

MILJØUNDERSØKELSE MANGERFJORDEN

Forundersøkelse ved lokalitet Toska S

Lingalaks AS

Rapportnr.: 2018-4130, Rev. 00

Dokumentnr.: 248259

Dato: 2019-03-08



Prosjektnavn:	Miljøundersøkelse Mangerfjorden	DNV GL AS
Rapporttittel:	Forundersøkelse ved lokalitet Toska S	Environmental Risk Management
Oppdragsgiver:	Lingalaks AS	4002 Stavanger
Kontaktperson:	Anita Stevnebø	P.O. Box 408
Dato:	2019-03-08	Tel: +47 51 50 60 00
Prosjektnr.:	10127241	NO 945 748 931 MVA
Org. enhet:	Environmental Risk Management	
Rapportnr.:	2018-4130.00 00	
Dokumentnr.:	248259	

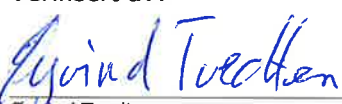
Oppdragsbeskrivelse:

Rapporten omhandler en forundersøkelse av Lingalaks AS sin lokalitet Toska S (lok.nr 14018) i Radøy kommune i Hordaland, november 2018. Miljøundersøkelsen og vurderingene er utført innen følgende områder: Økologisk vurdering av bløtbunnsfauna samt fysiske og kjemiske parametere i henhold til NS 9410:2016 «Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg».

Utført av:


Brit Fjone Godal
Senior Consultant

Verifisert av:


Øyvind Tvedten
Principal Consultant

Godkjent av:


Kjersti Myhre
Group Leader

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (Åndsverkloven) © DNV GL 2019. Alle rettigheter forbeholdes DNV GL. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden; (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV GL påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning. DNV GL og Horizon Graphic er varemerker som eies av DNV GL AS.

DNV GL distribusjon:

- ☒ ÅPEN. Fri distribusjon, internt og eksternt.
☐ INTERN. Fri distribusjon internt i DNV GL.
☐ KONFIDENSIELL. Distribusjon som angitt i distribusjonsliste.
☐ HEMMELIG. Kun autorisert tilgang.

Nøkkelord:

Forundersøkelse, sediment, bløtbunnsfauna, Toska S, fiskeoppdrett, miljø.

Forsidefoto: Foto fra prøvetakningen på Toska S, november 2018 (Foto: DNV GL, 2018).

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
A	2019-02-13	Utkast til kunde	Brit Fjone Godal	Øyvind Tvedten	Kjersti Myhre
00	2019-03-08	Endelig	Brit Fjone Godal	Øyvind Tvedten	Kjersti Myhre



Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER.....	III
1 INNLEDNING	1
1.1 Formålet med undersøkelsen	1
1.2 Tidligere undersøkelser	1
2 MATERIALE OG METODER	2
2.1 Prøveinnsamling	2
2.2 Hydrografi	4
2.3 Sedimentkvalitet	4
2.4 Bløtbunnsfauna	5
3 RESULTATER	9
3.1 Hydrografi	9
3.2 Sedimentkvalitet	10
3.3 Bløtbunnsfauna	14
4 REFERANSER	17
VEDLEGG A- ANALYSERAPPORT FRA LABORATORIUM.....	18
VEDLEGG B- UTDRAK FRA BIOLABORATORIETS PRØVINGSRAPPORT	19

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Foreliggende rapport omhandler en forundersøkelse av miljøforholdene på bunnen ved lokalitet Toska S (lokalitetsnummer 14018) i Radøy kommune i Hordaland. Undersøkelsen ble utført som en forundersøkelse av en oppdrettslokalitet i tråd med Norsk Standard 9410:2016 «Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg». Prøveinnsamlingen ble foretatt 15. november 2018.

Området har tidligere vært brukt til fiskeoppdrett fram til 2011, og det er nå planer om å sette ut en begrenset mengde fisk (inntil 500 MTB) på lokaliteten.

Det ble tatt sedimentprøver med en grabb og gjort målinger i vannsøylen. Prøvene ble analysert for kornstørrelse, totalt organisk materiale (TOM), totalt organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN), kobber (Cu) og bunndyr. I tillegg ble det gjort målinger av surhetsgrad (pH) og redokspotensiale (Eh).

Målingene av surhetsgrad og redokspotensiale, samt de sensoriske observasjonene på lokaliteten, ga samlet beste tilstand «1» i henhold til NS 9410:2016. Analysene av kornstørrelse viste at sedimentet hovedsakelig bestod av sand/grus. Oksygeninnholdet i bunnvannet lå i tilstandsklasse I «Svært god». Nivået av totalt organisk materiale anses som normalt for stasjonene i overgangssonen og referansestasjonen (1,4-3 %), og som noe forhøyet for stasjonen i anleggssonen (15 %).

Det var lite TOC på stasjon Tos 3 i ytre overgangssone, og denne fikk nest beste tilstandsklasse II «God». Stasjon Tos 2 i overgangssonen, samt referansestasjonen (Tos 4), hadde et noe høyere nivå av TOC og fikk tilstandsklasse III «Moderat». Stasjonen i anleggssonen, Tos 1, hadde et høyt nivå av TOC og fikk tilstandsklasse V «Svært dårlig». Dette indikerer organisk belastning i anleggsområdet.

Nivået av kobber på anleggsstasjonen var høyt og stasjonen fikk dermed dårligste tilstand V «Svært dårlig». Kobber stammer trolig fra impregnerte nøter som ble brukt i tidligere oppdrettsvirksomhet.

Tilstanden til bunnfaunaen i anleggssonen, stasjon Tos 1, ble beregnet som «Meget god» i henhold til NS 9410:2016. Stasjon Tos 2 i overgangssonen og stasjon Tos 3 i ytre overgangssone fikk henholdsvis tilstand «God» og «Moderat» i henhold til Veileder 2:2018. Referansestasjon Tos 4 fikk tilstand «Svært god» i henhold til Veileder 2:2018.

Oppsummert viser undersøkelsen at miljøforholdene fremdeles var noe påvirket i det tidligere anleggsområdet. Effekter av oppdrettsvirksomhet kunne spores som forhøyet organisk innhold i sjøbunnen, og sedimentet var mørkt på farge (sulfider). Det var imidlertid et bra antall arter i sjøbunnen og etter vår vurdering var tilstanden tilfredsstillende for ett nytt utsett av fisk. Basert på observert tilstand og restitusjon i løpet av 7 år, kan resipientkapasiteten i anleggsområdet virke noe begrenset. Ellers i området var miljøforholdene på bunnen god, og upåvirket av tidligere oppdrettsvirksomhet.

Oppsummering av miljøtilstanden. Betegnelsen «C1-C3» for stasjonene er relatert til NS 9410:2016. For bunndyr er kriteriene i NS9410 benyttet for anleggsstasjonen og Veileder 2:018 for de andre.

Parameter	Tilstand			
	Anleggssone	Overgangssone		Referansestasjon
	Tos 1 (C1)	Tos 2 (C3)	Tos 3 (C2)	Tos 4
pH/Eh	1	1	1	1
Sensoriske	2	1	1	1
Bunnfauna	Meget god	God	Moderat	Svært god
Totalt organisk karbon (TOC)	Svært dårlig	Moderat	God	Moderat
Kobber (Cu)	Svært dårlig			

1 INNLEDNING

1.1 Formålet med undersøkelsen

Lingalaks ønsker å sette ut fisk ved oppdrettslokalitet Toska S (lokalitetsnummer 14018) i Mangerfjorden i Radøy kommune. Oppdrettsanlegget har stått tomt siden 2011. DNV GL har i den forbindelse gjennomført en forundersøkelse av miljøforholdene ved lokaliteten. Det vil søkes om en maksimal tillatt biomasse (MTB) på opptil 500 tonn.

Ved etablering av en akvakulturlokalitet i sjøvann skal det i henhold til «*Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg*» gjennomføres en forundersøkelse i henhold til Norsk Standard 9410:2016, eller tilsvarende internasjonal standard/anerkjent norm. Forundersøkelsen er en undersøkelse av den planlagte anleggs- og overgangssonen, samt referansestasjon, som gjennomføres før akvakulturanlegget plasseres. Forundersøkelsen utføres også før vesentlige utvidelser av anlegget.

Ved en forundersøkelse benyttes det en 0,1 m² grabb for å samle inn prøver til kornfordelingsanalyse, kjemiske analyser og artssammensetning av bunndyr. Det måles surhetsgrad (pH) og redokspotensial (Eh) i prøvene. Sammen med sensoriske registreringer danner dette grunnlag for å angi miljøtilstand. Det blir i tillegg gjort målinger av temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold i vannsøylen.

Resultatene av forundersøkelsen kan brukes til å sikre at anlegget legges til en lokalitet med gode miljøforhold og vil samtidig gi et godt grunnlag for senere kartlegging av oppdrettsanleggets påvirkning av det ytre miljøet. Utslipp og akkumulering av organisk stoff som fôrrester og fiskeekskremer vil direkte kunne påvirke miljøtilstanden i det nærliggende området. Kunnskap om, og oppfølging av miljøforholdene ved et matfiskanlegg, kan bidra til å sikre et godt levemiljø for fisken, god tilvekst og redusere produksjonskostnadene.

Foreliggende rapport presenterer resultatene fra en forundersøkelse basert på NS 9410:2016 «Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg» ved lokalitet Toska S i november 2018. Prøvetaking av bunnsediment for biologisk og kjemiske analyser, samt faglige vurderinger og fortolkninger er utført akkreditert under DNV GLs akkrediteringsnummer Test 083.

1.2 Tidligere undersøkelser

Tidligere B-undersøkelser ved lokaliteten ga Toska S miljøtilstand «1- Svært god» i 2009 og miljøtilstand «2- God» i 2010 (Resipientanalyse, 2009; 2010). I 2016 ble det utarbeidet en konsekvensutredning for lokaliteten (Eilertsen & Todt, 2016).

Det ble utført en strømmåling i august-oktober i 2016 (Brekke, 2016). Strømmålingene viste en gjennomsnittshastighet på 11,4 cm/s og 9,2 cm/s på henholdsvis 5 og 15 meters dyp for målestasjon vest. På 90 og 140 meters dyp ble gjennomsnittsstrømmen på målestasjon vest målt til henholdsvis 2,5 cm/s og 2,0 cm/s. For målestasjon øst ble gjennomsnittsstrømmen målt til 10,6 cm/s på 5 m dyp, 9,0 cm/s på 15 m dyp, 2,1 cm/s på 90 m dyp og 1,7 cm/s på 140 m dyp. Hovedstrømretningen var i hovedsak i vestlig og østlig retning.

Det ble også utført en strømmåling i perioden august-september 2017 (Furset, 2017). Strømmålingen viste at strømmen i all hovedsak gikk ut mot Mangersfjorden på alle dyp. På 5 og 15 m dyp var det høyest vanntransport mot sør og vest-sørvest, mens det var høyest vanntransport mot sør på 55 og 67 m dyp. Gjennomsnittlig strømhastighet var 8,0 cm/s på 5 m dyp, 7,1 cm/s på 15 m dyp, 4,0 cm/s på 55 m dyp og 3,0 cm/s på 67 m dyp.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Prøveinnsamling

Tabell 4 i NS 9410:2016 er benyttet til å angi hvor mange stasjoner som skal prøvetas i forundersøkelsen. Ved Toska S vil det søkes om en MTB på 500 tonn og det ble dermed prøvetatt tre stasjoner, samt én referansestasjon. Prøvestasjonene ble plassert ut fra de naturgitte forholdene og annen tilgjengelig informasjon om lokaliteten. Avstand til det planlagte anlegget, strømretninger, dybdeforhold og det å finne relativt flate bunnområder med løsmasser/egnet bunn for prøvetakning med grabb, var sentrale kriterier. Det var ikke etablert anlegg eller fortøyninger i området. Generelt var det vanskelig å få gode bunnprøver i området, det var en del små og større stein som kan sette seg i grabbåpningen, og ellers gi små prøver. Ekkoloddet på båten viste bare dyp ned til ca. 50 m og det gjorde det litt vanskeligere å finne egnete prøvepunkt.

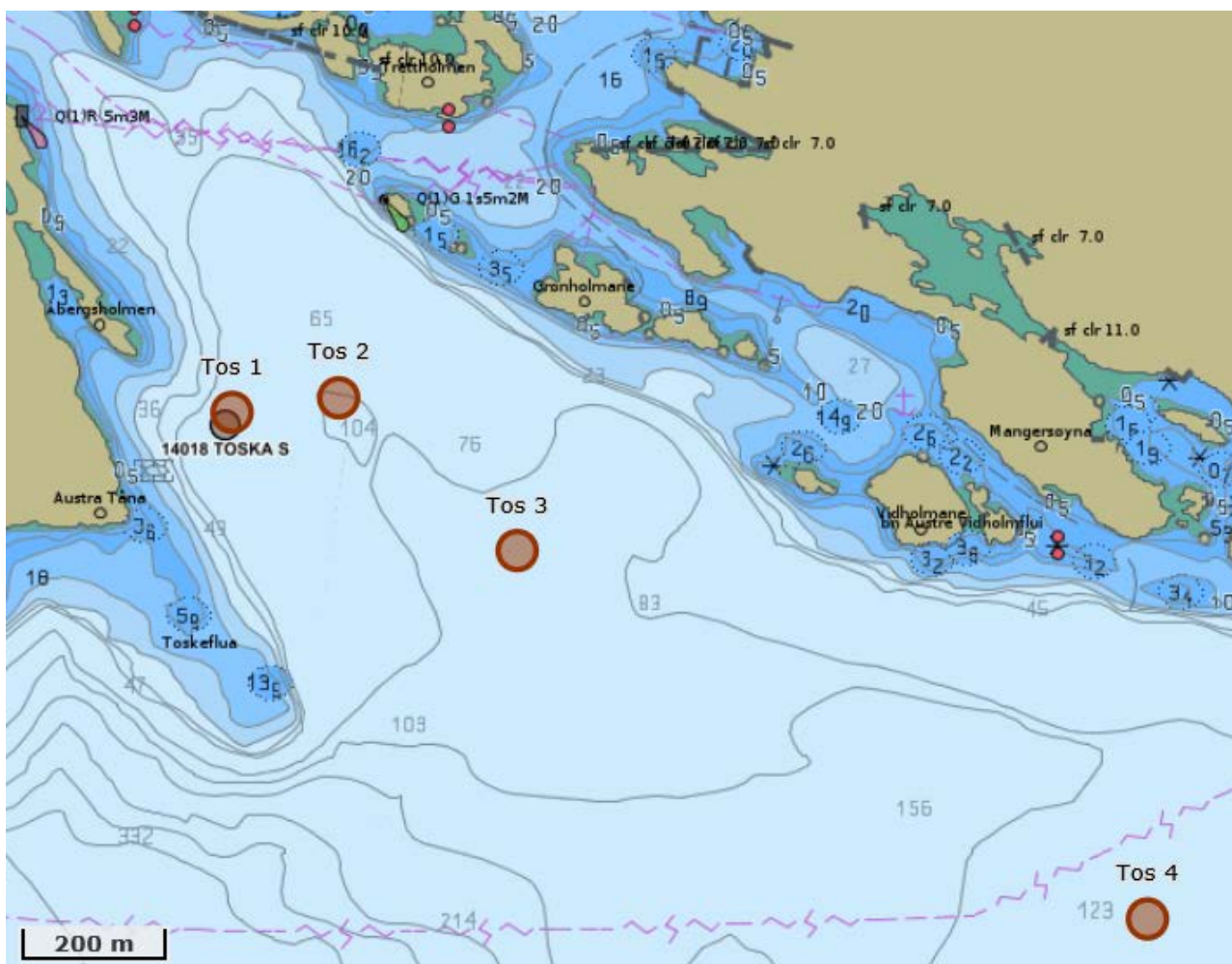
Prøveinnsamlingen ble foretatt 15. november 2018. M/S «Onglesund» fra Lingalaks AS ble benyttet under arbeidet. DNV GL takker for god hjelp av mannskapet og et hyggelig tokt. Øyvind Tvedten fra DNV GL var ansvarlig for prøvetakningen. Det ble tatt sedimentprøver på fire stasjonspunkter. Betegnelsen «C» for stasjonene referer til NS9410:2016.

- Tos 1 (C1, anleggssonen). Stasjonen ble plassert i området hvor det planlegges å sett ut fisk.
- Tos 2 (C3, overgangssone). Ca. 200 m fra anleggsområdet, i et parti hvor det var dypere enn i området rundt og som dermed kan være mer utsatt for organisk belastning.
- Tos 3 (C2, ytre overgangssone). Ca. 400 m fra lokalitet og det er noe lenger borte enn 300 m som er oppgitt i NS9410. Prøvestedet ble valgt ut fra topografiske forhold og antatt lokalisering av anlegg.
- Tos 4 (referansestasjon). Ca. 1,3 km fra anlegget hvor det var lignende dyp og bunnforhold.

For stasjonsopplysninger og kart, se figur 2-1 og figur 2-2, samt tabell 2-2. Metodene som er benyttet i undersøkelsen er i overensstemmelse med standardene:

- NS 9410:2016 «Miljøovervåking av bunnpåvirking fra marine akvakulturanlegg».
- ISO 16665:2014 «Marin bløtbunnsfauna. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna».
- ISO 5667-19:2004 «Vannundersøkelse- Prøvetaking- Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder».

Sediment til kornstørrelseanalyser, kjemi- og bunndyrsanalyser ble hentet opp med en van Veen grabb (0,1 m²) på hvert stasjonspunkt. Det ble tatt to replikate prøver for bunndyrsundersøkelse og én prøve til kornstørrelse og kjemiske analyser på fire stasjoner (Tos 1- Tos 4). Faunaprøvene ble sendt til DNV GLs Biolaboratorium, mens kjemiprøvene ble sendt til ALS Laboratory Group Norway AS for analyse.



Figur 2-1. Stasjonsplassering er i henhold til koordinater fra feltarbeidet. Bakgrunnskart er hentet fra Fiskeridirektoratet, 2019.

Tabell 2-1. Beskrivelse av anleggssone og overgangssone (Kilde: NS 9410:2016).

Anleggssone	Anleggssonen omfatter området under og rundt oppdrettsanlegget hvor tilførselen av organisk materiale er størst. Strøm, dyp og synkehastighet avgjør hvor partiklene fra merdene bunnfeller, og området som får størst tilførsel av organisk stoff, kan derfor være forskjøvet i forhold til anlegget. På strømsterke lokaliteter vil det organiske materialet akkumulere nedstrøms i forhold til anlegget, mens områdene oppstrøms vil ha mindre tilførsler og påvirkning. Dersom anlegget ligger over skrånende bunn, kan en del av det organiske materialet akkumulere der bunnen flater ut. Anleggssonen avgrenses som følge av dette ikke nødvendigvis av en fast avstand fra merdene, men strekker seg vanligvis ikke mer enn 25 m til 30 m fra anlegget.
Overgangssone	Overgangssonen omfatter området utenfor anleggssonen der mindre partikler og resuspendert organisk materiale fra anleggssonen vanligvis sedimenterer. På dype, strømsterke lokaliteter kan også større partikler sedimenterer her. På strømsterke lokaliteter kan sonen være forskjøvet i strømretningen, mens den på skrånende bunn kan være forskjøvet mot større dyp. Dersom det er dyphull i overgangssonen, kan disse fungere som akkumuleringsområder for organiske partikler. Overgangssonen strekker seg vanligvis ikke til mer enn 500 m fra anlegget.

Tabell 2-2. Stasjonsoversikt med posisjon (WGS-84), dyp og prøvetakingsprogram. Dypene er delvis tatt i fra kart og posisjoner, ekkoloddet om bord viste ikke konsekvent korrekt dyp > 50m.

Stasjon	Nord	Øst	Dyp (m)	Volum (cm)	Prøvetaking
Tos 1	60°38.041	04°59.816	50	5	Bunnprøver; to faunaprøver og én prøve til kjemi (TOM, TN, TOC, Cu) og kornstørrelse. B-undersøkelse gr. I & II parametere. To tomme grabber.
				7	
				6	
Tos 2	60°38.064	04°59.973	ca.100	6	Bunnprøver; to faunaprøver og én prøve til kjemi (TOM, TN, TOC) og kornstørrelse. B-undersøkelse gr. I & II parametere. Én tom grabb (stor stein i åpningen). *Liten prøve pga. litt åpen grabb. Mye småstein, godtatt under tvil.
				8	
				4*	
Tos 3	60°37.972	05°00.276	112	10	Bunnprøver; to faunaprøver og én prøve til kjemi (TOM, TN, TOC) og kornstørrelse. B-undersøkelse gr. I & II parametere. To tomme grabber, én grabb med liten prøve ble forkastet. ** Liten prøve, en del småstein, samt normalt mudder/sand. Godtatt under tvil.
				8	
				4**	
Tos 4	60°37.772	05°01.305	138	6	Bunnprøver; to faunaprøver og én prøve til kjemi (TOM, TN, TOC) og kornstørrelse. B-undersøkelse gr. I & II parametere. Hydrografi. Én tom grabb. *** Liten prøve. Godtatt under tvil.
				8	
				3***	

2.2 Hydrografi

Måling av temperatur, saltholdighet og oksygen i vannsøylen ble utført på referansestasjon Tos 4. Målingene ble utført med en SAIV CTD 204 sonde med oksygensensor. Tilstand for oksygen på dypvann blir vurdert i henhold til Veileder 2:2018 (tabell 2-3). Vurdering av tilstandsklasse ut fra oksygeninnhold i bunnvann, inngår ikke i DNV GLs akkreditering.

Tabell 2-3. Grenseverdier for tilstandsklasser for oksygen i bunnvann (Kilde: Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 2:2018 Klassifisering).

Parameter	Tilstandsklasser				
	I	II	III	IV	V
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Oksygen (ml O ₂ /l)	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5

2.3 Sedimentkvalitet

Tilstand for totalt organisk karbon (TOC)-innhold i sedimentet er bestemt i henhold til Veileder 2:2018 (tabell 2-4). For klassifisering av totalt organisk karbon i sedimentprøver må konsentrasjoner av TOC i sediment standardiseres for andel finstoff (F, leire og silt) ved bruk av formelen:

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

Tabell 2-4. Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment (Kilde: Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 2:2018 Klassifisering).

Parameter	Tilstandsklasser				
	I	II	III	IV	V
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Organisk karbon (mg/g)	0-20	20-27	27-34	34-41	41-200

Tilstand for kobber er bestemt i henhold til Veileder 2:2018 Klassifisering (tabell 2-5).

Tabell 2-5. Klassifisering av tilstand ut fra innhold av kobber i sedimenter (Kilde: Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 2:2018 Klassifisering).

Parameter	Tilstandsklasser			
	I	II	IV	V
	Bakgrunn	God	Dårlig	Svært dårlig
Kobber (mg Cu/kg)	0-20	84	84-147	>147

Surhetsgrad (pH) ble målt i sedimentprøvene med en WTW Sentix 41 pH-elektrode (figur 2-4). Denne ble kalibrert i felt med pH buffer 7 og 4 før prøvetakning. Redokspotensialet (Eh) ble målt i sedimentprøvene med Eh-elektroden, WTW Sentix ORP. Eh-elektroden ble kontrollert i felt med en Eh-buffer 475 ± 5 mV før måling. Redokspotensialet (Eh) ble regnet ut fra det observerte hvilepotensialet i prøven (Eobs; målt verdi) og standardpotensialet til referanseelektroden (Eref): $Eh = E_{obs} + E_{ref}$.



Figur 2-4. Måling av pH i sedimentet (Foto: DNV GL).

2.4 Bløtbunnsfauna

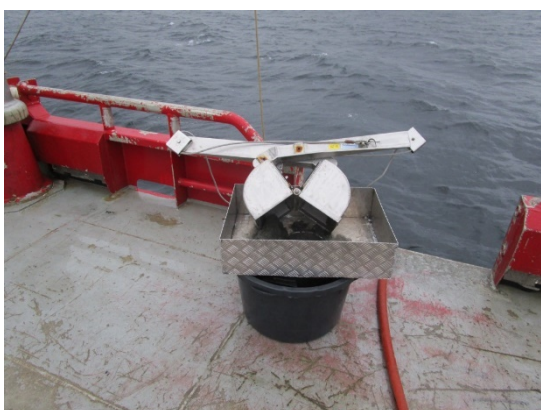
Det ble tatt to faunaprøver med en van Veen grabb (0,1 m² overflateareal) per stasjon. Prøvene ble vasket og siktet i 1 mm sikter (runde hull) under innsamlingen, og deretter fiksert i 4 % formalin bufret med hexamin og tilsatt farge (Bengalrosa). Faunaprøvene ble sendt til DNV GLs Biolaboratorium hvor prøvene ble vasket i 1 mm sikter for å fjerne formalin og rester av sedimentet. Sikterestene ble overført til en skål og faunaen fra hver prøve ble sortert inn i taksonomiske hovedgrupper og oppbevart i 70 % sprit før artsbestemmelse. Dyrene ble deretter identifisert til art eller høyere taksonomisk nivå.



Utstyret på dekk i M/S «Onglesund».



Van Veen grabb (0,1 m²) på vei ombord.



Van Veen grabb (0,1 m²) på «mottaksbord».



Bunnprøve i grabben, måling av pH, stasjon Tos 2.



Siktet og vasket bunnprøve i sikt (1 mm), stasjon Tos 3.



Prøvebeholder med fiksert bunnprøve.

Figur 2-5. Foto fra feltarbeidet ved Toska S (Foto: DNV GL).

2.4.1 Analysemetoder biologiske data

Forundersøkelsen er en undersøkelse av bunntilstanden ved anlegget (anleggssonen) og utover i resipienten (overgangssonen), samt ved referansestasjon. Hoveddelen er en undersøkelse av bunnfaunaen på bløtbunn. Miljøtilstanden i sjøbunnen vurderes/beregnes ut fra hvor mange arter og individer det er i prøvene, og hvilke arter som blir funnet.

NS 9410:2016 angir: «Når det er relativt få arter med jevn fordeling i prøvene, slik tilfellet ofte er nær oppdrettsanlegg, gjøres vurderingen på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen». Dette tolkes slik at tilstandsvurdering av stasjoner i anleggssonen skal gjøres i henhold til tabell 2-6 nedenfor. Tilstandsklassifisering av øvrige stasjoner i overgangssonen, samt referansestasjonen, skal baseres på kvalitetskriterier i Veileder 2:2018. DNV GL mener det likevel er hensiktsmessig i tillegg også å klassifisere stasjoner i anleggssonen i henhold til Veileder 2:2018 og har dermed utført denne klassifiseringen for alle stasjoner.

Kriteriene for tilstandsklassifisering i NS 9410:2016 er definert slik at en belastet stasjon i anleggssonen generelt oppnår bedre miljøtilstand, enn ved bruk av kriteriene i Veileder 2:2018.

Tabell 2-6. Grenser for miljøtilstand av anleggssonen basert på 0,2 m² prøveareal (Kilde: NS 9410:2016). Fargekoder er angitt for å gi bedre oversikt.

	Miljøtilstand	S (artstall)	N (individtall)	% av total N
1	Meget god	≥20	-	≤65 %
2	God	5-19	>20	≤90 %
3	Dårlig	1-4	-	-
4	Meget dårlig	0	-	-

På grunnlag av antall og fordeling av arter og individer på hver enkelt stasjon ble det utført statistiske analyser for vurdering av bløtbunnsamfunnet. Direktoratetsgruppe for vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøtilstand i vann i henhold til Veileder 2:2018. Følgende indekser brukes for klassifisering:

- Shannon-Wiener diversitetsindeks, H'
- Hurlberts rarefraction, ES₁₀₀
- NQI1 (Norwegian Quality Index) som inngår i Norges rapportering til EU. NQI1 er en sammensatt indeks som inneholder sensitivitetsindeksen AMBI (<http://ambi.azti.es/>), Shannon-Wiener diversitet (H'), antall arter (S) og antall individer (N).
- NSI er en sensitivitetsindeks utviklet for norske fauna i 2013.
- ISI2012 er en kvalitativ sensitivitetsindeks.

Beskrivelse av indekser er gitt i faktaboks under.

Faktaboks: Beskrivelse av indeksene

NQI1 (Norwegian quality index) er en sammensatt indeks. Indeksen inneholder indikatorer som omfatter sensitivitet (AMBI, se nedenfor), diversitet (H', se nedenfor) og antall arter og individer i en prøve. NQI1 er interkalibrert mellom alle land som tilhører NEAIG. NQI1 kan ha verdier mellom 0 og 1.

AMBI er en sensitivitetsindeks (egentlig en toleranseindeks) der artene tilordnes en toleranseklasse (ecological group, EG): EG I-sensitiv arter, EG II-indifferente arter, EG III-tolerante arter, EG IV-opportunistiske arter, EG V-forurensningsindikerende arter. I Norge brukes AMBI bare i kombinasjonsindeksen NQI1 og har derfor ingen egen klassifisering. AMBI er en kvantitativ indeks som tar hensyn til individantallet av artene. Hver art er tilordnet en av de fem økologiske gruppene (basert på «expert judgement»). Programmet for beregning av AMBI kan hentes fra: <http://ambi.azti.es/>

NSI er en ny sensitivitetsindeks. Den ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata, og ved bruk av en objektiv statistisk metode. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivitetsverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av alle individene i prøven. En beskrivelse av NSI og hvordan den beregnes finnes i Rygg & Norling (2013).

ISI er også en sensitivitetsindeks. Beregning av ISI er beskrevet i Rygg (2002). Grunnlaget for beregningen er senere utvidet og artsnomenklaturen er standardisert. Den reviderte ISI betegnes ISI2012 (Rygg og Norling, 2013). Hver art er tilordnet en ømfintlighetsverdi. ISI er en kvalitativ indeks som bare tar hensyn til hvilke arter som er til stede, men ikke individtall. En prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av artene i prøven.

H' (Shannonindeksen) er en av de mest brukte diversitetsindeksene og benyttes også som

klassifiseringsindeks.

ES₁₀₀ (Hurlberts diversitetsindeks) er også en diversitetsindeks som viser forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve.

Klassegrensene for de indeksene som benyttes er fremstilt i tabell 2-7. Verdi for hver indeks kan normaliseres til en 0-1 skala (nEQR) for enklere sammenlikning. Tilstandsklassen bestemmes av gjennomsnittet av de normaliserte indeksverdiene, og presenteres som «nEQR stasjon» og «nEQR grabb». Grabbgjennomsnittet (nEQR grabb) skal i henhold til veilederen benyttes for å angi miljøtilstand. For en grundigere gjennomgang av indeksene og beregning av tilstandsklasser, se Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 2:2018 Klassifisering.

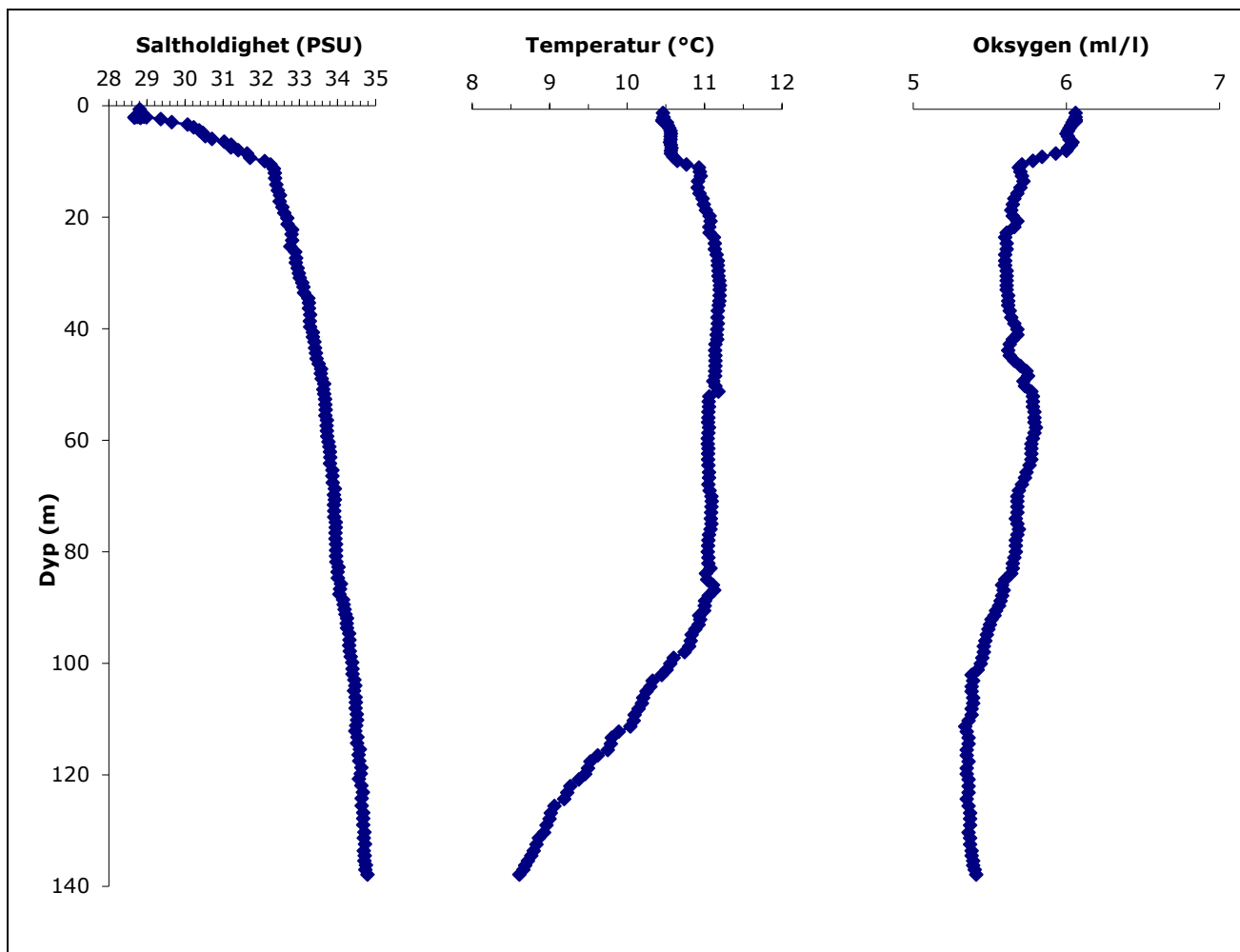
Tabell 2-7. Klassegrenser for bløtbunnsindekser som benyttes til å beregne økologisk status i henhold til Vannforskriften fra Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 2:2018 Klassifisering.

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI2012	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
nEQR	Tilstandsklassifisering	>0,8-1,0	>0,6-0,8	>0,4-0,6	>0,2-0,4	0-0,2

3 RESULTATER

3.1 Hydrografi

Oksygenforhold, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble målt på referansestasjon Tos 4, fra overflaten og ned til ca. 138 meters dyp (figur 3-1).



Figur 3-1. Saltholdighet (PSU, Practical Salinity Unit), temperatur (°C) og oksygeninnhold (ml/l) ved Toska S, november 2018.

Åpne sjøområder med gode strømforhold og vannutskiftning har som regel et høyt oksygeninnhold. Ved en stor tilførsel av organisk materiale kan derimot oksygeninnholdet i sjøen reduseres som følge av at oksygen blir forbrukt ved nedbrytning av organisk materiale. I tillegg kan terskler og trange sund føre til dårlig vannutskiftning og dermed hindre tilførselen av nytt oksygenrikt vann. I slike områder kan det dannes hydrogen sulfid som kan føre til at dyrelivet dør ut i området.

Resultatene viser en tydelig økning i saltholdigheten nedover i det øverste vannlaget, og deretter en svak økning fra omtrent 10 m og til bunnen. I overflatevannet lå saltholdigheten på rundt 29 PSU (Practical Salinity Unit). Sjøtemperaturen lå mellom 8-11 °C i hele vannsøylen. Resultatene tilsvarer vanlige forhold i en fjord om høsten.

Oksygeninnholdet på den målte stasjonen var noenlunde stabilt fra overflaten og ned til bunnen. I bunnvannet var oksygeninnholdet rundt 5,8 ml O₂/l. Verdiene for oksygen i bunnvannet ble dermed klassifisert som beste tilstandsklasse I «Svært god» (>4,5 ml O₂/l) (Veileder 2:2018).

3.2 Sedimentkvalitet

Fyllingsgraden av grabben for én av prøvene fra stasjon Tos 2, Tos 3 og Tos 4 var under grensen på 5 cm som er satt for slike prøver (tabell 2-2). Disse prøvene ble allikevel ansett som representative for bunnforholdene i området, og godtatt til de kjemiske analysene. Det ble gjort flere bomhugg på hver stasjon. For resultatene og konklusjonene i rapporten vil det lille prøvevolumet, etter vår vurdering, ha liten betydning.

3.2.1 Kornstørrelse

Kornstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over sjøbunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler føres bort og grovere partikler vil bli liggende igjen. I områder med mindre strøm vil de finere partiklene synke til bunns og avsettes i sedimentet. Resultatene fra analysen av kornstørrelsen viser at alle stasjonene har en høy andel av sand/grus (90-96 %) og et lavt innhold av silt (4-10 %) (tabell 3-1). Alle stasjonene har et svært lavt innhold av leire (0,1-0,4 %).

3.2.2 Totalt organisk materiale (TOM)

Generelt vil innholdet av organisk materiale stå i relasjon til kornfordeling og være høyest i finkornede sedimenter (NIVA, 2002). I sedimentene omsettes det organiske materialet av fauna og ved bakteriell nedbrytning. Normale verdier for totalt organisk materiale (TOM) i norske fjorder ligger på under 10 % glødetap (det varierer ofte med kornstørrelsen). Glødetapsverdien for stasjon Tos 2, Tos 3 og Tos 4 ligger mellom 1,4-3 % glødetap, og anses som normale (tabell 3-1). Glødetapsverdien til Tos 1 ligger på 15 % og er noe forhøyet. Dette kan indikere noe reduserte nedbrytningsforhold i dette området.

3.2.3 Totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN)

Nivået av normalisert totalt organisk karbon (TOC) for stasjon Tos 1 i anleggssonen ligger på 49 mg TOC/g sediment, noe som tilsvarende tilstandsklasse V «Svært dårlig» og en høy organisk belastning i området (tabell 3-1). Stasjon Tos 2 i overgangssonen, samt referansestasjonen, har et noe lavere nivå av TOC, henholdsvis 28 og 31 mg TOC/g, noe som gir begge stasjonene tilstandsklasse III «Moderat». Stasjon Tos 3 i ytre overgangssone ligger i nest beste tilstandsklasse II «God», noe som tyder på lite organisk belastning.

Nivåene av totalt nitrogen (TN) ligger på 7,2 mg TN/g for anleggsstasjonen (Tos 1), og mellom 0,6-1,2 mg TN/g for de andre stasjonene.

Kystnære områder kan ha varierende grad av organisk materiale i sedimentet, hvor kilden både kan være av terrestrisk (fra land) og marin opprinnelse. Forholdet mellom det totale karbon- og nitrogeninnholdet (C/N) kan si noe om det organiske materialets opprinnelse, da forholdstallet vil variere ettersom ulike typer materiale inneholder ulik mengde nitrogen. Marint organisk materiale er relativt rikt på nitrogen og har et forholdstall på 6-10 (Niva, 1997). Terrestrisk materiale er derimot nitrogenfattig og sediment som tilføres betydelig mengde materiale fra land vil ha C/N- verdier over 10.

Stasjon Tos 1 i anleggssonen, har et forholdstall som ligger på 4, noe som indikerer at det organiske materialet i sedimentet er av marin opprinnelse, og at det er lite innblanding av organisk materiale fra land i området (tabell 3-1). Stasjon Tos 2 og Tos 3 i overgangssonen, samt referansestasjon Tos 4, har et forholdstall som ligger på mellom 11-13, noe som kan tyde på litt mer innblanding av terrestrisk materiale i sedimentet. Det ble under feltarbeidet observert løv i sedimentet på referansestasjon Tos 4 (tabell 3-3).

3.2.4 Kobber (Cu)

Nivået av kobber på anleggsstasjonen lå på 444 mg Cu/kg og stasjonen fikk dermed dårligste tilstand V «Svært dårlig» i henhold til Veileder 2:2018 (tabell 3-1).

Tabell 3-1. Kornstørrelse (%), totalt organisk materiale (TOM, % glødetap), totalt organisk karbon (TOC, mg/g), normalisert totalt organisk karbon (TOC, mg/g), totalt nitrogen innhold (N-total, mg/kg tørrstoff (TS)), forholdstall totalt karbon og nitrogen (C/N, mg/g) og kobber (Cu, mg/kg tørrstoff) fra sedimentprøvene, samt beskrivelse av tilstandsklassene (i henhold til Direktoratgruppen vanddirektivet 2018. Veileder 2:2018 Klassifisering). Se vedlegg A for ALS rapport.

Stasjon	Kornstørrelse (%)			TOM (% glødetap)	TOC (mg/g)	Norm-TOC (mg/g)	Tilstand TOC	N-total (mg/g TS)	C\N- (mg/g)	Cu (mg/kg TS)	Tilstand Cu
	Sand/ grus >63 µm	Silt 63-2 µm	Leire <2 µm								
Tos 1	96	4	0.2	15	31	49	Svært dårlig	7.2	4	444	Svært dårlig
Tos 2	96	4	0.1	1.6	11	28	Moderat	0.9	13		
Tos 3	92	8	0.3	1.4	7	23	God	0.6	11		
Tos 4	90	10	0.4	3	15	31	Moderat	1.2	13		

3.2.5 Surhetsgrad (pH) og redokspotensial (Eh)

Graden av oksygeninnhold i det marine sedimentet og bunnvann kan bestemmes ved hjelp av målinger av surhetsgrad (pH) og redokspotensial (Eh). Lave verdier av pH og Eh kan indikere at det finnes lite oksygen i sedimentet, noe som igjen kan reflektere en høy grad av organisk belastning på lokaliteten. Slike forhold i marint sediment og bunnvann, vil kunne ha en negativ effekt på makrofauna og viktige organismer som bryter ned organisk materiale i sedimentet.

Resultatene fra pH/Eh målingene fra Toska S er presentert i prøveskjema B1 (tabell 3-2). Noen av verdiene som ble avlest fra figur D.1 i NS 9410:2016 lå utenfor det skraverte området i grafen. Disse verdiene ble vurdert til å tilhøre det nærmeste skraverte området i grafen, og poengavlesningen ble deretter utført. Den samlede tilstanden av målt pH/Eh ble beste tilstand «1».

3.2.6 Sensorisk prøvebeskrivelse

Tabell 3-3 viser bilde av sedimentet, samt feltnotater, fra hver stasjon under prøveinnsamlingen ved Toska S. Resultatene fra den sensoriske prøvebeskrivelsen er presentert i prøveskjema B1 (tabell 3-2). Det ble ikke registrert gassbobler eller lukt av H₂S på stasjonene. Dyr ble observert i alle prøvene. Den samlede tilstanden fra den sensoriske observasjonen ble beste tilstand «1».

3.2.7 Lokalitetstilstand Toska S

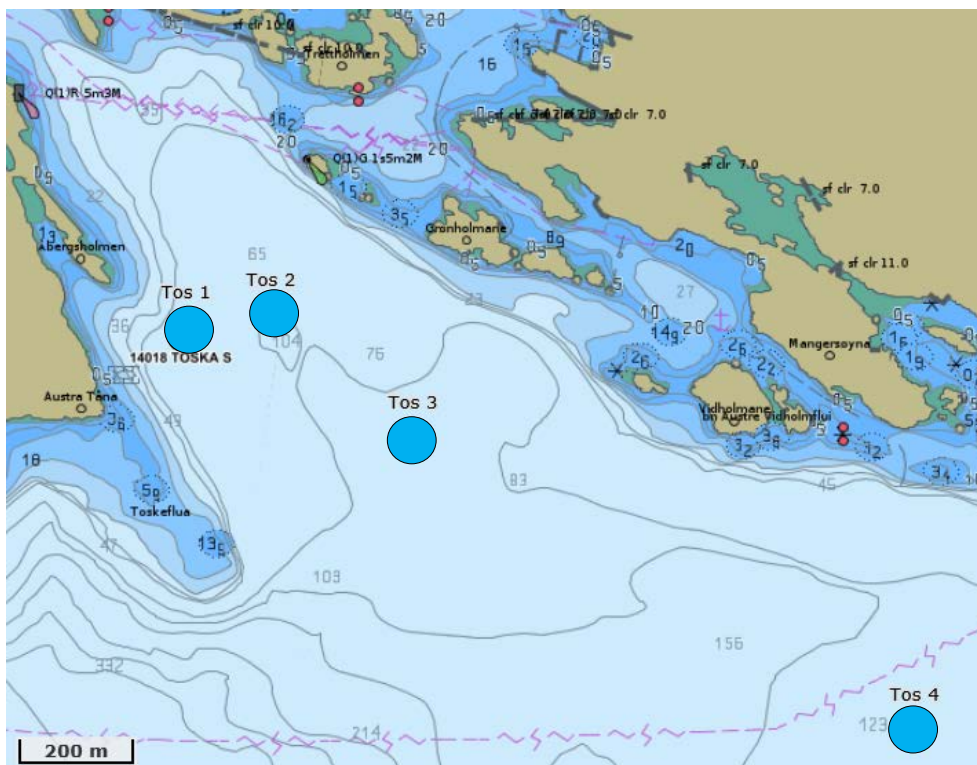
Basert på pH/Eh-målinger og de sensoriske observasjonene fikk lokalitet Toska S en lokalitetstilstand på beste tilstand «1». Tabell 3-2 og figur 3-2 oppsummerer tilstanden på stasjonene.

Tabell 3-2. Prøveskjema B1 (fra NS 9410:2016) for de fire stasjonene ved lokalitet Toska S. Det er utført tre replikate målinger per stasjon.

Prøveskjemaet, B.1															
Firma: Lingalaks AS										Dato: 15.11.2018					
Lokalitet: Toska S										Konsesjonsnr: 14018					
Prøvenummer															Indeks
Gr.	Parameter	Poeng	Tos 1-1	Tos 1-2	Tos 1-3	Tos 2-1	Tos 2-2	Tos 2-3	Tos 3-1	Tos 3-2	Tos 3-3	Tos 4-1	Tos 4-2	Tos 4-3	
Bunntype: B (bløt) eller H (hard)			B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
I	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	pH	Målt verdi	7.5	7.8	7.7	7.7	7.6	7.7	7.5	7.8	7.8	7.6	7.5	7.7	
	Eh (mv)	Målt verdi	105	50	-80	90	160	70	170	70	125	205	40	-110	
		+ ref. verdi	322	267	137	307	377	287	387	287	342	422	257	107	
	pH/Eh	fra figur D.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	Tilstand prøve		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Tilstand gruppe II		1												
		Buffertemp: 11.3°C				Sjøvannstemp: 10.6°C				Sedimenttemp: 11.3°C					
		pH sjø: 8.1				Eh sjø: 332				Referanseelektrode: 217					
	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Farge	Lys/grå = 0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Brun/svart = 2	2	2	2										
		Ingen = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Lukt	Noe = 2													
		Sterk = 4													
		Fast = 0													
	Konsistens	Myk = 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		Løs = 4													
III	Grabb-	< 1/4 = 0						0			0			0	
	volum	1/4 - 3/4 = 1	1	1	1	1	1		1	1		1	1		
		> 3/4 = 2													
	Tykkelse	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	på	2 - 8 cm = 1													
	slamlag	> 8 cm = 2													
		SUM	5	5	5	3	3	2	3	3	2	3	3	2	
	Korrigert sum (*0,22)		1.1	1.1	1.1	0.66	0.66	0.44	0.66	0.66	0.44	0.66	0.66	0.44	0.7
	Tilstand prøve		2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Tilstand gruppe III		1												
	Middelverdi gruppe II og III		0.6	0.6	0.6	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.4
	Tilstand prøve		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	pH/Eh	Korrigert sum													
	Indeks	Middelverdi													
		< 1,1													1
		1,1 - < 2,1													2
		2,1 - < 3,1													3
		≥ 3,1													4
	LOKALITETSTILSTAND														1

Tabell 3-3. Foto av prøvene, samt feltnotater, fra de fire stasjonene undersøkt ved Toska S, november 2018.

	Tos 1 – anleggsstasjon (C1) • Gråsvart/mørkegrått, finkornet sediment (Tos 1-1, Tos 1-3). • Mer finkornet sand, lysere farge (Tos 1-2) • Småstein. • Lite dyr. Litt børstemark og skjell (<i>Thyasira</i>). • Skjellrester (blåskjell). • Et skalpellhåndtak i plast.
	Tos 2 – overgangsstasjon (C3) • Grålig finkornet sand. • Gravende sjøpiggsvin. Børstemark. • Én strips (buntebånd). • Mange småstein.
	Tos 3 – ytre overgangsstasjon (C2) • Olivengrønt sediment. • Finkornet sand med mudder. • Slangestjerner. • En del småstein
	Tos 4 – referansestasjon • Olivengrønt mudder og fin sand. • Litt småstein. • Børstemark. • Litt løv. • En bit av et plastikkdrikkebeget.



Figur 3-2. Prøvestasjonene ved Toska S er markert med fargekode etter tilstand ut fra måling av pH og Eh, og sensoriske (lukt og visuelt) observasjoner av prøvene. Blå er beste tilstand. Se også B1-skjema i tabell 3-2. Bakgrunnskartet er hentet fra Fiskeridirektoratet, 2019.

3.3 Bløtbunnsfauna

Artssammensetningen i sedimentprøvene vil gi et bilde av miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen ved Toska S. Bløtbunnsarter er stort sett flerårige og relativt lite mobile, og vil dermed kunne gjenspeile miljøpåvirkning i sedimentet over tid; i et område som er lite påvirket av ytre faktorer vil det vanligvis være forholdsvis mange arter med en relativt jevn fordeling av individer blant artene, mens det i forurenset sediment og i områder med stor organisk tilførsel (for eksempel fra oppdrettsanlegg) vil være få eller ingen arter tilstede i sedimentet. Noen av disse artene kan ha mange individ.

Resultatene fra sedimentprøvene ved Toska S er vist i tabell 3-4, 3-5 og 3-6. Det ble totalt funnet 4921 individer i undersøkelsen. Stasjon Tos 3 overgangssonen hadde høyest antall individer (N= 2670), mens stasjon Tos 1 i anleggssonen hadde lavest antall individer (N=227). De ti mest tallrike artene for hver stasjon (juvenile ikke medberegnet) er presentert i tabell 3-7.

I anleggssonen (Tos 1) ble det samlet totalt 36 arter med til sammen 227 individer. Blant de ti mest tallrike artene finner man flerbørstemarken *Prionospio cirrifera* (19 %), skjellet *Thyasira sarsii* (18 %) og flerbørstemarken *Prionospio fallax* (11 %). Basert på artsantall og artssammensetning får Tos 1 miljøtilstand «Meget god» i henhold til NS 9410:2016. Beregnet nEQR for grabbgjennomsnitt gir en tilstandsverdi på 0,72 som tilsvarer tilstandsklasse «God» i henhold til Veileder 2:2018.

I overgangssonen, på stasjon Tos 2, ble det samlet totalt 63 arter med til sammen 513 individer. Blant de ti mest tallrike artene finner man flerbørstemarken *Galathowenia oculata* (17 %), skjellet *Thyasira sarsii* (12 %) og flerbørstemarken *Prionospio cirrifera* (9 %) som de tre mest tallrike. Beregnet nEQR for

grabbgjennomsnitt gir en tilstandsverdi på 0,78 som tilsvarer tilstandsklasse «God» i henhold til Veileder 2:2018.

På stasjon Tos 3 i ytre overgangssonen (C2), ble det samlet totalt 83 arter med til sammen 2670 individer. Blant de ti mest tallrike artene finner man flerbørstemarkene *Pseudopolydora paucibranchiata* (79 %), *Paramphinoe jeffreysii* (3 %) og skjellet *Parathyasira equalis* (2 %) som de tre mest tallrike. Beregnet nEQR for grabbgjennomsnitt gir en tilstandsverdi på 0,58 som tilsvarer tilstandsklasse «Moderat» i henhold til Veileder 2:2018. På grunn av at én art dominerte så mye tallmessig, blir beregnet diversitet forholdsvis lav. Dominansen av denne arten antas å ha naturlige årsaker. Det var ellers mange arter i prøvene, og det viser at det var gode miljøforhold.

På referansestasjon Tos 4, ble det samlet totalt 92 arter med til sammen 1511 individer. Blant de ti mest tallrike artene finner man flerbørstemarkene *Pseudopolydora paucibranchiata* (39 %), *Galathowenia oculata* (23 %) og *Amythasides macroglossus* (4 %) som de tre mest tallrike. Beregnet nEQR for grabbgjennomsnitt gir en tilstandsverdi på 0,81 som tilsvarer tilstandsklasse «Svært god» i henhold til Veileder 2:2018.

Oppsummert viser undersøkelsen at miljøforholdene var gode på stasjonene utenfor anleggsområdet. På stasjonen i anleggsområdet, var miljøforholdene tilfredsstillende, men det var fremdeles tegn til tidligere miljøpåvirkning fra driften av oppdrettsanlegget.

I figur 3-3 er bunnfaunatilstanden på stasjonene markert med fargekoder på kart.

Tabell 3-4. Antall arter (S) og individer (N), Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') og ES₁₀₀ er gitt ved gjennomsnittlig grabbverdi (2 grabber). Øvrige indekser som er inkludert i tabellen er de biotiske indeksene NQI1, ISI2012, og NSI. Klassifisering av miljøtilstand er gitt i henhold til Veileder 02:2018 Miljøtilstand og tilstandsklasser er markert med fargekoder iht. Veileder 02:2018. Det er grabbgjennomsnitt som skal benyttes til å gi tilstand. Resultatene er hentet fra prøvingsrapporten til Toska S (DNV GL, 2019).

Toskva 3 (BNV GE, 2019):

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

Stasjon (grabb. gj. snitt)	S	N	ES100	H	NQI1	NSI	ISI	Gr.gj.snitt_nEQ
Tos 1	27	113,5	26	3,9	0,64	21	7,9	0,72
Tos 2	42	256,5	28	4,2	0,69	21	9,3	0,78
Tos 3	63,5	1335	15	1,8	0,60	19	9,5	0,58
Tos 4	67	755,5	29	3,9	0,72	23	10,3	0,81

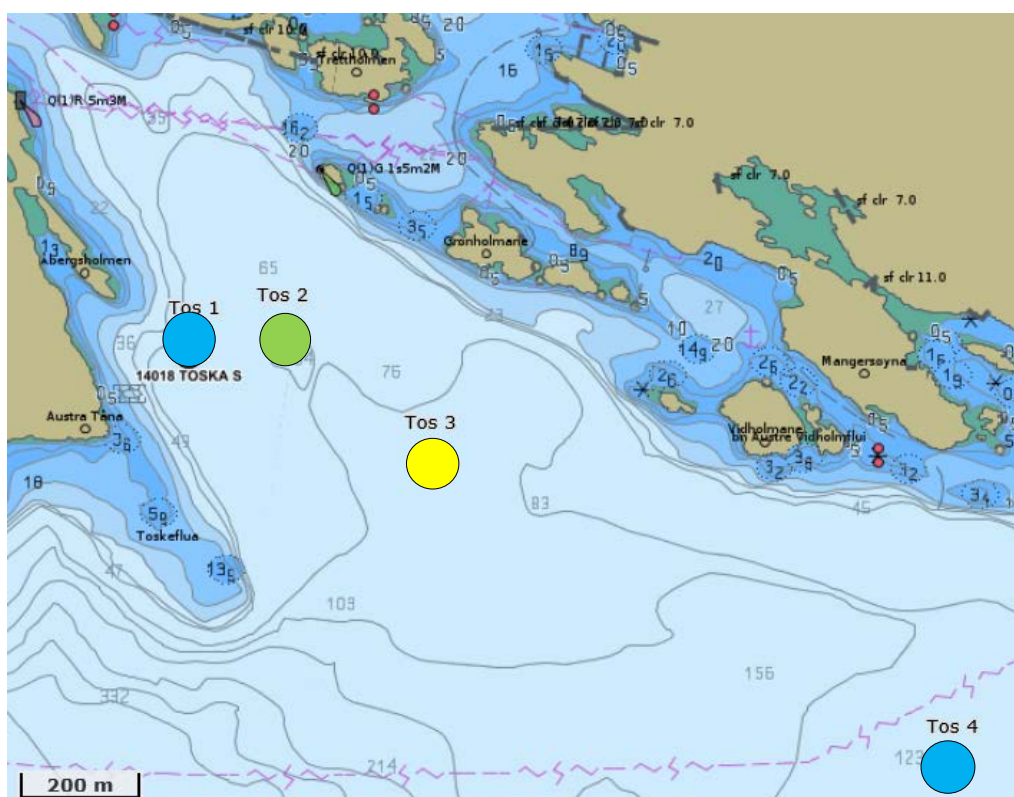
Tabell 3-5. Antall arter (S) og individer (N), Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') og ES₁₀₀ er gitt ved stasjonsverdi (0,2 m²). Resultatene er hentet fra prøvingsrapporten til Toska S (DNV GL, 2019).

Stasjon	S	N	J'	ES(100)	H'(log2)
Tos 1	36	227	0,80	27	4,2
Tos 2	63	513	0,77	32	4,6
Tos 3	83	2670	0,29	16	1,8
Tos 4	92	1511	0,56	26	3,6

Tabell 3-6. De ti mest vanlige artene for hver stasjon (eksklusive juvenile), Toska S 2018 (DNV GL, 2019).

TOS1	Antall	%	Kum%	TOS2	Antall	%	Kum%
<i>Prionospio cirrifera</i>	43	19	19	<i>Galathowenia oculata</i>	86	17	17
<i>Thyasira sarsii</i>	41	18	37	<i>Thyasira sarsii</i>	59	12	28
<i>Prionospio fallax</i>	24	11	48	<i>Prionospio cirrifera</i>	44	9	37
<i>Parexogone hebes</i>	13	6	53	<i>Spiophanes kroyeri</i>	42	8	45
<i>Chaetozone</i>	11	5	58	<i>Chaetozone</i>	36	7	52
<i>Thyasira flexuosa</i>	8	4	62	<i>Prionospio fallax</i>	32	6	58
<i>Polycirrus</i>	8	4	65	<i>Owenia</i>	24	5	63
<i>Spiophanes kroyeri</i>	7	3	68	<i>Abra nitida</i>	16	3	66
<i>Owenia</i>	6	3	71	<i>Parathyasira equalis</i>	13	3	69
<i>Edwardsiidae</i>	6	3	74	<i>Spiophanes bombyx</i>	12	2	71
Totalt antall taxa	36			Totalt antall taxa	63		

TOS3	Antall	%	Kum%	TOS4	Antall	%	Kum%
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	2108	79	79	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	589	39	39
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	70	3	82	<i>Galathowenia oculata</i>	340	23	61
<i>Parathyasira equalis</i>	65	2	84	<i>Amythasides macroglossus</i>	66	4	66
<i>Amythasides macroglossus</i>	34	1	85	<i>Tharyx killariensis</i>	44	3	69
<i>Prionospio cirrifera</i>	31	1	86	<i>Owenia</i>	31	2	71
<i>Diplocirrus glaucus</i>	25	1	87	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	28	2	73
<i>Prionospio fallax</i>	19	1	88	<i>Ampharete lindstroemi</i>	25	2	74
<i>Praxillella affinis</i>	18	1	89	<i>Spiophanes wigleyi</i>	24	2	76
<i>Chaetozone</i>	18	1	89	<i>Lumbriclymene cylindrica</i>	18	1	77
<i>Aphelochaeta</i>	18	1	90	<i>Spiophanes kroyeri</i>	18	1	78
Totalt antall taxa	83			Totalt antall taxa	92		



Figur 3-3. Prøvestasjonene ved Toska S er markert med fargekoder etter tilstand ut fra bunndyrsfauna. Blå angir beste tilstand «Meget god» for anleggsstasjonen (Tos 1) i henhold til NS 9410:2016. Grønn angir nest beste tilstand «God» og gul angir tilstand «Moderat» for stasjonene i overgangssonen i henhold til Veileder 2:2018. Blå angir beste tilstand «Svært god» for referansestasjonen (Tos 4) i henhold til Veileder 2:2018. Bakgrunnskartet er hentet fra Fiskeridirektoratet, 2019.

4 REFERANSER

Brekke,E, 2016. Straummåling ved Toska S i Radøy kommune, hausten 2016. Rådgivende Biologer AS, rapport 2333, 58 sider.

DNV GL, 2018. Prøvingsrapport; Forundersøkelse Toska Sør 2018. DNV GL rapportnr. 2019-3020. Dato 2019-02-11.

Eilertsen, M & C. Todt, 2016. Konsekvensutgreiing for oppdrettslokalitet Toska Sør i Radøy kommune. Marint naturmangfald, naturressursar og nærmiljø og friluftsliv. Rådgivende Biologer AS, rapport 2331, 41 sider, ISBN 978-82-8308-305-7.

Furset, T.T., 2017. Straummåling ved Toska S i Radøy kommune. August-september 2017. Rådgivende Biologer AS, rapport 2551, 29 sider.

NS 9410:2016. Miljøovervåkning av bunnpåvirkning av marine akvakulturanlegg. ICS 13.020.40; 65.150.

ISO 16665:2014. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014). Standard Norge. ICS 13.060.70.

NS 9410:2016 Miljøovervåkning av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge. ICS 13.020.40; 65.150.

Resipientanalyse, 2010. Resipientgransking MOM B Lokalitet Toska Sør Radøy Sør. Rapportnr. 509-2010.

Resipientanalyse, 2009. MOM B Toska Sør Skjærgårdsfisk AS 5 mai 2009. Rapport nr. 274-2009.

Rygg B, Norling K. 2013. Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA report 6475-2013. 46 s

Rygg B. 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. NIVA rapport 4548-2002. 23 s.

Veileder 2:2018 Klassifisering. Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologiske og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.



VEDLEGG A- ANALYSERAPPORT FRA LABORATORIUM



Mottatt dato **2018-11-21**
Utstedt **2018-12-07**

DNV GL AS
Øyvind Tvedten

Veritasveien 25
N-4007 Stavanger
Norway

Prosjekt **Lingalaks**
Bestnr **10127241**

Analyse av sediment

Deres prøvenavn	Tos 1, 0-1 cm Sediment					
Labnummer	N00622786					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
TOM Totalt organisk materiale ^{a ulev}	15.0	0.75	% TS	1	1	MAMU
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	52.5	3.18	%	2	1	SAHM
TOC ^{a ulev}	3.13	0.63	% TS	2	1	SAHM
N-total ^{a ulev}	7240	1450	mg/kg TS	3	1	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	444	88.8	mg/kg TS	4	1	SAHM

Deres prøvenavn	Tos 1, 0-5 cm Sediment					
Labnummer	N00622787					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornfordeling ^{a ulev}	-----		se vedl.	5	1	SAHM
Kornstørrelse >63 µm ^{a ulev}	95.8	9.6	%	5	1	SAHM
Kornstørrelse 63-2 µm ^{a ulev}	4.0	0.4	%	5	1	SAHM
Kornstørrelse <2 µm ^{a ulev}	0.2	0.02	%	5	1	SAHM

Deres prøvenavn	Tos 2, 0-1 cm Sediment					
Labnummer	N00622788					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
TOM Totalt organisk materiale ^{a ulev}	1.62	0.10	% TS	1	1	MAMU
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	80.5	4.86	%	2	1	SAHM
TOC ^{a ulev}	1.11	0.23	% TS	2	1	SAHM
N-total ^{a ulev}	853	174	mg/kg TS	3	1	SAHM



Deres prøvenavn	Tos 2, 0-5 cm Sediment					
Labnummer	N00622789					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornfordeling ^{a ulev}	-----		se vedl.	5	1	SAHM
Kornstørrelse >63 µm ^{a ulev}	96.0	9.6	%	5	1	SAHM
Kornstørrelse 63-2 µm ^{a ulev}	3.8	0.4	%	5	1	SAHM
Kornstørrelse <2 µm ^{a ulev}	0.1	0.01	%	5	1	SAHM

Deres prøvenavn	Tos 3, 0-1 cm Sediment					
Labnummer	N00622790					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
TOM Totalt organisk materiale ^{a ulev}	1.40	0.10	% TS	1	1	MAMU
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	72.4	4.37	%	2	1	SAHM
TOC ^{a ulev}	0.69	0.15	% TS	2	1	SAHM
N-total ^{a ulev}	628	130	mg/kg TS	3	1	SAHM

Deres prøvenavn	Tos 3, 0-5 cm Sediment					
Labnummer	N00622791					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornfordeling ^{a ulev}	-----		se vedl.	5	1	SAHM
Kornstørrelse >63 µm ^{a ulev}	91.5	9.2	%	5	1	SAHM
Kornstørrelse 63-2 µm ^{a ulev}	8.2	0.8	%	5	1	SAHM
Kornstørrelse <2 µm ^{a ulev}	0.3	0.03	%	5	1	SAHM

Deres prøvenavn	Tos 4, 0-1 cm Sediment					
Labnummer	N00622792					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
TOM Totalt organisk materiale ^{a ulev}	2.95	0.16	% TS	1	1	MAMU
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	75.5	4.56	%	2	1	SAHM
TOC ^{a ulev}	1.51	0.31	% TS	2	1	SAHM
N-total ^{a ulev}	1180	238	mg/kg TS	3	1	SAHM



Deres prøvenavn	Tos 4, 0-5 cm Sediment					
Labnummer	N00622793					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornfordeling ^{a ulev}	-----		se vedl.	5	1	SAHM
Kornstørrelse >63 µm ^{a ulev}	89.7	9.0	%	5	1	SAHM
Kornstørrelse 63-2 µm ^{a ulev}	9.9	1.0	%	5	1	SAHM
Kornstørrelse <2 µm ^{a ulev}	0.4	0.04	%	5	1	SAHM



"a" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert ved ALS Laboratory Group Norway AS.

"a ulev" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert av underleverandør.

"" etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Utførende laboratorium er oppgitt i tabell kalt Utf.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	Bestemmelse av totalt organisk materiale (TOM) Metode: Beregnes ut fra glødetap (LOI)
2	Bestemmelse av TOC ved bruk av IR Metode: CSN ISO 29541, CSN EN ISO 16994, CSN EN ISO 16948, CSN EN 15407, CSN ISO 19579, CSN EN 15408, CSN ISO 10694, CSN EN 13137 Måleprinsipp: IR (LECO) Rapporteringsgrenser: 0,1 %
3	Bestemmelse av total Nitrogen i jord Metode: ISO 11261 Måleprinsipp: Spektrofotometri Rapporteringsgrenser: LOR 50 mg/kg TS Andre opplysninger: Modifisert Kjeldahl-metode
4	Elementanalyse av jord Metode: EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010, SM 3120 Måleprinsipp: ICP-OES Prøve forbehandling: Prøven homogeniseres og mineraliseres med HNO ₃ (1:1) i autoklav under høyt trykk og temperatur før analyse.
5	Kornstørrelse 2-63µm Metode: ISO 11277:2009 Måleprinsipp: Sikting og laser diffraksjon Rapporteringsgrenser: >63 µm (sand) 0,1% 63-2 µm (silt) 0,1% <2 µm (leire) 0,1% Andre opplysninger: Det målbare området ved denne metoden spenner fra 2µm – 63mm.

	Godkjenner
MAMU	Marte Muri
SAHM	Sabra Hashimi



Utf 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 906, 530 02 Pardubice Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (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%.

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

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultatene gjelder bare de analyserte prøvene.

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).



VEDLEGG B- UTDRAK FRA BIOLABORATORIETS PRØVINGSRAPPORT

LINGALAKS AS

Prøvingsrapport; Forundersøkelse Toska Sør

Prosjekt 10127241

Rapportnr.: 2019-3020, Rev. 1

Dato: 2019-02-11

Prosjektnavn:	Forundersøkelse Toska Sør	DNV GL AS Oil & Gas
Rapporttittel:	Prøvingsrapport; Forundersøkelse Toska Sør	Environmental Risk Management
Oppdragsgiver:	Prosjekt 10127241	P.O. Box 300
Kontaktperson:	Brit Fjone Godal (prosjektleder)	1322 Høvik
Dato:	2019-02-11	Norway
Prosjektnr.:	10127241	Tel: +47 67 57 99 00
Org. enhet:	Environmental Risk Management	NO 945 748 931 MVA
Rapportnr.:	2019-3020, Rev. 1	

Sammendrag: På vegne av prosjektet «Forundersøkelse Toska Sør» har DNV GLs Biolaboratorium gjennomført prøvetaking på lokaliteten, sortering og artsbestemmelse, samt biologiske analyser. Prøvetakingen ble gjennomført 15. november 2018. Sortering fant sted på Biolaboratoriet 22.11.2018-20.12.2018. Artsbestemmelse ble utført 28.01.2019-07.02.2019. Beregning av indekser og vurderinger ble gjennomført 08.02.2018.

Følgende prosedyrer ble benyttet: OP-BIOLAB-BS-2-2-01, OP-BIOLAB-BS-2-2-02, OP-BIOLAB-BS-3-1-02, OP-BIOLAB-BS-3-3-02, OP-BIOLAB-EM-18-05, OP-BIOLAB-BS-5-01, OP-BIOLAB-BS-12-04 og OP-BIOLAB-BS-4-01

Utført av:



Anders Ommundsen
Consultant / Marine Biologist

Verifisert av:



Øyvind Fjumo
Principal Consultant / Marine Biologist

Godkjent av:



Tor Jensen
Head of Section

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV GL 2019. Alle rettigheter forbeholdes DNV GL. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV GL påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning. DNV GL og Horizon Graphic er varemerker som eies av DNV GL AS.

DNV GL distribusjon:

- ☐ Fri distribusjon (internt og eksternt)
- ☒ Fri distribusjon innen DNV GL
- ☐ Fri distribusjon innen det DNV -GL-selskap som er kontraktspart
- ☐ Ingen distribusjon (konfidensiell)

Nøkkelord:

Sediment, bentisk fauna, artsliste, Lerang, resipientundersøkelse.

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
---------	------	----------------------	-----------	---------------	-------------



Innholdsfortegnelse

1	PRØVETAKING.....	1
2	SORTERING	2
3	TAKSONOMI.....	2
4	INDEKSER OG VURDERINGER.....	2
5	TI PÅ TOPP LISTER	4

1 PRØVETAKING

Prøvetaking for analyse av bløtbunnsfauna ble gjennomført av DNV GL ved lokalitet Toska Sør, i Mangersfjorden i Radøy kommune i Hordaland. Feltarbeidet ble utført 15. november 2018 med M/S «Onglesund».

Øyvind Tvedten (toktleder, DNV GL) utførte prøvetakingen. En oversikt over prøvetatte stasjoner og analyser er vist i tabell 1-1.

Lokalitet: Toska Sør, Radøy kommune, Hordaland.

Tidspunkt: 15.11.2018

Toktleder: Øyvind Tvedten (DNV GL)

Toktdeltakere: Mannskap på M/S «Onglesund».

Tabell 1-1. Stasjonsoversikt med posisjon (WGS 84), dyp og prøvetaking ved lokalitet Toska Sør, 2018.

Stasjon	Nord*	Øst*	Dyp (m)	Klokkeslett	Prøvetaking
Tos 1	60°38.041	04°59.816	57	09.40-10.40	Bunnprøver (2 faunaprøver og 1 til kornstørrelse og kjemi), B-undersøkelse gr. I & II parametere. 2 tomme grabber.
Tos 2	60°38.064	04°59.973	Ca. 100	11.00-11.50	Bunnprøver (2 faunaprøver og 1 til kornstørrelse og kjemi), B-undersøkelse gr. I & II parametere. 1 tom grabb (stor stein i åpningen).
Tos 3	60°37.972	05°00.276	112	12.00-13.30	Bunnprøver (2 faunaprøver og 1 til kornstørrelse og kjemi), B-undersøkelse gr. I & II parametere. 2 tomme grabber + 1 med liten prøve-forkastet.
Tos 4	60°37.772	05°01.305	123	13.45-14.50	Bunnprøver (2 faunaprøver og 1 til kornstørrelse og kjemi), B-undersøkelse gr. I & II parametere. Hydrografi (CTD). 1 tom grabb/liten prøve.

*WGS-84

Det ble tatt sedimentprøver på fire stasjoner. Sedimentet ble hentet opp med en van Veen grabb (0,1 m² overflateareal for biologiprøvetaking). På hver stasjon ble det tatt to grabbhugg for bløtbunnsfauna og ett grabbhugg for kornstørrelsefordeling. Bløtbunnsprøvene ble siktet på 1 mm sikter og fraktet til DNV GL sitt biolaboratorium for opparbeiding og biologiske analyser. Analysene ble utført akkreditert. Sediment for analyse av kornstørrelse ble fryst og sendt til ALS Laboratory for analyse.

Benyttede prosedyrer: OP-BIOLAB-BS-2-2-01 og OP-BIOLAB-BS-2-2-02.

Denne rapporten er skrevet i henhold til prosedyre OP-BIOLAB-BS-5-01.

Se Appendix B for «Sjekkliste for gjennomføring av resipientundersøkelse».

Alle unntak fra relevante prosedyrer er registrert i DNV GLs avvikshåndteringssystem «QET».

2 SORTERING

Sortering ble utført på Biolaboratoriet i perioden 22.11.2018-20.12.2018 av følgende personell:

Sorterere: *Jørgen Nordstrøm og Ludvig Søgner Jensen*

Ansvarlig sorterer: *Jørgen Nordstrøm*

Benyttet prosedyre: OP-BIOLAB-BS-3-1-02

3 TAKSONOMI

Artsbestemmelse ble utført i perioden 28.01.2019-07.02.2019.

Følgende personell har deltatt i artsbestemmelsen:

Polychaeta: *Fredrik Melsom og Anders Ommundsen*

Varia: *Fredrik Melsom og Anders Ommundsen*

Crustacea: *Jon Kristian Haugland*

Mollusca: *Amund Ulfnes*

Echinodermata: *Amund Ulfnes*

Benyttede prosedyrer: OP-BIOLAB-BS-3-3-02 og OP-BIOLAB-EM-18-05.

Se Appendix A for artslister. Artslistene er også lagret på:

P:\OENNO610\NCGNO615\Biolab\Biologiske_analyser\Artsbestemmelse\2018\Fjords\Toska Sør

4 INDEKSER OG VURDERINGER

Beregninger av indekser og vurderinger er utført av Fredrik Melsom 08.01.2019. Tabell 4-1 til 4-3 viser beregninger på stasjonsnivå og gjennomsnittlig grabbverdi.

Følgende programmer er benyttet:

- Primer versjon 6.1.6
- AMBI versjon 5.0 (Species list v. Jun2017)

Benyttet prosedyre: OP-BIOLAB-BS-4-01.

Vanntype/økoregion iht. Veileder 02:2018 («Klassifisering av miljøtilstand i vann»):

Region: Nordsjøen Nord (M)

Vanntype: Beskyttet kyst/fjord (3)

Regiongruppe brukt for denne undersøkelsen: M 3-5

Tabell 4-1 Normalisert 'ecological ratio' (nEQR) for alle bløtbunnsindeksene er vist som gjennomsnittlig grabbverdi. Klassifisering av miljøtilstand er gitt i henhold til Veileder 02:2018 med bruk av nEQR-verdier. Miljøtilstand og tilstandsklasser er markert med fargekoder iht. Veileder 02:2018.

Svært god God Moderat Dårlig Svært dårlig						
Stasjon (grabb. Gj. Snitt)	ES100_nEQR	H_nEQR	NQI1_nEQR	NSI_nEQR	ISI_nEQR	snitt_nEQR
TOS1	0,79	0,80	0,63	0,69	0,66	0,72
TOS2	0,82	0,83	0,73	0,70	0,83	0,78
TOS3	0,53	0,36	0,56	0,61	0,84	0,58
TOS4	0,82	0,79	0,80	0,76	0,88	0,81

Tabell 4-2 Antall arter (S) og individer (N), Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') og ES₁₀₀ er gitt ved gjennomsnittlig grabbverdi (2 grabber). Øvrige indekser som er inkludert i tabellen er de biotiske indeksene NQI1, ISI2012, og NSI. Klassifisering av miljøtilstand er gitt i henhold til Veileder 02:2018. Miljøtilstand og tilstandsklasser er markert med fargekoder iht. Veileder 02:2018.

Svært god God Moderat Dårlig Svært dårlig							
Stasjon (grabb. Gj. Snitt)	S	N	ES100	H	NQI1	NSI	ISI
TOS1	27	113,5	26	3,9	0,64	21	7,9
TOS2	42	256,5	28	4,2	0,69	21	9,3
TOS3	63,5	1335	15	1,8	0,60	19	9,5
TOS4	67	755,5	29	3,9	0,72	23	10,3

Tabell 4-3 Antall arter (S) og individer (N), Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') og ES₁₀₀ er gitt ved stasjonsverdi (0,2 m²).

Stasjon	S	N	J'	ES(100)	H'(log2)
TOS1	36	227	0,80	27	4,2
TOS2	63	513	0,77	32	4,6
TOS3	83	2670	0,29	16	1,8
TOS4	92	1511	0,56	26	3,6

5 TI PÅ TOPP LISTER

De ti mest vanlige artene for hver stasjon (juvenile ikke inkludert) er presentert i tabell 5-1.

Tabell 5-1. De ti mest vanlige artene for hver stasjon (eks. juvenile), Toska Sør 2018.

TOS1	Antall	%	Kum%	TOS2	Antall	%	Kum%
Prionospio cirrifera	43	19	19	Galathowenia oculata	86	17	17
Thyasira sarsii	41	18	37	Thyasira sarsii	59	12	28
Prionospio fallax	24	11	48	Prionospio cirrifera	44	9	37
Parexogone hebes	13	6	53	Spiophanes kroyeri	42	8	45
Chaetozone	11	5	58	Chaetozone	36	7	52
Thyasira flexuosa	8	4	62	Prionospio fallax	32	6	58
Polycirrus	8	4	65	Owenia	24	5	63
Spiophanes kroyeri	7	3	68	Abra nitida	16	3	66
Owenia	6	3	71	Parathyasira equalis	13	3	69
Edwardsiidae	6	3	74	Spiophanes bombyx	12	2	71
<i>Totalt antall taxa</i>	<i>36</i>			<i>Totalt antall taxa</i>	<i>63</i>		

TOS3	Antall	%	Kum%	TOS4	Antall	%	Kum%
Pseudopolydora paucibranchiata	2108	79	79	Pseudopolydora paucibranchiata	589	39	39
Paramphinome jeffreysii	70	3	82	Galathowenia oculata	340	23	61
Parathyasira equalis	65	2	84	Amythasides macroglossus	66	4	66
Amythasides macroglossus	34	1	85	Tharyx killariensis	44	3	69
Prionospio cirrifera	31	1	86	Owenia	31	2	71
Diplocirrus glaucus	25	1	87	Paramphinome jeffreysii	28	2	73
Prionospio fallax	19	1	88	Ampharete lindstroemi	25	2	74
Praxillella affinis	18	1	89	Spiophanes wigleyi	24	2	76
Chaetozone	18	1	89	Lumbriclymene cylindrica	18	1	77
Aphelocheata	18	1	90	Spiophanes kroyeri	18	1	78
<i>Totalt antall taxa</i>	<i>83</i>			<i>Totalt antall taxa</i>	<i>92</i>		



APPENDIX A

Artsliste

FORUNDERSØKELSE TOSKA SØR 2018	TOS1-1	TOS1-2	TOS2-1	TOS2-2	TOS3-1	TOS3-2	TOS4-1	TOS4-2
VARIA								
Edwardsiidae	1	5						
Labidoplax buskii			1	8	2			1
Caudofoveata					3	4		1
Nemertea		4		4	2	2	1	2
Phoronis			1					
Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri muelleri								1
Onchnesoma steenstrupii steenstrupii					4	3	8	4
POLYCHAETA								
Ampharete lindstroemi			1	2	3	2	7	18
Ampharete octocirrata	1	1		1	1	1		3
Amythasides macroglossus				3	7	27	35	31
Anobothrus gracilis								1
Anobothrus laubieri							2	12
Melinna albicincta					1			2
Sosane wahrbergi			2			3	3	9
Eclysippe vanelli							4	
Sosane wireni					2	2	9	7
Zatsepinia rittichae								1
Paramphinome jeffreysii			2	3	13	57	7	21
Capitella	2							
Heteromastus filiformis	1							
Notomastus				3	6	2	5	3
Aphelochaeta	2	3		3	5	13	2	5
Tharyx killariensis							28	16
Chaetozone	5	6	11	25	10	8	2	
Cirratulus cirratus	2	1						
Parougia							1	
Eunice dubitata	1							
Diplocirrus glaucus				4	17	8	3	1
Therochaeta flabellata							1	
Glycera alba	1	1		1	1		1	1
Glycera lapidum		1		2			2	9
Goniada maculata			1	3	2	4		
Nereimyra punctata					1			

FORUNDERSØKELSE TOSKA SØR 2018	TOS1-1	TOS1-2	TOS2-1	TOS2-2	TOS3-1	TOS3-2	TOS4-1	TOS4-2
Abyssoninoe hibernica					9	7	5	5
Augeneria							3	3
Lumbrineris					4	1	1	1
Chirimia biceps						1		
Lumbriclymene cylindrica					3	1	10	8
Praxillella affinis				3	6	12	14	3
Rhodine loveni					1			
Heteroclymene robusta						2		
Nephtys hombergii		2	1					
Nephtys kersivalensis								1
Ophelina acuminata								1
Ophelina cylindrica				1	1	7	4	1
Ophelina modesta			1					
Orbinia armandi								1
Scoloplos armiger		2	7	1				2
Galathowenia fragilis								2
Galathowenia oculata		5	12	74	4	5	250	90
Myriochele heeri							1	
Owenia	1	5	9	15	4	8	22	9
Myrioglobula malmgreni							7	
Aricidea (Acmira) catherinae		1						
Levinsonia gracilis						2		
Paradoneis lyra				5	3	1	1	2
Lagis koreni	1		1	1		1		
Amphictene auricoma	2		6	3	1		1	1
Pectinaria belgica				1				
Pholoe assimilis	2				2	2	1	1
Pholoe baltica	3	2	5	3	3	5	4	3
Pholoe pallida					2	3		
Eteone		1		3		2		
Phyllodoce groenlandica						1		
Phyllodoce mucosa						1		
Phyllodoce rosea								1
Sige fusigera			1				1	
Harmothoe					1	2		
Chone			1	2	1		6	7

FORUNDERSØKELSE TOSKA SØR 2018	TOS1-1	TOS1-2	TOS2-1	TOS2-2	TOS3-1	TOS3-2	TOS4-1	TOS4-2
Euchone incolor				1	1	1	4	
Euchone southerni				1	1		2	2
Jasmineira				2	1	1		
Jasmineira caudata	2	1						
Scalibregma inflatum			1				3	
Sthenelais limicola			1	1		1		
Dipolydora				6				2
Laonice bahusiensis					2		1	
Prionospio plumosa	2							
Prionospio cirrifera	21	22	17	27	8	23	6	4
Prionospio fallax	14	10	15	17	6	13	7	
Pseudopolydora paucibranchiata		1			1107	1001	576	13
Scolecopsis korsuni	1			2			2	
Spiophanes bombyx			7	5				
Spiophanes kroyeri	2	5	5	37	4	2	11	7
Spiophanes wigleyi			1	3	14	3	15	9
Exogone verugera						2	9	5
Parexogone hebes	2	11		2				
Syllis cornuta	3	1					1	
Amphitrite cirrata	3	1						
Phisidia aurea							1	
Pista cristata							1	3
Pista mediterranea					1		1	
Polycirrus	6	2	2		3	3	4	1
Streblosoma intestinale								4
Terebellidae juv.				1				
Thelepus cinnatus			1					
Terebellides stroemii					1	1		
Trichobranchus roseus						1	1	
CRUSTACEA								
Ampelisca aequicornis						3		1
Ampelisca gibba					1	1	2	
Diastylis cornuta					1			
Diastylodes biplicatus			1	1				
Munida tenuimana							1	3
Gnathia oxyuraea			1					

FORUNDERSØKELSE TOSKA SØR 2018	TOS1-1	TOS1-2	TOS2-1	TOS2-2	TOS3-1	TOS3-2	TOS4-1	TOS4-2
Hemilamprops roseus						2	1	
Eudorella truncatula								1
Leucothoe lilljeborgi						1		
Normanion quadrimanus								1
Tmetonyx cicada				2			2	1
Eriopisa elongata						1		
Westwoodilla	1	1						
Westwoodilla caecula			2	1	1			
Paguridae				1				
Harpinia pectinata						4	1	
MOLLUSCA								
Euspira montagui							1	
Cylichna cylindracea			1					
Philine						1		
Laona quadrata			3					
Hermania scabra				1				
Yoldiella philippiana							1	
Nucula sulcata					1	8	4	5
Pseudamussium peslutrae								1
Similipecten similis								1
Abra longicallus								
Abra nitida			12	4	6	2	2	
Adontorhina similis					5	10		
Astarte juv.								1
Astarte sulcata								3
Genaxinus eumyariis			2					
Cuspidaria cuspidata					1			
Cuspidaria obesa								1
Mendicula ferruginosa						1		
Parvicardium pinnulatum								1
Myrtea spinifera				2				
Parvicardium minimum					1			
Tellimya ferruginosa			1			1		1
Parathyasira equalis				13	23	42	10	2
Thyasira flexuosa		8		4				
Thyasira obsoleta					3	5	8	7

[illegible]



Om DNV GL

DNV GL er et internasjonalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering. Siden 1864 har vårt formål vært å sikre liv, verdier og miljøet. Vi bistår våre kunder med å forbedre deres virksomhet på en sikker og bærekraftig måte.

Vi leverer klassifisering, sertifisering, teknisk risiko- og pålitelighetsanalyse sammen med programvare, datahåndtering og uavhengig ekspertrådgivning til maritim sektor, til olje- og gass-sektoren, og til energibedrifter. Med 80,000 bedriftskunder på tvers av alle industrisektorer er vi også verdensledende innen sertifisering av ledelsessystemer.

Med høyt utdannede ansatte i 100 land, jobber vi sammen med våre kunder om å gjøre verden sikrere, smartere og grønnere.