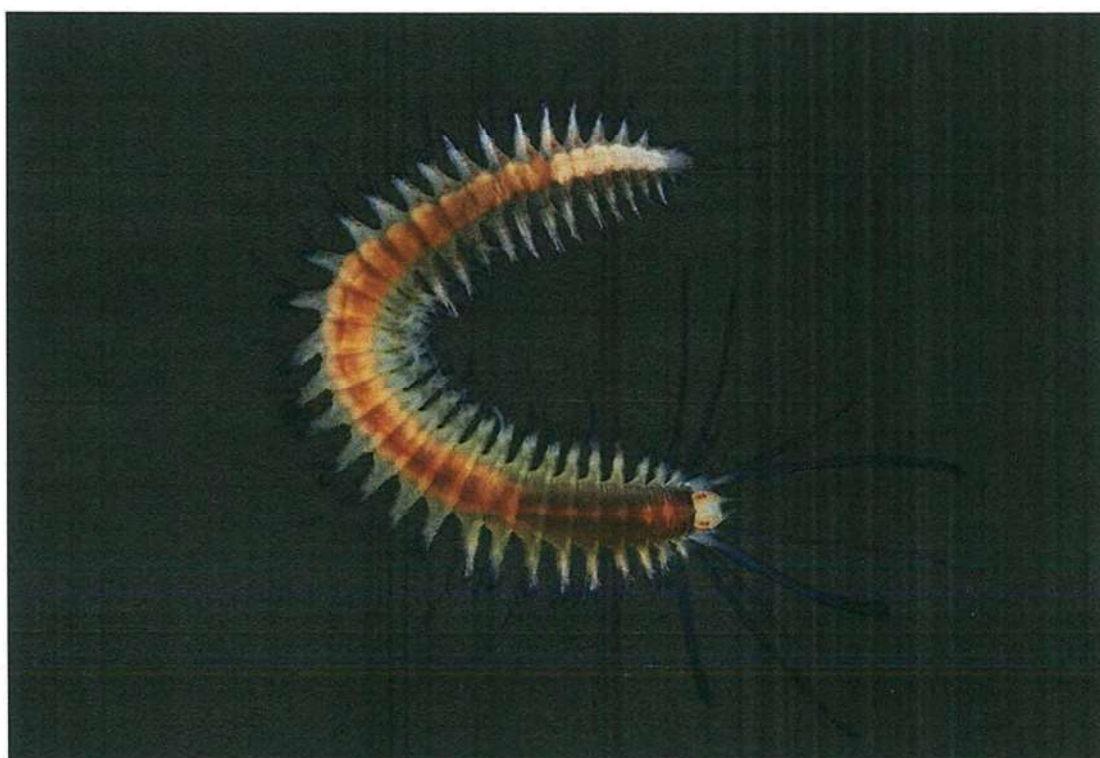


Punktutslippsundersøkelse

NS-EN ISO 16665:2014

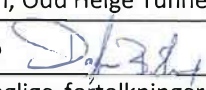
for

Mork II



Feltarbeid
Oppdragsgiver

29.05.2019
Skjerneset Fisk AS

Punktutslippsundersøkelse for Mork II		
Rapportnummer / Rapportdato	MCR-M-19057-Mork II / 19.07.2019	
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse	Signatur
-	-	-
Lokalitet		
Lokalitet	Mork II	
	NY	
	Averøy kommune, Møre og Romsdal	
	Økoregion Norskehavet sør og vanntype beskyttet kyst/fjord	
Lokalitetsnummer	36377	
Oppdragsgiver		
Selskap	Skjerneset Fisk AS	
Kontaktperson	Tor Gunnar Otterlei	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda, Org.nr.: 916 763 816	
Prosjektansvarlig	Odd Helge Tunheim	
Forfattere	Martin Mejdell Hektoen, Odd Helge Tunheim	
Godkjent av	Dagfinn Breivik Skomsø 	
Akkreditering	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Kystlab AS, TEST 070 (NS/EN ISO/IEC 17025)	
Vilkår og betingelser	<i>Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis. Resultatene i denne undersøkelsen gjelder kun for beskrevne prøvestasjoner som representerer et definert og begrenset område ved et spesifikt prøvetidspunkt.</i>	
Sammendrag		
Denne rapporten omhandler en punktutslippsundersøkelse ved lokaliteten Mork II i Averøy kommune, Møre og Romsdal. Undersøkelsen utføres som et ledd i søknad om etablering av oppdrett av berggyllt. Det produseres i dag rognkjeks på lokaliteten. Undersøkelsen omfatter tre prøvestasjoner med fire grabbhugg analysert for fauna, og ett analysert for geokjemiske parametere. Undersøkelsen viser svært gode forhold i hele området, der alle stasjonene ble klassifisert til beste tilstand (svært god) for fauna. Alle tre stasjonene viste indeksverdier veldig nærme hverandre, men noe forskjellig faunasammensetning kunne spores mellom stasjonene. Faunasammensetningen indikerte ikke noe organisk påvirkning ved noen stasjoner, og de kjemiske støtteparameterne indikerte også svært gode forhold ved alle stasjoner.		

Forsidefoto: Charlotte Hallerud



C

C

Stasjon/ Parameter	MOR-1	MOR-2	MOR-3
Antall arter	89	103	118
Antall individ	844	826	799
H'	Svært god	Svært god	Svært god
nEQR	Svært god	Svært god	Svært god
Cu	Bakgrunn	Bakgrunn	Bakgrunn

Forord

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av punktutslipp ved Mork II. Det er ikke utarbeidet egen standard for undersøkelse av punktutslipp (settefiskanlegg, kloakk, slakteri osv). Derfor ble denne undersøkelsen utført etter NS ISO 16665 (2014). Vi bruker en del av metodikken fra C-undersøkelser (NS9410 2016) da det er en del fellesnevnerne med hensikten til denne undersøkelsen. Formålet var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser.

Åkerblå AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter TEST 252; SFT-Veileder 97:03 og Norsk Standard NS9410 (2016), samt NIVA- rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2018 (2018). Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Innhold

FORORD	3
INNHold.....	4
1 INNLEDNING.....	5
2 MATERIALE OG METODE	7
2.1 OMRÅDE OG PRØVESTASJONER.....	7
2.2 PRØVETAKING OG ANALYSER	10
2.3 PRODUKSJON	13
3 RESULTATER	14
3.1 BUNNDYRSANALYSER	14
3.1.1 MOR-1	14
3.1.2 MOR-2	16
3.1.3 MOR-3	18
3.2 HYDROGRAFI.....	20
3.3 SEDIMENTANALYSER	21
3.3.1 Sensoriske vurderinger	21
3.3.2 Kornfordeling.....	21
3.3.3 Kjemiske parametere.....	21
4 DISKUSJON	23
5 LITTERATURLISTE.....	24
6 VEDLEGG	26
VEDLEGG 1 - FELTLOGG (B-PARAMETERE)	26
VEDLEGG 2 - ANALYSEBEVIS.....	27
VEDLEGG 3 - KLASSIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD	30
VEDLEGG 4 - INDEKSBEKRIVELSER	32
VEDLEGG 5- REFERANSETILSTANDER.....	35
VEDLEGG 6 - ARTSLISTE	39
VEDLEGG 7 – CTD RÅDATA	45
VEDLEGG 8 – BILDER AV SEDIMENT	46
VEDLEGG 9 – BOMHUGG	49

1 Innledning

Bløtbunnsfauna domineres i hovedsak av flerbørstemark, krepsdyr og muslinger. Artssammensetningen i sedimentet kan gi viktige opplysninger om miljøforholdene ved en lokalitet da de fleste marine bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile (ISO 16665 2014). Miljøforholdene er avgjørende for antallet arter og antallet individer innenfor hver art i et bunndyrsamfunn. Ved naturlige forhold vil et bunndyrsamfunn inneholde mange ulike arter med en relativt jevn fordeling av et moderat antall individer blant disse artene (ISO 16665 2014; Veileder 02:2018 2018). Moderat organisk belastning kan stimulere bunndyrsamfunnet slik at artsantallet øker, mens ved en større organisk belastning i et område vil antallet arter reduseres. Opportunistiske arter, slik som de forurensningsindikerende flerbørstemarkene *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne (Veileder 02:2018 (2018)).

De fleste former for dyreliv i sjøen er avhengig av tilstrekkelig oksygeninnhold i vannmassene. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene som regel tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygenet forbrukes ved nedbrytning. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Ved utilstrekkelig tilførsel av oksygen kan det ved nedbrytning av organisk materiale dannes hydrogensulfid (H_2S) som er giftig for mange arter. I tillegg til bunndyrsanalyser kan surhetsgraden (pH) og redokspotensial (E_h) måles for å avgjøre om sedimentet er belastet av organisk materiale. Sure tilstander (lav pH) og høyt reduksjonspotensiale (lav E_h) reflekterer lite oksygen i sedimentet og kan indikere en signifikant grad av organisk belastning. Mengden organisk materiale i sedimentet måles som totalt organisk karbon (TOC) og som totalt organisk materiale (TOM; glødetap). I tillegg måles tungmetaller (sink og kobber), fosfor og nitrogen i sedimentene for å vurdere i hvilken grad området er belastet (Veileder 02:2018 (2018)). C:N forholdet viser i hvilken grad det organiske materialet gir grunnlag for biologisk aktivitet (NS9410 2016), hvor en lav ratio antyder en større mengde tilgjengelig nitrogen og dermed muligheten for høyere biologisk aktivitet.

Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes diversitets og sensitivitetsindeksene; Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), den sammensatte indeksen NQI1 (diversitet og sensitivitet), ES100 (diversitet), International sensitivity index (ISI) og Norwegian sensitivity indeks (NSI). Hver indeks er tildelt referanseverdier som deler funnene inn i ulike tilstandsklasser. Bunnfauna vurderes etter gjennomsnittsverdier av indeksene fra de to prøvene. Tilstandsklasser vil ofte kunne gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de vurderes i sammenheng med artssammensetningen i prøvene for øvrig. Slike tilstandsklasser må like fullt brukes med forsiktighet og inngå i en helhetlig vurdering sammen med de andre resultatene. Klima og forurensningsdirektoratet legger imidlertid vekt på indekser når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnsfauna. Veilederen

har delt norskekysten i seks økoregioner og definert åtte forskjellige vanntyper, hvorav fem av vanntypene er aktuelle for marine undersøkelser. En del kombinasjoner er slått sammen og det er definert totalt 11 sett med klassifiseringer. Hvert sett har egne grenseverdier for de ulike indeksene. Forskjellen på disse er stor fra Skagerak til Barentshavet, men gradvis varierer langs kysten ellers. Dette medfører at en gitt prøve for eksempel kan klassifiseres som god i Skagerak, men svært god etter indeksene definert for Barentshavet i nord. Grensene er dermed i større grad tilpasset naturlige variasjoner langs kysten (Veileder 02:2018).

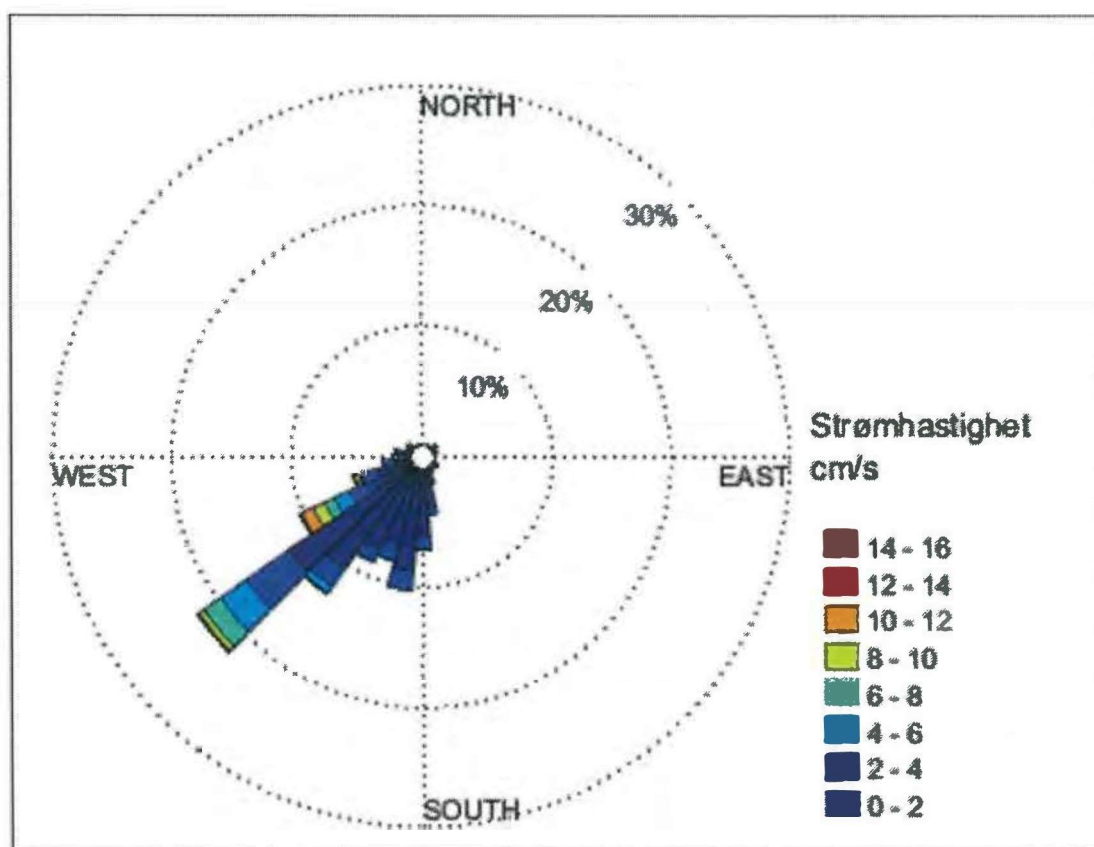
2 Materiale og metode

2.1 Område og prøvestasjoner

Lokaliteten Mork II ligger på sørsiden av Averøya i Averøy kommune, Møre og Romsdal. Utslippspunktet ligger i Kvernesfjorden i vannforekomsten Kjølffjorden som er karakterisert med vanntype beskyttet kyst/fjord og ligger innenfor økoregionen Norskehavet sør (figur 2.1.1). Fjorden avgrenser Averøya fra fastland i sør. Mot vest dreier Kvernesfjor

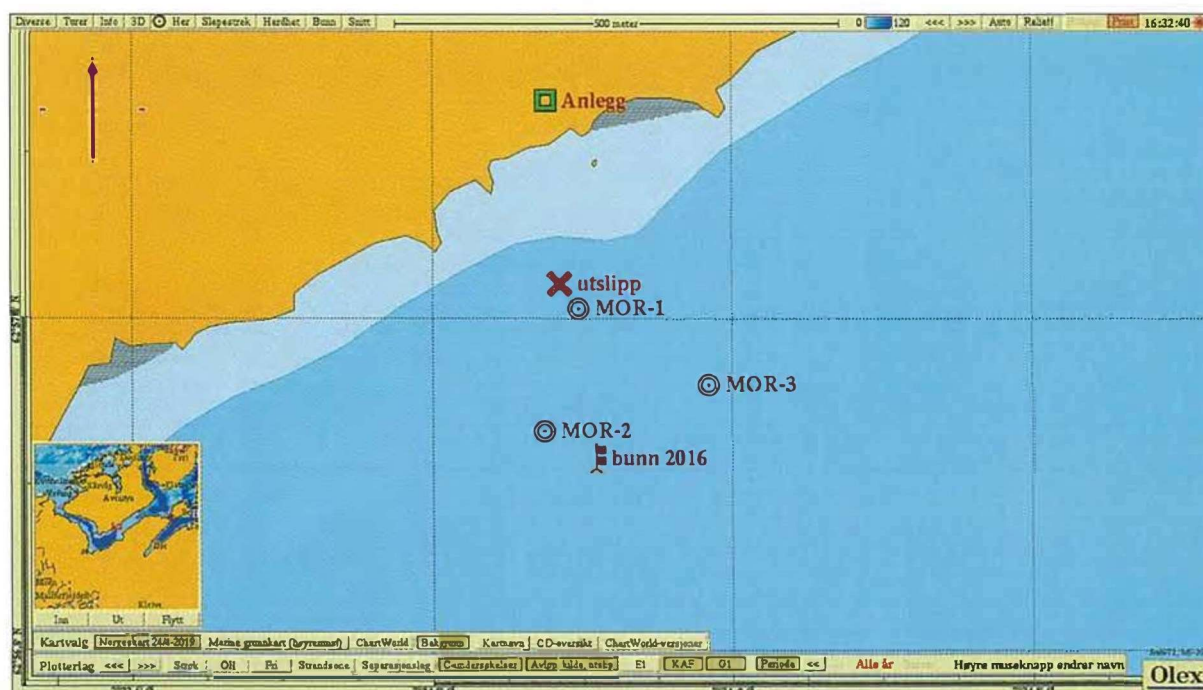


Figur 2.1.1 Geografisk plassering av lokaliteten (blå sirkel). Nærliggende anlegg er markert med røde og oransje sirkler. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84.



Figur 2.1.2 Strömforhold. Strömrosen viser prosentvis mengdefordeling av vannet over ulike sektorer gjennom måleperioden. Strömshastighet er også vist med farger i diagrammet. Målingene er utført på 46 meters dyp. Kartdatum WGS84 (Havbrukstjenesten, 2016).

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av ISO 16665 (2014) og spredning fra planlagt utslippspunkt. En stasjon, MOR-1, ble opprettet 40 meter sør for utslippspunktet, og vil være den viktigste stasjonen for deteksjon av belastning etter etablering av utslippspunktet. MOR-2 ble plassert i hovedstrømretningen for bunnstrømmen i et bløtbunnsområde 170 meter sørvest fra utslippspunktet. Den siste stasjonen, MOR-3, ble plassert 210 meter mot sørøst over bløtbunn (figur 2.1.2). Etter flere grabbhugg ble det vurdert at fyllingsgraden ikke ville bli godkjent i området, og prøvene ble beholdt dersom de var godkjente på ubrutt sedimentoverflate (figur 2.1.3; tabell 2.1.1). Vedlegg 9 viser kart med bunnhardhet og bomhugg i resipienten.



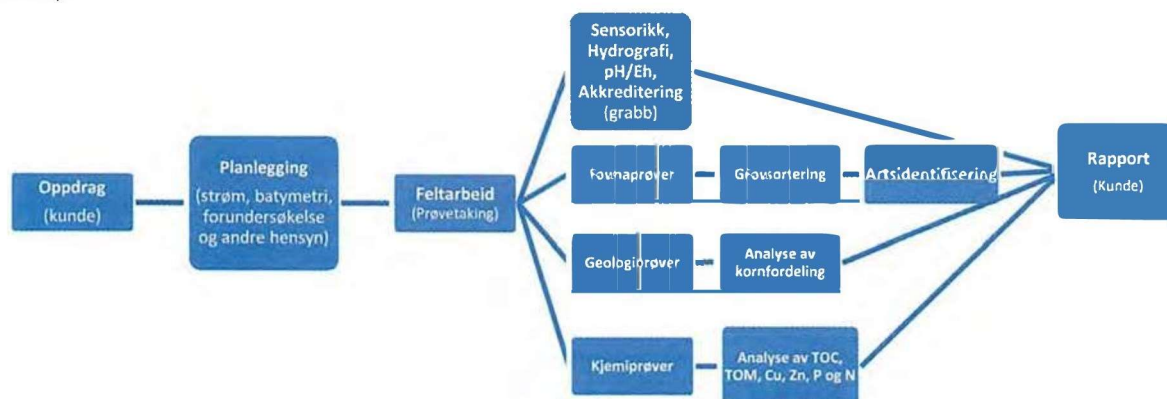
Figur 2.1.3 Plassering av utslippspunkt (rødt kryss), prøvestasjoner (brune sirkler) og målepunkt for strømmundersøkelse (flagg). Strømmåleren var plassert ved vanninntaket til anlegget. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Tabell 2.1.1 Stasjonsbeskrivelser. Undersøkelsen omfatter kvalitative faunaprøver (FAU), pH- og Eh målinger (PE), kjemiske parametere (KJE), geologiske parametere (GEO) og hydrografiske målinger (CTD). Koordinater er oppgitt med datum WGS84 og avstand fra utslippspunkt og dyp (meter) på prøvestasjonen er oppgitt.

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere
MOR-1	62°57.006'N / 07°34.194'Ø	40	25	FAU, KJE, GEO, PE
MOR-2	62°56.932'N / 07°34.148'Ø	170	42	FAU, KJE, GEO, PE, CTD
MOR-3	62°56.960'N / 07°34.368'Ø	210	48	FAU, KJE, GEO, PE
Forventet Utslippspunkt	62°57.020'N / 07°34.167'Ø	-	20	FAU, KJE, GEO, PE

2.2 Prøvetaking og analyser

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



Figur 2.2. 1 Arbeidsflyt.

Tabell 2.2.1 Prøvetakingsutstyr.

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

Tabell 2.2.2 Oversikt over arbeid utført av Åkerblå AS (ÅB AS) og underleverandører (LEV) som er benyttet. AK = Akkreditering, K-AS = Kystlab AS, Cu = kobber, Zn = sink og P = fosfor.

	LEV	Personell	AK	Standard
Feltarbeid	ÅB AS	Odd Helge Tunheim	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
Grovsortering	ÅB AS	Jolanta Ziliukiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Artsidentifisering	ÅB AS	Martin Mejdell Hektoen, Martin Skarsvåg	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	ÅB AS	Martin Mejdell Hektoen	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	ÅB AS	Martin Mejdell Hektoen	TEST 252: P32	V02:2013 (2015), SFT 97:03, NS 9410:2016
Cu, Zn og P	K-AS	K-AS	TEST 070	NS-EN ISO 17294-2
Total organisk karbon (TOC)*	K-AS	K-AS*	-	ISO 10694 mod./EN13137A
Kornfordeling	K-AS	K-AS	-	DIN 18123
Nitrogen	K-AS	K-AS	TEST 070	Intern metode

* Utført av underleverandør til Kystlab AS

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

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

Utrekningen av artsmangfold (ES_{100}) ble utført med programpakken PRIMER (versjon 6.1.6/7, Plymouth Laboratories). Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI (versjon 5.0, AZTI-Tecnalia). Alle øvrige utregninger ble utført i Microsoft Excel. Shannon-Wiener diversitetsindeks og Jevnhetsindeksen (J) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver (1949) og Veileder 02:2018 (2018). ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling (2013). AMBI-indeks og NQI1-indeks ble beregnet etter Veileder 02:2018 (Anon 2013). Vurderinger og fortolkninger ble foretatt ut fra Veileder 02:2018 (2018; vedlegg 6).

Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under (vedlegg 3 og 6). På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippskilden kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. Alle stasjoner bedømmes på bakgrunn av gjennomsnittlig nEQR-verdi av indeksene: NQI1, Shannon Wiener diversitetsindeks (H'), ES_{100} , ISI og NSI (tabell 2.2.3; vedlegg 4). Det er i tillegg beregnet indekser for nærstasjonen (vedlegg 5).

Tabell 2.2.3 Indekser og forkortelser.

Indeks	Beskrivelse
S	Antall arter i prøven
N	Antall individer i prøven
NQI1	Sammensatt indeks av artsmangfold og ømfintlighet
H'	Shannon-Wiener artsmangfoldindeks
H' _{max}	Maksimal diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter ($= \log_2 S$)
ES ₁₀₀	Hurlberts diversitetsindeks (Kun oppgitt dersom $N \geq 100$)
J	Jevnhetsindeks
ISI	Sensitivitetsindeks (Indicator Species Index)
NSI	Norsk sensitivitetsindeks som angir artenes forurensningsgrad
$\bar{G}$	Grabbverdi: Gjennomsnitt for grabb 1 og 2
$\bar{S}$	Stasjonsverdi: kombinert verdi for grabb 1 og 2
nEQR	Normalisert ratio ("Normalised Ecological Quality Ratio")
Tilstand	Generalisert uttrykk som omfatter tilstandsklasse og miljøtilstand
Tilstandsverdi	Verdigrunnlaget for tilstandsvurdering

2.3 Produksjon

Mork II har utslippstillatelse på 15 000 stk rognkjeks og 5 000 liter rogn årlig. Nåværende produksjon har ikke et utslippspunkt.

3 Resultater

3.1 Bunndyrsanalyser

Bunndyrsdata er klassifisert etter økoregion Norskehavet sør (H) og vanntype beksyttet kyst/fjord (3).

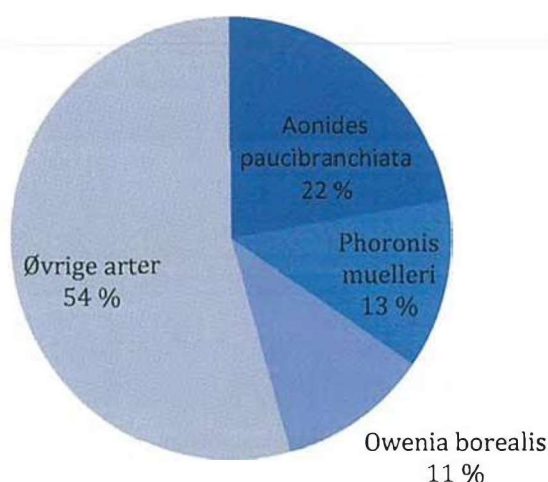
3.1.1 MOR-1

Ved MOR-1 ble det registrert 844 individer fordelt på 89 arter (tabell 3.1.1.1, tabell 3.1.1.2 og figur 3.1.1.1). Den forurensingssensitive arten *Aonides paucibranchiata* var vanligst ved stasjonen, og den ble klassifisert til **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

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

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Aonides paucibranchiata</i>	1	187	22,2
<i>Phoronis muelleri</i>	2	105	12,4
<i>Owenia borealis</i>	2	94	11,1
<i>Cochlodesma praetenu</i>		38	4,5
<i>Leptochiton asellus</i>	1	32	3,8
<i>Glycera lapidum</i> kompleks	1	31	3,7
<i>Aricidea wassi</i>		30	3,6
<i>Edwardsiidae</i>	2	21	2,5
<i>Galathowenia oculata</i>	3	20	2,4
<i>Exogone naidina</i>	1	19	2,3
Øvrige arter	-	267	31,6

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



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

Tabell 3.1.1.2 Faunaresultater fra grabb 1, 2,3 og 4 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de fire grabbene ($\bar{G}$), og bestemmende indekser (NQI1, H' , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR $\bar{G}$). Gjennomsnittet av nEQR $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V5.2).

Indeks	MOR-1-1	MOR-1-2	MOR-1-3	MOR-1-4	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	34	51	47	45	44	
N	159	237	244	204	211	
NQI1	0,747	0,780	0,771	0,784	0,771	0,856
H'	4,125	4,405	4,421	4,287	4,309	0,868
J	0,811	0,776	0,796	0,781	0,791	
H'_{max}	5,087	5,672	5,555	5,492	5,452	
ES100	28,200	32,480	31,730	31,080	30,873	0,868
ISI	9,562	10,182	9,832	9,685	9,815	0,847
NSI	28,051	27,636	27,879	27,542	27,777	0,911
Grabbverdi						0,870

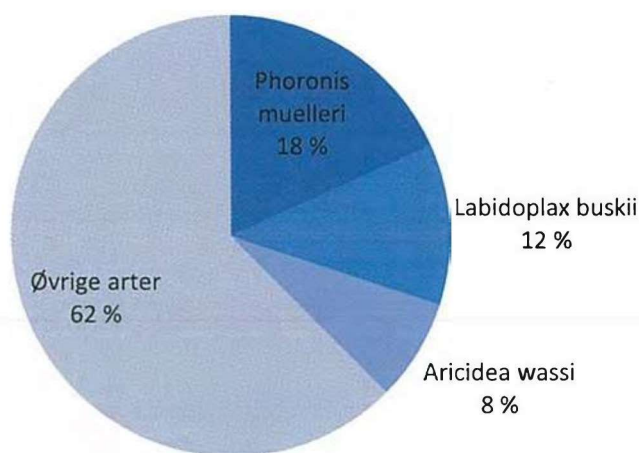
3.1.2 MOR-2

Ved MOR-2 ble det registrert 826 individer fordelt på 103 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Forurensingsnøytrale arter var vanligst ved stasjonen, og den ble klassifisert til **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

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

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Phoronis muelleri</i>	2	151	18,3
<i>Labidoplax buskii</i>	2	97	11,7
<i>Aricidea wassi</i>		62	7,5
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	59	7,1
<i>Edwardsiidae</i>	2	38	4,6
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	28	3,4
<i>Siboglinidae</i>	1	23	2,8
<i>Harpinia sp.</i>	3	19	2,3
<i>Amphiura filiformis</i>	3	16	1,9
<i>Ampharete octocirrata</i>	1	16	1,9
Øvrige arter	-	317	38,4

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



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

Tabell 3.1.2.2 Faunaresultater fra grabb 1, 2, 3 og 4 grabbene med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de fire grabbene ($\bar{G}$), og bestemmende indekser (NQI1, H' , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR $\bar{G}$). Gjennomsnittet av nEQR $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V5.2).

Indeks	MOR-2-1	MOR-2-2	MOR-2-3	MOR-2-4	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	55	56	49	49	52	
N	194	211	230	191	207	
NQI1	0,821	0,842	0,822	0,797	0,820	0,912
H'	4,923	4,786	4,333	4,525	4,642	0,905
J	0,851	0,824	0,772	0,806	0,813	
H' max	5,781	5,807	5,615	5,615	5,705	
ES100	39,010	37,570	32,340	35,180	36,025	0,913
ISI	9,001	9,383	8,646	9,287	9,080	0,816
NSI	25,191	25,557	25,171	24,901	25,205	0,808
Grabbverdi						0,871

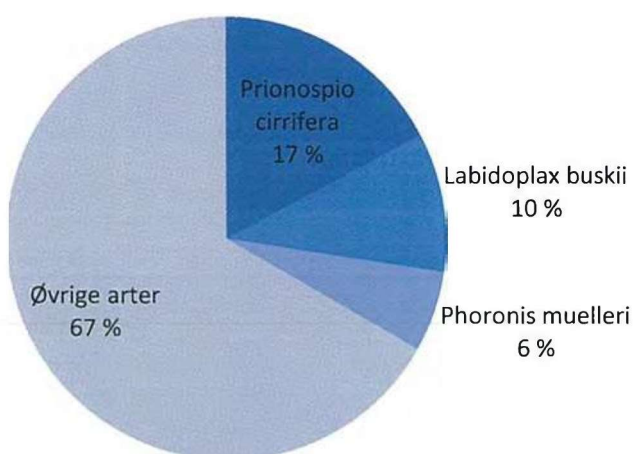
3.1.3 MOR-3

Ved MOR-3 ble det registrert 799 individer fordelt på 118 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Forurensningstolerante og nøytrale arter var vanligst ved stasjonen, og den ble klassifisert til **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

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

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	138	17,3
<i>Labidoplax buskii</i>	2	81	10,1
<i>Phoronis muelleri</i>	2	47	5,9
<i>Pseudothyone raphanus</i>		27	3,4
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	24	3,0
<i>Thyasira sp.</i>	3	21	2,6
<i>Euclymeninae</i>	1	21	2,6
<i>Ampharete octocirrata</i>	1	19	2,4
<i>Edwardsiidae</i>	2	18	2,3
<i>Amphictene auricoma</i>	2	17	2,1
Øvrige arter	-	386	48,3

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



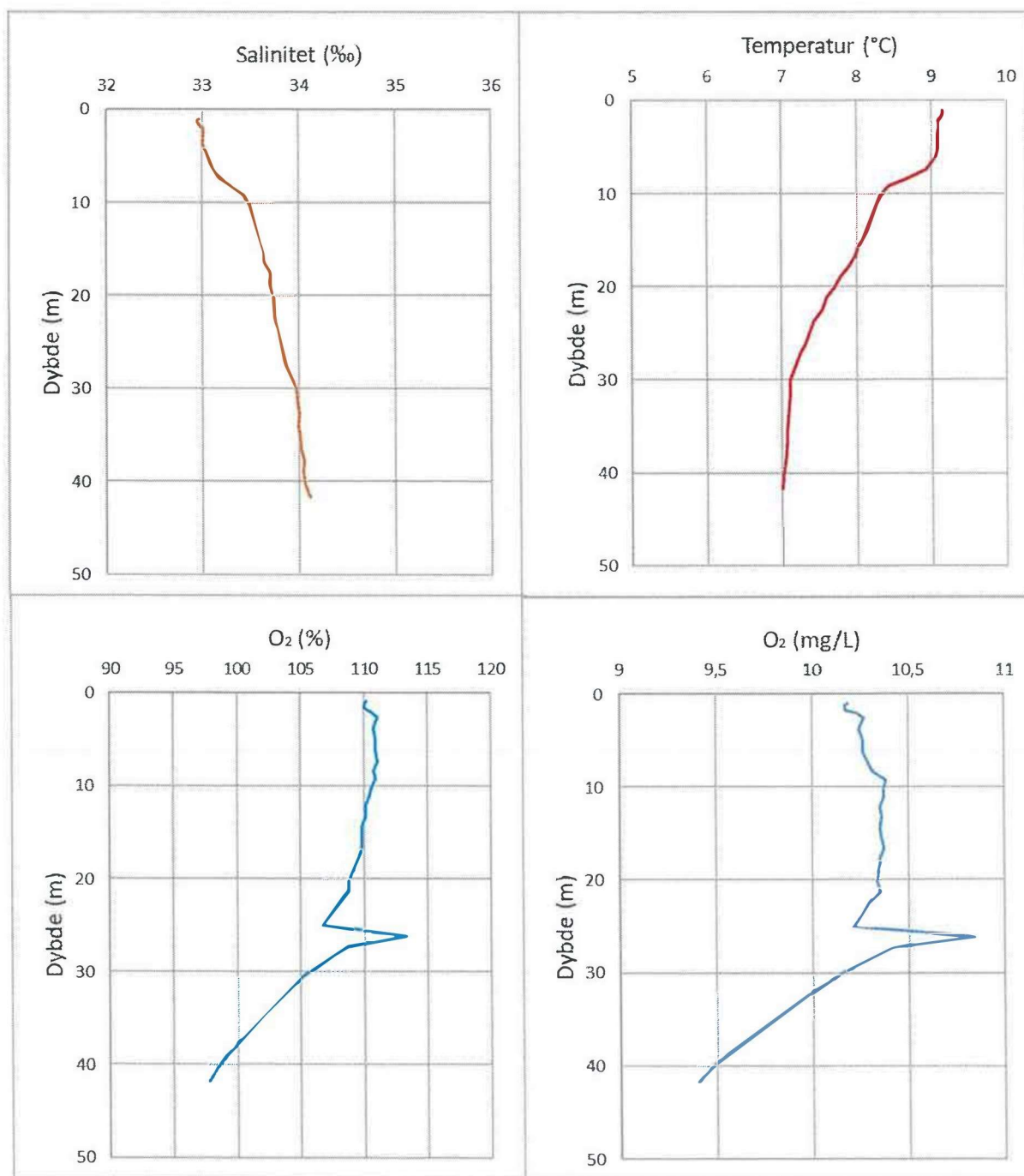
Figur 3.1.3.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved MOR-3.

Tabell 3.1.3.2 Faunaresultater fra grabb 1, 2, 3 og 4 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de fire grabbene ($\bar{G}$), og bestemmende indekser (NQI1, H' , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR $\bar{G}$). Gjennomsnittet av nEQR $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V5.2).

Indeks	MOR-3-1	MOR-3-2	MOR-3-3	MOR-3-4	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	62	56	59	60	59	
N	200	187	197	215	200	
NQI1	0,801	0,814	0,812	0,809	0,809	0,899
H'	4,981	5,014	5,162	4,945	5,026	0,947
J	0,837	0,863	0,878	0,837	0,854	
H' max	5,954	5,807	5,883	5,907	5,888	
ES100	41,840	42,340	42,540	40,450	41,793	0,963
ISI	9,161	9,473	10,029	9,324	9,497	0,834
NSI	24,278	24,958	24,769	24,499	24,626	0,785
Grabbverdi						0,886

3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved MOR-2 grunnet hovedretningen på bunnstrømmen (figur 3.2.1). Saliniteten var stigende gjennom vannsøylen, mens temperaturen var synkende. Oksygenmålingene var ganske stabile ned til omtrent 25 meters dyp, der de økte plutselig før de sank mot bunnen. Både metning og mengde oksygen var innenfor beste tilstand (I Svært god) ved bunnen.



Figur 3.2.1 Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen for prøvepunktet. Oksygenmålingene er korrigert med en faktor på 0,9048

3.3 Sedimentanalyser

3.3.1 Sensoriske vurderinger

Hovedbestanddelen i alle prøver var sand. Prøvene fra MOR-2 var mest finkornet og inneholdt et innslag av silt. Silt ble i tillegg til grus funnet i prøvene fra MOR-3. Prøvene fra MOR-1 var grovest og inneholdt grovere innslag av grus. Sjøbunnen i resipienten var karakterisert med grovere sediment; steinbunn og også fjellbunn var utbredt. Det ble ikke registrert sensoriske tegn på organisk påvirkning i prøvene. Etter mange grabbhugg ble det etablert forståelse av at fyllingsgraden (sedimentvolum i grabben) ikke ville bli godkjent etter gjeldende standard. Derfor ble samtlige prøver som var godkjente på ubrutt overflate, og hadde en fyllingsgrad som ikke tilsa utlekking, beholdt (Vedlegg 1).

3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at prøvene i hovedsak bestod av sand, med noe finstoff ved MOR-2 og MOR-3 (Tabell 3.3.2.1).

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

Stasjon	Leire og Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
MOR-1	1,8	97	1,9
MOR-2	13	87	<1
MOR-3	13	83	1,3

3.3.3 Kjemiske parametere

Samtlige målinger indikerte sedimentprøver upåvirket av organisk opphopning og ble gitt tilstand 1, meget god (Tabell 3.3.3.1).

Tabell 3.3.3.1 pH- og E_h-verdier fra sedimentoverflaten. Beregnet poengverdi går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er meget god, og 4 er meget dårlig (NS 9410 2016). Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	pH	E _h	pH/E _h poeng	Tilstand
MOR-1	7,96	296	0	1
MOR-2	7,58	283	0	1
MOR-3	7,59	406	0	1

Nivået av organisk karbon, sink og kobber vare lave ved alle stasjonene. For både fosfor og nitrogen viste MOR-1 i de laveste verdiene (tabell 3.3.3.2).

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

Stasjon	TOM	nTOC	TS	N	±	C:N	P	±	Zn	±	TS	Cu	±	TS
MOR-1	0,73	19,5	I	200	29	9,00	430	110	13	2,6	I	2,8	0,83	I
MOR-2	1,1	18,6	I	290	43	10,0	720	180	13	2,6	I	3,1	0,94	I
MOR-3	1,5	20,0	I	570	86	7,72	700	170	17	3,4	I	8,4	2,5	I

4 Diskusjon

Undersøkelsen viser svært gode forhold i hele området, der alle stasjonene var meget artsrike og ble klassifisert til beste tilstand (svært god) for fauna. Alle stasjonene viste økologiske indeksverdier nærme hverandre, men noe forskjellig faunasammensetning kunne spores mellom prøvepunktene. Forurensingssensitive arter var vanligst ved MOR-1, nøytrale arter var vanligst ved MOR-2 og tolerante arter vanligst ved MOR-3, men ingen av punktene virket å være under noen form for organisk påvirkning. Kun to hugg i undersøkelsen var godkjente på volum, men den lave fyllingsgraden ser ikke ut til å ha påvirket resultatet i stor grad, da både arts- og individantallet var forholdsvis høyt. De kjemiske støtteparametere indikerte også svært gode forhold ved alle stasjoner. Influensområdet til utslippet vil bli vurdert ved senere undersøkelser.

5 Litteraturliste

- Bakke et al. (2007). Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif 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.
- Carpenter EJ and Capone DJ. 1983. *Nitrogen in the marine environment*. Stony Brook, Marine Science Research Center. 900p
- Faganelli J, Malej A, Pezdic J and Malacic V. 1988. *C:N:P ratios and stable C isotopic ratios as indicator of sources of organic matter in the Gulf of Trieste (northern Adriatic)*. *Oceanologia Acta* 11: 377-382.
- 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.
- Havbrukstjenesten (2016), Strømrapport Måling av bunnstrøm ved Mork I 2016, Reed, J-L., Havbrukstjenesten.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from [http: World Register of Marine Species](http://www.marinespecies.org). Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170 //www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- NS 4764 (1980). Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. Norges standardiseringsforbund.
- NS 9410 (2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge.
- NS-EN ISO 16665 (2014). Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014). Standard Norge
- 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.
- Torrissen O, Hansen P. K., Aure J., Husa V., Andersen S., Strohmeier T., Olsen R.E. (2016) *Næringsutslipp fra havbruk – nasjonale og regionale perspektiv*. Rapport fra Havforskningen, Nr.21-2016. Havforskningsinstituttet, Bergen. ISSN 1893-4536
- Veileder 02:2018 (2018) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- Veileder M-608 (2016). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Miljødirektoratet.