

C-undersøkelse

NS9410:2007

ASC-undersøkelse

ASC Salmon Standard - Version 1.0 2012



Lokalitet:

Kasterholmen

Dato for felt:

11.02.2016 og 29.05.18

Oppdragsgiver:

Lerøy Aurora AS

Rapport	
Tittel	C-undersøkelse for Kasterholmen med ASC-undersøkelse
Rapportnr.	MCR-M-16031 - Kasterholmen -2016
Rapportdato	25.07.2018
Dato feltarbeid	11.02.2016 og 29.05.18
Revisjonsnr.	R1
Revisjonsbeskrivelse	Lagt inn referansestasjon tatt ved et senere tidspunkt.
Lokalitet	
Lokalitet	Kasterholmen, Sør-Varanger kommune, Finnmark Fylke
Lokalitetsnummer	Ny
Oppdragsgiver	
Selskap:	Lerøy Aurora AS
Kontaktperson:	Hugo Nilsen
Oppdragsansvarlig	
Selskap	Åkerblå AS Nordfrøyveien 413, 7260 Frøya Organisasjon nr. 916 763 816
Ansvarlig prøvetaking	Navn: Frode Bjørklund
Rapportansvarlig	Navn: Frode Bjørklund Epost: frode@akerbla.no Tlf.: 48148881
Forfatter (e)	Frode Bjørklund Therese S. Løkken Dagfinn Breivik Skomsø
Godkjent av	Bjørn Erik Bye

Forord

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse av lokalitet Kasterholmen. C-undersøkelsen er også en del av en ASC-undersøkelse. ASC-undersøkelsen er presentert i kapittel 6. C-undersøkelsen er gjort etter NS 9410:2007 selv om standard NS 9410:2016 ble gjeldende like før utføring av feltarbeid. På grunn av kort tid fra utgivelse av ny standard til gjennomføring av feltarbeid var det ikke mulighet til å endre rutiner for prøvetaking før feltarbeidet.

Åkerblå AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter SFT-Veileder 97:03 og Norsk Standard NS 9410, samt NIVA- rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2013 (Anon 2013) ved Direktoratgruppa for gjennomføring av vanndirektivet. Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Tromsø/Trondheim 11.04.2016

Revisjon: Det ble tatt prøver fra en referansestasjon 29.05.18. Denne revisjonen inkluderer resultatene fra referansestasjonen, mens det er kun gjort mindre endringer ellers i rapporten.

Trondheim / Tromsø 25.07.2018

Sammendrag

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse og en ASC undersøkelse ved mulig fremtidig lokalitet for matfiskproduksjon ved Kasterholmen i Sør-Varanger kommune, Finnmark Fylke. Resultater og sammendrag fra ASC er presentert i kapittel 6.

Formålet med C-undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser etter drift av oppdrettsanlegg i området. Det ble samlet prøver til C-undersøkelse fra tre stasjoner i hovedstrømretningen i februar 2016, en ved anlegget (KAS-1), en i overgangssonen (KAS-2) og en fjernstasjon (KAS-3). I tillegg ble det samlet inn prøver fra tre stasjoner i returstrømmens retning for å oppfylle kravene i ASC Salmon Standard.

Totalt sett viser parameterne i denne C-undersøkelsen verdier som normalt forbindes med uberørte forhold. Unntaket er stasjonen KAS-6, som omtales i kap. 6, hvor det ble funnet vesentlig forhøyet innhold av normalisert TOC. Dette kan tyde på naturlig deponering av organisk materiale i området hvor denne stasjonen ligger.

Samtlige kriterier for alle stasjoner i undersøkelsen for Kasterholmen viser tilstand «Akseptabel» etter kravene i ASC Salmon Standard.

Referansestasjonen

Referansestasjonen viste generelt gode og uberørte forhold som ligner i stor grad bunndyrssammensetningen ved de øvrige prøvestasjonene. For eksempel ble det registrert flere like arter blant de ti hyppigst forekommende. Dette gjenspeiles også i ganske like sedimentforhold, men også kjemiske forhold med lave verdier av samtlige målte parametere. Spesielt gjelder likheten mellom referansestasjonen stasjonene som ble tatt i nordlig retning i forhold til planlagt anleggsplassering. Samlet vurderes stasjonen som representativ for øvrig prøveområde.

Innholdsfortegnelse

.....	1
1 Innledning	7
2 Bakgrunn	8
2.1 Undersøkelsesområdet	8
2.2 Produksjonsdata fra anlegget	9
3 Metode	10
3.1 Valg av stasjoner	10
3.2 Fauna-, kjemi-, geologi- og hydrografimålinger	11
3.3 Oversikt over utført arbeid	13
4 Resultater fra C-undersøkelsen	14
4.1 Bunnfyrsanalyse	14
4.1.1 Nærstasjonen - KAS-1	14
4.1.2 Overgangsstasjonen - KAS-2	16
4.1.3 Fjernstasjonen - KAS-3	18
4.1.3 Referansestasjon - KAS-REF	21
4.1.4 Geometriske klasser	24
4.2 Hydrografi.....	25
4.3 Sediment - Kornfordeling	28
4.4 Sediment – Totalt organisk karbon (TOC), fosfor, sink og kobber	29
4.5 Sediment – pH og Redokspotensial (Eh), sensoriske vurderinger	30
5 Oppsummering	31
5.1 Bunnfauna: Oppsummering og vurdering av miljøtilstand.....	31
5.2 Fysiske parametere: Oppsummering og vurdering av miljøtilstand	31
5.3 Total tilstand ved lokaliteten og øvrige kommentarer.....	32
5.4 Referansestasjon.....	32
6 ASC-Undersøkelse	33
6.1 Innledning ASC.....	33
6.2 Materiale og metode; Stasjonsplassering	34
6.3 Resultater fra ASC-undersøkelsen	35
6.3.1 KAS-1 (ved merde, innenfor AZE).....	36
6.3.2 KAS-2 (utenfor AZE)	37
6.3.3 KAS-3 (utenfor AZE)	38
6.3.4 KAS-4 (ved merde, innenfor AZE).....	39
6.3.5 KAS-5 (utenfor AZE)	40
6.3.6 KAS-6 (utenfor AZE)	41
6.3.6 Diskusjon	42
7 Referanser	43
8 Vedlegg	44
Vedlegg 1 - Indeksbeskrivelser.....	44
Vedlegg 2 - Referansetilstander med tilhørende tilstandsklasser.....	48
Vedlegg 3 - Klassifisering av forurensningsgrad (NSI).....	50
Vedlegg 4 - Feltlogg (MOM B parametere).....	52
Vedlegg 5 - Artsliste for bunnfauna.....	55
Vedlegg 6 - Indekser for nær- og overgangsstasjonen.....	66
Vedlegg 7 - CTD Data	68

Vedlegg 8 - Analysebevis	69
--------------------------------	----

1 Innledning

En C-undersøkelse er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget og utover i resipienten. Denne består av omfattende undersøkelser av makrofauna i bløtbunn samt målinger av fysiske og kjemiske parametere (hydrografi, sediment, miljøgifter). 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.

Miljøforholdene er avgjørende for antall arter og antall individer innenfor hver art i et bunndyrsamfunn. Ved naturlige forhold vil et bunndyrsamfunn inneholde mange ulike arter med en relativt jevn fordeling av individer blant disse artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. 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 forurensningstolerante (forurensningsindikerende) flerbørstemarkene *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne.

De fleste former for liv i sjøen er avhengig av oksygeninnholdet 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 (H₂S), som er giftig for biologisk aktivitet. I tillegg til bunndyrsanalyser kan surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) måles for å avgjøre om sedimentet er belastet av organisk materiale. Sure tilstander (lav pH) og lavt reduksjonspotensiale (lav Eh) reflekterer lite oksygen i sedimentet og kan indikere en signifikant grad av organisk belastning. Organisk materiale i sedimentet måles som totalt organisk karbon (TOC). I tillegg måles tungmetaller (sink og kobber) og fosfor i sedimentene for å vurdere i hvilken grad området er påvirket av eventuell kilde til forurensing.

Miljøundersøkelser i forbindelse med oppdrett skal gjøres med utgangspunkt i NS 9410:2007. I denne standarden står det at stasjoner for nær- og overgangssonen skal klassifiseres ut i fra arts- og individantall. Stasjon i fjernsonen skal for øvrig bedømmes ut ifra diversitets og sensitivtetsindekser som beskrevet i veileder 02:2013 (Anon, 2013).

Direktoratgruppen for gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder (Anon, 2013). Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes diversitets og sensitivtetsindeksene; Shannon-Wieners (H'), den sammensatte indeksen NQI1 (diversitet og sensitivitet), ES100 (diversitet), International sensitivity index (ISI), Norwegian sensitivity indeks (NSI) og Density Index (DI). Hver indeks er tildelt referanseverdier som deler funnene inn i ulike tilstandsklasser. Miljøkvaliteten i et område vil dermed kunne vurderes med utgangspunkt i disse tilstandsklassene. 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 andre resultater, for at konklusjonene skal bli korrekte. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indekser når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnsfauna (Molvær et al. 1997 og Veileder 02:2013). For beregning av indekser og referanseklasser se vedlegg 1 og 2.

2 Bakgrunn

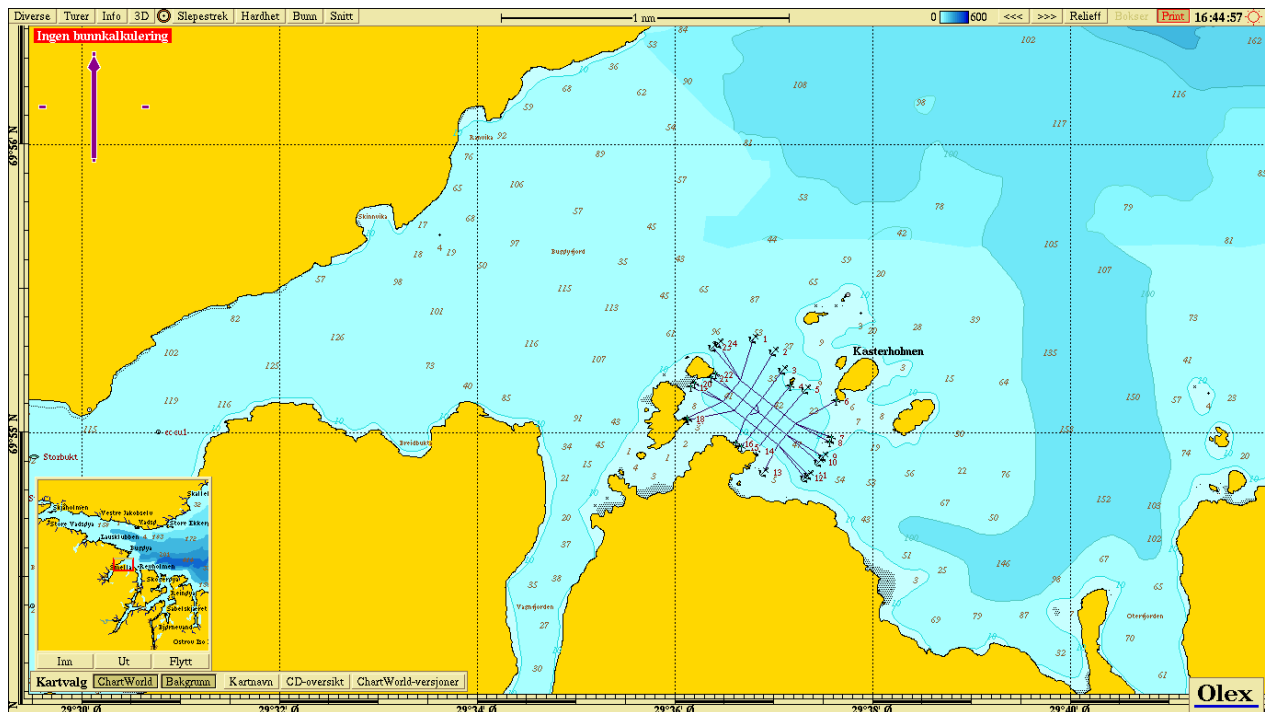
2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkt område ligger ved Kasterholmen på østsiden av Bugøyfjord, Sør-Varanger kommune, Finnmark. Tiltent anleggsplassering ligger relativt tett opptil land i et lite sund med mindre holmer og skjær mot nordøst og vest, og med land i sør (Figur 2.1).

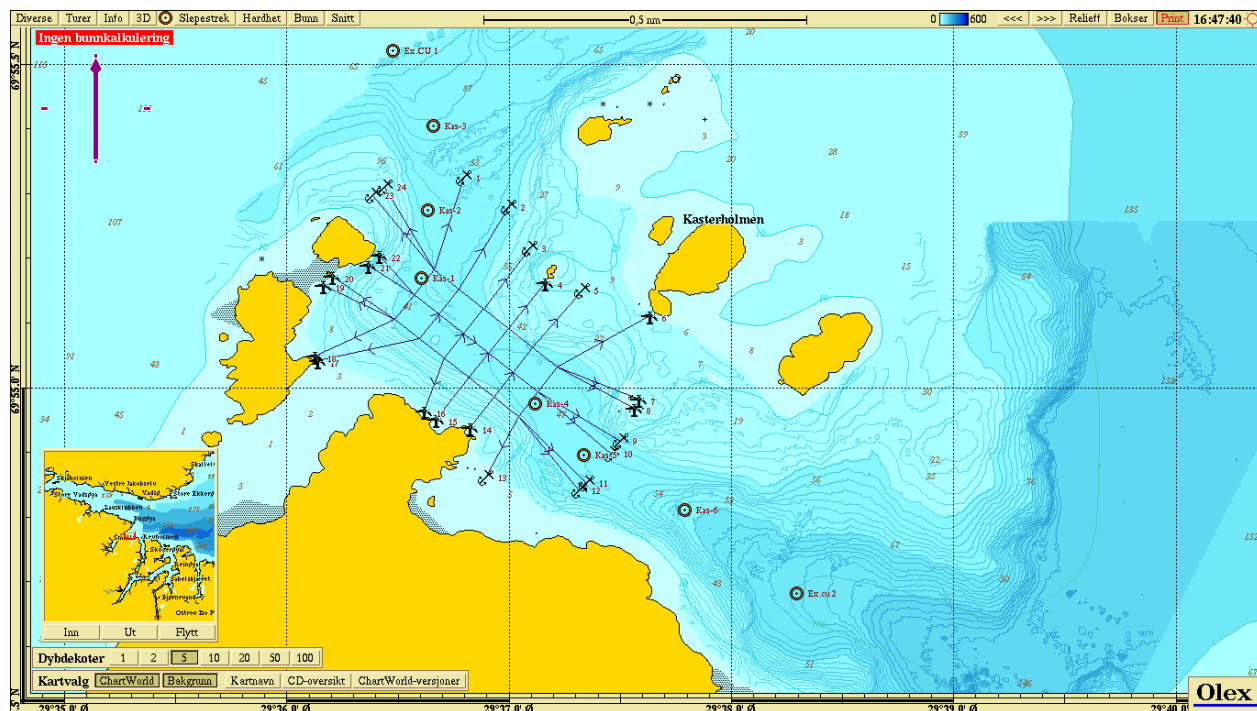
Dybdene under anlegget ligger på rundt 32-46 meter.

På begge sidene av sundet skrår bunnen gradvis mot dypområder på over 100 meter, hvor skråning er noe brattere i sørlige deler av sundet.

Geografisk plassering av anlegget vises i Figur 2.1, mens plassering av anlegg med omkringliggende bunntopografi vises i Figur 2.2.



Figur 2.1 Geografisk plassering av lokaliteten Kasterholmen. Anleggets foreslåtte ramme plassering er tegnet inn.



Figur 2.2 Plassering av lokaliteten Kasterholmen med bunntopografi. Stasjonene KAS-1, KAS-2, KAS-3 utgjør C-undersøkelsen, mens samtlige stasjoner inngår i ASC-undersøkelsen (Kap 6).

2.2 Produksjonsdata fra anlegget

Det har ikke tidligere vært produksjon på undersøkt område da lokalitet er ny.

3 Metode

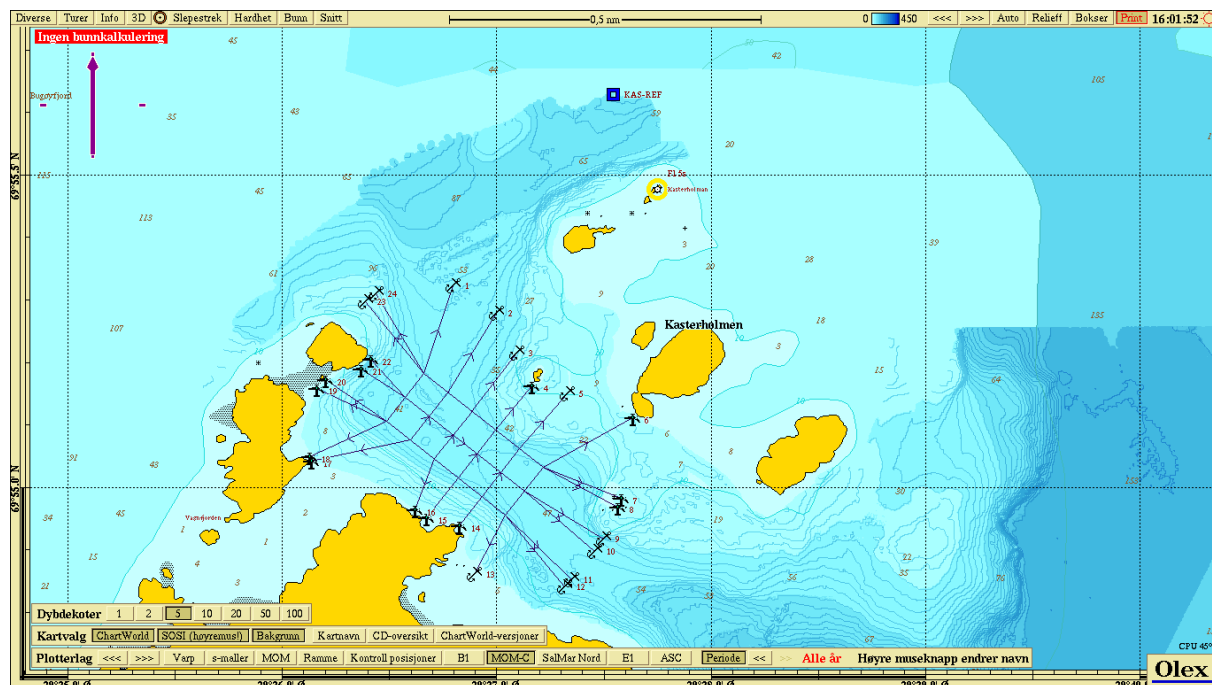
3.1 Valg av stasjoner

Valg av stasjoner og innsamling av prøvemateriale er utført iht. NS 9410:2007. Stasjonene KAS-1 – KAS-3 er lagt i hovedstrømretning for anlegget. KAS-1 (nærsonen) er plassert innenfor anleggets ramme, KAS-2 (overgangssonen) er plassert ca. 170 meter fra anlegget, mens stasjon KAS-3 (fjernsonen) er plassert mot nærmeste dypområde i en avstand av ca. 410 meter fra anlegget. Stasjonsplassering er vist i Figur 2.2, mens stasjonsopplysninger finnes i Tabell 3.1.

Tabell 3.1 Stasjonsbeskrivelse ved lokalitet Kasterholmen. Volum angir mengde sediment i liter som gjennomsnitt for tre grabbhugg for hver stasjon.

Stasjon	Posisjon	Dyp (m)	Undersøkte parametere	Sediment beskrivelse	Volum (l)	Akkre-ditert hugg	Merknader
KAS-1	69° 55.169 'N 29° 36.606 'Ø	44	Fauna- kvantitativ. pH/Eh, kjemi, geologi.	Mest sand og noe grus i prøven. Naturlig farge og lukt. Fast konsistens.	5,5	Ja	Nærstasjon
KAS-2	69° 55.274 'N 29° 36.632 'Ø	47	Fauna- kvantitativ. pH/Eh, kjemi, geologi.	Mest sand og grus i prøven Naturlig farge og lukt. Fast konsistens.	8,6	Ja	Overgangs- stasjon
KAS-3	69° 55.405 'N 29° 36.658 'Ø	62	Fauna- kvantitativ. pH/Eh, kjemi, geologi. Hydrografi	Mest sand og finere sediment som silt og leire i prøven. Naturlig farge og lukt. Myk konsistens.	5,5	Nei	Fjernstasjon
KAS-4	69° 54.974 'N 29° 37.117 'Ø	48	Fauna- kvantitativ.	Mest sand og skjellsand i prøve men også noe silt. Naturlig farge og lukt. Fast konsistens.	6,5	Ja	ASC
KAS-5	69° 54.895 'N 29° 37.337 'Ø	49	Fauna- kvantitativ. pH/Eh, Kobber.	Mest sand og skjellsand i prøven. Naturlig farge og lukt. Fast konsistens.	5,5	Nei	ASC
KAS-6	69° 54.810 'N 29° 37.790 'Ø	77	Fauna- kvantitativ. pH/Eh Kobber.	Mest sand og silt i prøve, men også noe grus. Noe sverting og lukt. Myk konsistens.	6,5	Ja	ASC

Valg av referansestasjon ble gjort på bakgrunn av krav i NS9410 (2016). Stasjonen er lagt i en avstand av 1000 meter fra anlegget. Dypet på stasjonen er større enn dypet under anlegget. Stasjonsplasseringen ble valgt fordi det er fint sediment på posisjonen og dermed mulig å få godkjente grabber. Grunnere plassering av stasjonen ville gitt problemer med grabbfylling på grunn av skråbunn med mye innblanding av stein (figur 3.1.1; tabell 3.1.1).



Figur 3.1.1 Plassering av anleggsramme og referansestasjon. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Tabell 3.1.1 Stasjonsbeskrivelser. Stasjonsplasseringen beskrives i NS9410 (2016) som referansestasjon. Undersøkelsen omfatter kvalitative faunaprøver (FAU), pH- og Eh målinger (PE), kjemiske parametere (KJE), geologiske parametere (GEO). Koordinater er oppgitt med datum WGS84 og avstand fra merdkant og dyp (meter) på prøvestasjonen er oppgitt.

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere	Plassering
KAS-REF	69°55.269'N / 29°37.541	1000	80	FAU, KJE, GEO, PE	Ref

3.2 Fauna-, kjemi-, geologi- og hydrografimålinger

Det ble tatt tre grabbhugg på hver stasjon med 0,1 m² van Veen grabb; hvorav to grabber ble tatt ut til faunaundersøkelse og en grabb til geologiske- og kjemiske undersøkelser. For faunaundersøkelsen ble de to grabbprøvene vasket i en sikt (1 mm åpning), fiksert med 4 % formalin tilsatt farge (bengalrosa) og nøytralisert med boraks. Alle prøver ble grovsortert, identifisert og kvantifisert i henhold til NS-EN ISO 16665:2013.

Artenes toleranse til forurensing er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under. For nærmere beskrivelse av de økologiske gruppene se vedlegg 3. Klassifisering av tilstand for stasjonene gjøres etter beskrivelse i NS 9410, der stasjon i nær- og overgangsstasjonen bedømmes på bakgrunn av arts

og individantall, mens stasjonen for fjernsonen bedømmes på bakgrunn av en normalisert samlet verdi (nEQR) av indeksene: NQI1, Shannon Wiener (H'), ES100, ISI, NSI og DI. Det er likevel beregnet indekser for nær- og overgangsstasjonen som er lagt ved i vedlegg 6 (Tabell V.6.1 og V.6.2). For analyse av kornfordeling ble det tatt sediment prøver fra det samme hugget som det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser fra.

Utrekningen av artsmangfold (ES100) og jevnhet (J) og ble utført med programpakken PRIMER 6.1.6/7 fra Plymouth Laboratories, England. Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI, versjon 5.0 fra AZTI-Tecnalia. Alle øvrige utregninger ble utført i Microsoft Excel 2013. Shannon-Wieners indeks og Jevnhetsindeksen (J) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver, 1949 og Veileder 02:2013. ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling, 2013. AMBI-indeks, NQI1-indeks, DI-indeks ble beregnet etter Veileder 02:13 (Anon 2013). Vurderinger og fortolkninger ble foretatt ut fra Anon, 2013. Alle utregninger er beskrevet med formler i vedlegg 1.

For de kjemiske parameterne ble det tatt ut prøve til analyse av TOC, fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn) fra samme hugget som det ble tatt ut prøve for kornfordeling. Analysene ble utført av ALS AS, metode er beskrevet i Tabell 3.2, analysebevis finnes i vedlegg 8.

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) ble målt med en måler av typen YSI Professional Plus.

Målinger for hydrografi ble gjennomført med en SD 204 CTD-sonde med oksygensensor. 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 saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ved både senking og heving av sonden. Beste profil ble benyttet. Uthenting av data ble gjort med programvaren Minisoft SD200w versjon 3.18.7.172. Verdiene for oksygeninnhold og –metning ble kalibrert mot målingene gjort i luft før sonden ble satt i havet. Det ble brukt en faktor på 1,336.

3.3 Oversikt over utført arbeid

Oversikt over utført arbeid er listet opp i Tabell 3.2.

Tabell 3.2 Oversikt over arbeid utført av Åkerblå AS og hvilke underleverandører som er benyttet. Celler merket med anførselstegn (“), refererer til første cellen over med tekst.

Arbeid	Leverandør	Personell	Akkreditering	Standard
Feltarbeid	Åkerblå AS	Frode Bjørklund	Ja	NS-EN ISO 16665:2013
Grovsortering	“	Jolanta Jagminiene	TEST 252: P21	“
Artsidentifisering	“	Øystein Stokland Martin Skarsvåg	“	“
Statistiske utregninger	“	Therese S. Løkken Dagfinn B. Skomsø	“	“
Vurdering og tolkning av bunnfauna	“	Therese S. Løkken Dagfinn B. Skomsø	TEST 252: P32	Veileder 02:2013 SFT 97:03 & NS 9410, ASC Salmon standard V 1.0 2012
Surhetsgrad (pH) og redokspotensiale (Eh)	“	Frode Bjørklund	Nei	
CTD-målinger	“	Frode Bjørklund	Nei	
Kobber (Cu), Sink (Zn)	ALS Laboratory Group	ALS personell	CZECH Accreditation Institute, lab nr. 1163	EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010, SM 3120
Fosfor (P)	“	“	“	CSN 72 0116-1
Total organisk karbon (TOC)	“	-	“	Modifisert ISO 10694 og modifisert EN 13137
Kornfordeling	“	“	“	ISO 11277:2009

4 Resultater fra C-undersøkelsen

4.1 Bunndyrsanalyse

Resultatene fra nær-, overgangs- og fjernsonen er presentert i avsnittene under, og komplett artsliste finnes i vedlegg 5.

4.1.1 Nærstasjonen - KAS-1

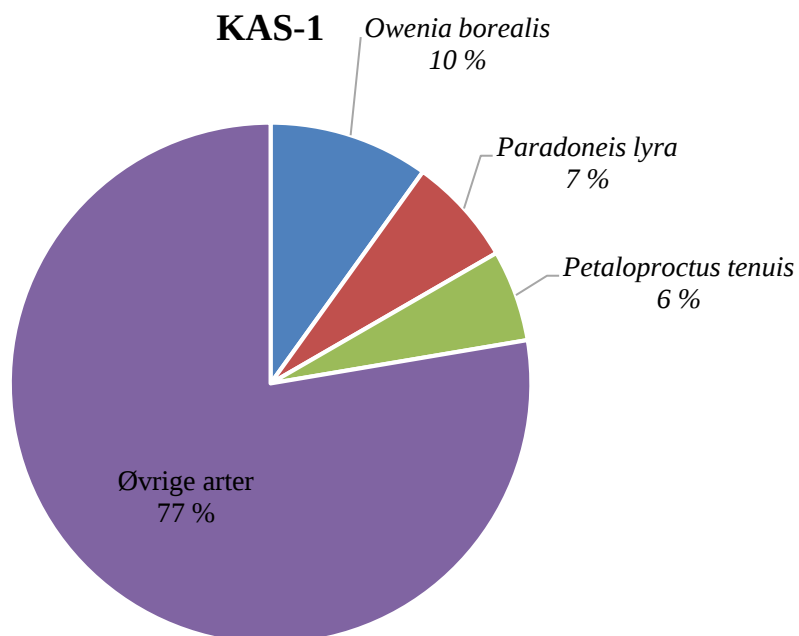
Ved KAS-1 ble det funnet 282 individer fordelt på 66 arter i de to grabbene. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingsnøytrale flerbørstemarken *Owenia borealis* (NSI-gruppe II) som utgjorde 9,9 % av det totale individantallet (Tabell 4.1 og Figur 4.1). Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingsnøytrale flerbørstemarken *Paradoneis lyra* (NSI-gruppe II) som utgjorde 6,7 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende arter ved stasjonen var flerbørstemarken *Petaloproctus tenuis* og sneglen *Lacuna vincta* (NSI-gruppe ikke oppgitt) som begge utgjorde 5,7 % av det totale individantallet. Tabell 4.1 viser en oversikt over de ti hyppigst forekommende artene ved stasjonen KAS-1.

Både arts- og individantallet var innenfor normalen (se Vedlegg 2, Tabell V2.4).

Stasjonen ble etter NS9410:2007 klassifisert med **miljøtilstand 1; «meget god»** ettersom det ble registrert over 20 arter og hyppigst forekommende art ved stasjonen utgjorde under 65 % av det totale individantallet.

Tabell 4.1. De ti hyppigst forekommende artene ved KAS-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: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

KAS-1	NSI	Antall	Prosent
<i>Owenia borealis</i>	II	28	9,9
<i>Paradoneis lyra</i>	II	19	6,7
<i>Petaloproctus tenuis</i>	-	16	5,7
<i>Lacuna vincta</i>	-	16	5,7
<i>Ennucula tenuis</i>	II	15	5,3
<i>Galathowenia oculata</i>	III	14	5,0
<i>Scoloplos armiger</i>	III	12	4,3
<i>Spio limicola</i>	-	12	4,3
<i>Phyllodoce groenlandica</i>	III	11	3,9
<i>Nuculana minuta</i>	I	10	3,5
Øvrige arter	-	129	45,7



Figur 4.1. Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved nærstasjonen KAS-1. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (Š) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

4.1.2 Overgangsstasjonen - KAS-2

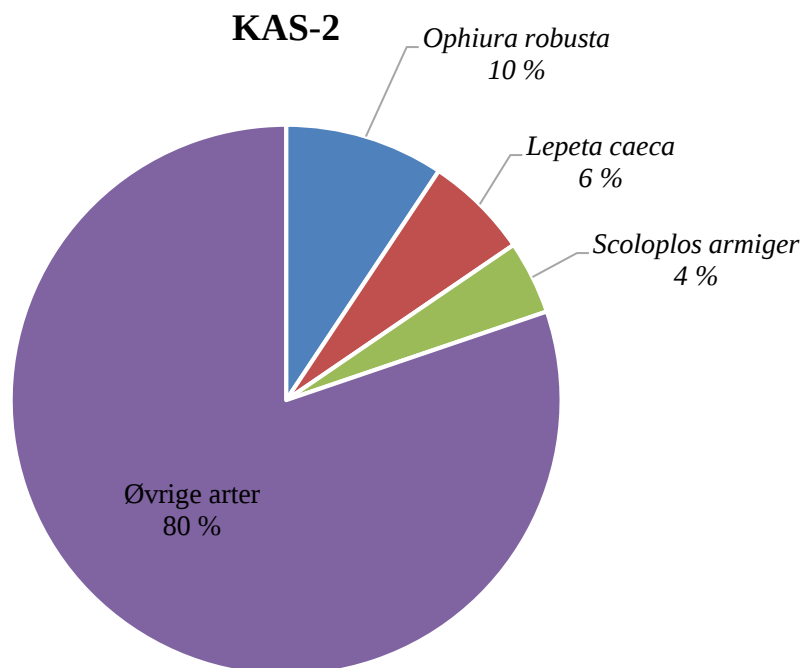
Ved KAS-2 ble det funnet 278 individer fordelt på 86 arter i de to grabbene. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingsnøytrale slangestjernen *Ophiura robusta* (NSI-gruppe II) som utgjorde 9,4 % av det totale individantallet (Tabell 4.2 og Figur 4.2). Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var albueskjellet *Lepeta caeca* (NSI-gruppe ikke oppgitt) som utgjorde 6,1 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante flerbørstemarken *Scoloplos armiger* (NSI-gruppe III) som utgjorde 4,3 % av det totale individantallet. Tabell 4.2 viser en oversikt over de ti hyppigst forekommende artene ved stasjonen KAS-2.

Artsantallet var noe høyere enn normalen og individantallet var innenfor normalen (se Vedlegg 2, Tabell V2.4).

Stasjonen ble etter NS9410:2007 klassifisert med **miljøtilstand 1; «meget god»** ettersom det ble registrert over 20 arter og hyppigst forekommende art ved stasjonen utgjorde under 65 % av det totale individantallet.

Tabell 4.2. De ti hyppigst forekommende artene ved KAS-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: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

KAS-2	NSI	Antall	Prosent
<i>Ophiura robusta</i>	II	26	9,4
<i>Lepeta caeca</i>	-	17	6,1
<i>Scoloplos armiger</i>	III	12	4,3
<i>Ophiopholis aculeata</i>	I	12	4,3
<i>Nicomache lumbricalis</i>	II	11	4,0
<i>Astarte elliptica</i>	I	11	4,0
<i>Stenosemus albus</i>	-	11	4,0
<i>Paradoneis lyra</i>	II	8	2,9
<i>Levinsenia gracilis</i>	II	7	2,5
<i>Chaetozone setosa</i>	IV	6	2,2
Øvrige arter	-	157	56,5



Figur 4.2. Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved overgangsstasjonen KAS-2. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (Š) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

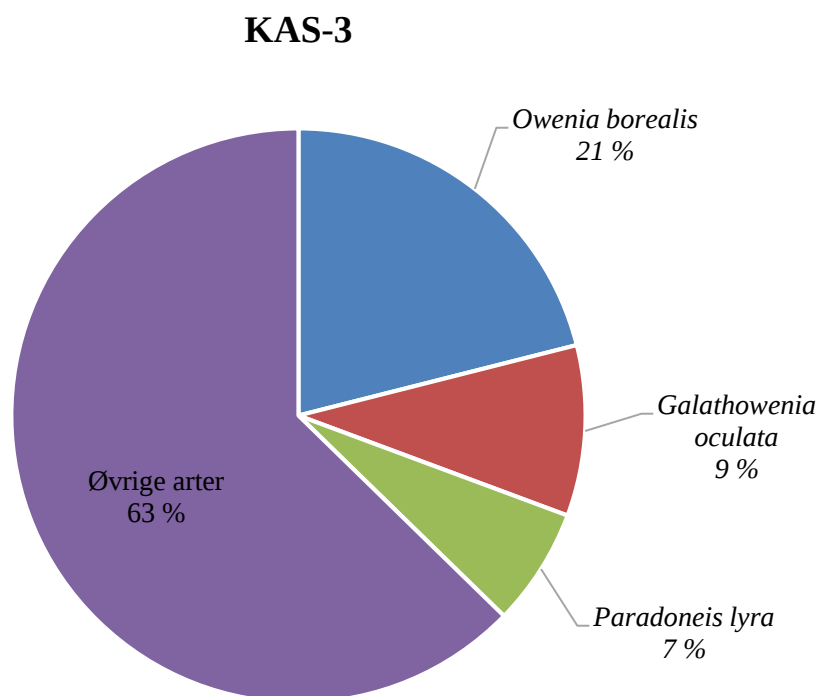
4.1.3 Fjernstasjonen - KAS-3

Ved KAS-3 ble det funnet 437 individer fordelt på 58 arter i de to grabbene. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingsnøytrale flerbørstemarken *Owenia borealis* (NSI-gruppe II, som utgjorde 21,1 % av det totale individantallet (Tabell 4.3 og Figur 4.3). Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante flerbørstemarken *Galathowenia oculata* (NSI-gruppe II) som utgjorde 9,6 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingsnøytrale flerbørstemarken *Paradoneis lyra* (NSI-gruppe II) som utgjorde 6,6 % av det totale individantallet. Tabell 4.3 viser en oversikt over de ti hyppigst forekommende artene ved stasjonen KAS-3. Beregnede indekser for stasjonen er oppsummert i Tabell 4.4. og Tabell 4.5 inneholder en forklaring på de ulike indeksene som er benyttet.

Artsantallet var innenfor normalen mens individantallet var noe høyere enn normalen (se Vedlegg 2, Tabell V2.4). I henhold til Veileder 02:2013 ble stasjonen totalt sett klassifisert med **tilstandsklasse II; «god»** (tabell 4.4). Stasjonen framstår dermed som lite påvirket av organisk materiale.

Tabell 4.3. De ti hyppigst forekommende artene ved KAS-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: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

KAS-3	NSI	Antall	Prosent
<i>Owenia borealis</i>	II	92	21,1
<i>Galathowenia oculata</i>	III	42	9,6
<i>Paradoneis lyra</i>	II	29	6,6
<i>Scoloplos armiger</i>	III	27	6,2
<i>Ennucula tenuis</i>	II	27	6,2
<i>Nephasoma minutum</i>	II	27	6,2
<i>Spio limicola</i>	-	25	5,7
<i>Nicomache lumbricalis</i>	II	20	4,6
<i>Thyasira gouldi</i>	IV	20	4,6
<i>Pholoe baltica</i>	III	12	2,7
Øvrige arter	-	116	26,5



Figur 4.3. Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved fjernstasjonen KAS-3. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (Š) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

Tabell 4.4. Resultater for fjernstasjonen KAS-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 «samlet verdi», som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

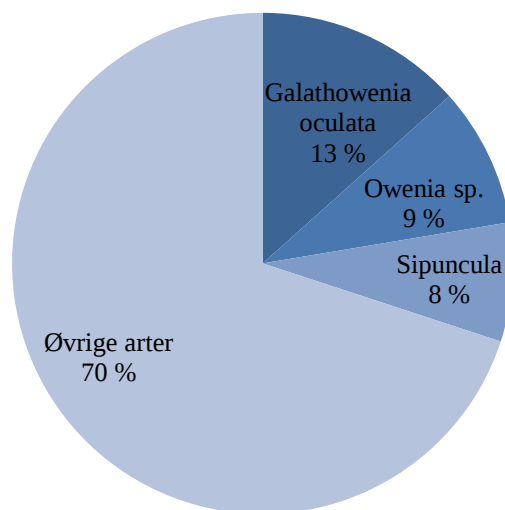
KAS-3	Grabb 1	Grabb 2	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	40	44	42,0	58		
N	205	232	218,5	437		
NQI1	0,769	0,773	0,771	0,781	0,748	0,759
H'	4,022	4,503	4,262	4,441	0,740	0,760
J	0,756	0,825	0,790	0,758		
H'max	5,322	5,459	5,391	5,858		
ES100	27,860	29,700	28,780	28,790	0,739	0,739
ISI	9,617	8,452	9,035	9,416	0,746	0,782
NSI	22,843	23,148	22,995	23,003	0,720	0,720
DI	0,262	0,315	0,289	0,289		
		Samlet verdi:	0,745		0,739	0,752

4.1.3 Referansestasjon - KAS-REF

Ved referansestasjonen ble det funnet 456 individer fordelt på 79 arter. Hyppigst forekommende art var *Galathowenia oculata* (NSI gruppe 3). Stasjonen ble klassifisert i øvre sjikt av tilstandsklasse II (god) etter veileder 02:2013 (2015).

Tabell 4.3. De ti hyppigst forekommende artene ved referansestasjonen, 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: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

KAS-3	NSI	Antall	Prosent
<i>Galathowenia oculata</i>	3	61	13.4
<i>Owenia sp.</i>		41	9.0
<i>Sipuncula</i>	2	35	7.7
<i>Paradoneis sp.</i>		27	5.9
<i>Scoloplos armiger</i>	3	22	4.8
<i>Chaetozone cf setosa</i>	4	21	4.6
<i>Ennucula tenuis</i>	2	20	4.4
<i>Petaloproctus borealis</i>		15	3.3
<i>Capitella sp.</i>	3	13	2.9
<i>Thyasira sp.</i>	3	13	2.9
Øvrige arter	-	188	41.2



Figur 4.3. Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved referansestasjonen. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (Š) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

Tabell 4.4. Resultater for fjernstasjonen 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 «samlet verdi», som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

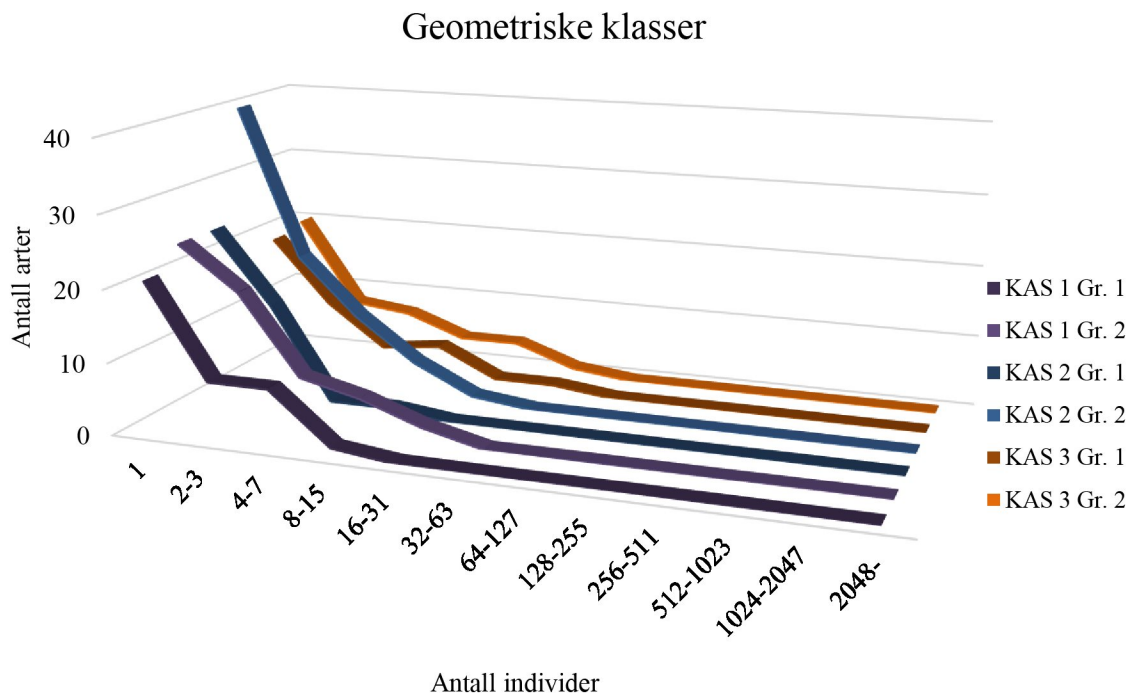
Indeks	Kas-REF-1	Kas-REF-2	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	53	56	55	79		
N	151	305	228	456		
NQI1	0.776	0.800	0.788	0.807	0.767	0.786
H'	5.017	4.731	4.874	5.132	0.816	0.874
J	0.876	0.815	0.845	0.814		
H'max	5.728	5.807	5.768	6.304		
ES100	42.300	33.270	37.785	38.380	0.847	0.855
ISI	9.315	9.222	9.269	9.352	0.768	0.776
NSI	22.356	22.339	22.348	22.345	0.694	0.694
DI	0.129	0.434	0.282	0.609		
Tilstandsverdi					0.779	0.797
Tilstandsverdi - Gj. snitt						0.788

Tabell 4.5 Beskrivelser av indekser og forkortelser

Indeks	Beskrivelse
S	Antall arter i prøven
N	Antall individer i prøven
NQII	Sammensatt indeks: Artsmangfold og ømfintlighet
H'	Indeks: Artsmangfold (Shannon-Wieners)
ES ₁₀₀	Indeks: Hurlberts diversitetsindeks (Kun oppgitt dersom $N \geq 100$)
J	Indeks: Jevnhetsindeks
H' _{max}	Maksimal diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter ($= \log_2 S$)
ISI	Sensitivitetsindeks (Indicator Species Index)
NSI	Sensitivitetsindeksbasert norske forhold, hvor individantall også inngår
DI	Indeks for individtetthet (Density Index)
$\bar{G}$	Gjennomsnittlig verdi for grabb 1 og 2
$\bar{S}$	Stasjonsverdi (kombinert verdi for grabb 1 og 2)
nEQR	Normaliserte verdier (Normalised Ecological Quality Ratio)
Samlet verdi	Gjennomsnittet av alle indeksenenes nEQR-verdi

4.1.4 Geometriske klasser

Figur 4.4 viser antall arter plottet mot antall individer for stasjon KAS-1, KAS-2 og KAS-3, der antallet individer er delt inn i geometriske klasser.

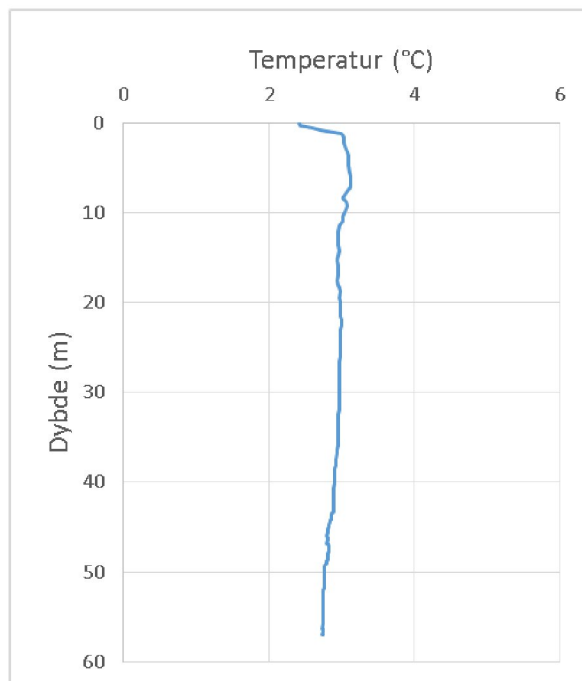


Figur 4.4. Antall arter plottet mot antall individer for stasjon KAS-1, KAS-2 og KAS-3 er antallet individer er delt inn i geometriske klasser.

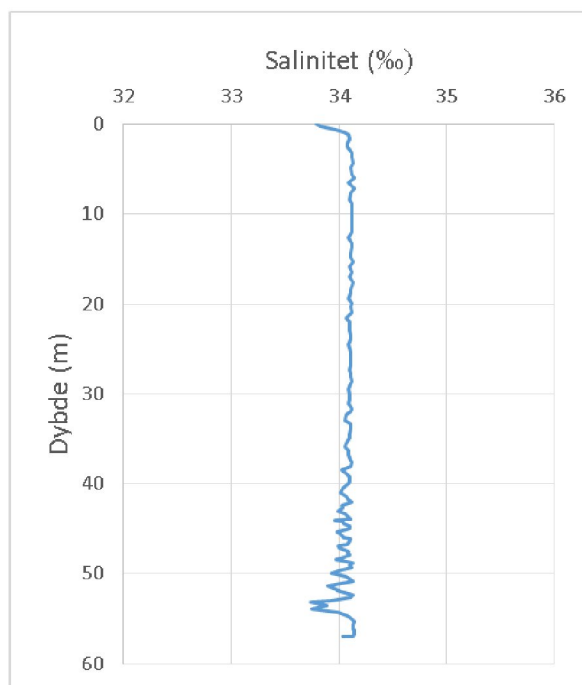
Geometriske klasser er ikke inkludert for referansestasjonen da det ikke inkluderes lengre i våre rapporter.

4.2 Hydrografi

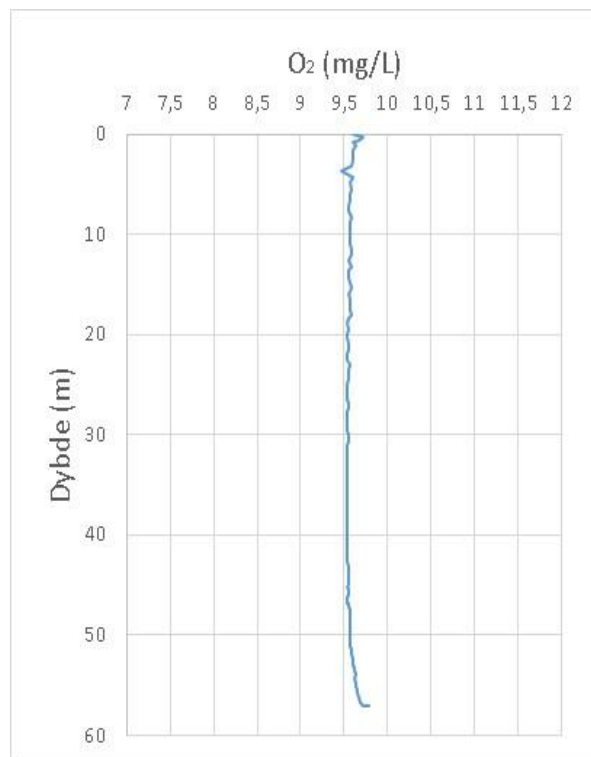
Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon KAS-3. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 4.5, Figur 4.6, Figur 4.7 og Figur 4.8 (CTD data i vedlegg 7).



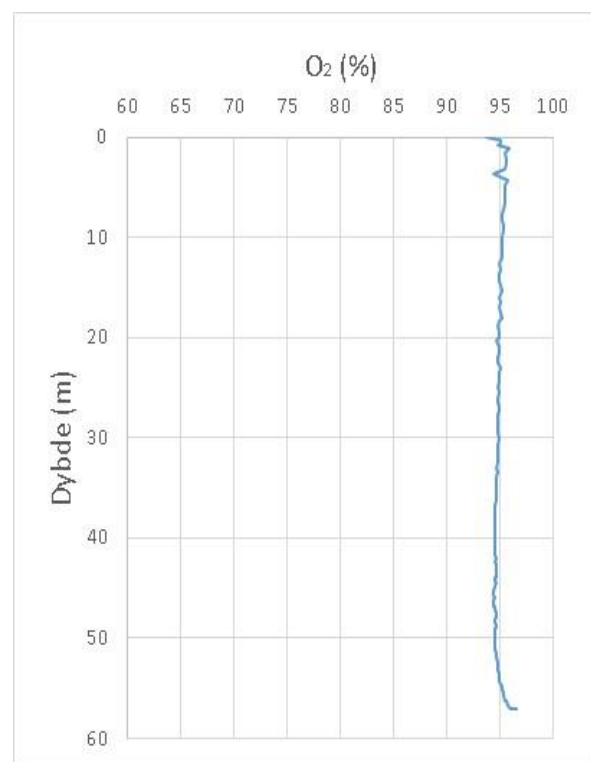
Figur 4.5 Temperatur målt med CTD- sonde fra overflate og ned til bunn, målt ved KAS-3.



Figur 4.6: Salinitet målt med CTD- sonde fra overflate og ned til bunn, målt ved KAS-3.



Figur 4.7: Oksygen (mg/l) målt med CTD- sonde fra overflate og ned til bunn, målt ved stasjon KAS-3.



Figur 4.8: Oksygenmetning (%) målt med CTD- sonde fra overflate og ned til bunn, målt ved stasjon KAS-3.

Temperaturen ved stasjon KAS-3 var relativt stabil fra 2,4 °C ved overflaten til 2,7°C ved bunnen. Saliniteten var stabil på rundt 34 ‰ i hele vannsøylen. Dette viser relativt homogene vann- masser, uten noen gradient i temperatur eller salinitet. Oksygeninnholdet var rundt 9,5 mg/l, mens oksygeninnholdet var stabilt på rundt 95 % i hele vannsøylen.

Klassifisering (Veileder 02:2013) av oksygeninnholdet, målt ved fjernstasjonen er innenfor den beste tilstandsklassen I; «meget god».

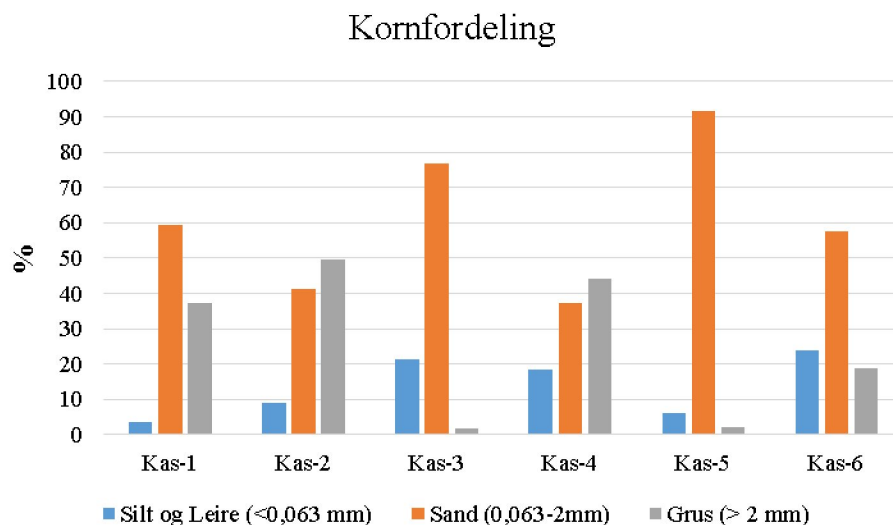
4.3 Sediment - Kornfordeling

Ved nærstasjonen og overgangsstasjon hadde sedimentet naturlig farge og lukt og bestod i hovedsak av sand med innblanding av grus. Sedimentet på fjernstasjonen bestod også det for det meste av sand, men her ble det registrert økt innhold av finere sediment som silt og leire. Også på denne stasjonen ble det registrert naturlig lukt og farge på sediment, men konsistens var her mykere enn på nær og overgangsstasjonen.

I returstrømmens retning bestod sediment hovedsakelig av sand og skjellsand. Det ble registrert naturlig farge og lukt på KAS-4 og KAS-5, men ved stasjon KAS-6 ble det registrert noe sverting og lukt i sedimentet. Sedimentet hadde her myk konsistens.

Resultatene fra sediment- undersøkelsene er presentert i Figur 4.9 og Tabell 4.6

Sedimentet til referansestasjonen bestod i hovedsak av sand, skjellsand og noe stein uten sensoriske tegn til organisk belastning. Huggene var ikke akkrediterte (Vedlegg 4).



Figur 4.9 Oversikt over kornfordeling i sediment fra stasjonene KAS-1 – KAS-6. Farge stolpe representerer Silt og leire med en kornstørrelse < 0,063 mm, farge stolpe representerer sand med kornstørrelser fra 0,063 mm til 2 mm og farge stolpe representerer grus med kornstørrelser > 2mm.

Tabell 4.6 Oversikt over kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene i undersøkt område ved Kasterholmen. 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	Dyp (m)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Kas-1	44	3	59	37
Kas-2	47	9	41	50
Kas-3	62	21	77	2
Kas-4	48	19	37	44
Kas-5	49	6	92	2
Kas-6	77	24	57	19
KAS-REF	67	1,8	93	9

4.4 Sediment – Totalt organisk karbon (TOC), fosfor, sink og kobber

Alle undersøkte kjemiske parametere (TOC, Sink og kobber) for stasjonene som inngikk i C-undersøkelsen, KAS-1-3, viste verdier innenfor beste tilstandsklassen; Bakgrunn/meget god. For spesifikke verdier, Tabell 4.7.

For stasjoner som ble tatt i returstrømmens retning er det forhøyede verdier av TOC. Stasjonene Kas-4 og Kas-5 viste tilstandsklasse II (God), mens stasjon Kas-6 viste tilstandsklasse V (Svært dårlig).

Tabell 4.7 Innholdet av de undersøkte kjemiske parameterne i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK) er oppgitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et. Al, 2007) for sink, kobber og normalisert TOC.

Stasjon	Totalt organisk karbon % TS	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK
Kas-1	0,2	19,8	I	<500	14,8	I	7,4	I
Kas-2	0,3	19,7	I	600	25,7	I	12,6	I
Kas-3	0,3	16,9	I	>500	19,1	I	5,5	I
Kas-4	0,6	21,0	II	570	36,8	I	15,6	I
Kas-5	0,4	21,2	II	600	15,7	I	5,7	I
Kas-6	3,2	45,8	V	760	36,9	I	19,0	I
KAS-REF	-	20	I	420	20	I	6,4	I

4.5 Sediment – pH og Redokspotensial (Eh), sensoriske vurderinger.

Verdiene for pH og Eh ble klassifisert med beste tilstand 1; «meget god» ved alle undersøkte stasjoner (Tabell 4.8).

Tabell 4.8 Målte pH og Eh verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene. Den beregnede pH/Eh verdien 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.

Stasjon / Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Kas-1	7,8	140	0	1/ Meget god
Kas-2	7,8	150	0	1/ Meget god
Kas-3	7,8	113	0	1/ Meget god
Kas-4	8,0	120	0	1/ Meget god
Kas-5	8,0	110	0	1/ Meget god
Kas-6	7,6	105	0	1/ Meget god
KAS-REF	7,8	54	1	1/ Meget god

5 Oppsummering

5.1 Bunnfauna: Oppsummering og vurdering av miljøtilstand

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. I denne rapporten fra Kasterholmen ble vurdering av nær- og overgangsstasjonen KAS-1 og KAS-2 gjort på grunnlag av artsantall og artssammensetning ut i fra beskrivelse i *NS 9410:2007 – Miljøovervåkning av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg*. Dette gjøres selv om det ikke er anlegg i drift fordi det vil være relevant i forhold til gjennomføring av neste undersøkelse dersom lokaliteten tas i bruk.

Ved nærstasjonen **KAS-1** ble det funnet 66 arter og hyppigst forekommende taxa (*Owenia borealis*, NSI-gruppe II) utgjorde 9,9 % av det totale individantallet. Stasjonen ble klassifisert med **miljøtilstand 1; «meget god»**.

Ved nærstasjonen **KAS-2** ble det funnet 86 arter og hyppigst forekommende taxa (*Ophiura robusta*, NSI-gruppe II) utgjorde 9,4 % av det totale individantallet. Stasjonen ble klassifisert med **miljøtilstand 1; «meget god»**. Dersom klassifisering av stasjonen utføres ut i fra beskrivelsen i *Veileder 02:2013 – Klassifisering av miljøtilstand i vann* ville den, basert på stasjonens samlede verdi (gjennomsnitt av nEQR $\bar{G}$ og $\bar{S}$, se vedlegg 6), bli klassifisert med **tilstandsklasse I; «Bakgrunn/Svært god»**.

Klassifisering av fjernstasjonen **KAS-3** ble utført ut i fra beskrivelsen i *Veileder 02:2013 – Klassifisering av miljøtilstand i vann*. Basert på stasjonens samlede verdi (gjennomsnitt av nEQR $\bar{G}$ og $\bar{S}$, se 4.4) ble fjernstasjonen totalt sett klassifisert med **tilstandsklasse II; «god»**.

5.2 Fysiske parametere: Oppsummering og vurdering av miljøtilstand

Klassifisering (Veileder 02:2013) av oksygeninnholdet, målt ved KAS-3, er innenfor den beste tilstandsklassen I; «meget god».

Klassifisering (Veileder 02:2013) av miljøgifter (sink og kobber) er for alle undersøkte stasjoner innenfor den beste tilstandsklassen; I; «meget god».

Normalisert TOC ble klassifisert med tilstandsklassen I; «svært god» for alle stasjoner som inngikk i C-undersøkelsen (KAS-1-3). Det bør nevnes at stasjonen KAS-6 som benyttes i forbindelse med ASC-undersøkelsen viste høye verdier for normalisert TOC. Stasjonens verdier havnet innenfor tilstandsklassen V; «svært dårlig». Det ble også registrert sverting og noe lukt i sedimentet, noe som sammen med høye verdier for normalisert TOC tyder på ansamling og nedbryting av naturlig tilført organisk materiale på prøvetakingspunktet (Veileder 02:2013).

Ph/Eh ble for alle undersøkte stasjoner i området klassifisert med beste tilstand, 1; «meget god» som indikerer at sediment ikke er nevneverdig belastet (surt) og at oksygeninnholdet er normalt.

5.3 Total tilstand ved lokaliteten og øvrige kommentarer

Totalt sett viser parameterne i denne C-undersøkelsen verdier som normalt forbindes med uberørte forhold. Unntaket er stasjonen KAS-6, som omtales i kap. 6, hvor det ble funnet kraftig forhøyet innhold av normalisert TOC. Dette kan tyde på naturlig deponering av organisk materiale i området hvor denne stasjonen ligger. Stasjonens plassering i en relativt smal renne gjør det sannsynlig at organisk materiale fra området vil akkumuleres i området rundt denne.

5.4 Referansestasjon

Referansestasjonen viste generelt gode og uberørte forhold som ligner i stor grad bunndyrssammensetningen ved de øvrige prøvestasjonene. For eksempel ble det registrert *Galatowenia borealis*, *Owenia sp.* og *Paradoneis sp.* blant de ti hyppigst forekommende artene ved flere stasjoner. Dette gjenspeiles også i ganske like sedimentforhold (sensorisk og kornfordeling), men også kjemiske forhold med lave verdier av samtlige målte parametere. Spesielt gjelder likheten mellom referansestasjonen stasjonene som ble tatt i nordlig retning i forhold til planlagt anleggsplassering.

To av huggene ble ikke klassifisert som akkrediterte grunnet lavt volum, mens ett hugg ble ikke godkjent grunnet berørt overflate. Ett av hver «type» ble brukt til faunaanalyser og kan påvirke resultatene med et lavere antall dyr og indeks enn reelt. Det var mindre forskjeller mellom grabbene, men stasjonen hadde likevel et ganske høyt individ- og artsantall, spesielt sammenlignet med de øvrige prøvestasjonene. I tillegg var indeksverdiene ganske like som øvrige prøvestasjoner. Derfor vurderes resultatene som representative.

6 ASC-Undersøkelse

Sammendrag ASC

På oppdrag fra Lerøy Aurora AS har Åkerblå utført bunndyrsundersøkelse for ASC på lokaliteten Kasterholmen i Sør-Varanger kommune. I tillegg til bunndyrsundersøkelser ble det gjort måling av redokspotensialet (Eh), samt tatt prøver av sediment for kobberanalyse. ASC-undersøkelsen ble gjort samtidig som C-undersøkelsen iht. NS 9410:2007 på lokaliteten.

Samtlige kriterier for alle stasjoner i undersøkelsen for Kasterholmen viser tilstand «Akseptabel» etter kravene i ASC Salmon Standard.

6.1 Innledning ASC

ASC-undersøkelsen på lokaliteten Kasterholmen er gjort i forbindelse med sertifisering etter standarden til Aquaculture Stewardship Council (ASC). Prøvetaking er gjennomført iht. ASC Salmon Standard, version 1.0, June 2012.

ASC Salmon Standard angir undersøkelse av bentisk fauna, reduksjonspotensiale og kobbernivå (Cu) i sedimentene både utenfor og innenfor en tillat sone for påvirkning (*Allowable Zone of effect* - AZE) (Tabell 6.1). AZE er definert som området som strekker seg 30 meter ut fra merdene, der hvor det ikke er definert en lokalitets-spesifikk AZE gjennom modellering.

Tabell 6.1. Grensekrav til redokspotensialet og faunaindeksar utenfor AZE, samt forekomst av makrofauna innenfor AZE. Hentet fra ASC Salmon Standard.

INDICATOR	REQUIREMENT
2.1.1 Redox potential or ³ sulphide levels in sediment outside of the Allowable Zone of Effect (AZE), ⁴ following the sampling methodology outlined in Appendix I-1	Redox potential > 0 millivolts (mV) OR Sulphide ≤ 1,500 microMoles / l
2.1.2 Faunal index score indicating good ⁵ to high ecological quality in sediment outside the AZE, following the sampling methodology outlined in Appendix I-1	AZTI Marine Biotic Index (AMBI ⁶) score ≤ 3.3, or Shannon-Wiener Index score > 3, or Benthic Quality Index (BQI) score ≥ 15, or Infaunal Trophic Index (ITI) score ≥ 25
2.1.3 Number of macrofaunal taxa in the sediment within the AZE, following the sampling methodology outlined in Appendix I-1	≥ 2 highly abundant ⁷ taxa that are not pollution indicator species

6.2 Materiale og metode; Stasjonsplassering

Metode og gjennomføring av ASC-undersøkelsen er tilsvarende som for foreliggende C-undersøkelse. Stasjonsvalg for innsamling av prøvemateriale er for øvrig utført iht. ASC Salmon Standard V.1.0 (kriteria 2.1 og appendiks I- 1), samt kriteria i ASC Salmon Training Manual V.1.0 (kriteria 2.1). Stasjonsvalget er gjort på grunnlag av hovedstrøms retning og avstand til AZE. Denne avstanden er vurdert ut ifra hovedstrømretning, dybde, bunntopografi og resultater fra andre lokaliteter med tilsvarende forhold. Stasjon KAS-1 og KAS-4 ble lagt innenfor AZE, og regnes som nærstasjoner med stasjon KAS-1 i hovedstrømretning og stasjon KAS-4 på motsatt side av anlegget (Figur 2.2). Stasjon KAS-2 og KAS-3 ble plassert i hovedstrømretning fra anlegget i en avstand av hhv. 170 og 410 meter fra anleggets ramme. Stasjon KAS-5 ble plassert 200 meter fra anlegget i returstrømmens retning, mens stasjon KAS-6 ligger 540 meter fra tiltenkt plassering av rammen. Stasjonsplassering er vist i figur 2.2, stasjonsopplysninger finnes i tabell 3.1, mens kriterier iht. ASC-standard finnes i Tabell 6.1. Metode for innsamling og behandling av prøver er beskrevet i kapittel 3. En generell oversikt over ASC stasjonene finnes i Tabell 6.2.

Tabell 6.2 Stasjonsbeskrivelser ved Kasterholmen, der avstand fra anlegget, plassering i forhold til AZE samt hvilke kriterier som skulle analyseres framgår.

Stasjon	Avstand fra anlegg (m)	Plassering	Analyse		
			Fauna	Cu	Redoks
KAS-1	0	Ved merde	x		
KAS-2	170	Utenfor AZE	x	x	x
KAS-3	410	Utenfor AZE	x	x	x
KAS-4	0	Ved merde	x		
KAS-5	200	Utenfor AZE	x	x	x
KAS-6	540	Utenfor AZE	x	x	x
Ekstra kobber 1	650	Utenfor AZE		x	
Ekstra kobber 2	940	Utenfor AZE		x	

6.3 Resultater fra ASC-undersøkelsen

I tabell 6.3 er resultatene med tilhørende klassifisering (tilstandsklasser) fra ASC-undersøkelsen oppsummert og presentert for reduksjonspotensialet (Eh), kobber og bunnfauna. I avsnitt 6.3.1-6.3.5 presenteres hver stasjon separat med utfyllende beskrivelser bunnfauna.

Tabell 6.3. Resultat for redokspotensialet, faunaindeks, antall makrofauna taxa og kobber på lokaliteten Kasterholmen. Verdiene er angitt som gjennomsnitt for to grabber/prøver dersom ikke annet er anmerket. Tilstandsklasse etter krav i ASC-standard; A = Akseptabel, IA = Ikke Akseptabel. Kobber er klassifisert etter SFT-veileder (Molvær et al, 1997) (vedlegg 2).

Stasjon	Redoks Potensiale		Faunaindeks Shannon-Wiener H'		Ant. makrofauna taxa, ikke forurensningsindikerende antall $\geq$ ref. stasjon eller ≥ 100 ind/m ²		Kobber (Cu) Mg/kg tørrstoff (Ts)	
	Måleverdi Millivolt (mV)	Tilst. klasse	Verdi	Tilst. klasse	Antall	Tilstandsklasse		Tilstandsklasse iht. SFT-veileder
KAS-1					≥ 3	A		
KAS-2	150	A	5,743	A			12,6	Bakgrunn
KAS-3	113	A	4,441	A			5,5	Bakgrunn
KAS-4					≥ 4	A		
KAS-5	110	A	5,129	A			5,7	Bakgrunn
KAS-6	105	A	4,464	A			19	Bakgrunn
Kobber							i.a	
Kobber							i.a	

*Usikkerhet ang. klassifisering, se kap. 6.3.6

i.a= ikke analysert

6.3.1 KAS-1 (ved merde, innenfor AZE)

Stasjon KAS-1 inngår i C-undersøkelsen slik at den generelle beskrivelsen bunnfauna registreringene er gitt i avsnitt 4.1.1. I tabell 6.4 er taxa oppsummert i forhold til forekomst og forurensningsklassifisering (NSI-grupper).

Tabell 6.4. Antall (#) arter ved KAS-1 som er klassifisert som forurensningsindikatorer (NSI-gruppe 5), ikke-forurensningsindikatorer (NSI-gruppe 1-4) og antall arter som ikke er klassifisert med forurensningsgrad (ikke angitt NSI-gruppe).

Stasjon	# Forurensnings-indikatorarter (NSI-gruppe 5)	# Ikke-forurensnings-indikatorarters (NSI-gruppe 1-4)	# Ikke angitt forurensnings-klassifisering	Totalt antall arter
KAS-1	0	46	20	66

Kun én art, *Owenia borealis*, forekom med ≥ 100 ind./m². Det ble for øvrig registrert flere ikke-forurensningsindikerende taxa med lik eller høyere forekomst enn fjernstasjonen. *Paradoneis lyra* (NSI-gruppe II) forekom med 95 ind./m² ved KAS-1 og med 10 ind./m² ved KAS-6. Tilsvarende forekom *Galathowenia oculata* 70 ind./m² ved KAS-1 og 5 ind./m² ved KAS-6.

Stasjonen KAS-1 oppfylte dermed kravet om høy forekomst av to ikke-forurensningsindikatorarter.

6.3.2 KAS-2 (utenfor AZE)

Stasjon KAS-2 inngår i C-undersøkelsen slik at den generelle beskrivelsen bunnfauna registreringene er gitt i avsnitt 4.1.2. I Tabell 6.5 er taxa oppsummert i forhold til forekomst og forurensingsklassifisering (NSI-grupper). Denne stasjonen ble vurdert etter indeksverdi (Shannon-Wiener) som ved denne stasjonen ble regnet ut til $H' = 5,743$.

Artsmangfoldet (Shannon-Wiener, H') ved stasjonen oppfylte kravet fra ASC Salmon standard med en indeksverdi $\geq 3,0$.

Tabell 6.5. Antall arter (#) ved stasjon KAS-2 som er klassifisert som forurensingsindikatorer (NSI-gruppe 5), ikke forurensingsindikatorer (NSI-gruppe 1-4) og antall arter som ikke er klassifisert med forurensningsgrad (ikke angitt NSI-gruppe).

Stasjon	# Forurensings-indikatorarter (NSI-gruppe 5)	# Ikke-forurensings-indikatorarters (NSI-gruppe 1-4)	# Ikke angitt forurensings-klassifisering	Totalt antall arter
KAS-2	0	60	26	86

6.3.3 KAS-3 (utenfor AZE)

Stasjon KAS-3 inngår i C-undersøkelsen slik at den generelle beskrivelsen av bunnfauna registreringene er gitt i avsnitt 4.1.3. I Tabell 6.6 er taxa oppsummert i forhold til forekomst og forurensingsklassifisering (NSI-grupper). Denne stasjonen ble vurdert etter indeksverdi (Shannon-Wiener) som ved denne stasjonen ble regnet ut til **$H' = 4,441$** .

Artsmangfoldet (Shannon-Wiener, H') ved stasjonen oppfylte kravet fra ASC Salmon standard med en indeksverdi $\geq 3,0$.

Tabell 6.6. Antall arter (#) ved stasjon KAS-3 som er klassifisert som forurensingsindikatorer (NSI-gruppe 5), ikke forurensingsindikatorer (NSI-gruppe 1-4) og antall arter som ikke er klassifisert med forurensningsgrad (ikke angitt NSI-gruppe).

Stasjon	# Forurensings-indikatorarter (NSI-gruppe 5)	# Ikke-forurensings-indikatorarters (NSI-gruppe 1-4)	# Ikke angitt forurensings-klassifisering	Totalt antall arter
KAS-3	1	45	12	58

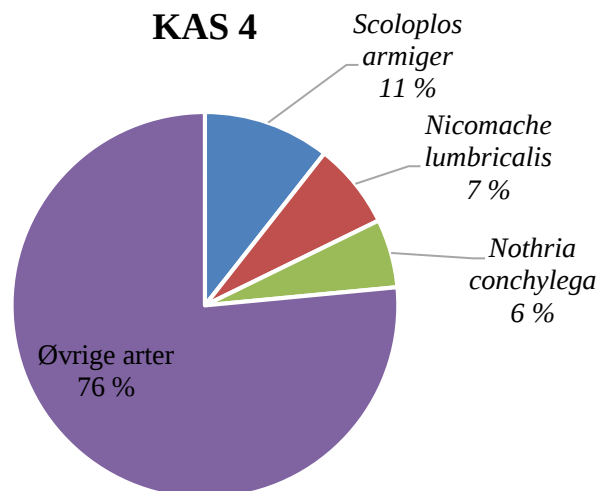
6.3.4 KAS-4 (ved merde, innenfor AZE)

Ved stasjon KAS-4 ble det registrert totalt 349 individer fordelt på 88 arter. Hyppigst forekommende art var den forurensingsnøytrale flerbørstemarken *Scoloplos armiger* (NSI-gruppe II) som forekom med 11 % av totalt individantall (Figur 6.1). I tabell 6.7 er taxa oppsummert i forhold til forekomst og forurensingsklassifisering (NSI-grupper).

Tabell 6.7. Antall arter (#) ved stasjon KAS-4 som er klassifisert som forurensingsindikatorer (NSI-gruppe 5), ikke forurensingsindikatorer (NSI-gruppe 1-4) og antall arter som ikke er klassifisert med forurensningsgrad (ikke angitt NSI-gruppe).

Stasjon	# Forurensings-indikatorarter (NSI-gruppe 5)	# Ikke-forurensings-indikatorarters (NSI-gruppe 1-4)	# Ikke angitt forurensings-klassifisering	Totalt antall arter
KAS-4	0	62	26	88

Ved stasjon KAS-4 ble det registrert 62 taxa som var klassifisert som ikke-forurensingsindikatorer, ingen forurensingsindikatorarter og 26 arter som ikke var angitt NSI-gruppe (klassifisering av forurensing). Av disse forekom fire arter med ≥ 100 ind./m². Stasjonen oppfylte dermed kravet angitt i ASC Salmon standard om høy forekomst av to ikke-forurensningsindikatorarter.



Figur 6.1. Fordeling av antall individer for de hyppigste artene ved KAS-4. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (Š) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

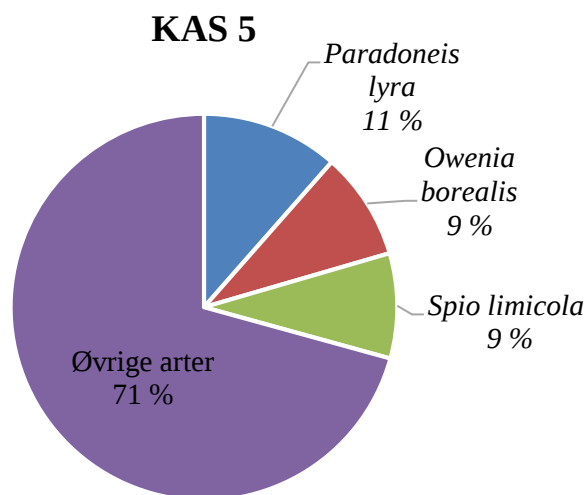
6.3.5 KAS-5 (utenfor AZE)

Ved stasjon KAS-5 ble det registrert totalt 84 taxa fordelt på 444 individer. Hyppigst forekommende art var den forurensingsnøytrale *Paradoneis lyra* (NSI-gruppe I) som forekom med 11 % av totalt individantall (Figur 6.2). I tabell 6.8 er taxa oppsummert i forhold til forekomst og forurensingsklassifisering (NSI-grupper). Denne stasjonen ble vurdert etter indeksverdi (Shannon-Wiener) som ved denne stasjonen ble regnet ut til $H' = 5,129$.

Artsmangfoldet (Shannon-Wiener, H') ved stasjonen oppfylte kravet fra ASC Salmon standard med en indeksverdi $\geq 3,0$.

Tabell 6.8. Antall arter (#) ved stasjon KAS-5 som er klassifisert som forurensingsindikatorer (NSI-gruppe 5), ikke forurensingsindikatorer (NSI-gruppe 1-4) og antall arter som ikke er klassifisert med forurensningsgrad (ikke angitt NSI-gruppe).

Stasjon	# Forurensings-indikatorarter (NSI-gruppe 5)	# Ikke-forurensings-indikatorarters (NSI-gruppe 1-4)	# Ikke angitt forurensingsklassifisering	Totalt antall arter
KAS-5	1	58	25	84



Figur 6.2. Fordeling av antall individer for de hyppigste artene ved KAS-5. Fordelingen er basert på stasjonsverdien ($\bar{S}$) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

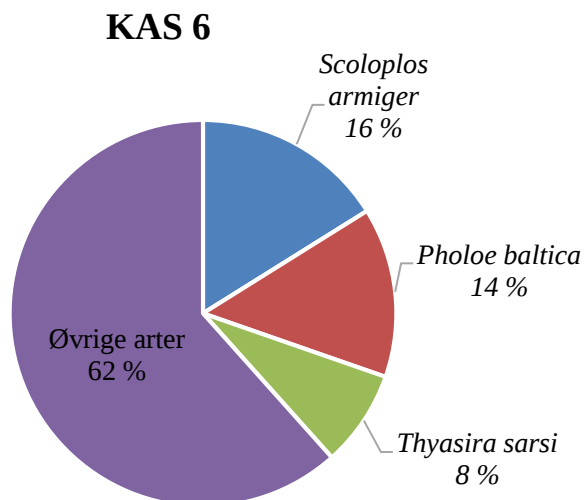
6.3.6 KAS-6 (utenfor AZE)

Ved stasjon KAS-6 ble det registrert totalt 46 taxa fordelt på 211 individer. Hyppigst forekommende art var den forurensingstolerente (NSI-gruppe 1) som forekom med 16 % av totalt individantall (Figur 6.3). I tabell 6.9 er taxa oppsummert i forhold til forekomst og forurensingsklassifisering (NSI-grupper). Denne stasjonen ble vurdert etter indeksverdi (Shannon-Wiener) som ved denne stasjonen ble regnet ut til $H' = 4,464$.

Artsmangfoldet (Shannon-Wiener, H') ved stasjonen oppfylte kravet fra ASC Salmon standard med en indeksverdi $\geq 3,0$.

Tabell 6.9. Antall arter (#) ved stasjon KAS-6 som er klassifisert som forurensingsindikatorer (NSI-gruppe 5), ikke forurensingsindikatorer (NSI-gruppe 1-4) og antall arter som ikke er klassifisert med forurensningsgrad (ikke angitt NSI-gruppe).

Stasjon	# Forurensingsindikatorarter (NSI-gruppe 5)	# Ikke-forurensingsindikatorarters (NSI-gruppe 1-4)	# Ikke angitt forurensingsklassifisering	Totalt antall arter
KAS-6	1	35	10	46



Figur 6.3. Fordeling av antall individer for de hyppigste artene ved KAS-6. Fordelingen er basert på stasjonsverdien ($\bar{S}$) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

6.3.6 Diskusjon

For å klassifisere stasjonene innenfor AZE (KAS-1 og KAS-4) som «gode» ut i fra ASC Salmon Standard må de oppfylle kriteriene om «høy forekomst» av ≥ 2 ikke-forurensningsindikerende arter. Standarden definerer «høy forekomst» som forekomst av minst 100 individer per m² eller likt med referansestasjonen hvis forekomsten der er naturlig lavere enn 100 individer per m². Det tolkes i denne rapporten som at kravet fra ASC Salmon Standard om «høy forekomst» av ≥ 2 ikke-forurensningsindikator arter skal sørge for at forholdene ved stasjonene er under en grad av forurensing som også støtter for arter som er naturlig forekommende.

De to stasjonene KAS-1 og KAS-4, tatt innenfor det planlagte anleggets ramme, viste en naturlig fauna. Det ble funnet minst tre arter som oppfylte standardens krav, og tilstanden på stasjonene beskrives derfor som «Akseptabel».

For stasjonene som er lokalisert utenfor AZE er kravet fra ASC Salmon Standard at artsmangfoldet blir beskrevet med Shannon Wieners indeks med $\geq 3,0$. Dette var tilfelle for alle fire stasjoner, med Shannon – Wiener indeks som varierte fra 4,4 til 5,7 mellom stasjonene. Redokspotensialet for de fire stasjonene tatt utenfor AZE ble definert som tilstand «Akseptabel», mens kobbernivået for stasjonene lå på bakgrunnsnivå.

Samtlige kriterier for alle stasjoner i undersøkelsen for Kasterholmen viser tilstand «Akseptabel» etter kravene i ASC Salmon Standard.

7 Referanser

- ASC. 2012. ASC Salmon Standard version 1.0, june 2012. Aquaculture Stewardship Council.
- Anon, 2013 (Veileder 02:2013) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppa for gjennomføring av vanndirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- 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*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- 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.
- Norsk Standard NS 4764:1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. Norges standardiseringsforbund.
- Norsk Standard NS 9410:2007. Vannundersøkelse. Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Norges standardiseringsforbund.
- 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, Thélín, 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.
- Vannportalen.no. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

8 Vedlegg

Vedlegg 1 - Indeksbeskrivelser

V.1.1 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.

V.1.2 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)

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

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.

V.1.3 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.

V.1.4 Normalisering

Ved å regne om alle indekstert 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.2).

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

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

V.1.5 Geometriske klasser

En måte å se på individfordelingen i et bunndyrsamfunn er å plotte antall arter mot antall individer fordelt i geometriske klasser, der nedre klassegrense danner en følge av ledd på formelen 2^x , $x=0,1,2,\dots$. For eksempel tilsvarer Klasse I en art, Klasse II tilsvarer 2-3 arter, Klasse III tilsvarer 4-7 arter, Klasse IV tilsvarer 8-15 arter, osv.

Ved hjelp av denne klasseinndelingen skal det være mulig å si noe om individfordelingen mellom artene i samfunnet. I en prøve fra et upåvirket samfunn vil det være mange arter med et lavt individantall og få arter med et høyt individantall. Dette sees som en en-toppet asymmetrisk kurve med en lang «hale» mot høyere klasseverdier. Ved moderat forurensing vil en del av de individfattige artene forsvinne, mens opportunistiske arter vil øke i antall. Dette sees som en flatere kurve, en kurve med flere topper eller en kurve som strekker seg mot høyre. Ved høy forurensing blir det få arter med høyt individantall. Kurven vil da få en lavere topp, og få arter spredt over flere og høyere klasser enn det som er normalt ved en upåvirket lokalitet (Gray & Pearson 1982).

Vedlegg 2 - Referansetilstander med tilhørende tilstandsklasser.

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (V2.1-V2.3) angir hvilke tilstandsklasser (angitt i veileder 01:2009 og 02:2013) de ulike parameterne hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig». Bunnfauna klassifiseres ut i fra veileder 02:2013 ved fjernstasjonen og ut i fra NS 9410:2007 ved nær- og overgangsstasjonen. Referanseverdier fra NS940 er oppgitt i Tabell V2.4.

Tabell V2.2. Oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:213.

Indeks	Økologisk tilstandsklasse				
	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
ES₁₀₀	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 V2.2. Hver tilstandsklasses nEQR-basisverdi.

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

Tabell V2.3. Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 01:2009, Direktoratets-gruppen Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

				Tilstandsklasser				
				I	II	III	IV	V
				Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig
Parameter	Veileder	Måleenhet						
Dypvann	Oksygen*	97:03	ml O2/ l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.**	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Kobber	TA 2229/2007	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220
	Sink	TA 2229/2007	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500

*Omregningsfaktoren til mgO₂ /l er 1,42

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

Tabell V2.4. Vurdering av miljøtilstanden i nærsone og overgangssone ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410:2007.

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

Vedlegg 3 - Klassifisering av forurensningsgrad (NSI)

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 stedet for AMBI-verdi for å angi forurensningsgrad (forurensingssensitiv, tolerant osv). Ettersom Rygg & Norling 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. Utgangstilstanden er beskrevet som ikke tilført organisk materiale (lett ubalanse er noe organisk tilførsel osv):

Gruppe I – 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 (Benevnelse - forurensningssensitive).

Gruppe II – 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 (Benevnelse - forurensingsnøytrale).

Gruppe III – 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 (Benevnelse - forurensingstolerante).

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

Gruppe V – Første orden opportunister (markert ubalanserte situasjoner) (Benevnelse - Forurensingsindikerende art).

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. Nedenfor har vi satt opp en oversiktstabell fra tidligere benevnelse til den nye benevnelsen:

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

Økologisk gruppe	Gammel benevnelse	Ny benevnelse
I	Svært forurensingssensitiv	Forurensingssensitiv
II	Forurensingssensitiv	Forurensingsnøytral
III	Forurensingstolerant	Forurensingstolerant
IV	Svært forurensingstolerant (opportunistisk)	Forurensingstolerant (opportunistisk)
V	Kraftig forurensingstolerant (opportunist)	Forurensingsindikerende art

Vedlegg 4 - Feltlogg (MOM B parametere)

Havbrukstjenesten AS										Dok.id.: B.5.5.26																										
Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser										Skjema																										
Utarbeidet av: Rune Haugen					Godkjent av: Anette Narmo Hammervold					Versjon: 4.00					Gjelder fra: 28.10.2015					Sidenr: 1 av 2																
Kunde	LEROY AURDA										Lokalitet/P.nr										16027															
Dato	11/276										Toktleder										78															
Prøvetaking	START:										SLUTT:										Alt Personell															
Vær																																				
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; F1 Sil; F1 Eh; pH: pH-kalibrering: Sjø; Eh: 8.0																																			
Stasjon nr/navn	1 KAS 1										2 KAS 2										3 KAS 3															
Posisjon N / Ø																																				
Dybde (meter)	42																																			
Hugg nr	1				2				3				4				1				2				3				4							
Antall forsøk	1				1				1				1				1				1				1				1							
Prøvetype (K, G, F)	F				F				K6				F				F				K6				F				F				K6			
Volum (cm)	11				10								12				13				10				10											
Antall flasker	1				2				2				2				2				1				1				2							
pH	7.8				7.8								7.8				7.8				7.8				7.7											
Eh (mV)	-170				-170								-150				-150				-160				-165											
Sediment	Skjellsand																																			
	Sand										1										2															
	Mudder																																			
	Silt																				2															
	Leire																																			
	Steinbunn										2										1															
Farge	Lys/Grå (0)										0										0															
	Brun/Sort (2)																																			
Lukt	Ingen (0)										0										0															
	Noe (2)																																			
	Sterk (4)																																			
Kons	Fast (0)										0										0															
	Myk (2)																																			
	Løs (4)																																			
Merknader / avvik:	gull grab																				CTD															
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna										Signatur:																										

88 ÷ 170

Havbruktstjenesten AS										Dok.id: B.5.5.26		
Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser										Skjema		
Utarbeidet av: Rune Haugen			Godkjent av: Anette Narmo Hammervold			Versjon: 4.00		Gjelder fra: 28.10.2015		Sider: 1 av 2		
Kunde	LEDDY ANXA AS					Lokalitet/P.nr	16027					
Dato	11.02.16					Toktleder	THOMAS SØLVED					
Prøvetaking	START: SLUTT:					Alt Personell						
Vær	Skille, lette skyer											
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; T1 Sil; T1 Eh; pH: pH- kalibrering: Sjø; Eh: A pH: 8,0											
Stasjon nr/navn	1 KAS 4				2 KAS 5				3 KAS 6			
Posisjon N / Ø	1				1				1			
Dybde (meter)												
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk												
Prøvetype (K, G, F)	F	F	K6		F	F	K6		F	F	K6	
Volum (cm)	8	10	2		10				9			
Antall flasker	2	2	2		2	1	2		1	1	2	
pH	8,0	8,0			8,0	8,0			7,5	7,6		
Eh (mV)	120	120			20	100			100	100		
Sediment	Skjellsand	2	2		2	2						
	Sand	1	1		1	1			2	2		
	Mudder											
	Silt								1	1		
	Leire											
Farge	Steinbunn	0	0		0	0						
	Lys/Grå (0)	0	0		0	0						
Lukt	Brun/Sort (2)								1	1		
	Ingen (0)	0	0						0	0		
	Noe (2)											
Kons	Sterk (4)											
	Fast (0)	0	0		0	0			0	0		
	Myk (2)								2	2		
	Løs (4)											
Merknader / avvik:												
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna												
Signatur:												

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

Kunde	Larvik ARMA			Lokalitet/P.nr	KASTELHOLMEN 1806P			
Dato	29/05-2018			Toktleder	TB			
Prøvetaking	START:	SLUTT:		Alt Personell				
Vær	NU, 8-10-15, regnbøge			Sjøtemperatur				
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; T-1 Sil; T-1 Eh; AntopH: AntopH- kalibrering:			Sjø; Eh; pH: 8.01				
Stasjon nr/navn	1	KAS-REF			2	3		
Posisjon N / Ø	1			1			1	
Dybde (meter)	67							
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk	2	2	3					
Akkreditert hugg overflate (ja/nei)	Ja	Nei	Ja					
Akkreditert hugg volum (ja/nei)	Nei	Ja	Nei					
Volum (cm)	10	9	10					
Antall flasker	1	1	0					
pH	7.8							
Eh (mV)	58							
Sediment	Skjellsand							
	Sand	X	X	X				
	Grus							
	Mudder							
	Silt	X	X	X				
	Leire							
Farge	Steinbunn	X	X	X				
	Lys/Grå (0)	0	0	0				
Lukt	Brun/Sort (2)							
	Ingen (0)	0	0	0				
	Noe (2)							
Kons	Sterk (4)							
	Fast (0)	0	0	0				
	Myk (2)							
Løs (4)								
Merknader / avvik:		roge stein i grabbøtt						

Vedlegg 5 - Artsliste for bunnfauna

Artsliste for all fauna funnet ved lokalitet Kasterholmen er organisert i Tabell V 5.1.

Tabell V5.1. Artsliste for bunnfauna registrert Kasterholmen. 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	KAS 1 Gr. 1	KAS 1 Gr. 2	KAS 2 Gr. 1	KAS 2 Gr. 2	KAS 3 Gr. 1	KAS 3 Gr. 2
POLYCHAETA	<i>Amphicteis gunneri</i>				3		
	<i>Amphitrite cirrata</i>	1					1
	<i>Anobothrus gracilis</i>		2		3		
	<i>Aphelocheata</i> sp.				2		
	<i>Aricidea catherinae</i>	1					
	<i>Aricidea suecica</i>						
	<i>Brada villosa</i>						
	<i>Capitella capitata</i>						1
	<i>Chaetozone setosa</i>	3	2		6	3	5
	<i>Chone duneri</i>				1		
	<i>Chone</i> sp.						1
	<i>Cirratulus cirratus</i>	1	1	1	2	1	2
	<i>Clymenura borealis</i>						
	<i>Cossura longocirrata</i>				1		
	<i>Dodecaceria concharum</i>				1		1
	<i>Eteone flava</i>				2		1
	<i>Eteone longa</i>					1	
	<i>Euchone</i> sp.				1		
	<i>Eulalia mustela</i>						
	<i>Eunice pennata</i>				1		
	<i>Eupolymnia nebulosa</i>		1		1		1
	<i>Galathowenia oculata</i>	6	8	2		29	13
	<i>Glycera alba</i>				1		
	<i>Glycera lapidum</i>						
	<i>Goniada maculata</i>				3		
	<i>Harmothoe</i> sp.	1	2	1	3		2
	<i>Hydroides norvegicus</i>		1		2		
	<i>Jasmineira</i> sp.			3		1	2
	<i>Laonice sarsi</i>						
	<i>Laphania boeckii</i>						
	<i>Leaena ebranchiata</i>						
	<i>Levinsenia gracilis</i>			1	6	1	6
	Lumbrineridae indet.			1	1		1
	Maldanidae indet.		1		1		
	<i>Mediomastus fragilis</i>	1			2		
	<i>Melinna albicincta</i>		1	2	1		
	<i>Myriochele heeri</i>					4	6
	<i>Nephtys caeca</i>	1	2				

	TAXA	KAS 1 Gr. 1	KAS 1 Gr. 2	KAS 2 Gr. 1	KAS 2 Gr. 2	KAS 3 Gr. 1	KAS 3 Gr. 2
	<i>Nephtys ciliata</i>				4		2
	<i>Nephtys cirrosa</i>						
	<i>Nephtys incisa</i>						
	<i>Nephtys paradoxa</i>						
	<i>Nephtys</i> sp.						
	<i>Nereimyra punctata</i>	1	2				
	<i>Nicomache lumbricalis</i>	2	1	2	9	2	18
	<i>Nothria conchylega</i>	1	5	1	5	1	
	<i>Notomastus latericeus</i>					1	
	<i>Ophelia borealis</i>		2			1	1
	<i>Ophelina acuminata</i>				1		
	<i>Owenia borealis</i>	4	24			57	35
	<i>Paradoneis lyra</i>	5	14	2	6	9	20
	<i>Paramphinome jeffreysii</i>						
	<i>Parexogone hebes</i>				1	1	
	<i>Petaloproctus tenuis</i>	11	5	1		3	6
	<i>Pherusa</i> sp.				1		
	<i>Pholoe baltica</i>	2	3	1	3	5	7
	<i>Pholoe inornata</i>						
	<i>Phyllodoce groenlandica</i>	6	5			2	1
	Phyllodocidae indet.		1				
	<i>Polycirrus norvegicus</i>						
	<i>Polydora</i> sp.						
	<i>Praxillella praetermissa</i>						
	<i>Prionospio cirrifer</i>						
	<i>Pseudopolydora antennata</i>				1		
	<i>Sabella pavonina</i>						1
	<i>Samytha sexcirrata</i>						
	<i>Scalibregma inflatum</i>						
	<i>Schistomeringos</i> sp.				1		
	<i>Scolecopsis</i> sp.					1	
	<i>Scoloplos armiger</i>	2	10	2	10	11	16
	<i>Spio limicola</i>	2	10	2	1	11	14
	<i>Spirobranchus triqueter</i>						
	Syllidae indet.				1		
	<i>Syllis armillaris</i>			1	1		1
	<i>Terebellides stroemii</i>			1	1		
	<i>Tharyx killariensis</i>			1	3		1
	<i>Trochochaeta multisetosa</i>						
AMPHIPODA	<i>Monoculodes</i> sp.				2		
	<i>Paroediceros propinquus</i>						
	<i>Syrrhoe crenulata</i>		1				
	<i>Tryphosites longipes</i>	1	3	1		1	
	<i>Urothoe elegans</i>					2	1
	<i>Westwoodilla caecula</i>						
	<i>Protomedeia fasciata</i>					1	
	<i>Unciola planipes</i>	2	1				

	TAXA	KAS 1 Gr. 1	KAS 1 Gr. 2	KAS 2 Gr. 1	KAS 2 Gr. 2	KAS 3 Gr. 1	KAS 3 Gr. 2
CUMACEA	<i>Brachydiastylis resima</i>						
	<i>Leptostylis longimana</i>						
	<i>Leucon</i> sp.		1		1		
ISOPODA	<i>Gnathia dentata</i>						
LEPTOSTRACA	<i>Nebalia bipes</i>				1		
OSTRACODA	<i>Philomedes globosus</i>						
	<i>Philomedes lilljeborgi</i>			1			
ASCIDIACEA	Molgulidae indet.					1	1
HEXACORALLIA	Actiniaria indet.		1	2	1	2	
	Edwardsiidae indet.				1		
	<i>Paraedwardsia arenaria</i>		4				
ASTEROIDEA	Asteroidea indet.						
ECHINOIDEA	<i>Echinocardium</i> sp.						
	Regularia indet.	1	3	1	3		
	<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>						
HOLOTHUROIDEA	Holothuroidea indet.						
	<i>Psolus squamatus</i>		2	1			1
OPHIUROIDEA	<i>Amphipholis squamata</i>						
	<i>Amphiura chiajei</i>				1		
	<i>Amphiura filiformis</i>				1		
	<i>Ophiopholis aculeata</i>		1	1	11		
	<i>Ophiothrix fragilis</i>						
	<i>Ophiura robusta</i>		1	7	19	1	
	<i>Ophiura sarsii</i>						
	<i>Ophiura</i> sp.		1		1		
BIVALVIA	<i>Arctica islandica</i>						1
	<i>Astarte elliptica</i>			2	9		
	<i>Astarte montagui</i>	1			4		
	<i>Astarte</i> sp.						
	<i>Chlamys islandica</i>				1		
	<i>Crenella decussata</i>	1		2	2	1	
	<i>Dacrydium vitreum</i>		1				
	<i>Ennucula tenuis</i>	3	12		1	14	13
	<i>Hiatella arctica</i>	1	2	1	4		1
	<i>Macoma calcarea</i>	2	4		1	3	2
	<i>Modiolula phaseolina</i>						
	<i>Modiolus modiolus</i>						
	<i>Musculus niger</i>		2	1			
	<i>Mya</i> sp.		1			4	2
	<i>Mytilus edulis</i>						
	<i>Nuculana minuta</i>	5	5		2		
	<i>Nuculana pernula</i>					1	4
	<i>Palliolum striatum</i>				1		
	<i>Parvicardium pinnulatum</i>	1	1	1	4		1
	Pectinidae indet.		1				
	<i>Thracia myopsis</i>		2				1
	<i>Thyasira gouldi</i>		4			12	8

	TAXA	KAS 1 Gr. 1	KAS 1 Gr. 2	KAS 2 Gr. 1	KAS 2 Gr. 2	KAS 3 Gr. 1	KAS 3 Gr. 2
	<i>Thyasira obsoleta</i>						
	<i>Thyasira sarsi</i>						
	<i>Thyasira</i> sp.	1					
	<i>Yoldiella nana</i>	1				1	
	<i>Yoldiella solidula</i>						
CAUDOFOVEATA	<i>Chaetoderma nitidulum</i>			2	1	2	5
GASTROPODA	<i>Ariadnaria borealis</i>	1					
	<i>Boreotrophon clathratus</i>						
	<i>Cylichna alba</i>	1					
	<i>Euspira montagui</i>		1				
	<i>Gibbula tumida</i>		1	1	1		
	<i>Lacuna vincta</i>		16		1		
	<i>Lepeta caeca</i>	6	1	12	5	2	2
	<i>Margarites groenlandicus</i>		2				
	<i>Philine</i> sp.						
	<i>Prosobranchia</i> indet.						1
	<i>Rissoidae</i> indet.						
POLYPLACOPHORA	<i>Stenosemus albus</i>		1	2	9		
SCAPHOPODA	<i>Antalis entalis</i>	1	1				
NEMERTEA	<i>Nemertea</i> indet.				1	1	
SIPUNCULIDEA	<i>Golfingia</i> sp.					1	
	<i>Nephasoma minutum</i>	4	2		1	7	20
	<i>Phascolion strombus strombus</i>	5	3	1	2	1	2
	<i>Heteranomia squamula</i>	1		1			
	<i>Anatoma crispata</i>						
	<i>Palliolum tigerinum</i>		1	2	4		
	<i>Travisia forbesii</i>		2			2	
	<i>Amauropsis islandica</i>				2		
	<i>Tectura virginea</i>				1		
	<i>Onoba semicostata</i>				1		
	<i>Puncturella noachina</i>			2	2		
	<i>Moelleria costulata</i>			1			
	<i>Palliolum</i> sp.				1		
	<i>Cistenides granulata</i>	1	3		5		
	<i>Tonicella marmorea</i>				1		
	<i>Tonicella rubra</i>			1	3		
	<i>Iothia fulva</i>				1		
	<i>Paroediceros lynceus</i>			1			
	<i>Leitoscoloplos mammosus</i>						
	<i>Diaphana minuta</i>						
	<i>Scaphander</i> sp.						
	<i>Sclerocrangon boreas</i>						
	<i>Melita dentata</i>						
	<i>Lysippe fragilis</i>						
	<i>Monoculopsis longicornis</i>						
	<i>Nephtys pente</i>						
	<i>Hippomedon holbolli</i>						

	TAXA	KAS 1 Gr. 1	KAS 1 Gr. 2	KAS 2 Gr. 1	KAS 2 Gr. 2	KAS 3 Gr. 1	KAS 3 Gr. 2
	<i>Socarnes vahlii</i>						
VARIA	<i>Balanus balanus</i>	2		1			
	<i>Bryozoa indet.</i>				1	1	
	<i>Hydrozoa indet.</i>						
	<i>Nematoda indet.</i>						
	<i>Spirorbis</i> sp.		1				
	<i>Porifera indet.</i>				1		

	TAXA	KAS 4 Gr. 1	KAS 4 Gr. 2	KAS 5 Gr. 1	KAS 5 Gr. 2	KAS 6 Gr. 1	KAS 6 Gr. 2
POLYCHAETA	<i>Amphicteis gunneri</i>	1	1		1		
	<i>Amphitrite cirrata</i>	1	1				
	<i>Anobothrus gracilis</i>	3		2			
	<i>Aphelochaeta</i> sp.				1		
	<i>Aricidea catherinae</i>						
	<i>Aricidea suecica</i>	1					
	<i>Brada villosa</i>	1					
	<i>Capitella capitata</i>			1	1	4	1
	<i>Chaetozone setosa</i>	5	4	3	10	4	
	<i>Chone duneri</i>		1		2	2	
	<i>Chone</i> sp.						1
	<i>Cirratulus cirratus</i>		1		1		
	<i>Clymenura borealis</i>			2	2		
	<i>Cossura longocirrata</i>						
	<i>Dodecaceria concharum</i>	1					
	<i>Eteone flava</i>		1		2	5	2
	<i>Eteone longa</i>						
	<i>Euchone</i> sp.	2	1				
	<i>Eulalia mustela</i>	2					
	<i>Eunice pennata</i>	1				1	
	<i>Eupolymnia nebulosa</i>			1			
	<i>Galathowenia oculata</i>	6	1	10	15	1	
	<i>Glycera alba</i>						1
	<i>Glycera lapidum</i>	1					
	<i>Goniada maculata</i>		2		5		
	<i>Harmothoe</i> sp.	2	4	1	3	2	
	<i>Hydroides norvegicus</i>	9				1	
	<i>Jasmineira</i> sp.				2	1	
	<i>Laonice sarsi</i>			1		1	1
	<i>Laphania boeckii</i>		1	2			
	<i>Leaena ebranchiata</i>					1	
	<i>Levinsenia gracilis</i>	6	2	3	10		
	<i>Lumbrineridae indet.</i>	2	2			1	
	<i>Maldanidae indet.</i>		1		3		
	<i>Mediomastus fragilis</i>						
	<i>Melinna albicincta</i>	3					
	<i>Myriochele heeri</i>	2			4		

	TAXA	KAS 4 Gr. 1	KAS 4 Gr. 2	KAS 5 Gr. 1	KAS 5 Gr. 2	KAS 6 Gr. 1	KAS 6 Gr. 2
	<i>Nephtys caeca</i>						
	<i>Nephtys ciliata</i>	6				4	
	<i>Nephtys cirrosa</i>					1	
	<i>Nephtys incisa</i>			1			
	<i>Nephtys paradoxa</i>		1	1	1		
	<i>Nephtys</i> sp.					3	2
	<i>Nereimyra punctata</i>	2	8	3	2	2	
	<i>Nicomache lumbricalis</i>	17	8	7	6		
	<i>Nothria conchylega</i>	7	13	1			
	<i>Notomastus latericeus</i>				1		
	<i>Ophelia borealis</i>	1		1	1		
	<i>Ophelina acuminata</i>		1		1	10	3
	<i>Owenia borealis</i>	6		10	30	1	
	<i>Paradoneis lyra</i>	16	4	19	32	2	
	<i>Paramphinome jeffreysii</i>					1	
	<i>Parexogone hebes</i>						
	<i>Petaloproctus tenuis</i>	3	1	7	11		
	<i>Pherusa</i> sp.						
	<i>Pholoe baltica</i>	5	5	4	14	20	10
	<i>Pholoe inornata</i>		1				
	<i>Phyllodoce groenlandica</i>	1	2	2	4		
	Phyllodocidae indet.						
	<i>Polycirrus norvegicus</i>		1				
	<i>Polydora</i> sp.			1			
	<i>Praxillella praetermissa</i>	4			2	3	1
	<i>Prionospio cirrifera</i>				1	4	1
	<i>Pseudopolydora antennata</i>						
	<i>Sabella pavonina</i>						
	<i>Samytha sexcirrata</i>	1		1			
	<i>Scalibregma inflatum</i>		2	1		1	
	<i>Schistomeringos</i> sp.				2		
	<i>Scolelepis</i> sp.	1					
	<i>Scoloplos armiger</i>	19	18	8	23	27	7
	<i>Spio limicola</i>	5	7	7	32	15	1
	<i>Spirobranchus triqueter</i>		1				
	Syllidae indet.		1				
	<i>Syllis armillaris</i>	1	3	1			
	<i>Terebellides stroemii</i>	1		1			
	<i>Tharyx killariensis</i>	1	1		3		
	<i>Trochochaeta multisetosa</i>					2	
AMPHIPODA	<i>Monoculodes</i> sp.						
	<i>Paroediceros propinquus</i>		1		1		
	<i>Syrrhoe crenulata</i>						
	<i>Tryphosites longipes</i>	1					
	<i>Urothoe elegans</i>				2		
	<i>Westwoodilla caecula</i>	1	1		3	1	
	<i>Protomedeia fasciata</i>		1				

	TAXA	KAS 4 Gr. 1	KAS 4 Gr. 2	KAS 5 Gr. 1	KAS 5 Gr. 2	KAS 6 Gr. 1	KAS 6 Gr. 2
	<i>Unciola planipes</i>						
CUMACEA	<i>Brachydiastylis resima</i>				1		
	<i>Leptostylis longimana</i>	1					
	<i>Leucon</i> sp.		1				
ISOPODA	<i>Gnathia dentata</i>					1	
LEPTOSTRACA	<i>Nebalia bipes</i>						3
OSTRACODA	<i>Philomedes globosus</i>	1					
	<i>Philomedes lilljeborgi</i>					1	
ASCIDIACEA	Molgulidae indet.						
HEXACORALLIA	Actiniaria indet.						
	Edwardsiidae indet.		2	1			
	<i>Paraedwardsia arenaria</i>						
ASTEROIDEA	Asteroidea indet.		2				
ECHINOIDEA	<i>Echinocardium</i> sp.			1			
	Regularia indet.	1					
	<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>			1			
HOLOTHUROIDEA	Holothuroidea indet.		1				
	<i>Psolus squamatus</i>			1	1		
OPHIUROIDEA	<i>Amphipholis squamata</i>		1				
	<i>Amphiura chiajei</i>						
	<i>Amphiura filiformis</i>						
	<i>Ophiopholis aculeata</i>						
	<i>Ophiothrix fragilis</i>	2					
	<i>Ophiura robusta</i>						
	<i>Ophiura sarsii</i>					1	
	<i>Ophiura</i> sp.						
BIVALVIA	<i>Arctica islandica</i>		1	1	1		
	<i>Astarte elliptica</i>	3	1				
	<i>Astarte montagui</i>			1			
	<i>Astarte</i> sp.		3	2			
	<i>Chlamys islandica</i>						
	<i>Crenella decussata</i>						
	<i>Dacrydium vitreum</i>	3		2			
	<i>Ennucula tenuis</i>						
	<i>Hiatella arctica</i>						
	<i>Macoma calcarea</i>						
	<i>Modiolula phaseolina</i>			1			
	<i>Modiolus modiolus</i>		1	1			
	<i>Musculus niger</i>		1	1			
	<i>Mya</i> sp.			1		2	
	<i>Mytilus edulis</i>					1	
	<i>Nuculana minuta</i>		5	4	4		
	<i>Nuculana pernula</i>	4			1		
	<i>Palliolum striatum</i>						
	<i>Parvicardium pinnulatum</i>						
	Pectinidae indet.		1				
	<i>Thracia myopsis</i>			2			

	TAXA	KAS 4 Gr. 1	KAS 4 Gr. 2	KAS 5 Gr. 1	KAS 5 Gr. 2	KAS 6 Gr. 1	KAS 6 Gr. 2
	<i>Thyasira gouldi</i>				3		
	<i>Thyasira obsoleta</i>						1
	<i>Thyasira sarsi</i>				3	16	1
	<i>Thyasira</i> sp.						
	<i>Yoldiella nana</i>				2		
	<i>Yoldiella solidula</i>			1			
CAUDOFOVEATA	<i>Chaetoderma nitidulum</i>						
GASTROPODA	<i>Ariadnaria borealis</i>		1				
	<i>Boreotrophon clathratus</i>			1			
	<i>Cylichna alba</i>						
	<i>Euspira montagui</i>						
	<i>Gibbula tumida</i>	1					
	<i>Lacuna vincta</i>						
	<i>Lepeta caeca</i>						
	<i>Margarites groenlandicus</i>						
	<i>Philine</i> sp.		1	1			
	<i>Prosobranchia</i> indet.						
	<i>Rissoidae</i> indet.	3			1		
POLYPLACOPHORA	<i>Stenosemus albus</i>		1	2			
SCAPHOPODA	<i>Antalis entalis</i>		1				
NEMERTEA	<i>Nemertea</i> indet.						
SIPUNCULIDEA	<i>Golfingia</i> sp.						
	<i>Nephasoma minutum</i>	9	6	22	5	1	
	<i>Phascolion strombus strombus</i>	1	8	4	2		
	<i>Heteranomia squamula</i>	1					
	<i>Anatoma crispata</i>		1				
	<i>Palliolum tigerinum</i>		1	1			
	<i>Travisia forbesii</i>				3		
	<i>Amauropsis islandica</i>		1	2	2		
	<i>Tectura virginea</i>						
	<i>Onoba semicostata</i>					2	7
	<i>Puncturella noachina</i>			1			
	<i>Moelleria costulata</i>	4	1	1			
	<i>Palliolum</i> sp.						
	<i>Cistenides granulata</i>	11	5	4	4	7	6
	<i>Tonicella marmorea</i>						
	<i>Tonicella rubra</i>						
	<i>Iothia fulva</i>						
	<i>Paroediceros lynceus</i>					5	
	<i>Leitoscoloplos mammosus</i>		3	1	1		
	<i>Diaphana minuta</i>					1	
	<i>Scaphander</i> sp.			1			
	<i>Sclerocrangon boreas</i>						1
	<i>Melita dentata</i>	1					
	<i>Lysippe fragilis</i>		1		1		
	<i>Monoculopsis longicornis</i>			1			
	<i>Nephtys pente</i>			2			

	TAXA	KAS 4 Gr. 1	KAS 4 Gr. 2	KAS 5 Gr. 1	KAS 5 Gr. 2	KAS 6 Gr. 1	KAS 6 Gr. 2
	<i>Hippomedon holbolli</i>				8	1	
	<i>Socarnes vahlii</i>						1
VARIA	<i>Balanus balanus</i>			3			
	Bryozoa indet.	1	1			1	
	Hydrozoa indet.		1			1	
	Nematoda indet		1		1		
	<i>Spirorbis</i> sp.				1		
	Porifera indet.	1	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, koloniale Porifera, infraklasse Cirripedia, koloniale 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 (EG)	Kas-REF-1	Kas-REF-2
Anobothrus gracilis	2		2
Capitella sp.	3	13	
Capitellidae	3	2	1
Chaetozone cf setosa	4	6	15
Cirratulus cirratus	4		1
Diplocirrus glaucus	2	1	
Ditrupa arietina			1
Dorvilleidae	3	1	
Eteone cf longa	4	1	
Exogone verugera	1		1
Galathowenia oculata	3	21	40
Glycera lapidum	1	3	
Glycera sp.	2		1
Goniada maculata	2		8
Laonice cirrata	1		2
Levinsenia gracilis	2	5	5
Lysippe labiata	2		1
Maldane sarsi	4	1	
Maldanidae	2	4	2
Melinna elisabethae	2	1	1
Myriochele heeri	3	2	9
Nephtys paradoxa	2	1	1
Nereimyra punctata	4	1	
Nicomache lumbricalis	2	2	6
Nothria conchylega	1		3
Petaloproctus borealis			15
Pholoe baltica	3	2	2
Pholoe inornata	3	1	

Phyllodoce groenlandica	3	1	2
Praxillella praetermissa	2	1	
Prionospio cirrifera	3		6
Sabellidae	2		1
Scalibregma cf inflatum	3		1
Scoloplos armiger	3	7	15
Spio limicola			4
Spio sp.	2		1
Terebellomorpha		1	
Tharyx killariensis	2	1	
Thelepus cincinnatus	1		1
Travisia forbesii		2	
Arctica islandica	3	1	1
Astarte montagui	1	3	1
Crenella decussata	1	2	3
Ennucula tenuis	2	3	17
Heteranomia squamula		1	1
Hiatella arctica	1	1	2
Macoma calcarea	4	4	5
Nuculana pernula	2	2	
Parvicardium minimum	1	1	
Thyasira sp.	3	2	11
Yoldiella lenticula	3		1
Yoldiella nana	3	3	2
Lepeta caeca			1
Philinidae	2	1	1
Prosobranchia	1	1	
Pyramidellidae			1
Antalis occidentalis	1	1	
Caudofoveata	2	4	4
Amphipoda	2	1	
Dulichidae			1
Hippomedon propinquus	2		4
Protomedeia fasciata	4	6	2
Tryphosites longipes	1		1
Diastylis sp.	1	1	
Leucon nasica	3		1
Ophiopholis aculeata	1	1	
Strongylocentrotus pallidus		1	
Labidoplax buskii	2		4
Psolus squamatus			1
Pelonaia corrugata		1	1
Nemertea	3	1	

Sipuncula	2	1	34
Phascolion strombus strombus	2	3	5
Calanoida		5	7
Nematoda		1	
Paradoneis sp.		12	15
Owenia sp.		8	33
Solariella sp.		1	2
Solariella cf verrucosa		2	
Tectura sp.		1	
Ophiura sp juv			1
Dacrydium sp.			2

Vedlegg 6 - Indekser for nær- og overgangsstasjonen

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, men som tilleggsinformasjon er indekser for nær- og overgangsstasjonen likevel beregnet og presentert i Tabell V6.1 og V6.2.

Tabell V6.1. Resultater fra nærstasjonen KAS-1 fra grabb 2 og grabb 3. Antall arter (S) og individer (N) funnet ved stasjonen danner grunnlaget for de utregnede indeksene; NQI1 (arts mangfold og ømfintlighet), H' (Shannon Wiener - arts mangfold), J (jevnhhet), H'max (maksimal diversitet), ES100 (diversitet), ISI (sensitivitet/indikator arter), NSI (sensitivitet/indikator arter basert på norske forhold), DI (individdtetthet). Samlet verdi angir total tilstandsklasse for stasjonen og er gjennomsnittet av de to normaliserte indeksene nEQR $\bar{G}$ og nEQR $\bar{S}$. Fargene i tabellen angir de ulike tilstandsklassene indeksverdiene hører til i; blå → tilstandsklasse «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig», rød → «svært dårlig».

KAS-1	Grabb 1	Grabb 2	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	38	56	47,0	66		
N	91	191	141,0	282		
NQI1	0,807	0,816	0,811	0,820	0,791	0,800
H'	4,783	5,059	4,921	5,251	0,827	0,900
J	0,911	0,871	0,891	0,869		
H'max	5,248	5,807	5,528	6,044		
ES100	-	40,860	-	40,780	-	0,885
ISI	9,836	10,093	9,965	10,498	0,821	0,853
NSI	23,883	24,223	24,053	24,112	0,762	0,764
DI	0,091	0,231	0,161	0,161		
		Samlet verdi:	0,820		0,800	0,841

Tabell V6.2. Resultater for overgangsstasjon (KAS-2) fra grabb 2 og grabb 3. For grundigere beskrivelse av tabellen; se tabelltekst for Tabell V6.1. **NB!** Ved denne stasjonen er ikke regnet ut nEQR for indeksverdien ES₁₀₀. Dette er fordi ES₁₀₀-verdien var for høy til å kunne regnet ut verdien (skalaen er ikke tilpasset så høye verdier). Det samme gjelder nEQR $\bar{S}$ for indeksen H'.

KAS-2	Grabb 1	Grabb 2	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	40	76	58,0	86		
N	72	206	139,0	278		
NQI1	0,855	0,857	0,856	0,865	0,890	0,912
H'	4,872	5,653	5,263	5,743	0,903	-
J	0,916	0,905	0,910	0,894		
H'max	5,322	6,248	5,785	6,426		
ES100	-	50,940	-	50,760	-	-
ISI	11,728	9,913	10,820	9,900	0,872	0,818
NSI	26,275	25,587	25,931	25,729	0,831	0,824
DI	0,193	0,264	0,228	0,228		
		Samlet verdi:	0,863		0,874	0,851

Vedlegg 7 - CTD Data

Tabell V7.1 CTD data fra Kasterholmen

SD204, Serial No 1156									
Ser	Meas	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	Density	Press	Date	Time
17	1787	32.74	2.664	59.66	6.10	26.113	1.36	11.Feb-16	10:59:42
17	1788	34.13	3.026	73.49	7.38	27.205	3.58	11.Feb-16	10:59:44
17	1789	34.14	3.073	70.46	7.07	27.220	6.03	11.Feb-16	10:59:46
17	1790	34.15	3.100	73.54	7.37	27.235	8.69	11.Feb-16	10:59:48
17	1791	34.13	3.182	77.27	7.73	27.226	11.09	11.Feb-16	10:59:50
17	1792	34.22	3.099	76.78	7.69	27.314	13.36	11.Feb-16	10:59:52
17	1793	34.17	3.038	76.57	7.69	27.294	15.74	11.Feb-16	10:59:54
17	1794	34.14	2.988	76.45	7.69	27.279	17.20	11.Feb-16	10:59:56
17	1795	34.15	2.977	76.88	7.73	27.294	18.27	11.Feb-16	10:59:58
17	1796	34.15	2.977	76.83	7.73	27.296	18.88	11.Feb-16	11:00:00
17	1797	34.16	2.969	77.05	7.75	27.309	20.19	11.Feb-16	11:00:02
17	1798	34.14	2.947	76.83	7.73	27.305	21.22	11.Feb-16	11:00:04
17	1799	34.14	2.946	76.87	7.74	27.308	21.81	11.Feb-16	11:00:06
17	1800	34.15	2.944	76.83	7.73	27.314	22.69	11.Feb-16	11:00:08
17	1801	34.14	2.950	76.90	7.74	27.312	23.48	11.Feb-16	11:00:10
17	1802	34.16	2.955	76.83	7.73	27.331	24.42	11.Feb-16	11:00:12
17	1803	34.13	2.949	76.64	7.71	27.309	24.96	11.Feb-16	11:00:14
17	1804	34.05	2.949	76.72	7.73	27.251	25.04	11.Feb-16	11:00:16
17	1805	34.16	2.962	76.73	7.72	27.343	26.49	11.Feb-16	11:00:18
17	1806	34.15	2.971	76.57	7.70	27.340	27.89	11.Feb-16	11:00:20
17	1807	34.16	2.970	76.64	7.71	27.357	29.32	11.Feb-16	11:00:22
17	1808	34.15	2.965	76.46	7.69	27.358	30.83	11.Feb-16	11:00:24
17	1809	34.15	2.967	76.06	7.65	27.361	32.02	11.Feb-16	11:00:26
17	1810	34.16	2.963	76.30	7.68	27.372	33.65	11.Feb-16	11:00:28
17	1811	35.86	2.958	75.76	7.54	28.744	35.22	11.Feb-16	11:00:30
17	1812	34.11	2.947	76.39	7.69	27.350	36.49	11.Feb-16	11:00:32
17	1813	33.90	2.910	76.41	7.71	27.199	38.71	11.Feb-16	11:00:34
17	1814	33.91	2.910	76.19	7.69	27.219	41.09	11.Feb-16	11:00:36
17	1815	34.16	2.895	75.97	7.66	27.424	42.46	11.Feb-16	11:00:38
17	1816	34.15	2.847	76.00	7.67	27.429	44.54	11.Feb-16	11:00:40
17	1817	34.09	2.788	75.79	7.66	27.397	47.04	11.Feb-16	11:00:42
17	1818	34.07	2.757	75.38	7.63	27.398	49.63	11.Feb-16	11:00:44
17	1819	34.15	2.760	75.12	7.60	27.471	51.27	11.Feb-16	11:00:46
17	1820	34.09	2.753	75.27	7.62	27.426	52.88	11.Feb-16	11:00:48
17	1821	34.14	2.739	74.76	7.56	27.476	54.73	11.Feb-16	11:00:50
17	1822	33.85	2.730	74.70	7.57	27.257	56.67	11.Feb-16	11:00:52
17	1823	34.13	2.730	74.43	7.53	27.484	57.01	11.Feb-16	11:00:54

Vedlegg 8 - Analysebevis

Rapport

Side 1 (7)

N1602070

1JMAUXLTCUB



Mottatt dato 2016-02-18
Utstedt 2016-02-26

Havbruktjenesten AS
Frode Bjørklund

Siholmsveien 34
7260 SISTRANDA
Norge

Prosjekt KASTERHOLMEN
Bestnr 16027

Analyse av sediment

Deres prøvenavn	KAS-1 KJEMI Sediment					
Labnummer	N00414215					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	76.0	4.59	%	1	1	HABO
As (Arsen)	1.08	0.22	mg/kg TS	1	1	HABO
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	HABO
Cr (Krom)	11.3	2.26	mg/kg TS	1	1	HABO
Cu (Kopper)	7.43	1.48	mg/kg TS	1	1	HABO
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	HABO
Ni (Nikkel)	7.7	1.5	mg/kg TS	1	1	HABO
Pb (Bly)	2.9	0.6	mg/kg TS	1	1	HABO
Zn (Sink)	14.8	3.0	mg/kg TS	1	1	HABO
TOC	0.24	0.05	% TS	2	1	HABO
Glødetap (LOI)	1.99	0.12	% TS	3	1	HABO
P (Fosfor)	<500		mg/kg TS	4	1	HABO
N-total	955	194	mg/kg TS	5	1	HABO

Deres prøvenavn	KAS-1 GEO Sediment				
Labnummer	N00414216				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornstørrelse <0,063 mm	3.38	%	6	1	HABO
Kornstørrelse 0,063-2 mm	59.3	%	6	1	HABO
Kornstørrelse >2 mm	37.3	%	6	1	HABO
Kornfordeling	-----	se vedl.	6	1	HABO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Hanne Boklund

2016.02.26 12:55:12

Client Service
hanne.boklund@alsglobal.com

Rapport

Side 2 (7)

N1602070

1JMAUXLTCUB



Deres prøvenavn	KAS-2 KJEMI Sediment					
Labnummer	N00414217					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørstoff (E)	80.2	4.84	%	1	1	HABO
As (Arsen)	1.61	0.32	mg/kg TS	1	1	HABO
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	HABO
Cr (Krom)	56.5	11.3	mg/kg TS	1	1	HABO
Cu (Kopper)	12.6	2.51	mg/kg TS	1	1	HABO
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	HABO
Ni (Nikkel)	12.5	2.5	mg/kg TS	1	1	HABO
Pb (Bly)	4.1	0.8	mg/kg TS	1	1	HABO
Zn (Sink)	25.7	5.1	mg/kg TS	1	1	HABO
TOC	0.33	0.07	% TS	2	1	HABO
Glødetap (LOI)	3.04	0.16	% TS	3	1	HABO
P (Fosfor)	600	346	mg/kg TS	4	1	HABO
N-total	1620	325	mg/kg TS	5	1	HABO

Deres prøvenavn	KAS-2 GEO Sediment				
Labnummer	N00414218				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornstørrelse <0,063 mm	8.94	%	6	1	HABO
Kornstørrelse 0,063-2 mm	41.4	%	6	1	HABO
Kornstørrelse >2 mm	49.7	%	6	1	HABO
Kornfordeling	-----	se vedl.	6	1	HABO

Deres prøvenavn	KAS-3 KJEMI Sediment					
Labnummer	N00414219					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørstoff (E)	74.3	4.49	%	1	1	HABO
As (Arsen)	1.10	0.22	mg/kg TS	1	1	HABO
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	HABO
Cr (Krom)	13.2	2.65	mg/kg TS	1	1	HABO
Cu (Kopper)	5.51	1.10	mg/kg TS	1	1	HABO
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	HABO
Ni (Nikkel)	7.9	1.6	mg/kg TS	1	1	HABO
Pb (Bly)	2.3	0.5	mg/kg TS	1	1	HABO
Zn (Sink)	19.1	3.8	mg/kg TS	1	1	HABO
TOC	0.28	0.06	% TS	2	1	HABO
Glødetap (LOI)	2.02	0.12	% TS	3	1	HABO
P (Fosfor)	<500		mg/kg TS	4	1	HABO
N-total	631	130	mg/kg TS	5	1	HABO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Hanne Boklund

Client Service
hanne.boklund@alsglobal.com

2016.02.26 12:55:12

Rapport

Side 3 (7)

N1602070

1JMAUXLTCUB



Deres prøvenavn	KAS-3 GEO Sediment				
Labnummer	N00414220				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornstørrelse <0,063 mm	21.4	%	8	1	HABO
Kornstørrelse 0,063-2 mm	76.9	%	8	1	HABO
Kornstørrelse >2 mm	1.74	%	8	1	HABO
Kornfordeling	-----	se vedl.	8	1	HABO

Deres prøvenavn	KAS-4 KJEMI Sediment					
Labnummer	N00414221					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	69.0	4.17	%	1	1	HABO
As (Arsen)	2.58	0.52	mg/kg TS	1	1	HABO
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	HABO
Cr (Krom)	23.9	4.78	mg/kg TS	1	1	HABO
Cu (Kopper)	15.6	3.12	mg/kg TS	1	1	HABO
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	HABO
Ni (Nikkel)	16.2	3.2	mg/kg TS	1	1	HABO
Pb (Bly)	6.3	1.3	mg/kg TS	1	1	HABO
Zn (Sink)	36.8	7.4	mg/kg TS	1	1	HABO
TOC	0.63	0.13	% TS	2	1	HABO
Glødetap (LOI)	3.92	0.21	% TS	3	1	HABO
P (Fosfor)	570	345	mg/kg TS	4	1	HABO

Deres prøvenavn	KAS-4 GEO Sediment				
Labnummer	N00414222				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornstørrelse <0,063 mm	18.5	%	8	1	HABO
Kornstørrelse 0,063-2 mm	37.2	%	8	1	HABO
Kornstørrelse >2 mm	44.3	%	8	1	HABO
Kornfordeling	-----	se vedl.	8	1	HABO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Hanne Boklund

Client Service
hanne.boklund@alsglobal.com

2016.02.26 12:55:12

Rapport

Side 4 (7)

N1602070

1JMAUXLTCUB



Deres prøvenavn	KAS-5 KJEMI Sediment					
Labnummer	N00414223					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	72.3	4.37	%	1	1	HABO
As (Arsen)	1.22	0.24	mg/kg TS	1	1	HABO
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	HABO
Cr (Krom)	14.5	2.91	mg/kg TS	1	1	HABO
Cu (Kopper)	5.70	1.14	mg/kg TS	1	1	HABO
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	HABO
Ni (Nikkel)	9.5	1.9	mg/kg TS	1	1	HABO
Pb (Bly)	2.6	0.5	mg/kg TS	1	1	HABO
Zn (Sink)	15.7	3.1	mg/kg TS	1	1	HABO
TOC	0.43	0.09	% TS	2	1	HABO
Glødetap (LOI)	2.75	0.15	% TS	3	1	HABO
P (Fosfor)	600	346	mg/kg TS	4	1	HABO

Deres prøvenavn	KAS-5 GEO Sediment				
Labnummer	N00414224				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornstørrelse <0,063 mm	6.24	%	6	1	HABO
Kornstørrelse 0,063-2 mm	91.6	%	6	1	HABO
Kornstørrelse >2 mm	2.21	%	6	1	HABO
Kornfordeling	-----	se vedl.	6	1	HABO

Deres prøvenavn	KAS-6 KJEMI Sediment					
Labnummer	N00414225					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	42.0	2.55	%	1	1	HABO
As (Arsen)	5.43	1.08	mg/kg TS	1	1	HABO
Cd (Kadmium)	0.35	0.07	mg/kg TS	1	1	HABO
Cr (Krom)	25.8	5.17	mg/kg TS	1	1	HABO
Cu (Kopper)	19.0	3.81	mg/kg TS	1	1	HABO
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	HABO
Ni (Nikkel)	20.7	4.1	mg/kg TS	1	1	HABO
Pb (Bly)	5.7	1.1	mg/kg TS	1	1	HABO
Zn (Sink)	36.9	7.4	mg/kg TS	1	1	HABO
TOC	3.21	0.64	% TS	2	1	HABO
Glødetap (LOI)	11.5	0.58	% TS	3	1	HABO
P (Fosfor)	760	353	mg/kg TS	4	1	HABO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: +47 22 13 18 00
Fax: +47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Hanne Boklund

Client Service
hanne.boklund@alsglobal.com

2016.02.26 12:55:12

Rapport

Side 5 (7)

N1602070

1JMAUXLTCUB



Deres prøvenavn	KAS-6 GEO Sediment				
Labnummer	N00414226				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornstørrelse <0,063 mm	24.0	%	Ø	1	HABO
Kornstørrelse 0,063-2 mm	57.4	%	Ø	1	HABO
Kornstørrelse >2 mm	18.6	%	Ø	1	HABO
Kornfordeling	————	se vedl.	Ø	1	HABO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.no@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Hanne Boklund

Client Service
hanne.boklund@alsglobal.com

2016.02.26 12:55:12

Rapport

Side 6 (7)

N1602070

1JMAUXLTCUB



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.
 n.d. betyr ikke påvist.
 n/a betyr ikke analyserbart.
 < betyr mindre enn.
 > betyr større enn.

Metodespesifikasjon																	
1	«M-1C-tungmetaller» Bestemmelse av tungmetaller i jord/sediment/kompost Metode: EPA 200.7, ISO 11885, EPA 8010, SM 3120 Rapporteringsgrenser: <table> <tr><td>As:</td><td>0.50 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Cd:</td><td>0.10 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Cr:</td><td>0.25 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Cu:</td><td>0.10 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Hg:</td><td>0.20 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Ni:</td><td>1.0 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Pb:</td><td>1.0 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Zn:</td><td>5.0 mg/kg TS</td></tr> </table> Måleusikkerhet: 20%	As:	0.50 mg/kg TS	Cd:	0.10 mg/kg TS	Cr:	0.25 mg/kg TS	Cu:	0.10 mg/kg TS	Hg:	0.20 mg/kg TS	Ni:	1.0 mg/kg TS	Pb:	1.0 mg/kg TS	Zn:	5.0 mg/kg TS
As:	0.50 mg/kg TS																
Cd:	0.10 mg/kg TS																
Cr:	0.25 mg/kg TS																
Cu:	0.10 mg/kg TS																
Hg:	0.20 mg/kg TS																
Ni:	1.0 mg/kg TS																
Pb:	1.0 mg/kg TS																
Zn:	5.0 mg/kg TS																
2	Bestemmelse av TOC ved IR-bestemmelse Metode: Modifisert ISO 10694 og modifisert EN 13137 Måleprinsipp: IR Rapporteringsgrenser: 0,1 % Måleusikkerhet: 20%																
3	Bestemmelse av Glødetap (LOI). Metode: Intern metode Deteksjon og kvantifisering: Gravimetrisk																
4	Bestemmelse av P-total Metode: CSN 72 0116-1 Måleprinsipp: Spektrofotometri Rapporteringsgrense: 0,050 %TS Relativ måleusikkerhet: 15 %																
5	Bestemmelse av total Nitrogen i jord Metode: ISO 11261 Måleprinsipp: Spektrofotometri Rapporteringsgrenser: LOR 50 mg/kg TS Andre opplysninger: Modifisert Kjeldahl-metode																
6	Standard siktekurve – 7 fraksjoner – i jord og sediment Metode: ISO 11277:2009 Måleprinsipp: Kombinasjon av sikteanalyser og laserdiffraksjon. 7 fraksjoner, 6 siktinger, den laveste fraksjonen analyseres. Rapporteringsgrenser: 0.01 % Andre opplysninger: Brukes på prøver av jord og sediment som inneholder leire, silt, sand, småstein og grus. Det angis totalt 7 fraksjoner.																

ALS Laboratory Group Norway AS
 PB 643 Skøyen
 N-0214 Oslo
 Norway

Web: www.alsglobal.no
 E-post: info.on@alsglobal.com
 Tel: + 47 22 13 18 00
 Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
 og digitalt signert av

Hanne Boklund

Client Service
hanne.boklund@alsglobal.com

2016.02.26 12:55:12

Rapport

Side 7 (7)

N1602070

1JMAUXLTCUB



Metodespesifikasjon	
	>2 mm 1 - 2 mm 0.5 - 1 mm 0.25 - 0.5 mm 0.125 - 0.25 mm 0.063 - 0.125 mm < 0.063 mm

Godkjenner	
HABO	Hanne Boklund

Underleverandør ¹	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 908, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Målesikkerheten angis som en utvidet målesikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Målesikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.no@alsglobal.com
Tel: +47 22 13 18 00
Fax: +47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Hanne Boklund

Client Service
hanne.boklund@alsglobal.com

2016.02.26 12:55:12



Avdeling Namdal

Åkerblå AS
916763816
Nordfroyveien 413
7260 SISTRANDA



Dato: 08.07.2018
Prove ID: N2018-5705
ver 1

ANALYSERESULTATER

Provemottak: 20.06.18

Analyseperiode: 20.06.18 - 08.07.18

Provetaker: Oppdrags giver

2018-5705-1

Sedimenter fra saltvann

Tatt ut: 29.05.18

Merket: KAS-REF

Referanse: Ref. 18068

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Målesikkerhet
Kobber	Intern /ISO 17294-2	6,4	mg/kg TS	±1,90
Sink	Intern /ISO 17294-2	20	mg/kg TS	±3,90
Fosfor	Intern /ISO 17294-2	420	mg/kg TS	±100
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	252	mg N/kg TS	±38
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod/EN13137	2300	mg/kg TS	
•Normalisert TOC	Beregnet TOC63	20,0	mg/g TS	
Tørrestoff 105°C	NS 4764	73	g/100g	±5,09
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	0,9	% av TS	
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	1,8	%	
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	93	%	
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	9	%	

*) Laboratoriet er ikke akkreditert for denne analysen

4) Analysen er utført ved Fjellab.

Informasjon vedr. forbehandlingsprosedyrer

Provene tørkes ved 105°C for 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 hydrogenperoxid 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
Bjørn (E-mail)

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

Målesikkerhet fås 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

Org.nr:

NO: 986 208 933 MVA