg 3 - Klassifisering av forurensningsgrad

Endringer i klassifisering av artenes forurensningsgrad; system (V3.1) og språkbruk (V3.2).

V3.1 System: Overgang fra AMBI til NSI

Med bakgrunn i rapporten «*Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)*» (Rygg & Norling 2013) har Åkerblå AS avd. Marine Bunndyr konkludert med å bruke artenes NSI-verdi i stedet for AMBI-verdi for å angi forurensningsgrad. Ettersom Rygg & Norling (2013) konkluderte med at NSI viste bedre korrelasjon med norske resipienter enn hva AMBI gjorde velger vi å ta utgangspunkt i de økologiske gruppene som artenes NSI verdi faller under.

Ettersom NSI er laget med bakgrunn i å dekke samme bruksområde som AMBI i norske resipienter, er den økologiske gruppeinndelingen basert på utgangspunktet for AMBI-indeksen (Borja et al. 2000). Artene som har blitt klassifisert i AMBI-systemet er delt inn i fem økologiske grupper basert på toleransen ovenfor organisk tilførsel i sedimentene.

Gruppe 1 (Forurensingssensitive) - Arter som er veldig sensitive til organisk tilførsel og arter som er tilstede ved ikke forurensede forhold (utgangstilstand). Denne gruppen inkluderer karnivore spesialister og noen rørbyggende flerbørstemarkere.

Gruppe 2 (forurensingsnøytrale) – Arter som er helt, eller til en viss grad, likegyldig til organisk tilførsel. Alltid tilstede i lave tettheter med ikke-betydelige variasjoner over tid (fra utgangstilstand til lett ubalanse). I denne gruppe inkluderes «suspension feeders», mindre selektive karnivorer og åtseletere.

Gruppe 3 (forurensingstolerante) – Arter som er tolerante ovenfor organisk tilførsel. Disse artene kan også forekomme under normale tilstander, men blir stimulert av organisk tilførsel. Denne gruppen inkluderer overflate «deposit feeders» som noen rørbyggende flerbørstemarkere.

Gruppe 4 (Opportunistisk, forurensingstolerant) – Andre orden opportunister (lett til markert ubalanserte situasjoner). I hovedsak små flerbørstemarkere; «subsurface deposit-feeders» som f.eks *cirratulider*.

Gruppe 5 (Forurensingsindikerende) – Første orden opportunister (markert ubalanserte situasjoner).

V3.2 Språkbruk: Endringer

Etter en re-tolkning av Borja et al. (2000) velger vi å endre noe på språkbruken ang. benevnelsen til de forskjellige økologiske gruppene (tabell V3.1).

Tabell V3.1 Oversikt over reviderte benevnelser for inndeling av AMBI/NSI i økologiske grupper.

Økologisk gruppe	Gammel benevnelse	Ny benevnelse
1	Svært forurensingssensitiv	Forurensingssensitiv
2	Forurensingssensitiv	Forurensingsnøytral
3	Forurensingstolerant	Forurensingstolerant
4	Svært forurensingstolerant (opportunistisk)	Forurensingstolerant (opportunistisk)
5	Kraftig forurensingstolerant (opportunist)	Forurensingsindikerende art

Vedlegg 4 - Indeksbeskrivelser

V4.1 Diversitet og jevnhet

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

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

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

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, $H'_{\max} (= \log_2 S)$, er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte (Pielou 1966)

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

hvor H' = Shannon Wiener indeks og $H'_{\max}$ = diversitet dersom alle arter er representert med ett individ. Dersom $H' = H'_{\max}$ er J maksimal og får verdien 1. J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Hurlbert diversitetsindeks ES_{100} er beskrevet som

$$ES_{100} = \sum_i^S \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{100}}{\binom{N}{100}} \right]$$

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.

V4.2 Sensitivitet og tetthet

Sensitivitet beskrives av indeksene ISI (Indicator Species Index), NSI og AMBI (Azti Marin Biotic Index).

Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002) og NIVA-rapport 4548-2002. Formelen for utregning av en prøves ISI-verdi er gitt ved

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

hvor ISI_i er verdien for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivitetsverdier. Hver art er tilordnet en sensitivitetsverdi (ISI-verdi), og en prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av artene i prøven.

NSI er utviklet med basis i norske faunadata. Her er også hver art tilordnet en sensitivitetsverdi (NSI-verdi) og individantall for hver art inngår i beregningen. Formelen for utregning av en prøves NSI-verdi er gitt ved

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

hvor N_i er antall individer og NSI_i er verdien for arten i , N_{NSI} er antall individer tilordnet sensitivitetsverdier.

Sensitivitetsindeksen AMBI 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, og hvor hver enkelt økologiske gruppe har en toleranseverdi (AMBI-verdi; Borja et al. 2000). Formelen for beregning av en prøves AMBI-verdi er gitt ved

$$AMBI = \sum_i^S \left[\frac{N_i \cdot AMBI_i}{N_{AMBI}} \right]$$

hvor N_i er antall individer med innenfor økologisk gruppe i , $AMBI_i$ er toleranseverdien for de ulike økologiske gruppene (henholdsvis 0, 1.5, 3, 3.5 og 6, for gruppe I- V, respektivt) og N_{AMBI} er antall arter tilordnet en AMBI-verdi.

DI (diversity index) er en indeks for individtetthet og er gitt ved (Veileder 02:2013 2015)

$$DI = abs[\log_{10}(N_{0,1 \text{ m}^2}) - 2,05]$$

hvor *abs* står for absoluttverdi, $N_{0,1} \text{ m}^2$ står for antall individer pr. $0,1 \text{ m}^2$. AMBI og DI viser stigende verdi ved synkende (dårligere) tilstand, mens alle de andre indeksene viser synkende verdi ved synkende (dårligere) tilstand.

V4.3 Sammensatt indeks (NQI1)

Den sammensatte indeksen NQI1 (Norwegian quality status, version 1) bestemmes ut fra både artsmangfold og sensitivitet (AMBI).

NQI-indeksen er gitt ved formelen

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

hvor *AMBI* er en sensitivitetsindeks, *S* er antall arter og *N* er antall individer i prøven.

V4.4 Normalisering

Ved å regne om alle indekser til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettere å sammenligne dem. nEQR gir en tallverdi på en skala mellom 0 og 1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom 0 – 0,2, tilstandsklasse «dårlig» tilsvarer verdier mellom 0,2 – 0,4 osv.). I tillegg til å vise statusklassen viser nEQR-verdien også hvor høyt eller lavt verdien ligger innenfor sin tilstandsklasse. For eksempel viser en nEQR-verdi på 0,75 at indeksen ligger tre firedeler i tilstandsklassen «God» (tabell V.6.1).

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

$$nEQR = \frac{abs|Indeksverdi - Klassens nedre indeksverdi|}{Klassens øvre indeksverdi - Klassens nedre indeksverdi + Klassens nEQR Basisverdi} \cdot 0,2$$

Vedlegg 5 – indeks for C1

På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippet/anlegget kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. Vurdering av disse stasjonene er i utgangspunktet gjort med bakgrunn i beskrivelse fra NS9410 (2016), men som tilleggsinformasjon er indekser for stasjonen i anleggssonen likevel beregnet (tabell V5.1).

Tabell V5.1 Resultater for LAM-1 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individtall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ($\bar{G}$) og stasjonsverdi ($\bar{S}$), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt tilstandsverdi som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene viser hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	Grabb 1	Grabb 2	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	24	17	20,5	28		
N	133	132	132,5	265		
NQ11	0,526	0,586	0,556	0,570	0,494	0,515
H'	2,485	3,473	2,979	3,257	0,596	0,629
J	0,542	0,850	0,696	0,677		
H'max	4,585	4,087	4,336	4,807		
ES100	21,060	16,250	18,655	21,020	0,619	0,647
ISI	8,129	6,686	7,407	7,776	0,586	0,626
NSI	12,307	16,564	14,435	14,411	0,377	0,376
DI	0,074	0,071	0,072	0,072		
		Tilstandsverdi	0,547		0,535	0,559

Vedlegg 6 - Referansetilstander

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (tabell V6.1-V6.3) angir hvilke tilstandsklasser de ulike parameterne tilhører; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig». Bunnfauna klassifiseres ut i fra NS 9410 (2016; tabell V6.4)) ved stasjoner i anleggssonen, og i henhold til Veileder 02:2013 (2015) ved stasjoner utenfor anleggssonen.

Tabell V6.1 Oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2013 (2015).

Indeks	Økologiske tilstandsklasser				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0,82- 0,90	0,63 – 0,82	0,49 – 0,63	0,31 – 0,49	0 – 0,31
H'	4,8 – 5,7	3,0 – 4,8	1,9 – 3,0	0,9 – 1,9	0 – 0,9
ES ₁₀₀	34 - 50	17 – 34	10 – 17	5 - 10	0 - 5
ISI	9,6 – 13	7,5 – 9,6	6,2 – 7,5	4,5- 6,1	0 – 4,5
NSI	25 – 31	20 – 25	15 – 20	10 - 15	0 - 10
DI	0-0,30	0,30 – 0,44	0,44 – 0,60	0,60 - 0,85	0,85 – 2,05

Tabell V6.2 nEQR-basisverdi for hver tilstandsklasse.

nEQR basisverdi		Tilstandsklasse
Klasse I	0,8	Svært god
Klasse II	0,6	God
Klasse III	0,4	Moderat
Klasse IV	0,2	Dårlig
Klasse V	0	Svært dårlig

Tabell V6.3 Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær et. al, 1997, Bakke et. al, 2007, Veileder 02:2013 (2015) og veileder M-608 (2016). Organisk karbon er total organisk karbon (TOC) korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

			Tilstandsklasser				
			I	II	III	IV	V
			Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Dypvann	O ₂ innhold*	mg O ₂ / l	>6,39	6,39-4,97	4,97-3,55	3,55-2,13	<2,13
	O ₂ metning**	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	TOC	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Kobber	mg Cu/kg	<20	20-84	20-84	85-147	>147
	Sink	mg Zn/ kg	0-90	91-139	140-750	751-6690	>6690

* Regnet fra ml O₂/L til mg O₂/L hvor omregningsfaktoren til mg O₂/L er 1,42

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

Tabell V6.4 Vurdering av faunaprøver for prøvestasjon C1 (NS9410 2016).

Miljøtilstand	Krav
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.
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.
3 - Dårlig	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .
4 - Meget dårlig	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

Vedlegg 7 - Artsliste

Artsliste med NSI-verdier, sortert taksonomisk, for all fauna funnet ved Lamholmen (Tabell V7.1).

Tabell V7.1 Artsliste for bunnfauna. Arter markert i rødt er arter som er identifisert (og i enkelte tilfeller kvantifisert), men som ikke er statistisk gjeldende (i.e. *Foraminifera*, phylum *Bryozoa*, kolonielle *Porifera*, infraklasse *Cirripedia*, kolonielle *Cnidaria*, phylum *Nematoda* og pelagiske arter, jf. NS-EN ISO 16665:2013. Symbolet «X» indikerer at arten eller taxaen er observert, men ikke kvantifisert.

TAXA	NSI	St1 gr1	St1 gr2	St2 gr1	St2 gr2	St3 gr1	St3 gr2	StRef gr1	StRef gr2
Amaeana trilobata	1							2	2
Ampharete lindstroemi						1		15	6
Ampharete octocirrata	1							8	5
Ampharetidae	1					1			1
Amphicteis gunneri	3								1
Amphictene auricoma	2	1			13	19	15	3	2
Amythasides macroglossus	1							1	
Anobothrus gracilis	2							1	
Anobothrus laubieri	1							2	
Aonides paucibranchiata	1	2	9			1			
Aphelochaeta sp.	2					1		3	1
Bylgides sarsi	3				4				
Capitella capitata	5	85	40			24	25		
Caulleriella bioculata							1		2
Chaetozone setosa	4			4				1	1
Chirimia biceps	2							3	
Cirratulidae	4							2	
Cirratulus cirratus	4	4			4		1	2	
Diplocirrus glaucus	2							8	12
Eteone flava	4	2		4					
Eteone longa	4	1	1						
Euchone sp.	2							1	1
Euclymeninae	1							1	
Eumida bahusiensis	1					1			1
Galathowenia oculata	3							5	4

Glycera alba	2					1	2	1	
Glycera lapidum	1	6	8		9	2	3	3	1
Goniada maculata	2				4	1	2		1
Heteromastus filiformis	4							32	8
Hydroides norvegicus	1			8	4				
Jasmineira sp.	2		4		20			16	17
Kefersteinia cirrata	2			10	5				
Laphania boeckii	2				4			8	7
Lumbriclymene cylindrica								1	
Lumbrineridae	2							6	2
Macrochaeta clavicornis	1				8				
Maldanidae	2								1
Malmgrenia mcintoshii					4				
Mediomastus fragilis	4	3	4	12	48	30	43	15	9
Melinna albicincta				27	9			22	7
Melinna elisabethae	2						1		3
Nephtys ciliata	3			1				1	2
Nephtys paradoxa	2								1
Nereididae					4				
Nicomache sp.	1			1					
Nothria conchylega	1	1		8	8			6	14
Notomastus latericeus	1							9	4
Ophelina acuminata	2				1				
Ophelina cylindrica	1							1	4
Ophryotrocha sp.	4	4			4	14	13		
Owenia borealis	2		4	4	12		1	3	1
Oxydromus flexuosus	3								1
Paradoneis lyra	2			4	4				1
Paramphinome jeffreysii	3					1		6	12
Parexogone hebes	1				4	1		2	
Pholoe baltica	3	2	8	29	49	21	23	26	35
Pholoe inornata	3				8	7	6		
Phyllodoce groenlandica	3							2	1

Phyllodoce mucosa	5	2	12			1	4		
Pista cristata	2							2	1
Pista mediterranea	2								2
Poecilochaetus serpens								1	
Polycirrus medusa	1							1	1
Polycirrus norvegicus	4								2
Polynoidae	2			8		1		1	1
Praxillella gracilis	4							1	
Praxillella praetermissa	2							3	3
Prionospio cirrifera	3			4	8	1	1	10	10
Prionospio fallax	2					2	1	4	2
Protodorvillea kefersteini	4		12						
Pseudopolydora paucibranchiata	4				4	12	15	20	21
Rhodine gracilior	1							4	2
Scalibregma inflatum	3							1	2
Scolecipis sp.	1								1
Scoloplos armiger	3	1	1	13	10		15	1	5
Siboglinidae	1							4	2
Sige fusigera	3			4	8				
Sosane sulcata	1			4		1	1	1	
Sphaerosyllis hystrix	1				8	3	1		
Spio filicornis	3					7	2		
Spio limicola						1		1	
Spiophanes kroyeri	3							4	2
Streblosoma intestinale	1							2	
Syllis cornuta	3	2	8	14	12		1	2	2
Terebellides cf. stroemii	2							8	12
Tharyx killariensis	2				4	3			
Trichobranchus roseus	1			5				4	4
Abra nitida	3							2	3
Adontorhina similis	2							1	
Astarte elliptica	1			4					
Astarte montagui	1	4	4		8				

Corbula gibba	4					1	1		
Crenella decussata	1	2							
Cuspidaria obesa	2							1	
Ennucula tenuis	2							2	2
Gari fervensis					4		1		
Heteranomia squamula					4				
Kurtiella bidentata	4		4					4	
Lyonsia sp.								1	
Modiolula phaseolina	1				1				
Mya truncata	3			1					
Mya sp.	3								1
Mytilidae	3			4	8				
Parvicardium minimum	1							2	2
Parvicardium pinnulatum	3				4		1		
Pectinidae					4			1	
Tellimya ferruginosa	2	1							
Thracia sp.	2								1
Thyasira equalis	3				8				
Thyasira flexuosa	3			11	1	2	4	21	7
Thyasira obsoleta	1								1
Thyasira sarsi	4				4			2	36
Timoclea ovata	1	1		5		3	1		
Cylichna alba	1				4			2	
Euspira nitida	2			4					
Gibbula tumida					4				
Hermania sp.	2	1			4	1	2		
Retusa truncatula		1							
Stenosemus albus					8				
Antalis entalis	1				4	2		1	
Pulsellum lofotense								2	2
Chaetoderma nitidulum	2					2	1	2	1
Falcidens crossotus									1
Acidostoma obesum	1								1
Ampelisca sp.	1					1	2	1	2

Nototropis nordlandicus	1					1	6		
Caprellidae								1	
Eriopisa elongata	2								2
Haploops tubicola	1							1	1
Harpinia sp.	3								2
Lysianassidae	1						1		
Westwoodilla caecula	1					1	1		1
Eudorella emarginata	3							1	
Paguridae	1				9	1	2		6
Philomedes lilljeborgi	2				4				
Pycnogonida	1							1	1
Ophiuroidea	2			4		2	1		
Amphipholis squamata	1				4		1		
Amphiura chiajei	2							5	6
Amphiura filiformis	3							4	6
Ophiura sp.	2								2
Echinocyamus pusillus	1			1		1			
Holothuroidea	1				4				
Labidoplax buskii	2			4	1	14	4	1	10
Leptosynapta decaria					5	3	7		
Pseudothyone raphanus									2
Thyone fusus				1					
Cerianthus lloydii	3	2		1		3			
Edwardsiidae	2	1	1			1	1		
Hemichordata	1							2	
Nemertea	3	3	8	5	26	4	5	10	4
Phoronis muelleri	2							3	
Priapulid caudatus	3			4					
Golfingia sp.	2				8				
Phascolion strombus strombus	2			4	1		1		
Tubificoides benedii		1	4			2	1		
Limaria loscombi				1	4				
Axionice flexuosa								1	

Euchone incolor									1
Eteone barbata					4				1
Aoridae								1	
Calanoida						2			
Asterias rubens	3					1			
Ophiocten affinis	3					2			
Asciacea	1						1		
Epizoanthus incrustatus						1			
Nematoda						1			
Nemertea 2	3					1			
Porifera	1						1		
Foraminifera						x			
Parvicardium scabrum							1		
Chaetozone zetlandica						3	3		
Ampharete finmarchica	2						1		
Ampharete octocirrata	1					1			
Aphrodita aculeata	1						1		
Chaetozone sp.	3					88	93		
Cistenides hyperborea	3					1			
Cossura longocirrata	4						1		
Eteone sp.	4					6	16		
Jasmineira candela						5	2		
Myriochele sp.	2					4	1		
Nephtys sp.	2						1		
Nereimyra punctata	4					1			
Parexogone lomgicirris						1			
Pherusa plumosa	3						1		
Phyllodoce maculata	4						4		
Pista sp.						1			
Pseudopolydora pulchra	4						7		
Sige fusigera	3					1	2		
Sthenelais limicola	1					1			
Syllidia armata	2					1	2		
Terebellidae	1						1		

Lucinoma borealis	1					1			
Phaxas pellucidus	2					2	1		
Similipecten similis	1						1		
Thyasira gouldi	4					2	5		
Oenopota sp.							1		
Unciola planipes							1		
Pagurus bernardus	2						2		

Vedlegg 8 – CTD rådata

Rådata fra CTD-undersøkelsen ved er presentert fra overflaten til like over bunnen ved LAM-3 (Tabell V8.1).

Tabell V8.1 CTD data fra LAM-3

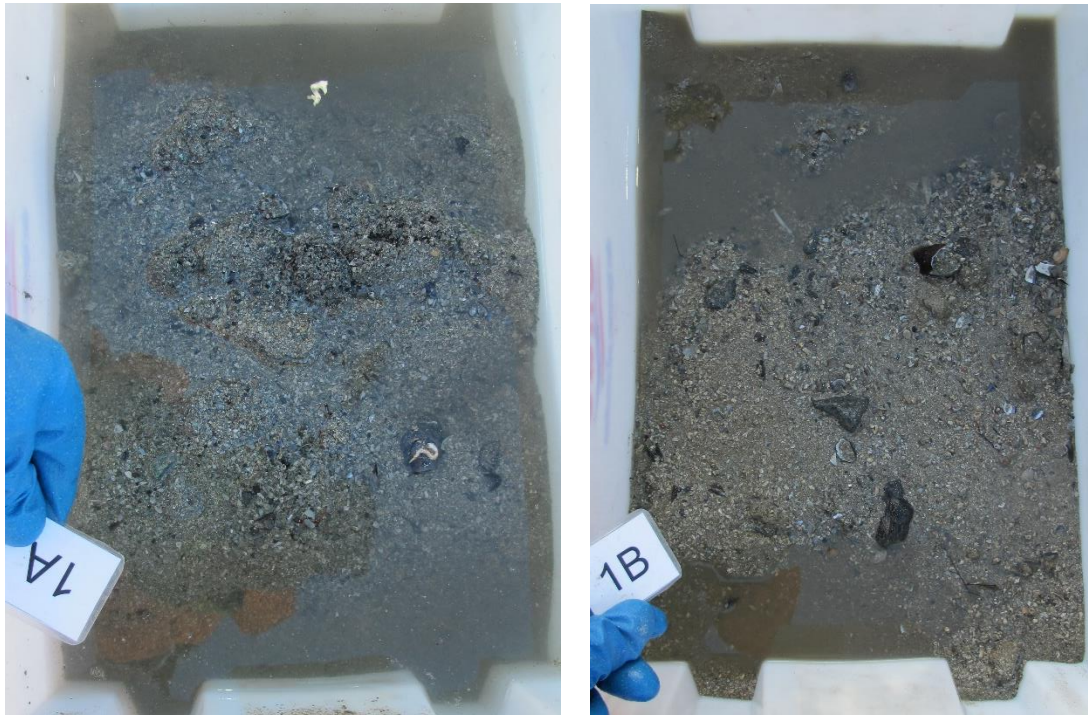
Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde (m)	Tid
32	9,9	99,5	9,18	0,6	14:28:00
32	9,9	96,6	8,91	0,8	14:28:01
32	9,9	89,6	8,26	1,1	14:28:02
32	10,0	94,8	8,71	1,4	14:28:03
32	10,0	98,8	9,08	1,8	14:28:04
32	10,1	97,2	8,93	2,5	14:28:05
32	10,1	97,1	8,91	3,3	14:28:06
32	10,1	99,3	9,12	4,1	14:28:07
32	10,1	95,6	8,78	4,9	14:28:08
32	10,1	100,4	9,22	5,5	14:28:09
32	10,1	96,9	8,89	6,1	14:28:10
32	10,1	105,9	9,72	6,8	14:28:11
32	10,1	94,8	8,69	7,5	14:28:12
32	10,1	97,8	8,96	8,4	14:28:13
32	10,1	103,5	9,48	8,9	14:28:14
32	10,1	92,6	8,48	9,2	14:28:15
32	10,1	97,2	8,90	9,5	14:28:16
32	10,1	99,9	9,15	9,8	14:28:17
32	10,1	100,0	9,16	10,2	14:28:18
32	10,2	99,5	9,11	11,0	14:28:19
32	10,2	100,1	9,17	11,7	14:28:20
32	10,2	100,5	9,20	12,5	14:28:21
32	10,2	101,1	9,25	13,1	14:28:22
32	10,2	100,4	9,18	13,6	14:28:23
32	10,2	102,7	9,39	14,4	14:28:24
32	10,2	99,8	9,12	15,0	14:28:25
32	10,2	101,3	9,25	15,8	14:28:26
32	10,2	99,5	9,09	16,8	14:28:27
32	10,3	100,3	9,16	17,5	14:28:28
32	10,3	99,9	9,13	18,2	14:28:29
32	10,3	103,5	9,45	19,1	14:28:30
32	10,3	101,0	9,20	20,2	14:28:31
32	10,4	103,3	9,40	21,3	14:28:32
32	10,4	103,3	9,39	22,0	14:28:33
32	10,5	101,5	9,21	22,8	14:28:34
32	10,5	101,4	9,20	23,8	14:28:35
32	10,5	103,5	9,39	24,8	14:28:36
32	10,5	103,7	9,39	25,7	14:28:37
32	10,6	102,9	9,32	26,7	14:28:38
32	10,6	102,8	9,31	27,6	14:28:39

32	10,6	102,5	9,28	28,5	14:28:40
32	10,6	102,7	9,30	29,5	14:28:41
32	10,6	103,0	9,33	30,3	14:28:42
32	10,6	102,8	9,31	30,7	14:28:43
32	10,6	103,0	9,32	31,5	14:28:44
32	10,6	103,1	9,33	32,3	14:28:45
32	10,6	101,5	9,18	32,9	14:28:46
32	10,6	102,7	9,29	33,1	14:28:47
32	10,6	102,5	9,27	34,1	14:28:48
32	10,6	101,7	9,19	35,2	14:28:49
32	10,6	101,6	9,18	36,2	14:28:50
32	10,6	102,1	9,24	37,1	14:28:51
32	10,6	102,5	9,27	37,6	14:28:52
32	10,6	101,5	9,18	38,2	14:28:53
32	10,6	101,8	9,21	38,9	14:28:54
32	10,6	101,4	9,17	39,7	14:28:55
32	10,6	101,6	9,19	40,5	14:28:56
32	10,6	101,8	9,20	40,9	14:28:57
32	10,6	101,7	9,19	41,3	14:28:58
32	10,6	101,6	9,18	41,8	14:28:59
32	10,6	101,4	9,16	42,3	14:29:00
32	10,6	101,7	9,19	42,7	14:29:01
32	10,6	101,4	9,16	43,6	14:29:02
32	10,6	101,4	9,16	44,4	14:29:03
32	10,7	102,0	9,21	45,1	14:29:04
32	10,7	101,4	9,16	45,8	14:29:05
32	10,7	101,4	9,15	46,8	14:29:06
32	10,7	101,4	9,15	47,8	14:29:07
32	10,7	101,3	9,15	48,8	14:29:08
32	10,7	101,1	9,12	49,7	14:29:09
32	10,7	100,8	9,10	50,5	14:29:10
32	10,7	101,2	9,13	51,1	14:29:11
32	10,7	100,9	9,10	51,2	14:29:12
32	10,7	100,8	9,10	51,4	14:29:13
32	10,7	100,6	9,08	52,2	14:29:14
32	10,7	100,8	9,10	53,0	14:29:15
32	10,7	100,7	9,09	53,9	14:29:16
32	10,7	100,6	9,08	54,7	14:29:17
32	10,7	100,7	9,09	55,6	14:29:18
32	10,7	100,4	9,07	56,5	14:29:19
32	10,7	100,9	9,11	57,4	14:29:20
32	10,7	100,8	9,10	58,3	14:29:21
32	10,7	100,3	9,05	59,2	14:29:22
32	10,7	100,3	9,05	60,1	14:29:23
32	10,7	100,3	9,05	60,8	14:29:24
32	10,7	100,3	9,05	61,7	14:29:25

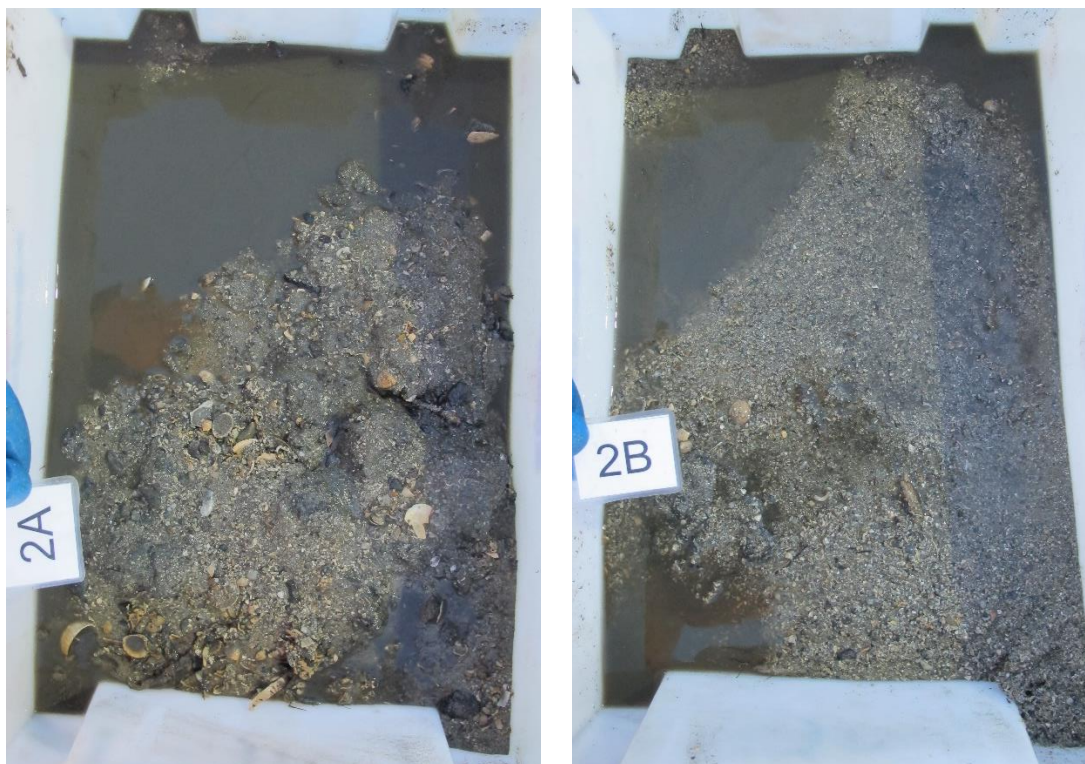
32	10,7	100,6	9,08	62,5	14:29:26
32	10,7	100,7	9,09	63,4	14:29:27
32	10,7	100,3	9,05	64,2	14:29:28
32	10,7	100,4	9,06	65,1	14:29:29
32	10,7	100,4	9,06	65,9	14:29:30
32	10,7	100,1	9,03	66,6	14:29:31
32	10,7	100,6	9,07	67,3	14:29:32
32	10,7	100,7	9,08	68,0	14:29:33
32	10,7	100,4	9,05	68,8	14:29:34
32	10,7	100,4	9,05	69,5	14:29:35
32	10,7	99,2	8,94	70,2	14:29:36

Vedlegg 9 – Bilder av sediment

Det ble tatt bilder av sedimentet fra ett hugg per stasjon etter at grabben ble tømt i plastbaljen, men før vask (figur V9.1 – V9.4).



Figur V9.1 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V9.2 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V9.3 Sediment før vask ved LAM-3.



Figur V9.4 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.