

Miljøkartlegging i Laksefjorden, Lebesby kommune



Feltarbeid
Oppdragsgiver

22.-24.07.2019
Lebesby kommune

 **ÅKERBLÅ**



Miljøundersøkelse for Laksefjorden		
Rapportnummer / Rapportdato	MCR-M-19074-Laksefjorden / 18.11.2019	
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse	Signatur
1	Resultater fra kjemianalyse Mindre rettinger	<i>Embla O. Østebrot</i>
Oppdragsgiver		
Selskap	Lebesby Kommune	
Kontaktperson	Hege Johansen	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda, Org.nr.: 916 763 816	
Prosjektansvarlig	Embla O. Østebrot	
Forfattere	Embla O. Østebrot, Oda R. Waldeland	
Godkjent av	Dagfinn B. Skomsø <i>Df3dy</i>	
Akkreditering	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Kystlab AS, TEST 070 (NS/EN ISO/IEC 17025)	
Distribusjon	<i>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.</i>	
Sammendrag		
<p>Denne rapporten omhandler resultatene fra miljøkartleggingen av vannforekomsten Laksefjorden i Lebesby kommune, Finnmark fylke. Fjorden ligger i økoregion Barentshavet (B) og er delt inn i 3 ulike vanntyper; åpen eksponert kyst (1), moderat eksponert kyst (2) og beskyttet kyst/fjord (3). Det ble tatt prøver for analyser av fauna, geokjemiske parametere, CTD og tre stasjoner hadde utvidede kjemianalyser for tungmetaller og miljøgifter i sedimentet.</p> <p>Totalt viser denne undersøkelsen en relativt homogen biodiversitet i området, hvor det var ingen åpenbare tegn til forurensing eller organisk belastning. Biodiversiteten i området var god, og ble klassifisert til beste eller nest beste tilstand etter veileder 02:2018. Flere av de samme artene forekom ved samtlige stasjoner, hvor små muslinger (Yoldiidae, <i>Mendicula</i> sp, <i>Ennucula tenuis</i>) og rørbyggene børstemark (<i>Galatowenia oculata</i>, <i>Maldane sarsi</i> og <i>Myriochele</i> sp.) var vanligst. Likhetsstesten viste størst variasjon mellom stasjonene plassert i vanntype 3, hvor trolig lokale forhold (strøm, salinitet, næringstilgang o.l) er grunnlaget for ulike habitat for bunndyr. Det var også disse stasjonene som viste høyest dominans av en enkelt art, som kan forbindes med organisk belastning. Gjennomgang av tidligere B- og C- undersøkelser viste ellers at påvirkning fra organisk belastning var begrenset til under anlegget og i umiddelbar nærhet.</p> <p>Tilstedeværelse av kongekrabbe kan føre til et redusert bunndyrssamfunn bestående av små og/eller rørbyggene dyr. Flere av stasjonene i Laksefjorden hadde høy forekomst av slike arter, og kan tyde på at kongekrabben har bidratt til en endring i artssammensetning. Det er likevel vanskelig å si, når det ikke foreligger data fra før kongekrabben etablerte seg, og biodiversiteten ved samtlige stasjoner var god.</p> <p>Analyse for metaller og miljøgifter i sedimentet viste gode verdier, foruten om noen høye verdier for TBT, heksaklorsykkloheksan og nonylfeoler/oktylfenoler. Dette skyldes at kvantifiseringsgrensen er høyere enn klassegrensene og tilstanden viser derfor «verst tenkelig» bilde.</p>		

Forsidefoto: Charlotte Hallerud

Forord

Denne rapporten omhandler resultater fra miljøkartleggingen av vannforekomstene i Laksefjorden. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser.

For miljøundersøkelser er Åkerblå AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter TEST 252; SFT-Veileder 97:03 og Norsk Standard 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.

Miljøundersøkelsen omfatter utforskning av makrofauna i bløtbunn samt målinger av fysiske og kjemiske støtteparametere (hydrografi, sediment, miljøgifter) ved samtlige stasjoner, med utvidet undersøkelse av miljøgifter ved tre stasjoner.

Revisjon 1

Denne revisjonen inneholder resultater fra kjemianalyser av miljøgifter i sediment for stasjon LAK-7 og resultater for mengde DEHP ved LAK-9 og LAK-10. Det er også tilført et avsnitt i diskusjonsdelen om HCH, samt mindre endringer på språk i hele rapporten.

Innhold

FORORD	2
INNHold	3
1 INNLEDNING	4
2 MATERIALE OG METODE	7
2.1 OMRÅDE OG PRØVESTASJONER	7
2.2 PRØVETAKING OG ANALYSER	10
3 RESULTATER	13
3.1 BUNNDYRSANALYSER	13
3.1.1 LAK-1	13
3.1.2 LAK-2	15
3.1.3 LAK-3	17
3.1.4 LAK-4	19
3.1.5 LAK-5	21
3.1.6 LAK-6	23
3.1.7 LAK-7	25
3.1.8 LAK-8	27
3.1.9 LAK-9	29
3.1.10 LAK-10	31
3.1.11 LAK-11	33
3.1.12 Samlet oversikt	35
3.2 HYDROGRAFI	38
3.2.1 CTD målinger	38
3.2.2 Strøm og bølgeforld	42
3.3 SEDIMENTANALYSER	43
3.3.1 Sensoriske vurderinger	43
3.3.2 Kornfordeling	43
3.3.3 Kjemiske parametere	44
3.4 AKVAKULTURLOKALITETER	46
3.4.1 B-undersøkelser	46
3.4.2 C-undersøkelser	47
4 DISKUSJON	50
5 LITTERATURLISTE	54

1 Innledning

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 02:2018). 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 02:2018).

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 redusert vannutskiftning, og dermed lavere 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 02:2018). 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.

Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes diversitets og sensitivitetsindeksene; 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 bløtbunnsfauna (Veileder 02:2018).

Miljøgifter

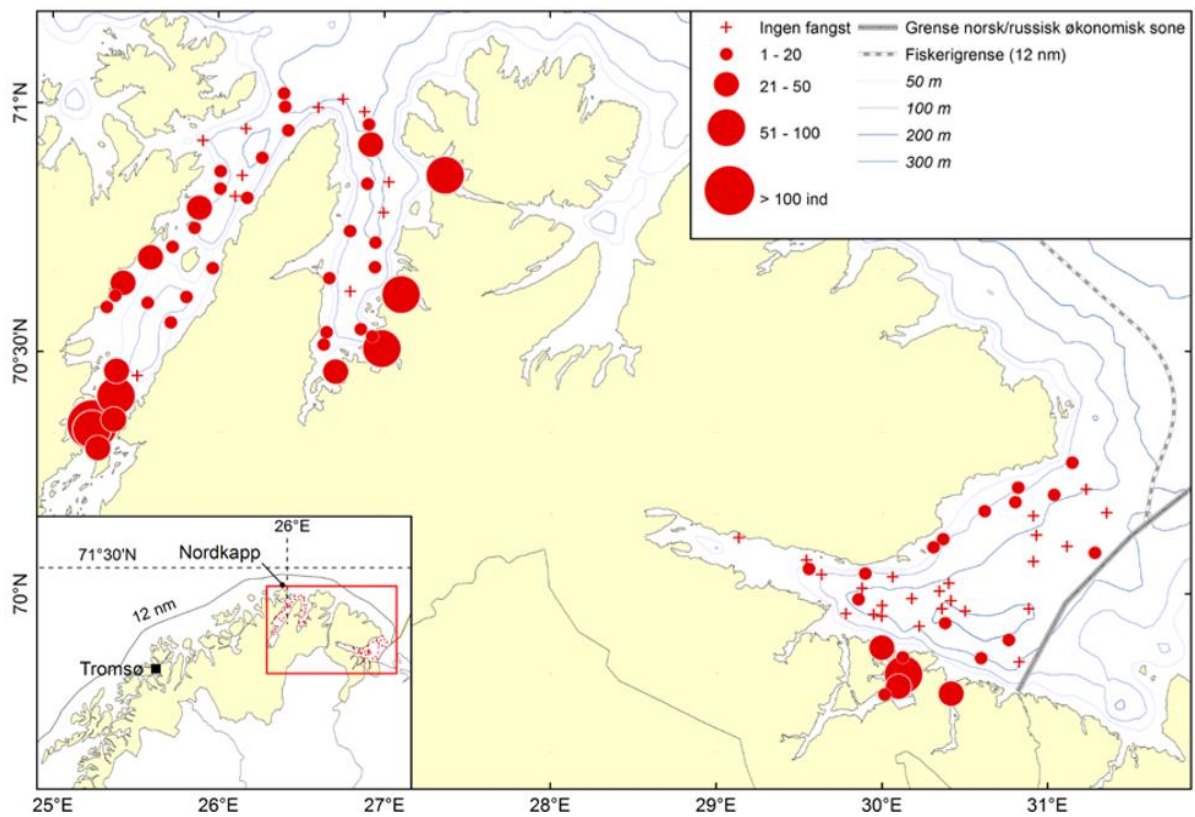
Miljøgifter er kjemikalier som er giftige, tungt nedbrytbare og som blir konsentrert oppover i næringskjedene i naturen – dette kalles bioakkumulering. Mange slike stoffer kan transporteres langt fra utslippsstedet med luft- og havstrømmer, og kan også føre til irreversible skader på miljø og helse. Blant de mest helse- og miljøfarlige stoffene har norske miljøvernmyndigheter prioritert rundt 33 stoffer eller stoffgrupper. På denne listen står blant annet PAH-er (Polysykliske aromatiske hydrokarboner), hvor enkelte av dem, slik som benzo(a)pyren (BAP) kan være svært giftige eller kreftfremkallende. Slike miljøgifter kan blant annet stamme fra produkter vi bruker til daglig, eller fra industri. I produkter og industri blir de benyttet på grunn av sine kjemiske egenskaper. Enkelte, som for eksempel DEHP, som er kjent som hormonforstyrrende i høye konsentrasjoner, blir brukt i en lang rekke produkter, som leker og møbler, samt kosmetikk og plastemballasje rundt mat. På grunn av strenge krav til utslipp av miljøgifter fra industri (eksempelvis petroleumsvirksomhet, akvakultur og landbasert industri) har utslipp av miljøgifter fra industri i Norge blitt betydelig redusert de siste 15-20 årene (Miljødirektoratet 2017a, b og c).

Aktivitet i Laksefjorden

Oppdrettsaktiviteten i Laksefjorden er fordelt på fem matfiskanlegg tilhørende SalMar Farming AS - og to settefiskanlegg (Fiskeridirektoratet, 2019). Fôrrester, fekalier og annet organisk avfall assosiert med matfiskproduksjon kan føre til økt organisk belastning på bunndyrsamfunnene i området og stimulere til endring i biodiversiteten. Variasjon i partikkelspredning (grunnet strøm, bunntopografi, partikkelstørrelse mm.) gjør at størrelsen på påvirkningssonen (overgangssonen) omkring matfiskanleggene vil variere. Størst organisk belastning vil som regel være under og i umiddelbar nærhet av anlegget, og vil avta med økende avstand fra anlegget. Omfattende arbeid med gjennomgang av resultater fra C-undersøkelser har vist at risikoen for påvirkning utenfor overgangssonen var liten, hvor de fleste stasjonene plassert i ytterkant av overgangssonen viste gode forhold (Grefsrud et al., 2018).

I Finnmark er kongekrabbe definert som en marin ressurs og bestandskartlegging i Laksefjorden viste at tetthet var størst på østsiden av fjorden (Figur 1.1, Havforskningsinstituttet, 2016). Effekten av kongekrabbe på økosystemet for bløtbunn er dårlig dokumentert, men en studie fra Varanger-området (2006-2009) indikerte at kongekrabben reduserte tilstedeværelsen av flere vanlige bløtbunnsarter, mens noen få arter av rørbyggene børstemark og muslinger ble mer tallrik (Oug et al., 2010). Kongekrabbens føde er ofte større arter, som ikke har muligheten til å flykte, gjemme seg, eller grave dypere enn 5 cm ned i sedimentet. På denne måte vil tilstedeværelse av kongekrabbe kunne endre bunndyrsamfunnene til å domineres av noen få, ofte små, arter. Områder uten kongekrabbe er blant annet dominert av muddestjernen *Ctenodiscus crispatus* som ansees som en vanlig art på bløtbunn i nordnorske fjorder (Oug et al. 2010). Flere andre arter er redusert for

eksempel drøbakkråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*), muslinger (*Mya truncata*, *Macoma calcarea*) og børstemark som lever på bunnoverflaten.

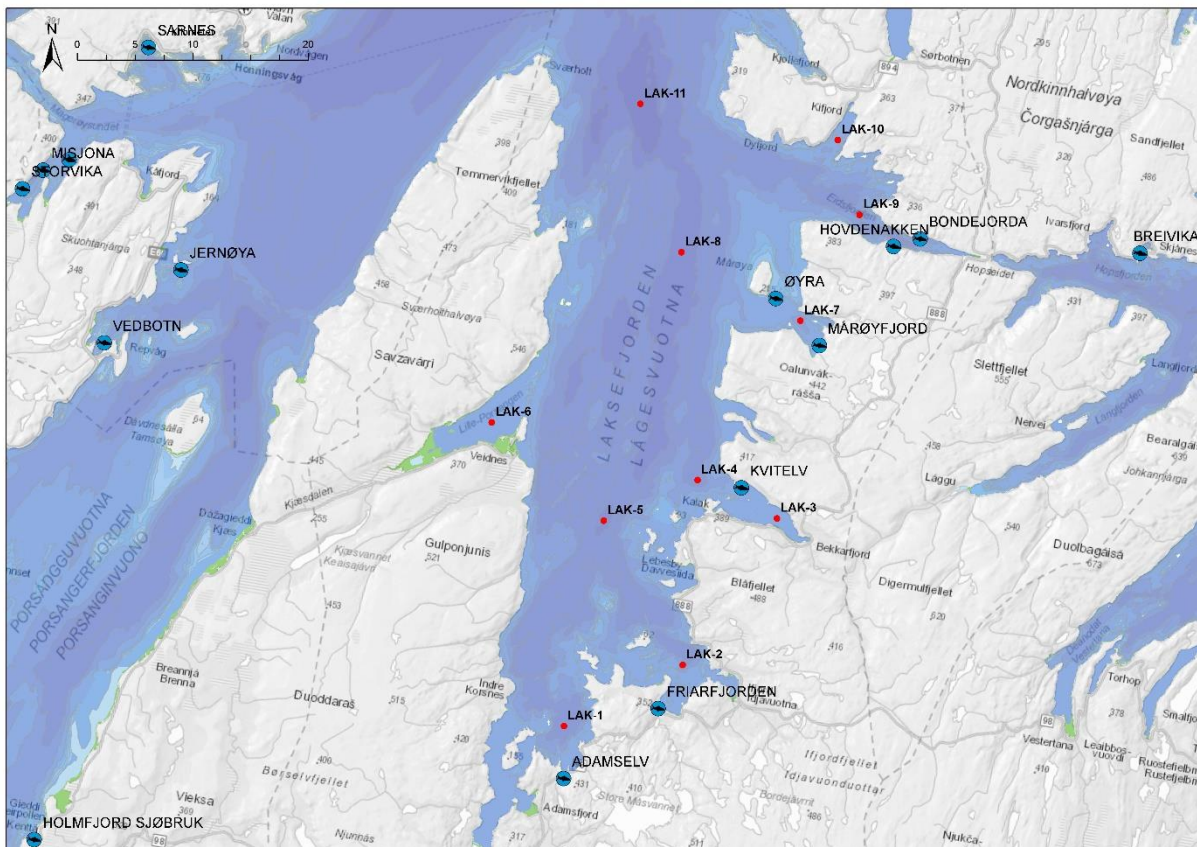


Figur 1.1 Krabbetrålstasjoner og fangstmengde av kongekrabbe i fjordene i det kvoteregulerte området høsten 2016 (Havforskningsinstituttet, 2016).

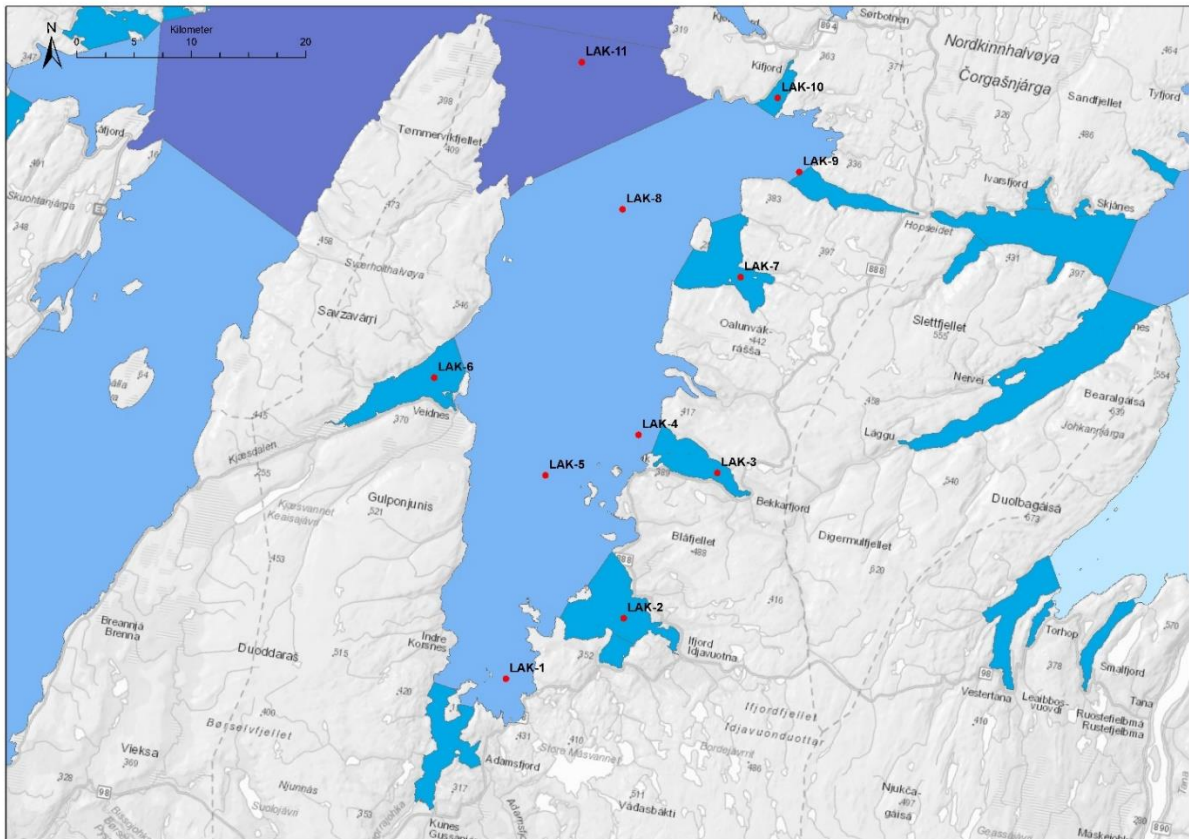
2 Materiale og metode

2.1 Område og prøvestasjoner

Det ble tatt prøver fra 11 stasjoner i Laksefjorden, Lebesby kommune, Finnmark. Fjorden er en omtrentlig 71 kilometer lang i sør-nord-retning. Fjorden består av flere sidefjorder og dypeste området er midtfjords av Laksefjorden. På østsiden av fjorden er det plassert 5 akvakulturlokaliteter, samt to settefiskanlegg innerst i fjorden. (figur 2.1.1). Fjorden ligger i økoregion Barentshavet (B) og er delt inn i 3 ulike vanntyper: åpen eksponert kyst (1), moderat eksponert kyst (2) og beskyttet kyst/fjord (3) (Figur 2.1.2 og tabell 2.1.1).



Figur 2.1.1 Oversiktskart over Laksefjorden. Røde punkt indikerer stasjonsplassering, blå sirkler indikerer oppdrettslokaliteter.



Figur 2.1.2 Geografisk plassering av vannforekomstene i Laksefjorden. Mørkeblått= Åpen eksponert kyst, Blå= Moderat eksponert kyst, Turkis=Beskyttet kyst/fjord. Lysest blått er kun bakgrunnsfarge i kartet. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84 (Vann-nett 2019).

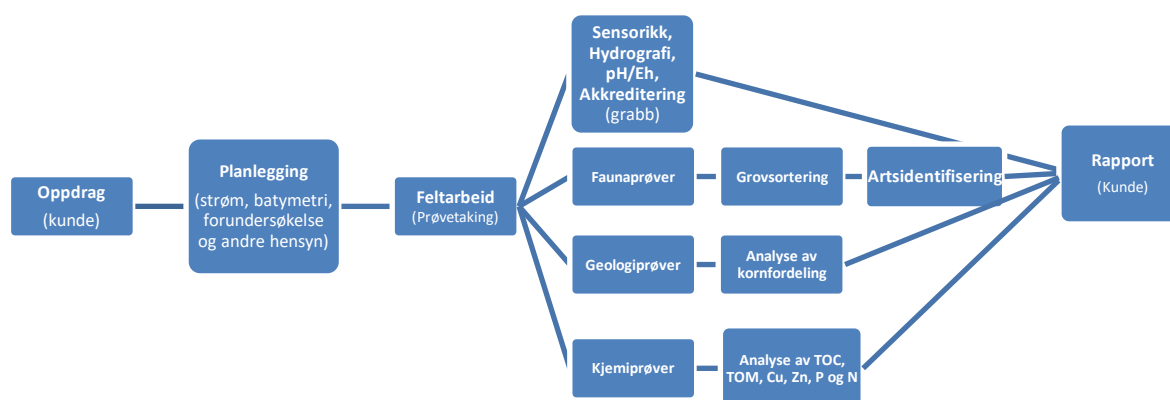
Valg av stasjonsplassering ble gjort på bakgrunn av topografi i området, samt ønske om ekstra søkelys på eventuell miljøpåvirkning fra oppdrettslokaliteter. Omtrent halvparten av stasjonene (LAK-3, LAK-4, LAK-7 og LAK-9) ble plassert i områder med akvakulturlokaliteter på østsiden av Laksefjorden, alle i sidearmen av fjorden. LAK-1 og LAK-2 ble plassert lengst inne i fjorden, i nærheten av to settefiskanlegg, for også kunne avdekke eventuelle miljøpåvirkninger i dette området. LAK-5, LAK-8 og LAK-11 ble plassert i et transekt fra sør til nord midt i Laksefjorden, mens LAK-6 og LAK-10 ble plassert i hver sin sidearm hvor det ikke er akvakulturlokaliteter per dags dato. Utvidede prøver for tungmetaller og andre miljøgifter er tatt ved LAK-7, LAK-9 og LAK-10 som er plassert i hver sin sidearm til Laksefjorden.

Tabell 2.1.1 Stasjonsbeskrivelser. Undersøkelsen omfatter kvalitative faunaprøver (FAU), pH- og Eh målinger (PE), kjemiske parametere (KJE), geologiske parametere (GEO), hydrografiske målinger (CTD) og utvidete prøver for tungmetaller og andre miljøgifter (MG). Dyp (meter) på prøvestasjonen er oppgitt, og koordinater har datum WGS84.

Stasjon	Koordinater	Vannforekomst	Dyp	Parametere
LAK-1	70°29.911' N 26°41.717' Ø	Laksefjord indre (B2)	185	FAU, PE, KJE, GEO, CTD.
LAK-2	70°29.599' N 26°58.439' Ø	Ifjorden (B3)	159	FAU, PE, KJE, GEO, CTD.
LAK-3	70°36.274' N 27°12.239' Ø	Bekkarfjorden (B3)	81	FAU, PE, KJE, GEO, CTD.
LAK-4	70°38.171' N 27°01.307' Ø	Laksefjord indre (B2)	167	FAU, PE, KJE, GEO, CTD.
LAK-5	70°36.405' N 26°48.011' Ø	Laksefjord indre (B2)	256	FAU, PE, KJE, GEO, CTD.
LAK-6	70°41.106' N 26°32.611' Ø	Lille Porsanger (B3)	30	FAU, PE, KJE, GEO, CTD.
LAK-7	70°45.413' N 27°16.495' Ø	Vardnessundet – Mårøysundet (B3)	113	FAU, PE, KJE, GEO, MG, CTD.
LAK-8	70°48.774' N 27°00.000' Ø	Laksefjord indre (B2)	287	FAU, PE, KJE, GEO, CTD.
LAK-9	70°50.230' N 27°25.385' Ø	Eidsfjord (B3)	170	FAU, PE, KJE, GEO, MG, CTD.
LAK-10	70°53.761' N 27°23.219' Ø	Kifjorden (B3)	66	FAU, PE, KJE, GEO, MG, CTD.
LAK-11	70°55.727' N 26°54.823' Ø	Laksefjord ytre (B1)	330	FAU, PE, KJE, GEO, CTD.

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 fem grabbhugg på hver prøvestasjon hvor fire ble tatt ut til faunaundersøkelse og én til geologiske og kjemiske undersøkelser. Ved tre stasjoner ble i tillegg sedimentet analysert for utvalgte tungmetaller og miljøgifter. 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 sedimentsammensetningen gjelder hele grabbinnholdet. For faunaundersøkelsen ble de fire 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 parameterne ble det tatt ut prøve til analyse av totalt organisk karbon (TOC), totalt organisk materiale (TOM; glødetap), nitrogen (N), fosfor (P), kobber (Cu), nikkel (Ni) og sink (Zn) fra samme hugg som det ble tatt ut prøve for kornfordeling (tabell 2.2.2; vedlegg 2) som alle ble analysert av underleverandøren (figur 2.2.1). Ved tre stasjoner ble det i tillegg gjort en utvidet kjemisk analyse av tungmetaller og miljøgifter ved bruk av gaskromatografi, også dette av samme underleverandør.



Figur 2.2. 1 Arbeidsflyt.

Tabell 2.2.1 Prøvetakingsutstyr.

Utstyr	Beskrivelse
Sedimentprøvetaker	«Van Veen» grabb (KC-Denmark/Størksen) 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, ArcMap, GPS og kart fra Kartverket, Datum 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 (ÅB AS) og underleverandører (LEV) som er benyttet. AK = Akkreditering, K-AS = Kystlab AS, Cu = kobber, Zn = sink og P = fosfor, Ar=arsen, Cd=kadmium, Ni=nikkel, Hg=kvikksølv, Pb= bly.

	LEV	Personell	AK	Standard/Metode
Feltarbeid	ÅB AS	Oda Waldeland og Truls Pedersen	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
Grovsortering	ÅB AS	Jolanta Ziliukiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Artsidentifisering	ÅB AS	Martin Skarsvåg Charlotte Hallerud Natalie Skahjem Evelina Merkyte Øystein Stokland Torjus Haukvik	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	ÅB AS	Embla O. Østebrøt	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	ÅB AS	Embla O. Østebrøt	TEST 252: P32	V02:2013 (2015), SFT 97:03, NS 9410:2016
P	Eurofins AS	Eurofins AS		EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
Total organisk karbon (TOC)	Eurofins AS	Eurofins AS		EN 13137: 2001-12
Kornfordeling*	Eurofins AS	Eurofins AS		Internal Method 6*
Grunnstoff (Cu, Cr, Ni, Zn, As, Cd, Hg, Pb, P)	Eurofins AS	Eurofins AS		EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1; EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000
Øvrige miljøgifter	Eurofins AS	Eurofins AS		ISO 18287, mod.: 2006-05; Internal Method 2060*; Internal Method 2004*; Internal Method 1*; XP T 90-250; J. of Chromatogr. A, 1217 (2010) 2933–2939 mod.

*Ikke akkreditert metode

Målinger for hydrografi ble gjennomført i begge vannforekomstene 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.

Utregningen av artsmangfold (ES_{100}) og MDS Bray-Curtis likhetstest ble utført med programpakken PRIMER (versjon 6.1.6/7, Plymouth Laboratories). Sensitivitetsindeksen AMBI

(komponent i NQ1) 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 NQ1-indeks ble beregnet etter Veileder 02:2013 (Anon 2013). DI-indeks ble beregnet etter Veileder 02:13 (2015), men denne inngår ikke i den normaliserte ratioen for økologisk kvalitet (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). I denne rapporten ble alle stasjoner bedømt på bakgrunn av en tilstandsverdi (nEQR) av indeksene: NQ1, Shannon Wiener diversitetsindeks (H'), ES_{100} , ISI og NSI (tabell 2.2.3; vedlegg 4).

Veileder 02:2013 (2015) omtaler alle tilstander som *tilstandsklasser*. I denne rapporten brukes *tilstand* om alle tilfeller hvor det for veilederen beskrives som tilstandsklasse. Øvrige uttrykk er beholdt som skrevet i de respektive veiledere (Tabell 2.2.3).

Tabell 2.2.3 Indekser og forkortelser.

Indeks	Beskrivelse
S	Antall arter i prøven
N	Antall individer i prøven
NQ1	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 som angir artenes forurensningsgrad
DI	Individtetthetsindeks («Density Index»)
\bar{G}	Grabbverdi: Gjennomsnitt for grabb 1 og 2
\check{S}	Stasjonsverdi: kombinert verdi for grabb 1 og 2
nEQR	Normalisert ratio ("Normalised Ecological Quality Ratio")
Tilstand	Generalisert uttrykk som omfatter tilstandsklasse og miljøtilstand
Tilstandsverdi	Gjennomsnittet av alle indeksenenes nEQR-verdi

3 Resultater

3.1 Bunndyrsanalyser

Bunndyrsdata er klassifisert etter økoregion B (Barentshavet) og vanntype 1-3 (Åpen eksponert kyst, Moderat eksponert kyst, Beskyttet kyst/fjord).

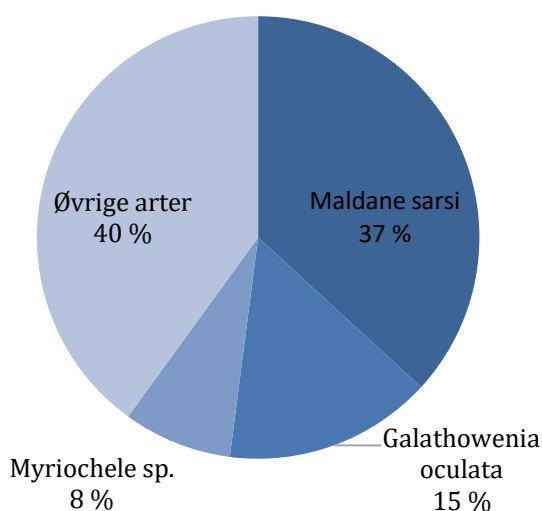
3.1.1 LAK-1

Ved LAK-1 ble det registrert 880 individer fordelt på 44 arter (tabell 3.1.1.1 og figur 3.1.1.1). Stasjonen ble klassifisert i øvre del av intervallet for **god tilstand** ut fra veileder 02:2013 (Tabell 3.1.2.1).

Tabell 3.1.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAK-1 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Maldane sarsi</i>	4	324	36,8
<i>Galathowenia oculata</i>	3	134	15,2
<i>Myriochele sp.</i>	2	70	8,0
Lumbrineridae	2	37	4,2
<i>Yoldiella solidula</i>		34	3,9
<i>Mendicula sp.</i>		28	3,2
<i>Parvicardium minimum</i>	1	27	3,1
<i>Ennucula tenuis</i>	2	24	2,7
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	21	2,4
<i>Spiochaetopterus typicus</i>	4	20	2,3
Øvrige arter	-	161	18,3

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



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

Tabell 3.1.2.2 Faunaresultater for LAK-1 fra grabb 1, 2, 3 og grabb 4 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut gjennomsnittlig- (\bar{G}) og stasjonsverdi (\bar{S}) fra de fire grabbene. Bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er omregnet til en normalisert økologisk verdi (nEQR) for gjennomsnittlig (\bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V6.2).

Indeks	LAKS-1-1	LAKS-1-2	LAKS-1-3	LAKS-1-4	\bar{G}	\bar{S}	nEQR \bar{G}
S	24	30	25	31	28	44	
N	140	256	232	252	220	880	
NQI1	0,735	0,735	0,729	0,744	0,736	0,743	0,817
H'	3,026	3,149	3,551	3,655	3,345	3,581	0,818
J	0,660	0,642	0,765	0,738	0,701	0,656	
H'max	4,585	4,907	4,644	4,954	4,772	5,459	
ES100	20,480	20,660	20,410	22,550	21,025	21,930	0,820
ISI	8,951	9,089	9,051	9,701	9,198	9,764	0,821
NSI	20,833	20,395	21,684	21,089	21,000	20,993	0,640
Grabbverdi							0,783

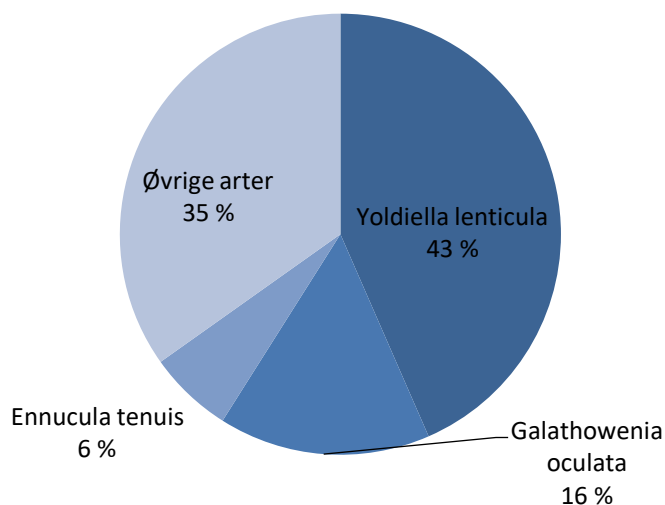
3.1.2 LAK-2

Ved LAK-2 ble det registrert 290 individer fordelt på 29 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Stasjonen ble klassifisert i øvre del av intervallet for **god tilstand** ut fra veileder 02:2013 (Tabell 3.1.2.2).

Tabell 3.1.2.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAK-2 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Yoldiella lenticula</i>	3	126	43,4
<i>Galathowenia oculata</i>	3	45	15,5
<i>Ennucula tenuis</i>	2	18	6,2
<i>Yoldiella solidula</i>		16	5,5
<i>Yoldiella sp.</i>	1	11	3,8
Lumbrineridae	2	8	2,8
<i>Nuculana pernula</i>	2	7	2,4
<i>Nephtys ciliata</i>	3	7	2,4
<i>Parathyasira dunbari</i>		6	2,1
<i>Mendicula sp.</i>		6	2,1
Øvrige arter	-	40	13,8

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



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

Tabell 3.1.2.2 Faunaresultater for LAK-2 fra grabb 1, 2, 3 og grabb 4 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut gjennomsnittlig- (\bar{G}) og stasjonsverdi (\check{S}) fra de fire grabbene. Bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er omregnet til en normalisert økologisk verdi (nEQR) for gjennomsnittlig (\bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V6.2).

Indeks	LAKS-2-1	LAKS-2-2	LAKS-2-3	LAKS-2-4	\bar{G}	\check{S}	nEQR \bar{G}
S	11	16	15	19	15	29	
N	65	68	68	89	73	290	
NQI1	0,708	0,793	0,738	0,797	0,759	0,791	0,843
H'	2,425	2,952	3,093	2,671	2,785	3,170	0,682
J	0,701	0,738	0,792	0,629	0,715	0,652	
H'max	3,459	4,000	3,907	4,248	3,904	4,858	
ES100*	-	-	-	-	-	19,650	-
ISI	7,628	8,848	9,345	9,128	8,737	8,790	0,802
NSI	21,082	22,467	21,489	21,441	21,620	21,625	0,665
Grabbverdi							0,748

*ES100 ble ikke beregnet da det krever minimum 100 individer

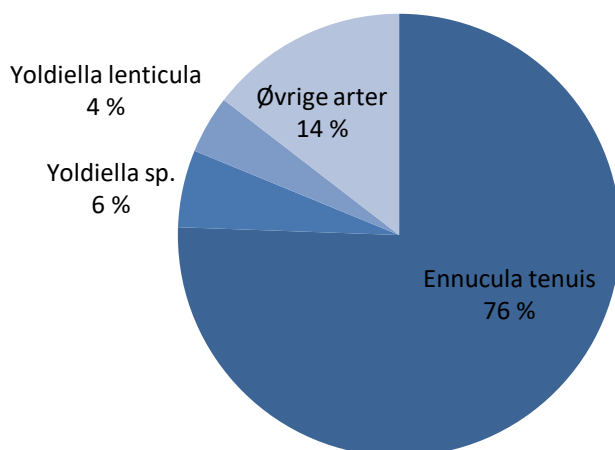
3.1.3 LAK-3

Ved LAK-3 ble det registrert 1911 individer fordelt på 39 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Stasjonen ble klassifisert i midtre del av intervallet for **god tilstand** ut fra veileder 02:2013 (Tabell 3.1.3.2).

Tabell 3.1.3.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAK-3 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Ennucula tenuis</i>	2	1 444	75,6
<i>Yoldiella sp.</i>	1	108	5,7
<i>Yoldiella lenticula</i>	3	81	4,2
<i>Thyasira sarsii</i>	4	37	1,9
<i>Euclymeninae</i>	1	23	1,2
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	22	1,2
<i>Cirratulidae</i>	4	19	1,0
<i>Macoma calcarea</i>	4	19	1,0
<i>Nephtys paradoxa</i>	2	18	0,9
<i>Nuculana pernula</i>	2	17	0,9
Øvrige arter	-	123	6,4

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



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

Tabell 3.1.3.2 Faunaresultater for LAK-3 fra grabb 1, 2, 3 og grabb 4 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut gjennomsnittlig- (\bar{G}) og stasjonsverdi (\check{S}) fra de fire grabbene. Bestemmende indekser (NQ11, H', ES100, ISI og NSI) er omregnet til en normalisert økologisk verdi (nEQR) for gjennomsnittlig (\bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V6.2).

Indeks	LAKS-3-1	LAKS-3-2	LAKS-3-3	LAKS-3-4	\bar{G}	\check{S}	nEQR \bar{G}
S	26	26	20	25	24	39	
N	450	466	461	534	478	1911	
NQ11	0,734	0,725	0,698	0,716	0,718	0,732	0,796
H'	1,686	1,712	1,630	1,786	1,703	1,772	0,423
J	0,359	0,364	0,377	0,385	0,371	0,335	
H'max	4,700	4,700	4,322	4,644	4,592	5,285	
ES100	11,910	12,970	12,120	13,320	12,580	13,030	0,583
ISI	9,067	8,368	8,888	8,658	8,745	9,107	0,802
NSI	23,642	23,242	23,300	23,176	23,340	23,332	0,734
Grabbverdi							0,668

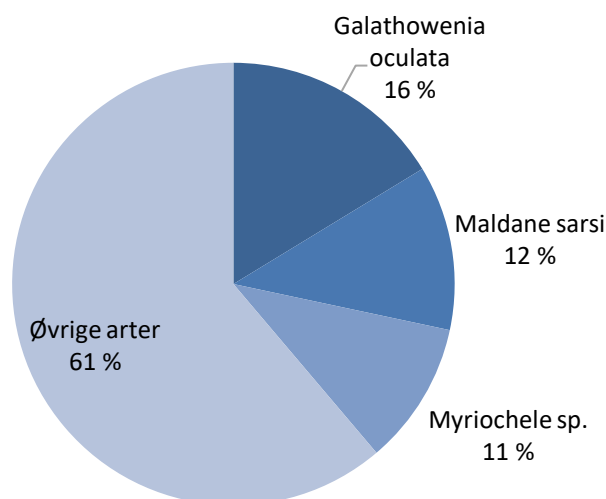
3.1.4 LAK-4

Ved LAK-4 ble det registrert 755 individer fordelt på 58 arter (tabell 3.1.4.1, tabell 3.1.4.2 og figur 3.1.4.1). Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2013 (Tabell 3.1.4.2).

Tabell 3.1.4.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAK-4 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Galathowenia oculata</i>	3	123	16,3
<i>Maldane sarsi</i>	4	91	12,1
<i>Myriochele sp.</i>	2	79	10,5
<i>Yoldiella lucida</i>	2	58	7,7
<i>Yoldiella solidula</i>		47	6,2
<i>Yoldiella lenticula</i>	3	41	5,4
Lumbrineridae	2	37	4,9
<i>Mendicula sp.</i>		35	4,6
<i>Parvicardium minimum</i>	1	32	4,2
<i>Ennucula tenuis</i>	2	23	3,0
Øvrige arter	-	189	25,0

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



Figur 3.1.4.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAK-4.

Tabell 3.1.4.2 Faunaresultater for LAK-4 fra grabb 1, 2, 3 og grabb 4 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut gjennomsnittlig- (\bar{G}) og stasjonsverdi (\bar{S}) fra de fire grabbene. Bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er omregnet til en normalisert økologisk verdi (nEQR) for gjennomsnittlig (\bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V6.2).

Indeks	LAKS-4-1	LAKS-4-2	LAKS-4-3	LAKS-4-4	\bar{G}	\bar{S}	nEQR \bar{G}
S	33	38	41	32	36	58	
N	158	240	221	136	189	755	
NQI1	0,784	0,782	0,792	0,790	0,787	0,791	0,875
H'	4,139	4,326	4,217	4,253	4,234	4,433	0,929
J	0,820	0,824	0,787	0,851	0,821	0,757	
H'max	5,044	5,248	5,358	5,000	5,162	5,858	
ES100	26,630	27,770	27,580	28,330	27,578	27,550	0,886
ISI	10,426	10,022	9,329	9,995	9,943	9,786	0,852
NSI	23,157	23,240	22,895	23,599	23,223	23,194	0,729
Grabbverdi							0,854

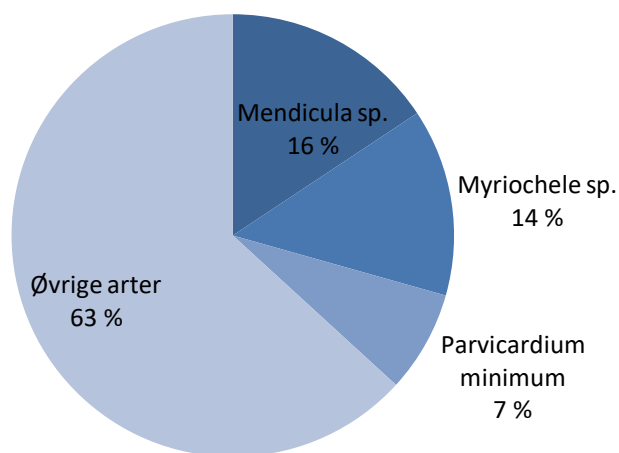
3.1.5 LAK-5

Ved LAK-5 ble det registrert 606 individer fordelt på 60 arter (tabell 3.1.5.1, tabell 3.1.5.2 og figur 3.1.5.1). Stasjonen ble klassifisert i midtre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2013 (Tabell 3.1.5.2).

Tabell 3.1.5.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAK-5 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Mendicula sp.</i>		95	15,7
<i>Myriochele sp.</i>	2	83	13,7
<i>Parvicardium minimum</i>	1	45	7,4
<i>Galathowenia oculata</i>	3	37	6,1
<i>Maldane sarsi</i>	4	37	6,1
Lumbrineridae	2	26	4,3
<i>Yoldiella solidula</i>		21	3,5
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3	20	3,3
<i>Thyasira sarsii</i>	4	19	3,1
<i>Ceratocephale loveni</i>	3	18	3,0
Øvrige arter	-	205	33,8

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



Figur 3.1.5.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAK-5.

Tabell 3.1.5.2 Faunaresultater for LAK-5 fra grabb 1, 2, 3 og grabb 4 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut gjennomsnittlig- (\bar{G}) og stasjonsverdi (\check{S}) fra de fire grabbene. Bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er omregnet til en normalisert økologisk verdi (nEQR) for gjennomsnittlig (\bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V6.2).

Indeks	LAKS-5-1	LAKS-5-2	LAKS-5-3	LAKS-5-4	\bar{G}	\check{S}	nEQR \bar{G}
S	38	38	34	32	36	60	
N	183	154	139	130	152	606	
NQI1	0,787	0,800	0,813	0,766	0,791	0,800	0,879
H'	4,339	4,371	4,368	4,160	4,309	4,615	0,939
J	0,827	0,833	0,859	0,832	0,838	0,781	
H'max	5,248	5,248	5,087	5,000	5,146	5,907	
ES100	29,630	31,810	29,640	28,260	29,835	30,170	0,908
ISI	8,652	9,568	9,470	9,499	9,297	9,796	0,825
NSI	22,644	23,940	24,931	25,004	24,130	24,022	0,765
Grabbverdi							0,863

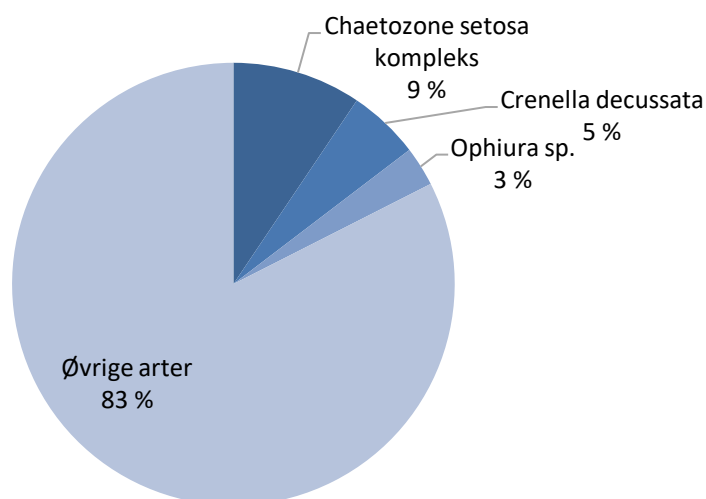
3.1.6 LAK-6

Ved LAK-6 ble det registrert 1592 individer fordelt på 182 arter (tabell 3.1.6.1, tabell 3.1.6.2 og figur 3.1.6.1). Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2013 (Tabell 3.1.6.2).

Tabell 3.1.6.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAK-6 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Chaetozone setosa kompleks</i>	4	150	9,4
<i>Crenella decussata</i>	1	83	5,2
<i>Ophiura sp.</i>	2	46	2,9
<i>Scoloplos sp.</i>		44	2,8
<i>Pholoe baltica</i>	3	43	2,7
<i>Tonicella marmorea</i>		42	2,6
<i>Ophiura robusta</i>	2	39	2,4
<i>Macoma calcarea</i>	4	38	2,4
<i>Paradoneis andreae</i>		34	2,1
<i>Eteone flava/longa</i>		31	1,9
Øvrige arter	-	1 042	65,5

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



Figur 3.1.6.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAK-6.

Tabell 3.1.6.2 Faunaresultater for LAK-6 fra grabb 1, 2, 3 og grabb 4 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut gjennomsnittlig- (\bar{G}) og stasjonsverdi (\check{S}) fra de fire grabbene. Bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er omregnet til en normalisert økologisk verdi (nEQR) for gjennomsnittlig (\bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V6.2).

Indeks	LAKS-6-1	LAKS-6-2	LAKS-6-3	LAKS-6-4	\bar{G}	\check{S}	nEQR \bar{G}
S	91	76	108	75	88	182	
N	477	296	581	238	398	1592	
NQI1	0,860	0,851	0,876	0,816	0,851	0,879	0,945
H'*	5,711	5,584	5,845	5,401	5,636	6,314	Utenfor klassegrense
J	0,878	0,894	0,865	0,867	0,876	0,841	
H'max	6,508	6,248	6,755	6,229	6,435	7,508	
ES100	46,710	47,200	49,080	48,280	47,818	54,670	
ISI	9,836	11,345	10,683	10,556	10,605	10,674	0,879
NSI	23,335	22,378	25,128	21,700	23,135	23,635	0,725
Grabbverdi							0,850

*Alle verdiene havnet utenfor klassegrensene, hvor høyeste verdi er 4,8. Alle satt til beste tilstandsklasse.

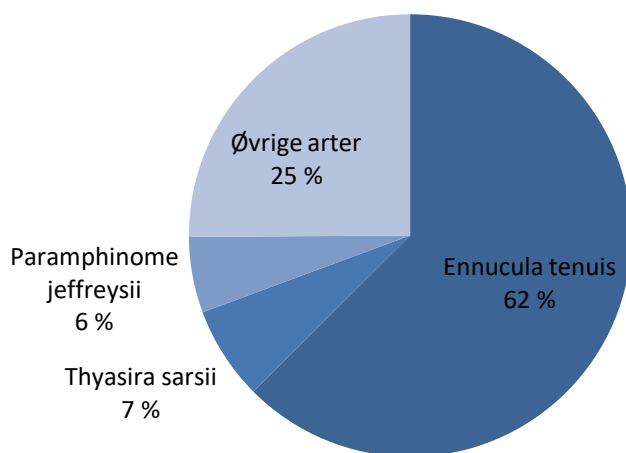
3.1.7 LAK-7

Ved LAK-7 ble det registrert 1697 individer fordelt på 59 arter (tabell 3.1.7.1, tabell 3.1.7.2 og figur 3.1.7.1). Stasjonen ble klassifisert i midtre del av intervallet for **god tilstand** ut fra veileder 02:2013 (Tabell 3.1.7.2).

Tabell 3.1.7.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAK-7 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Ennucula tenuis</i>	2	1 061	62,5
<i>Thyasira sarsii</i>	4	116	6,8
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	94	5,5
<i>Crenella decussata</i>	1	45	2,7
<i>Scoloplos armiger kompleks</i>	3	44	2,6
<i>Macoma calcarea</i>	4	38	2,2
<i>Nephtys ciliata</i>	3	26	1,5
<i>Abra nitida</i>	3	24	1,4
<i>Ophelina sp.</i>	3	24	1,4
<i>Galathowenia oculata</i>	3	19	1,1
Øvrige arter	-	206	12,1

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



Figur 3.1.7.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAK-7.

Tabell 3.1.7.2 Faunaresultater for LAK-7 fra grabb 1, 2, 3 og grabb 4 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut gjennomsnittlig- (\bar{G}) og stasjonsverdi (\bar{S}) fra de fire grabbene. Bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er omregnet til en normalisert økologisk verdi (nEQR) for gjennomsnittlig (\bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V6.2).

Indeks	LAKS-7-1	LAKS-7-2	LAKS-7-3	LAKS-7-4	\bar{G}	\bar{S}	nEQR \bar{G}
S	28	37	34	34	33	59	
N	449	444	371	433	424	1697	
NQI1	0,722	0,726	0,749	0,730	0,732	0,751	0,813
H'	2,000	2,973	2,168	2,735	2,469	2,644	0,593
J	0,416	0,571	0,426	0,538	0,488	0,450	
H'max	4,807	5,209	5,087	5,087	5,048	5,883	
ES100	15,440	20,290	17,150	18,350	17,808	18,790	0,760
ISI	8,470	8,136	8,818	8,107	8,383	8,598	0,729
NSI	22,609	21,795	22,943	22,677	22,506	22,487	0,700
Grabbverdi							0,719

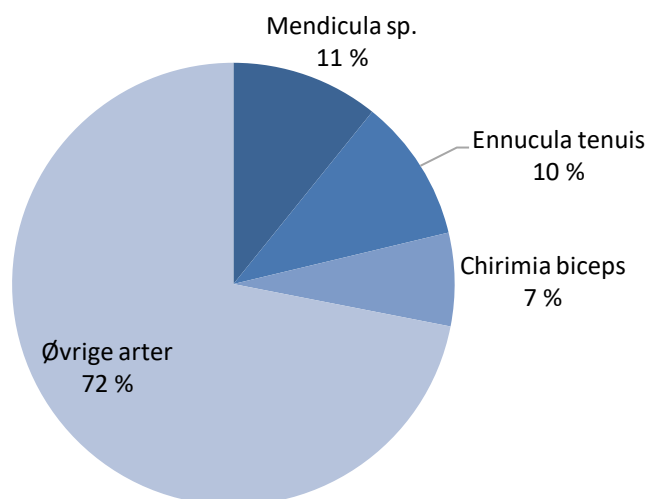
3.1.8 LAK-8

Ved LAK-8 ble det registrert 602 individer fordelt på 78 arter (tabell 3.1.8.1, tabell 3.1.8.2 og figur 3.1.8.1). Stasjonen ble klassifisert i midtre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2013 (Tabell 3.1.8.2).

Tabell 3.1.8.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAK-8 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Mendicula sp.</i>		65	10,8
<i>Ennucula tenuis</i>	2	63	10,5
<i>Chirimia biceps</i>	2	41	6,8
<i>Parvicardium minimum</i>	1	32	5,3
<i>Ceratocephale loveni</i>	3	30	5,0
<i>Myriochele sp.</i>	2	29	4,8
<i>Yoldiella solidula</i>		24	4,0
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	23	3,8
<i>Galathowenia oculata</i>	3	21	3,5
Lumbrineridae	2	20	3,3
Øvrige arter	-	254	42,2

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



Figur 3.1.8.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAK-8.

Tabell 3.1.8.2 Faunaresultater for LAK-8 fra grabb 1, 2, 3 og grabb 4 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut gjennomsnittlig- (\bar{G}) og stasjonsverdi (\bar{S}) fra de fire grabbene. Bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er omregnet til en normalisert økologisk verdi (nEQR) for gjennomsnittlig (\bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V6.2).

Indeks	LAKS-8-1	LAKS-8-2	LAKS-8-3	LAKS-8-4	\bar{G}	\bar{S}	nEQR \bar{G}
S	47	33	37	32	37	78	
N	272	109	125	96	151	602	
NQI1	0,804	0,819	0,820	0,816	0,815	0,838	0,905
H'	4,518	4,438	4,658	4,487	4,525	5,067	0,966
J	0,813	0,880	0,894	0,897	0,871	0,806	
H'max	5,555	5,044	5,209	5,000	5,202	6,285	
ES100*	31,660	31,740	33,690	-	32,363	35,530	0,934
ISI	8,707	9,945	10,507	10,078	9,809	9,708	0,846
NSI	23,879	25,192	25,997	25,722	25,197	24,856	0,808
Grabbverdi							0,892

*ES100 ble ikke beregnet da det krever minimum 100 individer

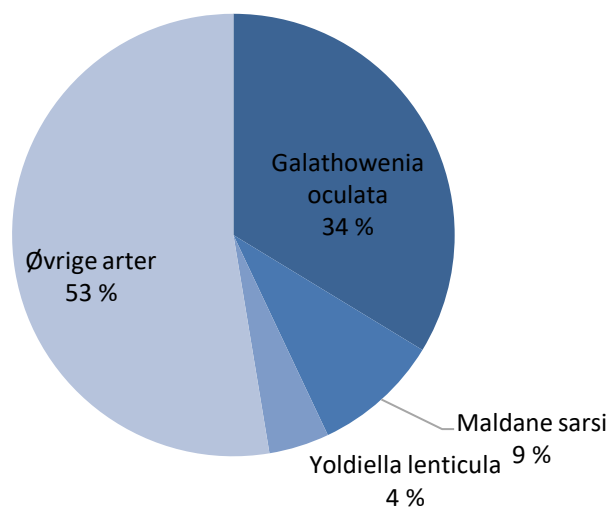
3.1.9 LAK-9

Ved LAK-9 ble det registrert 1745 individer fordelt på 93 arter (tabell 3.1.9.1, tabell 3.1.9.2 og figur 3.1.9.1). Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2013 (Tabell 3.1.9.2).

Tabell 3.1.9.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAK-9 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Galathowenia oculata</i>	3	588	33,7
<i>Maldane sarsi</i>	4	162	9,3
<i>Yoldiella lenticula</i>	3	77	4,4
<i>Ennucula tenuis</i>	2	73	4,2
<i>Lumbrineridae</i>	2	71	4,1
<i>Chirimia biceps</i>	2	68	3,9
<i>Mendicula sp.</i>		64	3,7
<i>Yoldiella lucida</i>	2	54	3,1
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	44	2,5
<i>Owenia sp.</i>		34	1,9
Øvrige arter	-	510	29,2

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



Figur 3.1.9.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAK-9.

Tabell 3.1.9.2 Faunaresultater for LAK-9 fra grabb 1, 2, 3 og grabb 4 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut gjennomsnittlig- (\bar{G}) og stasjonsverdi (\check{S}) fra de fire grabbene. Bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er omregnet til en normalisert økologisk verdi (nEQR) for gjennomsnittlig (\bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V6.2).

Indeks	LAKS-9-1	LAKS-9-2	LAKS-9-3	LAKS-9-4	\bar{G}	\check{S}	nEQR \bar{G}
S	47	54	55	59	54	93	
N	326	356	490	573	436	1745	
NQI1	0,784	0,813	0,749	0,751	0,774	0,781	0,860
H'	4,585	4,593	3,524	3,928	4,157	4,297	0,920
J	0,826	0,798	0,609	0,668	0,725	0,657	
H'max	5,555	5,755	5,781	5,883	5,743	6,539	
ES100	30,930	31,700	25,690	29,110	29,358	29,960	0,904
ISI	9,202	8,769	9,131	8,983	9,021	9,453	0,813
NSI	22,434	22,074	21,608	21,710	21,957	21,883	0,678
Grabbverdi							0,835

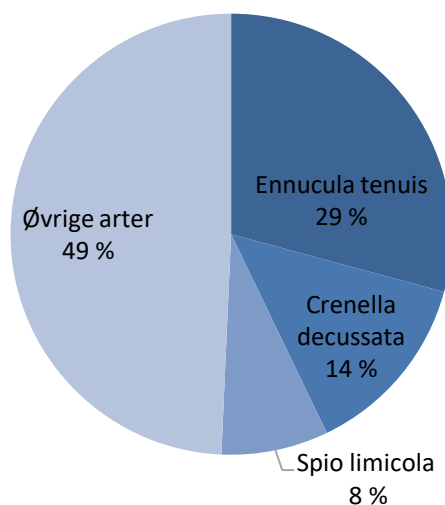
3.1.10 LAK-10

Ved LAK-10 ble det registrert 1708 individer fordelt på 74 arter (tabell 3.1.10.1, tabell 3.1.10.2 og figur 3.1.10.1). Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2013 (Tabell 3.1.10.2).

Tabell 3.1.10.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAK-10 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Ennucula tenuis</i>	2	499	29,2
<i>Crenella decussata</i>	1	233	13,6
<i>Spio limicola</i>		134	7,8
<i>Galathowenia oculata</i>	3	119	7,0
<i>Scoloplos armiger kompleks</i>	3	118	6,9
<i>Macoma calcarea</i>	4	96	5,6
<i>Astarte sp.</i>		53	3,1
<i>Diastylis lucifera</i>	3	30	1,8
<i>Scoloplos sp.</i>		28	1,6
<i>Travisia forbesii</i>		27	1,6
Øvrige arter	-	371	21,7

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



Figur 3.1.10.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAK-10.

Tabell 3.1.10.2 Faunaresultater for LAK-10 fra fra grabb 1, 2, 3 og grabb 4 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut gjennomsnittlig- (\bar{G}) og stasjonsverdi (\bar{S}) fra de fire grabbene. Bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er omregnet til en normalisert økologisk verdi (nEQR) for gjennomsnittlig (\bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V6.2).

Indeks	LAKS-10-1	LAKS-10-2	LAKS-10-3	LAKS-10-4	\bar{G}	\bar{S}	nEQR \bar{G}
S	49	47	46	43	46	74	
N	407	512	382	407	427	1708	
NQI1	0,791	0,780	0,778	0,792	0,785	0,791	0,872
H'	4,161	3,744	4,007	3,720	3,908	4,042	0,888
J	0,741	0,674	0,725	0,686	0,707	0,651	
H'max	5,615	5,555	5,524	5,426	5,530	6,209	
ES100	27,710	22,670	26,250	23,020	24,913	25,520	0,859
ISI	8,665	8,848	9,575	9,361	9,112	9,046	0,817
NSI	23,528	23,719	23,831	24,118	23,799	23,797	0,752
Grabbverdi							0,838

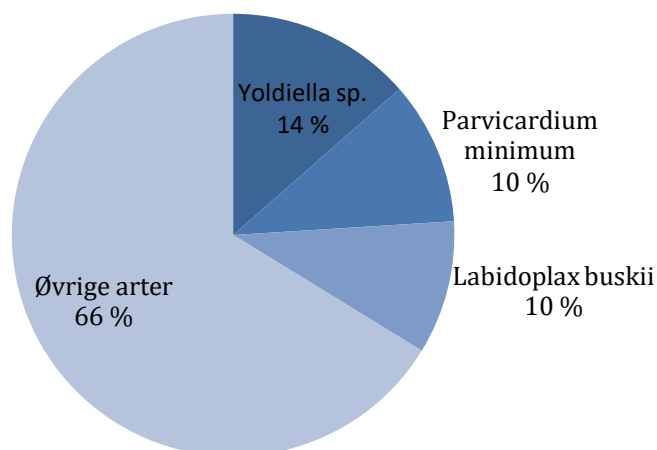
3.1.11 LAK-11

Ved LAK-11 ble det registrert 554 individer fordelt på 63 arter (tabell 3.1.11.1, tabell 3.1.11.2 og figur 3.1.11.1). Stasjonen ble klassifisert i midtre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2013 (Tabell 3.1.11.2).

Tabell 3.1.11.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAK-11 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Yoldiella sp.</i>	1	75	13,5
<i>Parvicardium minimum</i>	1	58	10,5
<i>Labidoplax buskii</i>	2	54	9,7
<i>Ophiura sp.</i>	2	53	9,6
Lumbrineridae	2	36	6,5
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3	29	5,2
<i>Ceratocephale loveni</i>	3	27	4,9
<i>Sipuncula</i>	2	22	4,0
<i>Mendicula sp.</i>		21	3,8
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	21	3,8
Øvrige arter	-	158	28,5

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



Figur 3.1.11.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAK-11.

Tabell 3.1.11.2 Faunaresultater for LAK-11 fra grabb 1, 2, 3 og grabb 4 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut gjennomsnittlig- (\bar{G}) og stasjonsverdi (\bar{S}) fra de fire grabbene. Bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er omregnet til en normalisert økologisk verdi (nEQR) for gjennomsnittlig (\bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V6.2).

Indeks	LAK-11-1	LAK-11-2	LAK-11-3	LAK-11-4	\bar{G}	\bar{S}	nEQR \bar{G}
S	29	29	41	29	32	63	
N	133	149	179	93	139	554	
NQI1	0,797	0,814	0,830	0,801	0,811	0,837	0,901
H'	4,246	4,092	4,323	4,208	4,217	4,543	0,927
J	0,874	0,842	0,807	0,866	0,847	0,760	
H'max	4,858	4,858	5,358	4,858	4,983	5,977	
ES100*	25,810	24,330	30,250	-	26,797	28,280	0,878
ISI	9,217	9,537	9,389	9,160	9,326	10,102	0,826
NSI	24,419	24,996	24,721	24,583	24,680	24,695	0,787
Tilstandsverdi							0,864

*ES100 kan ikke beregnes dersom individantallet er lavere enn 100

3.1.12 Samlet oversikt

Det var noe variasjon i art- og individantall ved stasjonene, hvor LAK-6 hadde høyest biodiversitet, og LAK-2 hadde lavest (Tabell 3.1.12.1). Det var liten forskjell i nEQR som varierte fra 0,668 som laveste verdi (LAK-3) og 0,892 som høyeste verdi (LAK-8). For Shannon-Wiener (H') var det noe mer varierende i klassifisering, men LAK-3 hadde også her laveste verdi, mens LAK-6 hadde høyeste verdi.

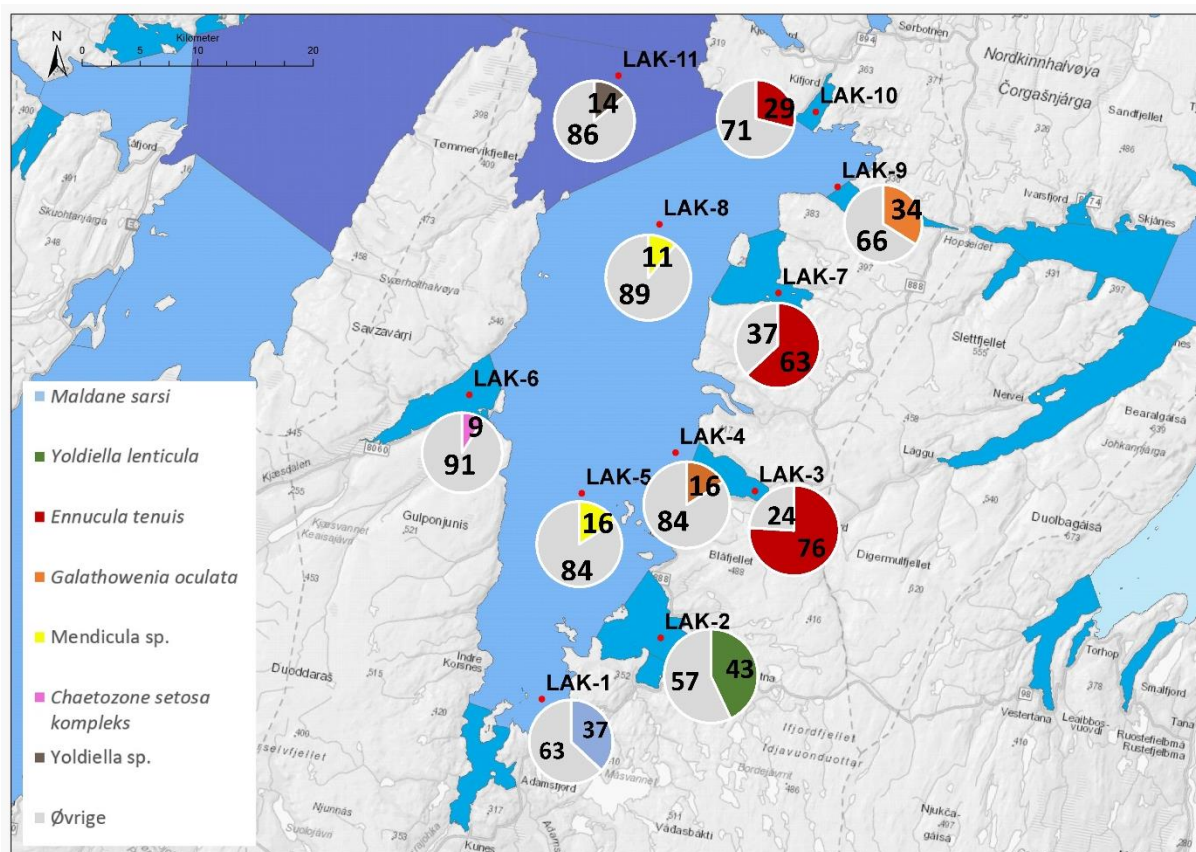
Det var ulik grad av dominans av en enkelt art ved de ulike stasjonene og det var ulike arter som var hyppigst forekommende (Figur 3.1.12.1). Ved LAK-3, LAK-7 og LAK-10 var muslingen *Ennucula tenuis* dominerende. Ved LAK-5 og LAK-8 var arter innenfor slekten *Menducula* sp. dominerende, mens det ved LAK-4 og LAK-9 var børstemarken *Galathowenia oculata* som var dominerende.

Resultatene fra MDS Bray-Curtis likhetstest viste hovedsakelig to grupperinger, samt tre stasjoner som var gruppert alene (figur 3.1.12.2).

Tabell 3.1.12.1: Samlet resultat over fauna fra stasjonene. Artsantall, individantall, Shannon-Wiener indeks H' og nEQR. Farge indikerer tilstandsklasse (Blå=svært god, grønn=god, gul=moderat).

Parameter/ stasjoner	Antall arter	Antall individ	H'	nEQR
LAK-1	44	880	3,345	0,783
LAK-2	29	290	2,785	0,748
LAK-3	39	1911	1,703	0,668
LAK-4	58	755	4,234	0,854
LAK-5	60	606	4,309	0,863
LAK-6	182	1592	5,636*	0,850
LAK-7	59	1697	2,469	0,716
LAK-8	78	602	4,525	0,892
LAK-9	93	1745	4,157	0,835
LAK-10	74	1708	3,908	0,838
LAK-11	63	554	4,217	0,864

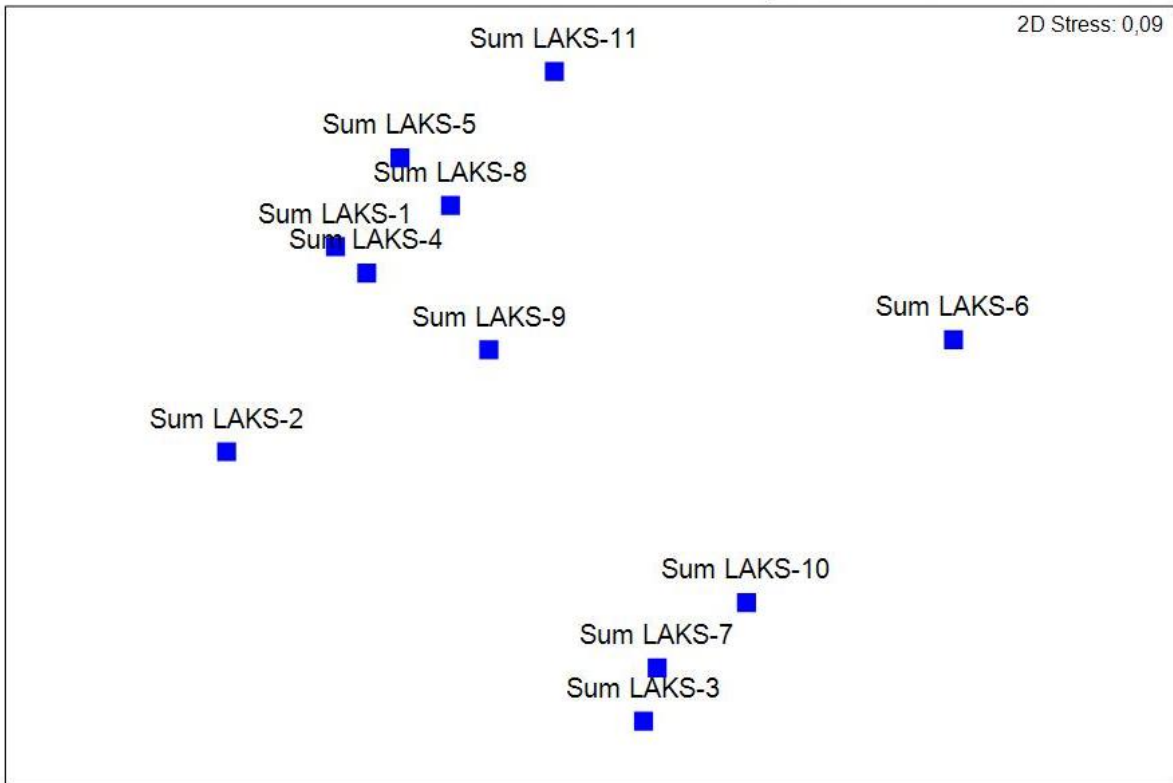
*Utenfor grenseverdi for tilstandsklasse, klassifisert til beste tilstand.



Figur 3.1.12.1: Hyppigst forekommende art ved de enkelte stasjonene, samt % andel de utgjorde. Kartet viser også vannforekomst inndelingen; Mørkeblått= Åpen eksponert kyst, Blå= Moderat eksponert kyst, Turkis=Beskyttet kyst/fjord. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84 (Vann-nett 2019).

Non-metric MDS

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

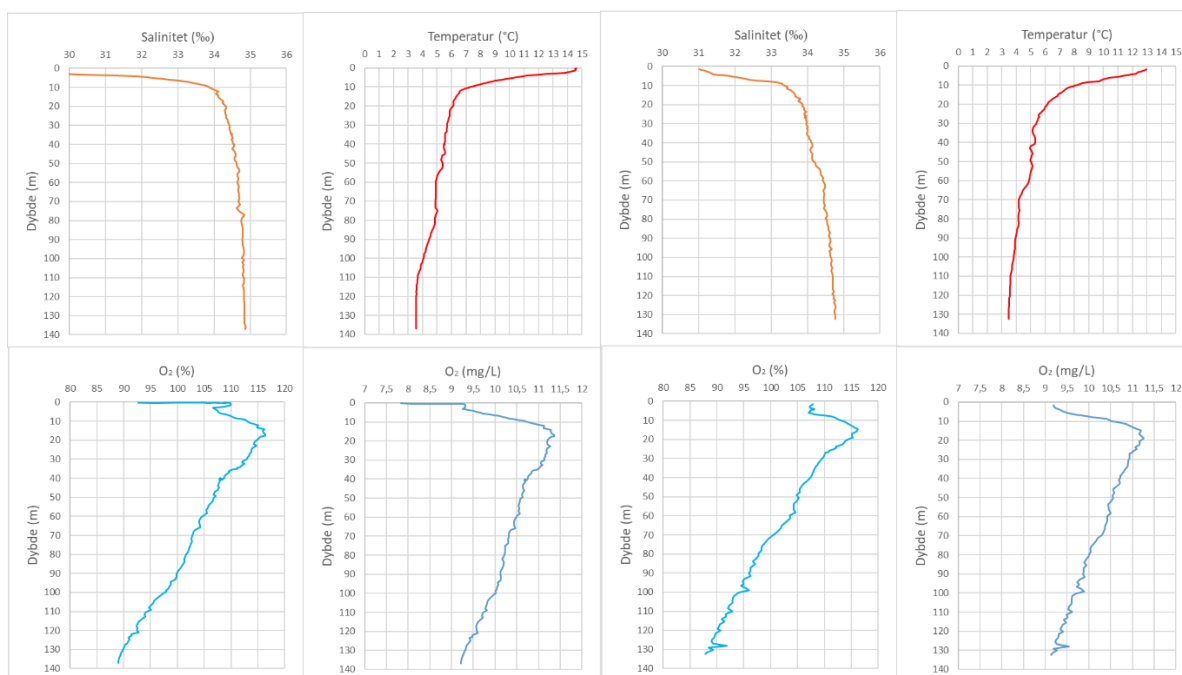


Figur 3.1.12.2: MDS Bray-Curtis likhetstest. Samlet resultat for hver stasjon. Desto nærmere stasjoner er hverandre, desto større likhet har biodiversiteten.

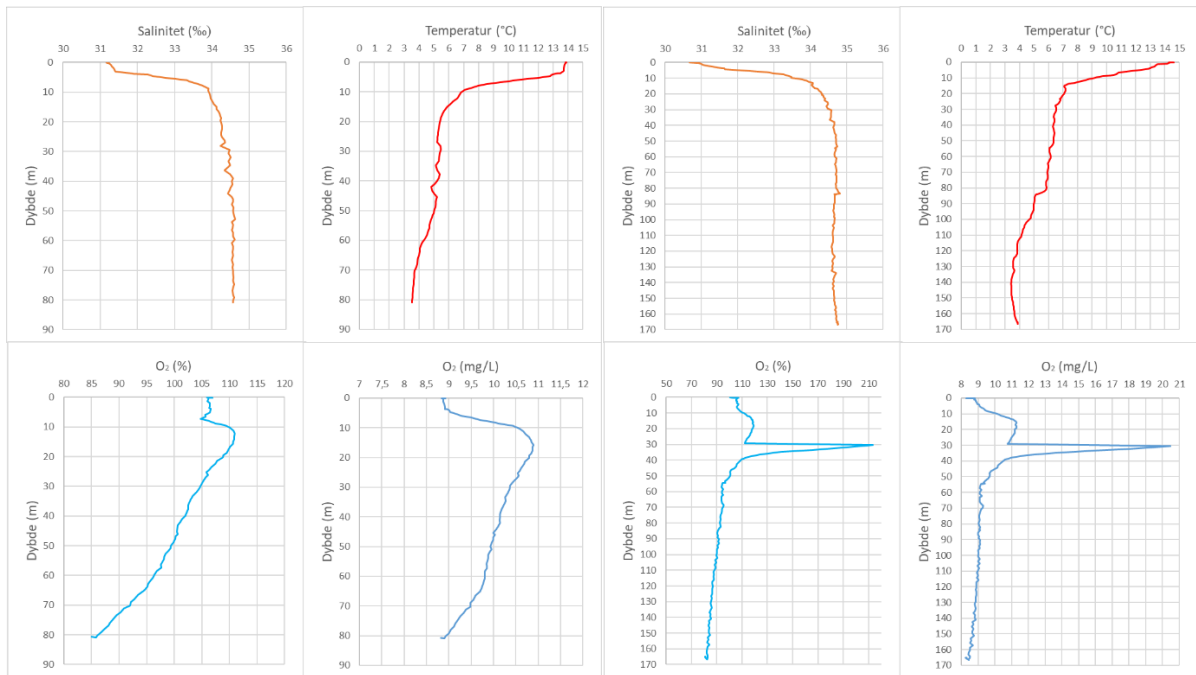
3.2 Hydrografi

3.2.1 CTD målinger

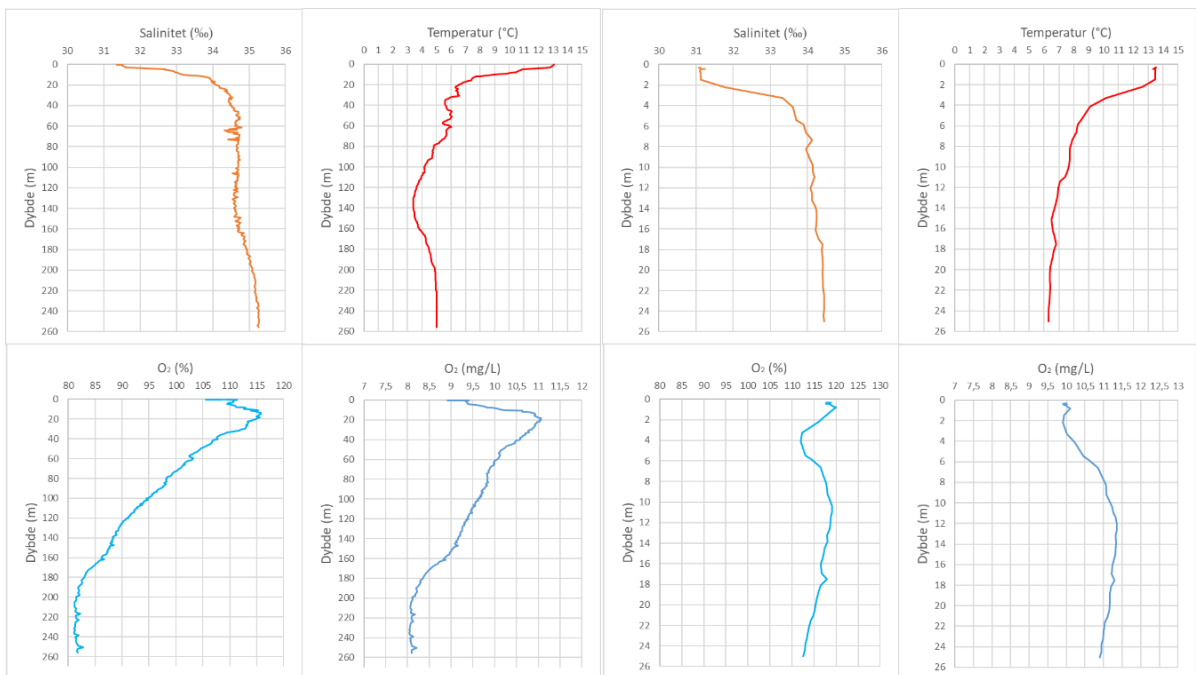
Det ble tatt CTD målinger ved samtlige stasjoner i Laksefjorden (Figur 3.2.1.1-3.2.1.6). Felles for alle målingene var at temperaturen var høyere i de øverste meterne av vannsøylen, mens saliniteten var lavere. Dette er ikke uventet på sommerhalvåret, da tilførsel av ferskvann øker med økende temperaturer som lager et sjikt. Klassifisering (Veileder 02:2013) av oksygeninnholdet målt i bunnvannet er innenfor tilstandsklasse I; "bakgrunn" ved alle stasjoner.



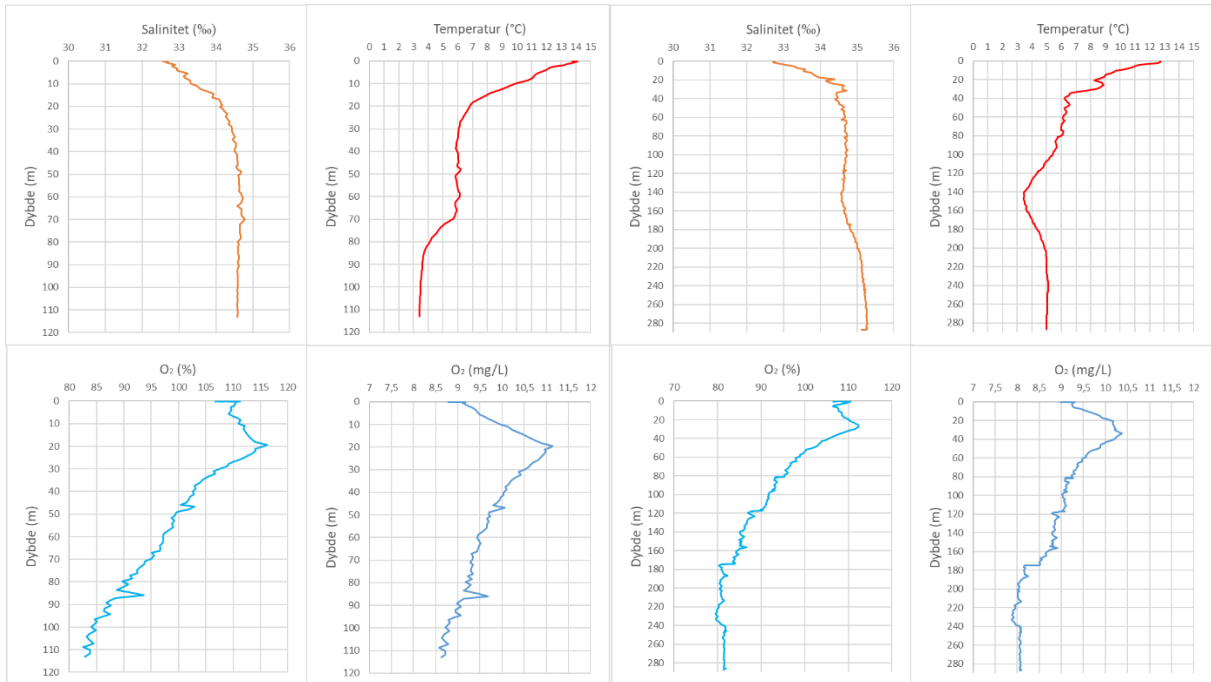
Figur 3.2.1.1 Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen for prøvepunktet LAK-1 til venstre og LAK-2 til høyre.



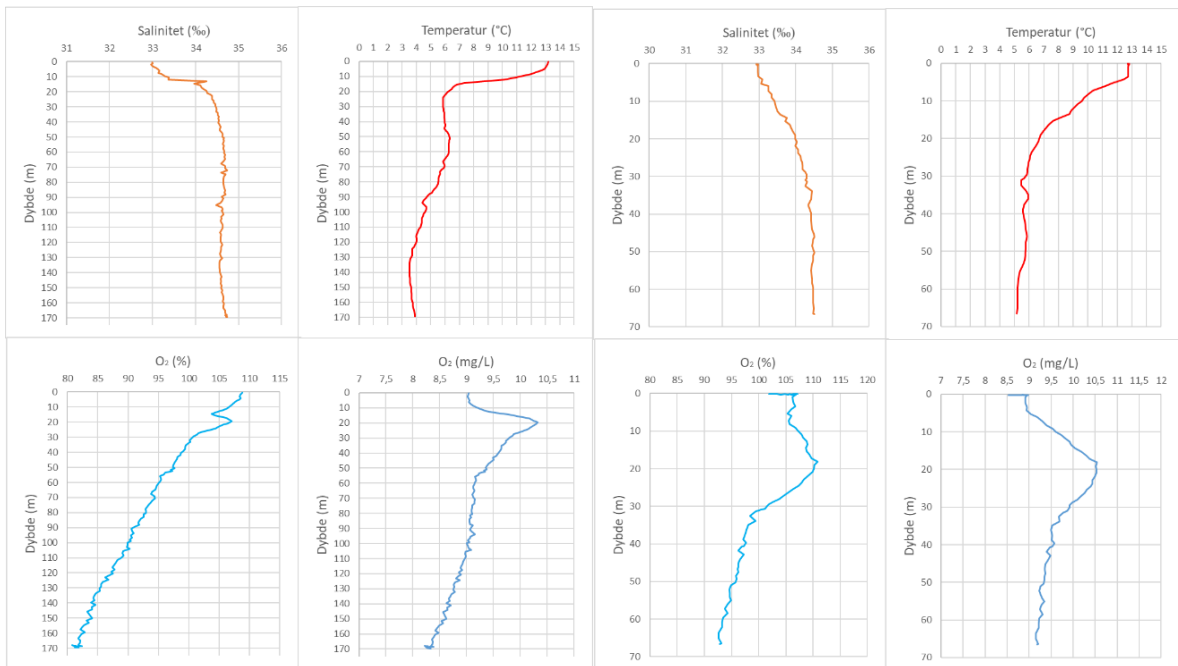
Figur 3.2.1.2 Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen for prøvepunktet LAK-3 til venstre og LAK-4 til høyre.



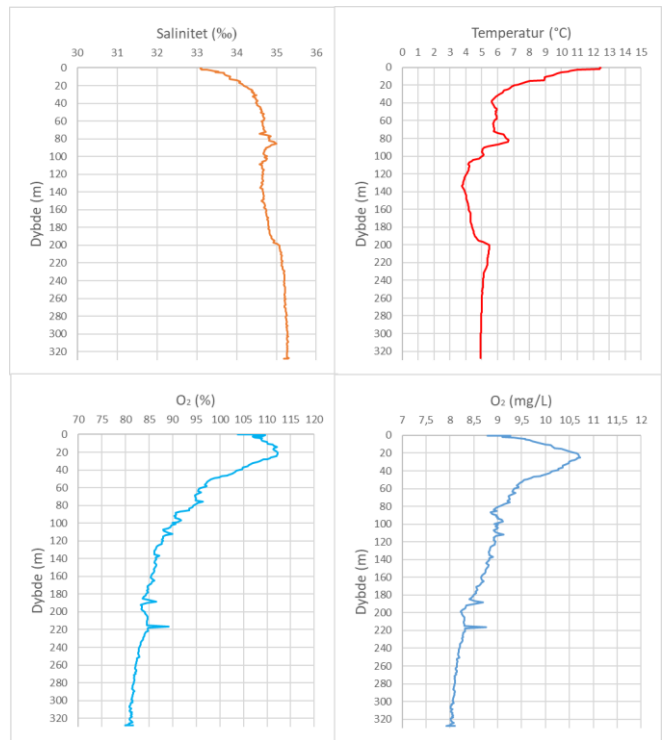
Figur 3.2.1.3 Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen for prøvepunktet LAK-5 til venstre og LAK-6 til høyre.



Figur 3.2.1.4. Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen for prøvepunktet LAK-7 til venstre og LAK-8 til høyre.



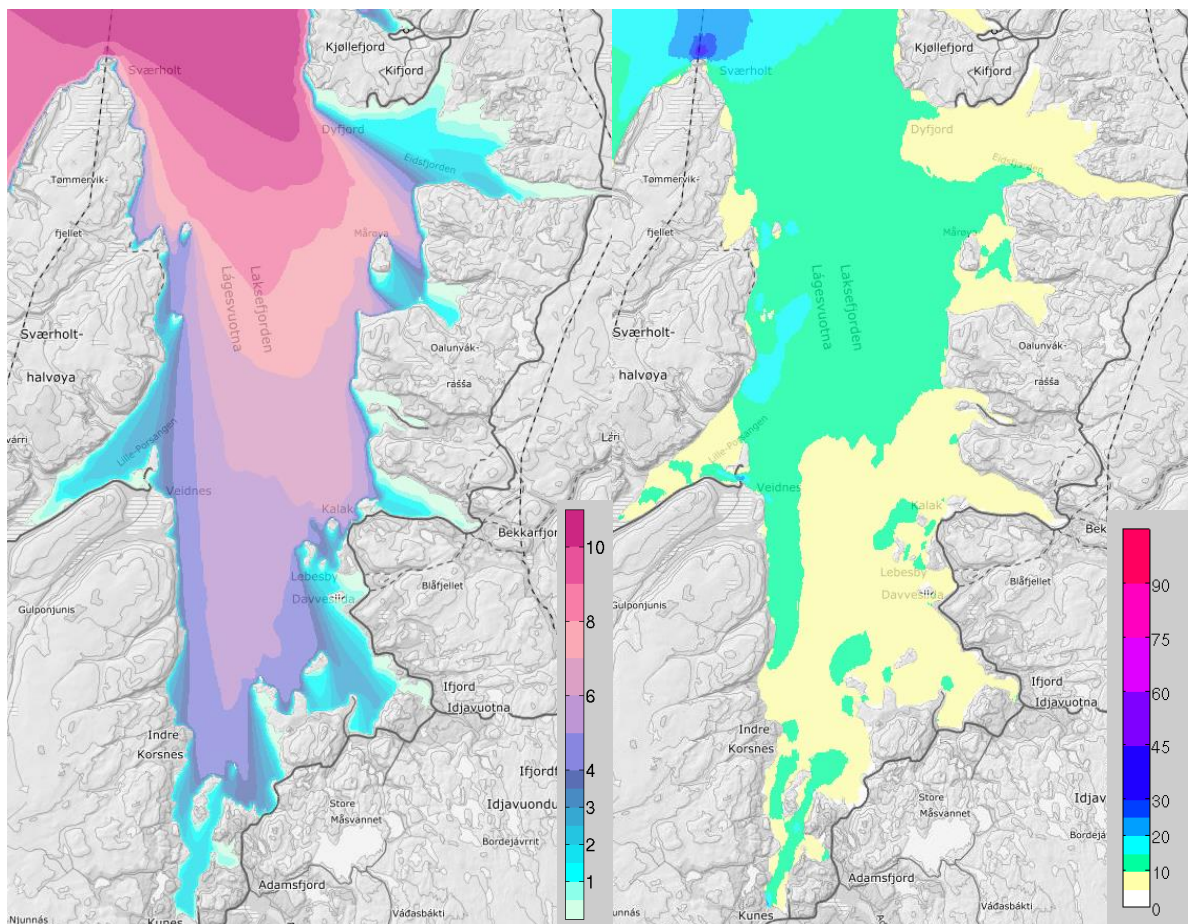
Figur 3.2.1.5 Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen for prøvepunktet LAK-9 til venstre og LAK-10 til høyre.



Figur 3.2.1.6 Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen for prøvepunktet LAK-11

3.2.2 Strøm og bølgeforhold

Modellerte strøm- og bølgeforhold viser at eksponeringen fra nord vedvarer mest rett sør og vest i Laksefjorden, mens sidefjordene er i større grad mer beskyttet og følgelig har mindre vannutskifting (hastighet; Figur 3.2.2.1; Akvaplan-Niva, 2019). Andre måledyp er ikke presentert, men viser jevnt lavere hastighet med dybde.



Figur 3.2.2.1 Strøm- og bølgeforhold i Laksefjorden. Figuren til venstre viser bølgehøyder hvor maksimal høyde er oppgitt i meter (tegnforklaringen). Figuren til høyre viser årsmiddel overflatestrømhastighet (midlere verdi, 50% prosentil; Akvaplan-Niva, 2019).

3.3 Sedimentanalyser

3.3.1 Sensoriske vurderinger

I hovedsak hadde sedimentet lys/grå farge, og besto av leire. Ved LAK1, LAK-2 og LAK-6 var det også en del grus samt noe skjellsand ved LAK-6. Samtlige stasjoner hadde fast konsistens, og det ble ikke registrert noe lukt. Det ble ikke registrert forekomster av naturlig organisk materiale (planter, blader, kvister, tang, annet), gassdannelse eller bakterien beggiatoa. 11 grabbhugg ble ikke godkjent grunnet forstyrret overfalte, og 13 grabbhugg ble ikke godkjent grunnet lavt volum i henhold til ISO 16665 (2013; Vedlegg 1).

3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viste at sedimentet i hovedsak besto partikkelstørrelse 2-200 μm . Ved samtlige stasjoner var det lav andel av de minste partiklene, og de aller største. LAK-2 skiller seg noe ut, men større andel av de minste partiklene, mens LAK-6 skiller seg noe ut med betydelig høyere andel partikkelstørrelse <200 enn de øvrige stasjonene (Tabell 3.3.2.1).

Tabell 3.3.2.1 Kornfordeling i prosent etter størrelsesorden

Stasjon	0,02-2 μm (%)	2-20 μm (%)	20-50 μm (%)	50-200 μm (%)	> 200 μm (%)
LAK-1	4,16	39,93	36,97	15,32	3,62
LAK-2	5,27	47,09	36,08	9,55	2,01
LAK-3	2,05	19,65	29,60	42,88	5,83
LAK-4	2,65	25,94	30,90	40,33	0,18
LAK-5	4,50	45,23	38,16	11,57	0,54
LAK-6	3,64	21,98	18,95	20,76	34,67
LAK-7	1,84	20,13	30,21	43,81	4,01
LAK-8	4,51	44,02	36,66	14,00	0,82
LAK-9	1,38	15,47	18,69	53,44	11,02
LAK-10	0,98	6,87	5,83	66,33	19,99
LAK-11	4,10	40,84	37,16	16,98	0,93

3.3.3 Kjemiske parametere

Verdiene for pH og E_h ble klassifisert med tilstand 1 (meget god) ved alle stasjonene (Tabell 3.3.3.1).

Tabell 3.3.3.1 pH- og E_h-verdier fra sedimentoverflaten. 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 (NS 9410 2016).

Stasjon	pH	E _h	pH/E _h poeng	Tilstand
LAK-1	7,5	396	0	1
LAK-2	7,1	314	0	1
LAK-3	7,2	246	0	1
LAK-4	7,5	300	0	1
LAK-5	7,3	279	0	1
LAK-6	7,1	297	0	1
LAK-7	7,4	270	0	1
LAK-8	7,4	283	0	1
LAK-9	7,7	226	0	1
LAK-10	7,5	267	0	1
LAK-11	7,6	224	0	1

Alle undersøkte metaller i sedimentet viste gode verdier og ble klassifisert med tilstandsklasse I eller II (tabell 3.3.3.2). Mengde organisk karbon i sedimentet var jevnt over lave, hvor høyeste verdi ble målt ved LAK-1 og LAK-11, mens laveste ble målt ved LAK-10. Det er ikke et klassifiseringssystem for fosfor, men de målte verdiene var relativt like mellom stasjonene. LAK-2 hadde noe høyere verdi enn de øvrige stasjonene, mens LAK-9 hadde laveste verdi. Erfaringsmessig er fosforkonsentrasjonene registrert i denne undersøkelsen lave.

Tabell 3.3.3.2 Innhold av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og etter innholdet av tørrstoff (TS). Tilstand (TS) er oppgitt etter Veileder M608 (2016) for Kadmium (Cd; mg/kg TS), Krom (Cr mg/kg TS), Arsen (As; mg/kg TS), sink (Zn; mg/kg TS), kobber (Cu; mg/kg TS), nikkel (mg/kg TS), TOC (% TS) og totalt organisk materiale (TOM; glødetap i % av TS). Fosfor (P; mg/kg TS)

Stasjon	Tørrstoff	TOC	Cd	TS	Ni	TS	Cr	TS	As	TS	Zn	TS	Cu	TS	P
LAK-1	40,2	2,1	0,075	I	30	I/II	42	I	4,5	I	78	I	19	I	784
LAK-2	38,3	2,6	0,092	I	35	II	48	I	7,5	I	81	I	21	II	1070
LAK-3	55,3	1,0	0,18	I	15	I	17	I	2,6	I	41	I	6,7	I	828
LAK-4	66,9	0,9	0,036	I	13	I	17	I	2,2	I	35	I	4,9	I	755
LAK-5	38,5	2,2	0,083	I	37	II	51	I	6,5	I	89	I	22	II	799
LAK-6	60,4	0,9	0,18	I	7,3	I	11	I	2,2	I	19	I	4,1	I	565
LAK-7	49,0	1,4	0,17	I	19	I	28	I	3,0	I	59	I	7,7	I	741
LAK-8	41,1	1,7	0,09	I	33	II	45	I	3,6	I	76	I	18	I	738
LAK-9	61,8	0,7	0,025	I	16	I	23	I	1,7	I	47	I	5,1	I	473
LAK-10	77,5	0,2	0,025	I	5,0	I	7,3	I	0,72	I	12	I	1,9	I	262
LAK-11	40,5	2,1	0,08	I	36	II	48	I	5,7	I	82	I	21	II	741

Utvidet kjemianalyse for miljøgifter og tungmetaller i sediment viste lave nivå for flere av de undersøkte parameterne (Tabell 3.3.3.3). For flere av parameterne er kvantifiseringsgrensen høyere enn grenseverdiene til de ulike tilstandsklassene. Resultatene for disse er satt etter strengeste klassifisering, slik at resultatene garanterer at det ikke er dårligere tilstand enn dette.

Tabell 3.3.3.3. Analyseresultater av sedimentprøver for tungmetaller, TBT, PAH, BDE, DDT, DEHP, HCH, SCCP, MCCP, Nonylfenol og Oktylfenol, hvor farge indikerer tilstandskategori; blå farge: Klasse I («bakgrunn»), grønn farge: Klasse II, gul farge: Klasse III, oransje farge: Klasse IV og rød farge: Klasse V («meget dårlig»). Grenseverdiene er hentet fra Veileder M-608 (Miljødirektoratet, 2016) og veileder 02:2018. Vedlegg 5.

Parameter	Kvantifiseringsgrense	Stasjon			Enhet
		LAK-7	LAK-9	LAK-10	
Kvikksølv	0,001	0,02	0,015	0,006	mg/kg
Bly	0,5	5,4	4,3	2,4	mg/kg
sum BDE (Bromerte difenyletere)	1	nd	18,1	8,26	µg/kg
Sum DDT	3	<3	<3	<3	µg/kg
Di-(2-etylheksyl)ftalat (DEHP)	0,05	<1	<1	<1	mg/kg
g-HCH (Lindan, heksaklorsykloheksan)	1	<1	<1	<1	µg/kg
Kortkjededede klorparafiner (SCCP)	40	nd	nd	nd	µg/kg
Mellomkjededede klorparafiner (MCCP)	0,1	nd	nd	nd	mg/kg
Nonylfenol	100	<100	<100	<100	µg/kg
4-t-Oktylfenol	10	<10	<10	<10	µg/kg
Tributyltinn (TBT)*	4	<2,5	<2,5	<2,5	µg/kg
Tributyltinn (TBT) (forvaltningsmessig)*		<2,5	<2,5	<2,5	µg/kg
PAH (16)					
Naftalen	10	<10	<10	<10	µg/kg
Acenaftylen	10	<10	<10	<10	µg/kg
Acenaften	10	<10	<10	<10	µg/kg
Fluoren	10	<10	<10	<10	µg/kg
Fenantren	10	<10	<10	<10	µg/kg
Antracen	10	<10	<10	<10	µg/kg
Fluoranten	10	<10	<10	<10	µg/kg
Pyren	10	<10	<10	<10	µg/kg
Benzo(a)antracen	10	<10	<10	<10	µg/kg
Krysen/Trifenylen	10	<10	<10	<10	µg/kg
Benzo(b)fluoranten	10	<10	<10	<10	µg/kg
Benzo(k)fluoranten	10	<10	<10	<10	µg/kg
Benzo(a)pyren	10	<10	<10	<10	µg/kg
Dibenso(ah)antracen	10	<10	<10	<10	µg/kg
Benzo(g,h,i)perylen	10	<10	<10	<10	µg/kg
Indeno(1,2,3-cd)pyren	10	<10	<10	<10	µg/kg
Sum PAH-16 EPA		nd	nd	nd	µg/kg

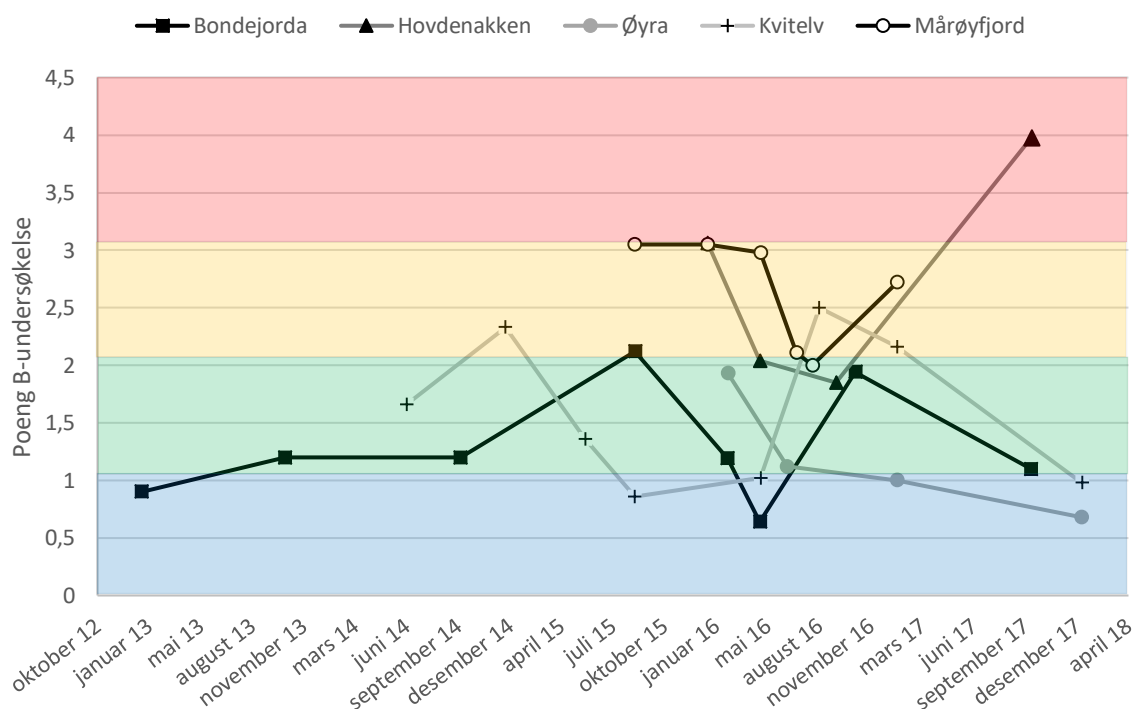
* se tabell vedlegg 5

3.4 Akvakulturlokaliteter

I denne rapporten er det benyttet resultater fra to ulike typer undersøkelser ved akvakulturanlegg, hvorav B-undersøkelsen er en enkel trendovervåking av bunnforholdene under et oppdrettsanlegg, og C-undersøkelsen er en større undersøkelse som skal overvåke trenden i overgangssonen rundt anlegget.

3.4.1 B-undersøkelser

Resultatene fra uførte B-undersøkelsene viser en trend der tre av lokalitetene (Kvitelv, Bondejorda og Øyra) de siste undersøkelsene har vist gode forhold, mens forholdene har blitt noe dårligere ved de to andre lokalitetene (figur 3.4.1.1).

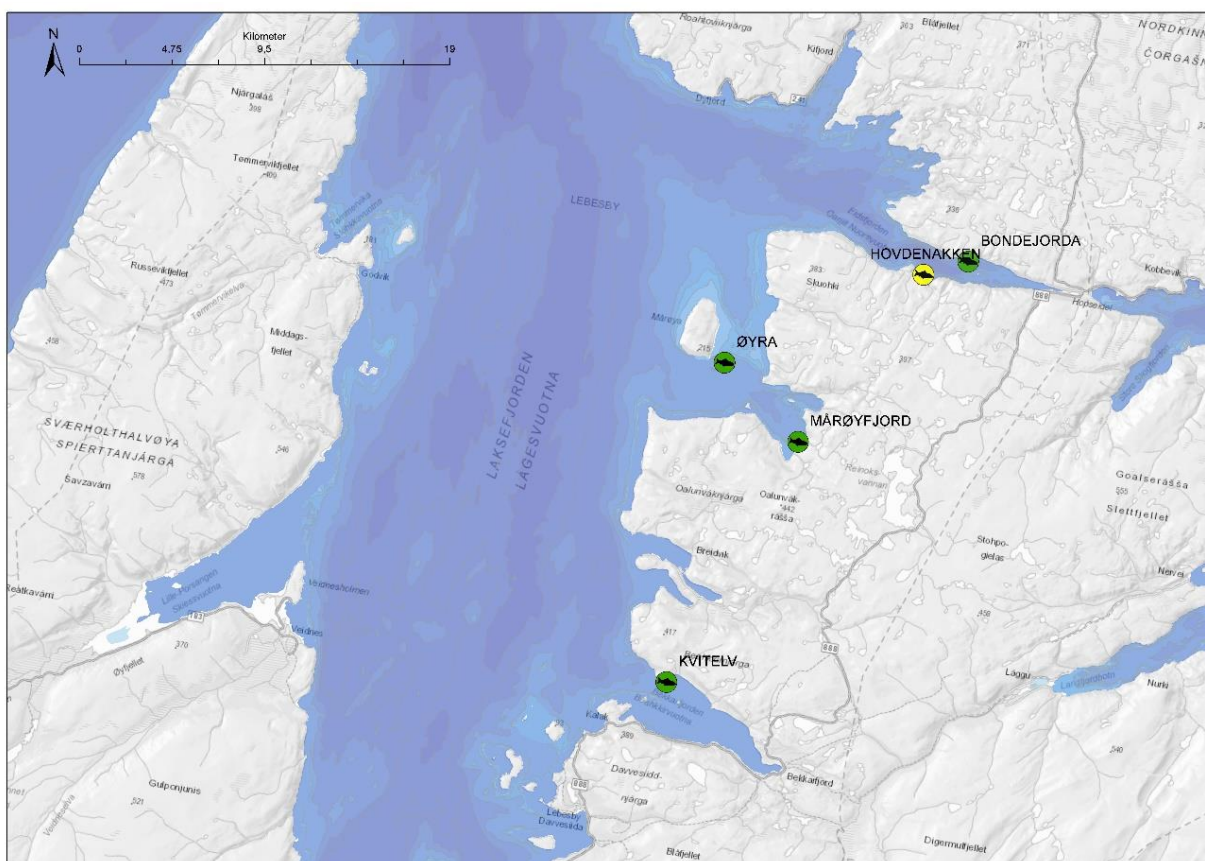


Figur 3.4.1.1 Historiske data fra utførte B-undersøkelser ved lokalitetene i Laksefjorden. Samlet resultat fra hver undersøkelse er oppgitt som egen indeksverdi (poengverdi) hvor <1.1 gir «Meget god» tilstand (blå), 1.1-<2.1 gir «God» tilstand (grønn), 2.1-<3.1 gir «Dårlig» tilstand (oransje) og ≥ 3.1 gir «Meget dårlig» tilstand (rød; NS9410 2016).

3.4.2 C-undersøkelser

De siste C-undersøkelsene gjort på lokalitetene i Laksefjorden viste god tilstand ved flere av anleggene, foruten om ved Hovdenakken (Åkerblå 2018a; Åkerblå, 2018b; Åkerblå, 2017; Åkerblå, 2016; Havbrukstjenesten 2015; figur 3.4.2.1). Ved denne lokaliteten var tilstanden til stasjonene plassert i overgangssonen god, men prøvene fra ytterkanten av denne sonen hadde moderate faunaforhold selv om den var på grensen til god. Resultater fra stasjonene plassert i anleggssonen er ikke inkludert i denne rapporten, da det er biodiversiteten i overgangssonen som er mest hensiktsmessig å se på i forbindelse med spredning av organisk belastning i resipienten. Tilstanden i umiddelbar nærhet av anlegget dokumenteres med historiske B-undersøkelser (kap 3.4.1).

Både arts- og individantallet var varierende mellom de ulike stasjonene, men det var en tydelig dominans av muslingen *Ennucula tenuis*, foruten om ved Hovedenakken hvor den rørbyggende børstemarken *Galathowenia oculata* var dominerende (Tabell 3.4.2.1)



Figur 3.4.2.1: Tilstand ved siste C-undersøkelse for lokalitetene i Laksefjorden. Blå = meget god, grønn = god, gul = moderat, Orange = dårlig, rød = svært dårlig.

Tabell 3.4.2.1 Resultater fra siste gjennomførte C-undersøkelse ved matfiskanleggene i Laksefjorden. Arts- og individantall, hyppigst forekommende art (dominans i %). Shannon-Wiener indeks (H') og nEQR er oppgitt for gjennomsnittet ved stasjonen. H' er klassifisert etter veileder 02:2018. Resultatene er basert på to grabber per prøvestasjon.

Parameter/ stasjoner	Prøvetidspunkt ifb. produksjon	Antall arter	Antall individ	Hyppigst forekommende art (%)	H'	nEQR
Bondejorda 2017						
BON-2	Prøvetidspunkt 15 måneder etter utsett, totalt 5 100 tonn utføret	41	1209	<i>Capitella capitata</i> (56%)	2,444	0,465
BON-3 (C2)		62	748	<i>Ennucula tenuis</i> (36%)	3,790	0,698
BON-4		55	930	<i>Ennucula tenuis</i> (22%)	3,939	0,701
BON-5		51	397	<i>Ennucula tenuis</i> (43%)	3,718	0,743
BON-6		72	1126	<i>Ennucula tenuis</i> (32%)	3,886	0,733
Hovdenakken 2017						
HOV-2 (C2)	Prøvetidspunkt 8 måneder etter utsett, totalt 3 200 tonn utføret	28	359	<i>Galathowenia oculata</i> (52%)	2,089	0,600
HOV-3		52	419	<i>Galathowenia oculata</i> (39%)	3,718	0,702
HOV-4		24	455	<i>Galathowenia oculata</i> (24%)	3,495	0,650
HOV-5*		42	147	<i>Thyasira</i> sp. (24%)	4,449	0,736
HOV--6		37	971	<i>Myriochele</i> sp. (31%)	3,303	0,656
Øyra 2018						
ØYR-2	Prøvetidspunkt 8 måneder etter utsett, totalt 2 957 tonn utføret	50	608	<i>Ennucula tenuis</i> (34%)	3,828	0,682
ØYR-3 (C2)		75	1622	<i>Ennucula tenuis</i> (34%)	3,702	0,700
ØYR-4		69	1159	<i>Ennucula tenuis</i> (37%)	3,700	0,719
ØYR-5		67	1253	<i>Ennucula tenuis</i> (34%)	3,638	0,694
ØYR-6		55	222	<i>Owenia borealis</i> (21%)	4,527	0,804
Mårøvfjord 2015						
MÅR-2	Prøvetidspunkt 9 måneder etter utsett, totalt 2 668 tonn utføret	51	1016	<i>Ennucula tenuis</i> (23%)	3,985	0,640
MÅR-3		44	1360	<i>Ennucula tenuis</i> (38%)	3,477	0,614
Kvitelv 2016						
KVI-2	Prøvetidspunkt 9 måneder etter utsett, totalt 3 237 tonn utføret	51	788	<i>Ennucula tenuis</i> (58%)	2,786	0,688
KVI-3*		62	346	<i>Ennucula tenuis</i> (26%)	4,427	0,791
KVI-5		62	673	<i>Ennucula tenuis</i> (25%)	3,800	0,690
KVI-6		43	445	<i>Ennucula tenuis</i> (60%)	2,765	0,683

* Resultater kun basert på en grabb

3.4.2.1 Kjemiske parametere

Kjemiske analyser gjort ved de siste C-undersøkelsene ved lokalitetene i Laksefjorden (Tabell 3.4.2.1.1) viste hovedsakelig gode forhold for samtlige parameter, foruten om noe høye nivå av organisk karbon i sedimentet ved en av stasjonene ved lokaliteten Hovdenakken.

Tabell 3.4.2.1.1 Innhold av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og etter innholdet av tørrstoff (TS) fra de siste gjennomførte C-undersøkelsene ved lokalitetene i Laksefjorden. 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) har ikke tilstandsklasser. Manglende data er merket med -.

Parameter/ stasjoner	TOM	nTOC	TS	P	Zn	TS	Cu	TS
Bondejorda 2017								
BON-2	3,1	26,1	II	1100	76	I	11,0	I
BON-3 (C2)	1,9	21,7	II	610	57	I	8,3	I
BON-4	4,2	22,3	II	630	59	I	9,2	I
BON-5	2,1	21,4	II	600	55	I	7,8	I
BON-6	1,7	20,7	II	690	60	I	8,7	I
Hovdenakken 2017								
HOV-2 (C2)	5,3	30,4	III	720	63	I	11	I
HOV-3	2,9	23,5	II	650	58	I	7,5	I
HOV-4	1,4	20,7	II	530	49	I	5,4	I
HOV-5	1,3	21,2	II	410	38	I	3,2	I
HOV-6	3,6	23,0	II	550	45	I	5,0	I
Øyra 2018								
ØYR-2	1,3	18,5	I	380	42	I	3,3	I
ØYR-3 (C2)	1,3	19,3	I	550	39	I	3,3	I
ØYR-4	1,4	18,7	I	600	46	I	3,9	I
ØYR-5	4,6	19,7	I	520	48	I	4,0	I
ØYR-6	0,9	20,3	II	330	26	I	31,0	II
Mårøyfjord 2015								
MÅR-2	0,75	18,7	I	1560	49,1	I	10,0	I
MÅR-3	1,02	18,2	I	2290	57,2	I	13,1	I
Kvitelv 2016								
KVI-2	-	-	-	-	-	-	-	-
KVI-3	-	-	-	-	-	-	-	-
KVI-5	0,6	22,7	II	430	26,0	I	3,9	I
KVI-6	0,5	19,8	I	410	19,0	I	3,2	I

4 Diskusjon

Miljøkartlegging

Totalt viser denne undersøkelsen en relativt homogen biodiversitet i Laksefjorden, hvor det var ingen åpenbare tegn til forurensing eller organisk belastning. Biodiversiteten i området var god, og ble klassifisert til beste eller nest beste tilstand etter veileder 02:2018. Flere av de samme artene forekom ved samtlige prøvestasjoner, hvor små muslinger (Yoldiidae, *Mendicula* sp, *Ennucula tenuis*) og rørbyggene børstemark (*Galatowenia oculata*, *Maldane sarsi* og *Myriochele* sp.) var vanligst. De øvrige sedimentanalysene viste også homogene verdier, hvor både pH/Eh og kjemiske parametere viste gode forhold ved samtlige stasjoner og ble klassifisert til beste eller nest beste tilstandsklasse etter veileder 02:2018. CTD-målingene viste varmere overflatevann, men lavere salinitet, noe som er forventet på sommerhalvåret. Oksygeninnholdet var høyt gjennom hele vannsøylen, men var høyest i det øverste laget av vannmassene. Ved to stasjoner (LAK-6 og LAK-10) var det grunt, og forskjellene mellom topp og bunnvann var mindre her. Ellers viste hydrografimålingene homogene vannmaser i Laksefjorden.

Det ble observert noen fellestrekk mellom prøver tatt fra samme vanntype. Den høyeste dominansen av en enkeltart ble registrert i det som betegnes som beskyttet kyst/fjord (vanntype 3). Likevel viste likhetstesten at stasjonene fra denne vanntypen hadde størst variasjon, mens artssammensetningen var likest i vanntype 2; moderat eksponert kyst. Noe av dette kan forklares med at bølge- og strømeksposeringen er størst på vestsiden av fjorden, mens sidefjordene på østsiden er mer beskyttet av sine omliggende landmasser. I tre av sidefjordene er det også elveutløp (Kifjord, Lille-Porsangen og Friarfjorden). Dette gir ulike forutsetninger for blant annet saltinnhold, temperatur, vannutskifting og næringstilgang og det er derfor ikke uventet at bunnfaunasammensetningen er likere i de åpnere vannmassene i hovedfjorden.

Prøvestasjonen fra Lille-Porsangen (LAK-6) skilte seg tydelig ut fra de andre med tanke på høy biodiversitet og et høyt artsantall. Prøvene ble tatt i et relativt grunt område (30 m) og det var flere arter her som ikke ble registrert andre steder, som for eksempel *Cistenides granulata* (tidligere navn; *Pectinaria granulata*). Arten trives i områder med kaldt vann og er tidligere funnet i fjorder i Finnmark (Holthe, 1986), men det er ellers lite kunnskap som foreligger. *C. granulata* betegnes som sjelden og er oppført som VU (sårbar) i artsdatabanks rødliste og både klimaendringer og predasjon fra kongekrabben er listet opp som mulige kilder til arten er så fåtallig. Likevel kan også manglende kunnskap være årsaken til at man har så få registreringer av denne arten (Artsdatabanken, 2019a). På denne prøvestasjonen ble det også registrert alger og noen løstliggende kalkalger i grabbprøvene. Slike kalkalger kan ved tilstrekkelige mengder danne en naturtype (ruglbunn) som vil kunne være et viktig habitat for mange marine organismer (NIVA, 2018) og som er listet opp på artsdatabanken rødliste som DD (datamangel; Artsdatabanken, 2019b). For å avdekke om denne naturtypen er tilstede

eller ikke i området kreves en nærmere kartlegging, da datagrunnlaget fra kun enkelte grabbprøver ikke er tilstrekkelig til å avgjøre dette

Påvirkning fra oppdrett

Påvirkning av oppdrett i bunndyrssammenheng dreier seg ofte om spredning av organisk materiale via fekalier og fôr og er på et begrenset området rundt anlegget, somregel innenfor 500 meter (NS9410 2016). Resultater fra denne miljøkartleggingen og historiske C-og B-undersøkelser indikerer at eventuell organisk påvirkning fra oppdrettsvirksomhet er begrenset til området i umiddelbar nærhet til anleggene. Resultatene fra B-undersøkelser viste varierende tilstand over tid ved de ulike lokalitetene i Laksefjorden og skyldes trolig når i produksjonssyklusen undersøkelsene ble tatt. Av disse undersøkelsene var det to tilfeller ved Hovdenakken hvor tilstanden var meget dårlig (tilstand 4), noe som indikerer overbelastning på havbunnen. Begge disse dokumenterte forholdene ved maksimal belastning, og forholdene bedret seg etter en brakkleggingsperiode.

Resultatene fra siste C-undersøkelse gjennomført på de ulike lokalitetene viste i hovedsak gode forhold i overgangssonen. Likevel hadde de fleste prøvene en tydelig dominans av en enkeltart, noe som generelt kan tyde på organisk belastning. Samtlige lokaliteter hadde høye forekomster av muslingen *Ennucula tenuis*, bortsett fra Hovdenakken som hadde høye forekomster av børstemarken *Galathowenia oculata*. Resultatene fra denne miljøkartleggingen viste lignende bunnfauna både ved stasjonene plassert i nærheten av anleggene (Bekkarfjorden og Mårøya/Mårøyafjorden) og i Kifjorden der det ikke er oppdrettsaktivitet. Dersom det var organisk overbelastning i nærheten av anleggene hadde vi forventet lavere biodiversitet og økende dominans desto nærmere prøvene var anleggene, men resultatene fra miljøkartleggingen viser høyere dominans enn ved C-undersøkelsene. Det virker derfor som at funnene fra denne undersøkelsen ikke gjenspeiler organisk belastning fra oppdrettsvirksomheten. Kjemiske støtteparameter viste også gode forhold, med lave verdier av karbon i sedimentet ved samtlige anlegg foruten om ved Hovdenakken. Likevel kan vi ikke utelukke at det ikke er noen form for påvirkning på bunndyrssamfunnet fra eventuell økt tilførsel av næring fra akvakultur.

Påvirkning fra kongekrabbe

Det er vanskelig å si noe om effekten av kongekrabben i Laksefjorden da det ikke foreligger data fra før krabben ble etablert i området. Det er trolig en rekke kjente og ukjente faktorer (klimaendringer, utslipp, oppdrett, bruk og vern av sjø og arter mm) som i samspill kan påvirke bunndyrssamfunnene. Tidligere studie har vist at kongekrabbens tilstedeværelse påvirker bunndyrssamfunn i den retning at noen få og små arter blir dominante, mens større dyr blir fåtallig fordi de er kongekrabbens føde. Bestandskartlegging av kongekrabben i Laksefjorden viste størst tetthet på østsiden av fjorden (Havforskningsinstituttet, 2016), der det også er etablert flere akvakulturanlegg. Både miljøkartleggingen og resultater fra C-undersøkelser viste høy dominans av muslingen *Ennucula tenuis* og børstemarken *Galatowenia oculata* i

disse områdene og dette støtter teorien om at tilstedeværelsen av kongekrabben fører til bunndyrssamfunn bestående av små og/eller rørbyggene dyr. Oug et al. (2010) påpeker at effekten av kongekrabbe på bunndyr kan framtone seg på samme måte som effekten av overgjødsling og kraftig forurensing, og det er derfor vanskelig å skille disse påvirkningskildene fra hverandre. Oug et al. (2010) var ikke i tvil om at kongekrabben hadde bidratt til endret bunndyrssamfunn og dette gjelder trolig for Laksefjorden også. Likevel viser miljøkartleggingen fra Bøkfjorden i 2018 (Åkerblå, 2018c) at det kan være relativt store variasjoner mellom ulike år, hvor mengden av blant annet rørbyggene børstemark og små muslinger varierte. Dette kan være tilfellet for Laksefjorden også, men da det ikke foreligger et sammenligningsgrunnlag er det vanskelig å si noe om en økning eller nedgang for disse artene. Det er likevel viktig å påpeke at resultatene fra miljøkartleggingen i 2019 viste god biodiversitet selv om tilstedeværelsen av kongekrabben kan ha medført endringer i artssammensetning.

Tungmetaller og miljøgifter

Ulike tungmetaller og miljøgifter påvirker miljøet og artene som lever der på ulike måter og ved ulike konsentrasjoner. Ved flere av miljøgiftene er grenseverdiene til de ulike tilstandsklassene satt lavere enn det som laboratoriet greier å detektere (deteksjons- eller kvantifiseringsgrense), og resultatene gir derfor et «verst tenkelig» bilde. For de stasjonene som hadde utvidet kjemianalyse av sedimentet viste resultatene hovedsakelig lave verdier, men innholdet av TBT, heksaklorsykkloheksan og nonylfenoler/oktylfenoler var noe høyere.

Høye nivåer av TBT i sediment finner man ofte i områder nært skipsverft, marinaer, trafikkerte havner og skipsleier da det har blitt brukt i bunnstoff for båter. Det er ikke lenger i bruk, men er et lite nedbrytbart stoff, og blir derfor liggende over lengre tid i sedimentet (Miljøstatus, 2019). Fordi stoffet er meget giftig for marine organismer er grenseverdien satt veldig lav. Det er svært vanskelig, om nesten umulig, å få analysert så lave verdier, og siden stoffet er lite nedbrytbart vil man omtrent overalt i kystnære strøk få verdier høyere enn grenseverdiene satt av miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2015). Det er derfor også oppgitt grenseverdier for TBT (forvaltningsmessig) som er høyere og skal brukes i forbindelse med tiltak i sediment.

Nonylfenoler og oktylfenoler tilhører en gruppe alkylfenoler som tidligere har blitt brukt i tekstiler, plastprodukter, maling, lakk og smøremidler, og som har vist seg å være et hormonforstyrrende stoff. Stoffene er hovedsakelig å finne i jordsmonn, men har også blitt påvist i sediment i ferskvann og kystvann. Høyere konsentrasjoner forekommer oftest nærmere punktkilder som industri og gjenvinningsanlegg. Både nonylfenoler og oktylfenoler er lite nedbrytbare og hopper seg derfor opp i miljøet og i organismer som lever der. Der er spesielt giftige for vannlevende organismer og kan skade foster og forplantningsevne hos pattedyr. Side 2002 ble det forbudt å produsere, importere, eksportere, omsette og bruke oktylfenoler i Norge, men bruk i maling og lakkprodukter, smøreljer og faste bearbejdede produkter omfattes ikke av forbudet. Det er likevel stor nedgang i utslipp og mål fastsatt i EUs

vanndirektiv er at alt kystvann, ferskvann og grunnvann skal ha god kjemisk tilstand innen 2021 (Miljøstatus, 2019b).

Heksaklorsyκλοheksan (HCH) inngår i en stor gruppe med persistente organiske miljøgifter (POP-er) og har blitt benyttet i plantevernmidler. Stoffet er i dag, sammen med andre POP-er, forbudt å produsere, importere, eksportere, markedsføre og bruke, både alene og i produkter. Selv om stoffet ikke lenger er i bruk gjenfinnes det i både dyr og miljø, da det har lang levetid. Stoffet spres gjennom luft og havstrømmer og er derfor også å finne i områder langt fra utslippspunktene (Miljødirektoratet 2016).

Det bør også nevnes at endelig klassifisering for flere av de undersøkte stoffene er avhengig av om resultatene representerer årlig gjennomsnittskonsentrasjon (AA-EQS) eller maksimal tillatt konsentrasjon (MAC-EQS), da det er ulike grenseverdier på tilstandsklassene for disse (vedlegg 5). Maksimal tillatt konsentrasjon er høyere enn årlige gjennomsnitt.

Feilkilder

Ved LAK-10 var det vanskelig å få prøver med sediment, og det ble forsøkt fire forskjellige steder, før det på femte forsøk var tilstrekkelig med sediment i prøven. Ved flere av stasjonene ble ikke alle grabbhuggene godkjent for volum og/eller overflate (LAK-6, LAK-8, LAK-11, LAK-9 og LAK-10). Det kan ha påvirket mengde dyr i prøvene, men da det ble tatt fire replikanter og det ikke var store forskjeller mellom dem, anser vi resultatene for å være representative.

5 Litteraturliste

- Artsdatabanken (2019a) Rugelbunn, hentet fra <https://artsdatabanken.no/rln/2018/326/ruglbunn?mode=headless>
- Artsdatabanken (2019b), *Pectinaria granulata* (Linnaeus, 1767). Hentet fra <https://www.artsdatabanken.no/Rodliste2015/rodliste2015/Norge/51205>
- Akvaplan-Niva (2019). Modellering av strøm- og bølgeforhold i Finnmark. Data hentet 03.10.2019 fra <http://kart.akvaplan.niva.no/>
- Fiskeridirektoratet (2018) *Yggdrasil*, Fiskeridirektoratets kartløsning. Hentet fra <https://kart.fiskeridir.no/> 15.10.2018
- 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 publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. (2002). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Berge J., Beylich, B., Gitmark, J., Ledang, A. (2011) Overvåking av Laksefjorden - forundersøkelse i 2010. Turbiditetsmålinger, bløtbunnsfauna, hardbunnsorganismer og forekomst av akrylamid, NIVA rapport nr. 611-2011
- 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
- Direktoratet for Mineralforvaltning (2018) *Sydvaranger Gruveområde i Sør-Varanger kommune – driftskonsesjon*. Hentet fra <https://dirmin.no/hoering/sydvaranger-gruveomrade-i-sor-varanger-kommune-driftskonsesjon> 15.10.2018.
- 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.
- 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.
- Grefsrud ES, Glover K, Grøsvik BE, Husa, V, Karlsen Ø, Kristiansen T, Kvamme BO, Mortensen S, Samuelsen OB, Stien LH, Svåsand T (red.) 2018. *Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2018*. Fisken og havet, særnr. 1-2018. S.111-126
- Havforskningsinstituttet (2016) *Kongekrabbe i norsk sone Bestandstaksering og rådgivning 2016*
- Holthe, T. 1986. Polychaeta Terebellomorpha. *MIOS*. 7: 1-194
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. 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.
- Keuning R & Schander C (2010) *Thyasira ockelmanni* (Mollusca: Bivalvia: Veneroidea), a new species of Thyasiridae from the Norwegian Sea. *Fauna Norvegica* 30:21-24.
- Miljødirektoratet (2015) Risikovurdering av forurenset sediment, veileder (M-490/2015) s.18
- Miljødirektoratet (2016) *POP-er—Persistente organiske miljøgifter*. Faktaark M-571/2016

- Miljødirektoratet (2017a) *Miljøgifter (Miljøstatus.no)*. Hentet fra <http://www.miljostatus.no/tema/kjemikalier/> 15.10.2018
- Miljødirektoratet (2017b) *Prioriteringslisten (Miljøstatus.no)*. Hentet fra <http://www.miljostatus.no/tema/kjemikalier/prioritetslisten/> 15.10.2018
- Miljødirektoratet (2017c) *Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) (Miljøstatus.no)* Hentet fra <http://www.miljostatus.no/tema/kjemikalier/prioritetslisten/pah/> 15.10.2018
- Miljøstatus, 2019a, TBT og andre organiske tinnforbindelser. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tbt>
- Miljøstatus, 2019b, Alkylfenoler og deres etoksilater, https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/prioriterte-miljogifter/alkylfenoler-og-deres-etoksilater/?fbclid=IwAR3SU6Twpos6R14CcSy3npyb99vQAue-dG1Qxz9lQuNfl2ZdgQmqvEx_sl8
- 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.
- NIVA (2018) *Ruglbunn til begjær: Ønsker høsting av sjelden og sårbar marin naturtype*, <https://www.niva.no/nyheter/ruglbunn-til-begjaer-onsker-hosting-av-sjelden-og-sarbar-marin-naturtype>
- NS 4764 (1980). Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. Norges standardiseringsforbund.
- NS 9410 (2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge.
- NS-EN ISO 16665 (2014). Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014). Standard Norge
- Oug E, Cochrane SKJ, Sundet JH, Norling K, Nilsson HC, Vansteenbrugge L (2010) Effekter av kongekrabbe på økosystemet på bløtbunn: Undersøkelser i Varanger 2006-2009. Niva rapport nr. 6037, 12 s.
- 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.
- 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.
- Skaare, B., Oug, E., Nilsson, H. (2007) Miljøundersøkelser i fjordsystemet utenfor Kirkenes i Finnmark 2007. Sedimenter og bløtbunnsfauna. NIVA rapport nr. 5473-2007
- Skei, J. and B. Rygg (1989). Miljøundersøkelser i fjordsystemet utenfor Kirkenes i Finnmark. 1. Bløtbunnsfauna og sedimenter. NIVA rapport 2213. Oslo.
- Skei, J., B. Rygg, et al. (1995). Miljøundersøkelser i fjordsystemet utenfor Kirkenes i Finnmark. Bløtbunnsfauna, sedimenter og partikler i vann, juni 1994. NIVA rapport 3281. Oslo
- Svein Askheim (2017) Kirkenes, Store Norske leksikon, hentet fra <https://snl.no/Kirkenes> 15.10.2018.

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.

Havbrukstjenesten (2015) C-undersøkelse for Mårøyfjord, s. 1-20

Åkerblå (2016) C- og ASC-undersøkelse for Kvitelv, s.1-40

Åkerblå (2017) C- og ASC-undersøkelse for Hovdenakken, s. 1-59

Åkerblå (2018a) C- og ASC-undersøkelse for Bondejorda, s. 1-59

Åkerblå 2018b) C- og ASC-undersøkelse for Øyra, s. 1-57

Åkerblå (2018c) Miljøundersøkelse i Bøkfjorden i Pasvik vannområde. S. 1-70.

Vedlegg

- 1 – Feltlogg (B-parametere)
- 2 – Analysebevis
- 3 – Klassifisering av forurensingsgrad
- 4 – Indeksbeskrivelser
- 5 – Referansetilstander
- 6 – Artslister
- 7 – Bilder av sediment