

R A P P O R T

Oppdrettslokalitet Langavika i Hjelmeland kommune



Førehandsgransking

Rådgivende Biologer AS 2600



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Oppdrettslokalitet Langavika i Hjelmeland kommune. Førehandsgransking.

FORFATTARAR:

Ingeborg E. Økland, Christiane Todt, Lena Ohnheiser & Erling Brekke

OPPDRAKGIVAR:

Marine Harvest Norway AS

OPPDRAGET GITT:

21. september 2017

RAPPORT DATO:

15. februar 2018

RAPPORT NR:

2600	35	978-82-8308-455-9
------	----	-------------------

ANTAL SIDER:

ISBN NR:

EMNEORD:

- | | |
|---|--|
| - Oppdrett i sjø
- Botnfauna
- Hydrografi | - Organisk belasting
- Sedimentkvalitet |
|---|--|

KVALITETSOVERSIKT:

Element	Utført av	Akkreditering/Test nr
Prøvetaking	Rådgivende Biologer AS Erling Brekke	Test 288
Kjemiske analysar	Eurofins Norsk Miljøanalyse AS*	Test 003**
Sortering, artsbestemming og indeksbereking botnfauna	Rådgivende Biologer AS H.T. Bergum, K. Stiller, U. Fetzer, L. Ohnheiser E. Gerasimova C. Todt Mask med Mera*: A. Nygren	Test 288
Diskusjon med vurdering og fortolking av resultat etter rettleiar 02:2013	Rådgivende Biologer AS I.E. Økland, C. Todt & L. Ohnheiser	Test 288
Diskusjon med vurdering og fortolking av resultat etter rettleiar M-608:2016	Rådgivende Biologer AS I.E. Økland	-

*Kontakt Rådgivende Biologer AS for adresse/kontaktinformasjon

**Kornfordelingsanalyse ikkje utført akkreditert

KONTROLL:

Godkjenning/kontrollert av	Dato	Stilling	Signatur
Joar Tverberg	24. januar 2018	Forskar	

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Foretaksnummer 843667082-mva

Internett : www.radgivende-biologer.no E-post: post@radgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75

Rapporten må ikkje kopierast ufullstendig utan godkjenning frå Rådgivende Biologer AS.

Framsidebilete: Lokaliteten på prøvetakingsdagen Foto: Erling Brekke.

Rådgivende Biologer AS
Bredsgården, Bryggen. 5003 Bergen
Organisasjonsnummer: 843 667 082

Oppdrettslokalitet Langavika i Hjelmeland kommune

Informasjon oppdragsgiver :

Rapport tittel:	Oppdrettslokalitet Langavika i Hjelmeland kommune. Førehandsgransking.						
Rapport-nummer:	2600		Lokalitetens navn:		Langavika		
Lokalitetsnummer:	-		GPS, senter i anlegg:		-		
Fylke:	Rogaland		Kommune:		Hjelmeland		
MTB-tillatelse:	-		Driftsleder:		-		
Dato undersøkelse:	9. oktober 2017		Dato rapport:		15. februar 2018		
Oppdragsgiver:	Marine Harvest Norway AS						

Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2016) :								
Parametre	Stasjoner	Stasjon C1	Stasjon C2	Stasjon C3	Stasjon C4	Stasjon C5	Stasjon C6	Stasjon Ref
GPS (prøvestasjoner):	59°13,788' 6°00,143'	59°13,875' 6°01,302'	59°13,521' 5°59,598'	59°13,711' 6°00,143'	59°13,627' 6°00,229'	59°13,896' 6°01,142'	59°13,704' 6°02,253'	
Fauna (resultater + Sft-tilstands-klasse)	Antall arter:	25	38	35	28	38	30	25
	Antall individer:	233	241	218	192	287	288	119
	Jevnhet (0-1):	0,75	0,73	0,80	0,79	0,77	0,70	0,84
	Shann.Wien. (H ⁺) SW, tilst.klasse:	3,496 II	3,816 II	4,098 II	3,779 II	4,019 II	3,417 II	3,878 II
	Hurl.ind.(ES n=100) Hurl.,tilst.klasse:	19,760 II	24,144 II	25,420 II	22,106 II	25,085 II	19,262 II	23,725 II
	Miljøtilst. SFT: MOM-tilstand:	II	II	II	II	II	II	II
Normal. TOC	TOC (mg/g): TOC, tilst.klasse:	22,6 II	19,2 II	19,2 II	22,8 I	20,4 II	17,7 I	18,9 I
Elementer (resultater + Sft-tilstands-klasse)	Zn, (mg/kg): Zn, tilst.klasse:	150 III	139 III	134 II	156 III	156 III	126 II	119 II
	P (g/kg): P, kommentar:	1,54 -	0,95 -	1,07 -	1,58 -	1,4 -	1,08 -	0,95 -
	Cu (mg/kg) Cu, tilst.klasse:	28 II	21 II	22 II	28 II	27 II	23 II	19 I
	Cd (mg/kg) Cd, tilst.klasse:	-	-	-	-	-	-	-
Oksygen	Målt verdi (%): O ₂ , tilst.klasse:	-	-	-	-	-	64 % II	-
Sedimentkarakteristikk Parallel A (B-parameter):	1	1	1	1	1	1	1	1
Sedimentkarakteristikk Parallel B (B-parameter):	1	1	1	1	1	1	1	1
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:	Erling Brekke				<i>Erling Brekke</i>			

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Marine Harvest Norway AS utført ei førehandsgransking ved Langavika i Hjelmeland kommune i samband med ein planlagd søknad om samanslåing av noverande lokalitet, og eit nærliggande anlegg og utviding av maksimal tillaten biomasse (MTB) til 6 720 tonn.

Prøvetaking av sediment og hydrografiprofil er utført av Erling Brekke, Rådgivende Biologer AS, den 9. oktober 2017. Kjemiske analysar av sediment er utført av Eurofins Miljøanalyse AS avd. Bergen. Sortering, artsbestemming og indeksbereking av botnfauna er utført av Helge T. Bergum, Kiana Stiller, Ulrike Fetzer, Lena Ohnheiser, Elena Gerasimova og Christiane Todt, Rådgivende Biologer og A. Nygren, Mask med Mera

Rådgivende Biologer AS takkar Marine Harvest Norway AS ved Stein Thon Klem for oppdraget, samt tilsette ved anlegget for assistanse i samband med prøvetaking.

Bergen, 15. februar 2018

INNHOLD

Føreord	3
Samandrag	4
Områdeskildring	5
Metode og datagrunnlag	8
Hydrografi	8
Sediment	8
Resultat	11
Hydrografi	11
Sediment	12
Diskusjon	26
Hydrografi	26
Sediment	26
Oppsummering	27
Referansar	28
Vedlegg	29

SAMANDRAG

Økland, I.E, C. Todt, L. Ohnheiser & E. Brekke 2018.

Oppdrettslokalitet Langavika i Hjelmeland kommune. Førehandsgransking. Rådgivende Biologer AS, rapport 2600, 35 sider. ISBN 978-82-8308-455-9

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Marine Harvest AS utført førehandsgransking ved Langavika i Hjelmeland kommune i samband med ein planlagd søknad om samanslåing av noverande lokalitet og eit nærliggande anlegg, og utviding av maksimal tillaten biomasse (MTB) til 6 720 tonn.

Den 9. oktober 2017 vart det samla inn prøver av sediment og botnfauna på stasjonane C1-C6 og ein referansestasjon. Det vart også tatt hydrografiprofil ved stasjon C6.

Lokalitetsområdet ligg i Garsundfjorden utanfor Langavika på sør-sida av øya Ombo. Garsundfjorden er ein gjennomgåande fjord som går frå Finnøyfjorden i vestsørvest og Hjelmelandsfjorden i austnordaust. Gjennom heile Garsundfjorden går det ein om lag 300 – 500 m brei djupål midt i fjorden i retning austnordaust – vestsørvest. Det planlagte anlegget vil ligge ca 200-400 m frå land over botn som skrånar frå ca 200 til vel 300 mot sør-søraust.

Hydrografiprofilen syner gode oksygentilhøve i heile vassøyla, og med omsyn på oksygeninnhald var botnvatnet ved stasjon C6 innanfor tilstand II = "god".

Sedimentet var finkorna på alle stasjonar og innhaldet av organisk materiale og næringssalt var lågt. Innhaldet av sink var moderat høgt tilsvarende tilstandsklasse III på fire av sju stasjonar (**tabell 1**), dette er truleg grunna dagens oppdrettsverksem, på dei resterande stasjonane var innhaldet lågt tilsvarende tilstandsklasse II. Innhaldet av kopar var lågt på alle stasjonar tilsvarende tilstandsklasse I = svært god" eller tilstandsklasse II = "god".

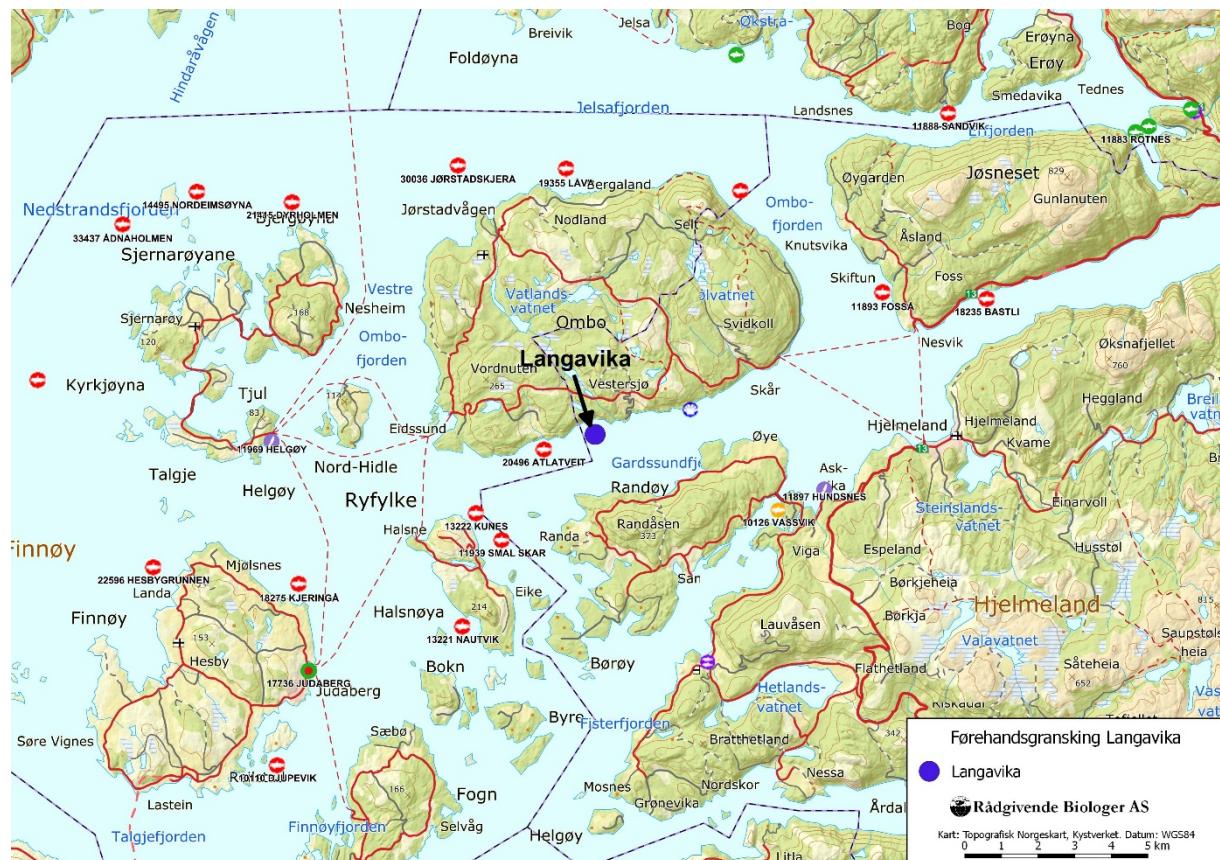
Botnfauna frå alle stasjonar vart vurdert etter rettleiar 02:2013 og hamna i tilstandsklasse II = "god" og framstod som upåverka av organiske tilførslar. Artstalet og individtalet var generelt relativt lågt og artssamansetnaden av dei hyppigaste artane var nokså likt på alle stasjonane.

Tabell 1. Oppsummering av miljøtilstand for ulike målte parametrar på stasjonane C1-C6, samt for referansestasjonen, ved Langavika 9. oktober 2017. Tilstand for botndyr og oksygen er vurdert etter rettleiar 02:2013 og sink og kopar etter M-608:2016. Tilstandsklasser: blå: I = "svært god", grøn: II = "god", gul: 3 = "moderat", oransje: 4 = "dårlig" og raud: 5 = "svært dårlig".

Stasjon	Botndyr	Kopar	Sink	O ₂ botn
C1	II = "god"	II	III	
C2	II = "god"	II	III	
C3	II = "god"	II	II	
C4	II = "god"	II	III	
C5	II = "god"	II	III	
C6	II = "god"	II	II	II
Referanse	II = "god"	I	II	

OMRÅDESKILDRING

Lokalitetsområdet ligg i Hjelmeland kommune, i Garsundfjorden utanfor Langavika på sørsida av øya Ombo (**figur 1**). Garsundfjorden er ein gjennomgåande fjord, som ligg ope og uteskla til ut mot Finnøyfjorden i vestsørvest og vidare vest ut i Boknafjorden, og Hjelmelandsfjorden i austnordaust. Lokaliteten er noko utsett for eksponering frå aust, og frå sørsørvest til vestsørvest, men Ombo og Randøy skjermar godt for eksponering frå andre retningar.

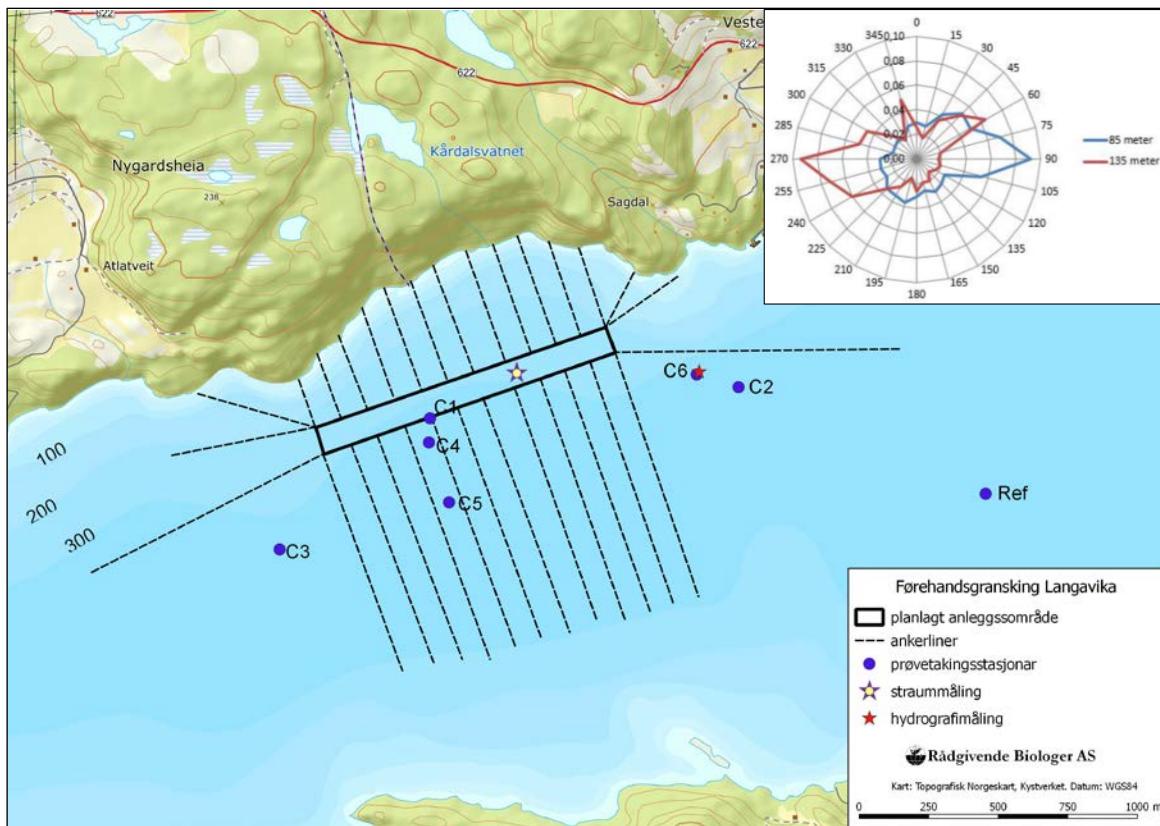


Figur 1. Oversynskart over fjordsystemet rundt lokaliteten Langavika. Omkringliggende oppdrettslokalisasjoner er markert.

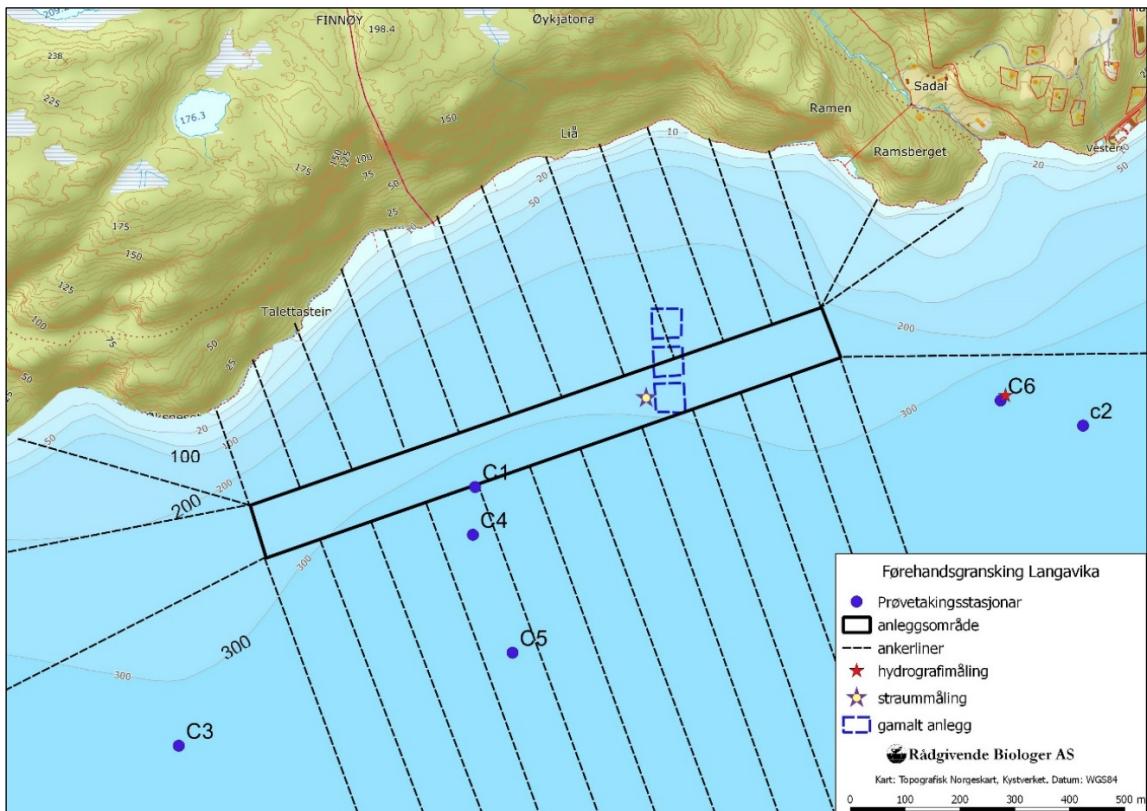
Kystlinna på sørsida av Ombo er relativt jamn og består av slake viker og nes. Frå land ved Langavika skrånar botnen bratt nedover mot sør til om lag 100 m djup 100 m frå land (**figur 2**). Frå 100 m djup flatar botnen noko ut, men skrånar framleis moderat til svakt nedover til 300 m djup, ca 450 m frå land, og vidare til ca 350 m midt i fjorden ca 950 m frå land. Gjennom heile Garsundfjorden går det ein om lag 300 – 500 m brei djupål midt i fjorden i retning austnordaust – vestsørvest.

Det planlagde anlegget vil ligge ca 200-400 m frå land over eit område som er ca 200 til vel 300 m djupt, der botn skrånar mot sør-søraust (**figur 3, figur 4**). Den dominerande straumretninga ved lokaliteten er mot aust ved 85 m djup og vest ved 135 m djup (Nomaas 2014).

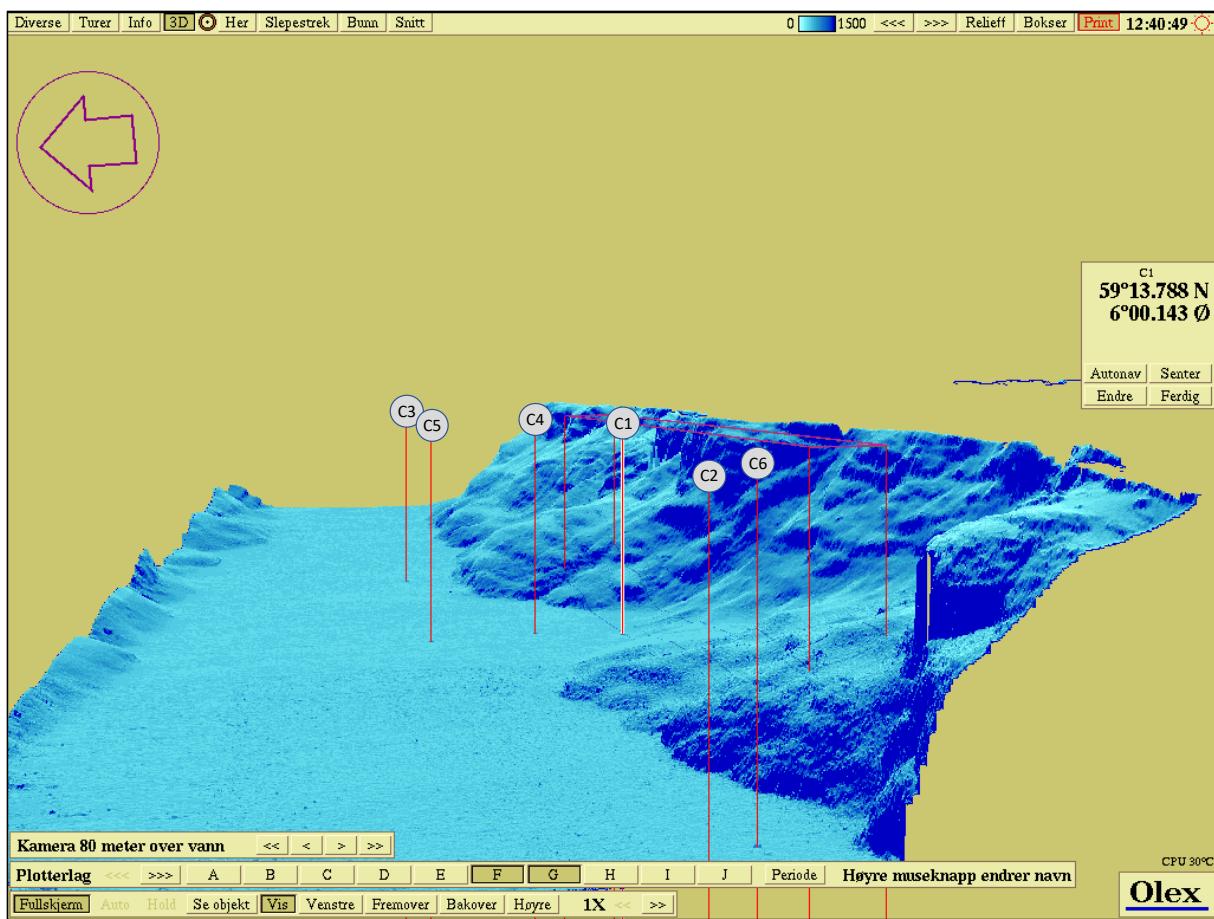
Det har tidlegare lagt eit anlegg nær den planlagde lokaliteten (Langavika nr 11928), der det vart drive oppdrettsverksemid mellom 1998 og 2014 (**figur 3**). B-granskingar utført i driftsperioden for lokaliteten viste generelt god tilstand, medan ei C-gransking utført i 2013 (Lode m fl. 2014) viste høge konsentrerasjonar av kopar og sink i nærsoma, men lågare konsentrerasjonar i overgangsona og fjernsoma. Tilstanden ut i frå vurdering av blautbotn fauna var "god" på alle stasjoner sjølv om faunaen i nærsoma var tydeleg påverka av oppdrettsverksemda og skilde seg frå overgangssonane og fjernsoma.



Figur 2. Djupnetilhøve i området rundt planlagd anlegg ved Langavika. Straumrose av maksstraum på 85 m (blå) og 135 m (raud) djup er vist øvst til høgre (Noomas 2014), vassfluks går i same retning. Ankringsposisjonar for fortøyinger kan vere unøyaktige.



Figur 3. Oversyn over nærområdet rundt det planlagde anlegget, og det tidligare anlegget som ikkje har vore i drift sidan 2014.



Figur 4. 3-dimensjonalt oversyn over prøvestasjonane. Perspektivet er fra 80 m over havnivå, og pil opp til venstre angir synsretning i høve til himmelretninga. Raud rektangel viser planlagt anleggsområde.

METODE OG DATAGRUNNLAG

Granskinga er gjennomført i høve til Norsk Standard NS 9410:2016 og består av ei skildring av botntilhøva i området rundt oppdrettslokaliteten. Granskinga skal avdekke miljøtilstanden i sedimentet nær anlegget og utover i recipienten i høve til hovudstraumretninga og botntopografi. Det er utført analyser av **sedimentkvalitet** og **blautbotnfauna**, i tillegg til **hydrografisk profil**. Prøvetaking av hydrografi og sediment vart utført 9. oktober 2017 av Erling Brekke. Vurdering av resultat er gjort i høve til NS 9410:2016 og Vassforskrifta sin rettleiar 02:2013 revisert 2015 (heretter omtalt som 02:2013) (Direktoratsgruppa vanndirektivet).

HYDROGRAFI

Hydrografiske tilhøve vart målt med ein SAIV CTD/STD sonde modell SD204 ved stasjon C6 (**tabell 2, figur 2**). Det vart målt temperatur, saltinnhald og oksygen i vassøyla ned til botn.

SEDIMENT

Det vart tatt sedimentprøver på sju stasjonar (C1-C6 og referansestasjon) for analyse av botnfauna og kjemiske tilhøve i høve til NS-EN ISO 5667-19:2004, NS-EN ISO 16665 og NS 9410:2016 (**tabell 2, figur 2**). Det vart nytta ein 0,1 m² stor van Veen-grabb for henting av prøvemateriale frå blautbotn. For prøvetaking av kjemi og kornfordeling vart det nytta ein modifisert grabb som hindrar grabben å bli overfylt. Grabben har maksimalt volum 15 l (=18 cm sedimentdjupne i midten av grabben). På kvar stasjon vart det tatt ei prøve for analyse av kornfordeling og kjemiske parametrar, og to parallelle prøver for analyse og fauna.

PRØVESTASJONAR

Plassering av stasjonar for sedimentprøvetaking vart bestemt utifrå lokalitetens straumtilhøve og botntopografi (**figur 3**).

Tabell 2. Posisjonar (WGS 84) og djup for stasjonane ved granskinga.

Stasjon	Posisjon nord	Posisjon aust	Djupne (m)	Avstand til anlegg (m)
C1	59°13,788'	006°00,143'	347	30
C2	59°13,875'	006°01,302'	354	450
C3	59°13,521'	005°59,598'	350	380
C4	59°13,711'	006°00,143'	350	70
C5	59°13,627'	006°00,229'	350	300
C6	59°13,896'	006°01,142'	350	300
Ref	59°13,704'	006°02,253'	352	1425
Bomhogg 1	59°13,717'	005°59,512	205	
Bomhogg 2	59°13,606'	005°59,428	205	

Stasjon C1 vart lagt i nærsoma sør for det planlagde anlegget (**figur 3**). Stasjon C2 vart plassert i ytterkant av overgangssona i hovudstraumretninga aust for anlegget (sjå **figur 2**). Stasjon C3 vart plassert i overgangssona sørvest for anlegget, i den andre dominante straumretninga. Stasjonane C4 og C5 vart plassert i overgangssona sør for anlegget og stasjon C6 i overgangssona aust for anlegget. Referansestasjonen ligg om lag 1,4 km søraust for det planlagde anlegget.

Det vart og gjort to forsøk på grabbing vest for anlegget, men her traff ein berre fjellbotn.

KORNFORDELING OG KJEMI

Sedimentprøver for kjemiske analyse vart tatt frå den øvste centimeteren av grabbprøven, medan prøver for kornfordelingsanalyse vart tatt frå dei øvste 5 centimetrene. Analysar er utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse Norge AS avd. Bergen.

Dei kjemiske analysane omfattar måling av tørrstoff, total organisk karbon (TOC), total nitrogen (totN), total fosfor (totP), kopar (Cu) og sink (Zn). Innholdet av organisk karbon (TOC) i sedimentet vart analysert direkte, men for å kunne nytte klassifiseringa i frå SFT rettleiar (Molvær m. fl. 1997) skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiserast for teoretisk 100 % finstoff etter følgande formel, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøven:

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

I høve til vassdirektivets rettleiar 02:2013 skal TOC berre nyttast som ein støtteparameter til vurdering av blautbotnfauna for å få informasjon om grad av organisk belasting. Klassifisering av TOC ut frå gjeldande klassegrenser kan gje eit uriktig bilet av miljøbelastinga, men inntil betre metodikk er utarbeida skal klassifiseringa etter rettleiar 02:13 inkluderast, men ikkje vektleggjast. Kopar og sink innholdet vart vurdert etter M-608 (2016).

Det vart og gjort sensoriske vurderingar av prøvematerialet og målt surleik (pH) og redokspotensial (E_h) i felt. Måling av pH i sedimentprøvene vart utført med ein WTW Multi 3420 med ein SenTix 980 pH-elektrode til måling av pH og ein SenTix ORP 900 platinaelektrode med intern referanseelektrode til måling av redokspotensial (E_h). pH-elektroden blir kalibrert med buffer pH 4 og 7 før kvar feltøkt. E_h -referanseelektroden gjev eit halvcellepotensial på +207 mV ved 25 °C, +217 mV ved 10 °C og +224 mV ved 0 °C. Halvcellepotensial tilsvarende sedimenttemperaturen på feltdagen vart lagt til avlest verdi før innføring i "prøveskjema" (tabell 6). Litt ulike halvcellepotensial ved ulike temperaturar ligg innanfor presisjonsnivået for denne type granskingar på ± 25 mV, som oppgitt i NS 9410:2016.

BLAUTBOTNFAUNA

Sedimentet i prøvene frå kvar av parallellane vart vaska gjennom ei rist med höldiameter på 1 mm, og attverande materiale vart tilsett 96 % etanol for fiksering av fauna. Boksar med silt og fiksert materiale vart merka med prøvestad, stasjonsnamn, dato og prøve-id.

Det vert utført ei kvantitativ og kvalitativ gransking av makrofauna (dyr større enn 1 mm) for kvar enkelt parallel, for middelverdien av dei to parallellane og for kvar stasjon samla. Dette for å kunne stadfeste ein fullstendig miljøtilstand.

Vurdering i høve til rettleiar 02:2013

Stasjonar utanfor nærsoma skal klassifiserast etter rettleiar 02:2013 (tabell 3). Vurderinga består av eit klassifiseringssystem basert på ein kombinasjon av indeksar som inkluderer mangfold og tettleik (tal på artar og individ) samt førekommst av sensitive og forureiningstolerante artar. Det vert brukt seks ulike indeksar for å sikre best mogeleg vurdering av tilstanden på botndyr. Indeksverdien for kvar indeks vert vidare omrekna til nEQR (normalisert ecological quality ratio), og vert gjeve ein talverdi frå 0-1. Middelverdiane av nEQR verdien for dei fem første indeksane vert brukt til å fastsetje den økologiske tilstanden på stasjonen. DI-indekksen er ikkje med i berekning av samla økologisk tilstand (nEQR for grabbgjennomsnitt og stasjon), etter at dette vart anbefalt av Miljødirektoratet i mars 2016. Sjå rettleiar 02:2013 for detaljar om dei ulike indeksane.

Tabell 3. Klassifiseringssystem for blautbotnfauna basert på ein kombinasjon av indeksar (Klassifisering av miljøtilstand i vann, rettleiar 02:2013).

Indeks	type	Økologiske tilstandsklassar basert på observert verdi av indeks				
Kvalitetklassar →		svært god	god	moderat	dårlig	svært dårlig
NQI1	samansett	0,9 - 0,82	0,82 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
H'	artsmangfald	5,7 - 4,8	4,8 - 3	3 - 1,9	1,9 - 0,9	0,9 - 0
ES₁₀₀	artsmangfald	50 - 34	34 - 17	17 - 10	10 - 5	5 - 0
ISI₂₀₁₂	ømfintlegheit	13 - 9,6	9,6 - 7,5	7,5 - 6,2	6,1 - 4,5	4,5 - 0
NSI	ømfintlegheit	31-25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
DI	individtettleik	0 - 0,30	0,30 - 0,44	0,44 - 0,60	0,60 - 0,85	0,85 - 2,05
nEQR tilstandsklasse		1-0,8	0,8-0,6	0,6-0,4	0,4-0,2	0,2-0,0

Maksimalverdien for Shannon indeks $H_{max} = \log_2(\text{artstal})$, jamleiksindeks etter Pielou ($J' = H'/H'_{max}$) og AMBI-verdi er også ført i resultattabellane. For utrekning av indeksar er det brukt føljande statistikkprogram: Primer E 6.1.16 for berekning av Shannon indeks og Hurlberts indeks; AMBI vers. 5.0 (2012 beta) for AMBI indeksen som også inngår NQI1. Microsoft Excel 2016 er nyttå for å lage tabellar og for berekning av alle andre indeksar.

Geometriske klassar

Då botnfaunaen blir identifisert og kvantifisert, kan artane inndelast i geometriske klassar. Det vil seie at alle artane frå ein stasjon blir gruppert etter kor mange individ kvar art er representert med. Skalaen for dei geometriske klassane er I = 1 individ, II = 2-3 individ, III = 4-7 individ, IV = 8-15 individ per art, osv (tabell 4). For ytterlegare informasjon kan ein vise til Gray og Mirza (1979), Pearson (1980) og Pearson et. al. (1983). Denne informasjonen kan setjast opp i ei kurve kor geometriske klassar er presentert i x- aksen og tal på artar er presentert i y-aksen. Forma på kurva er eit mål på sunnheitsgraden til botndyrsamfunnet og kan dermed brukast til å vurdere miljøtilstanden i området. Ei krapp, jamt fallande kurve indikerer eit upåverka miljø, og forma på kurva kjem av at det er mange artar, med heller få individ. Eit moderat påverka samfunn vil ha ei kurve som er meir avflata enn i eit upåverka miljø. I eit sterkt påverka miljø vil forma på kurva variere på grunn av dominerande artar som førekjem i store mengder, samt at kurva vil bli utvida med fleire geometriske klassar.

Tabell 4. Døme på inndeling i geometriske klassar.

Geometrisk klasse	Tal individ/art	Tal artar
I	1	15
II	2-3	8
III	4-7	14
IV	8-15	8
V	16-31	3
VI	32-63	4
VII	64-127	0
VIII	128-255	1
IX	256-511	0

RESULTAT

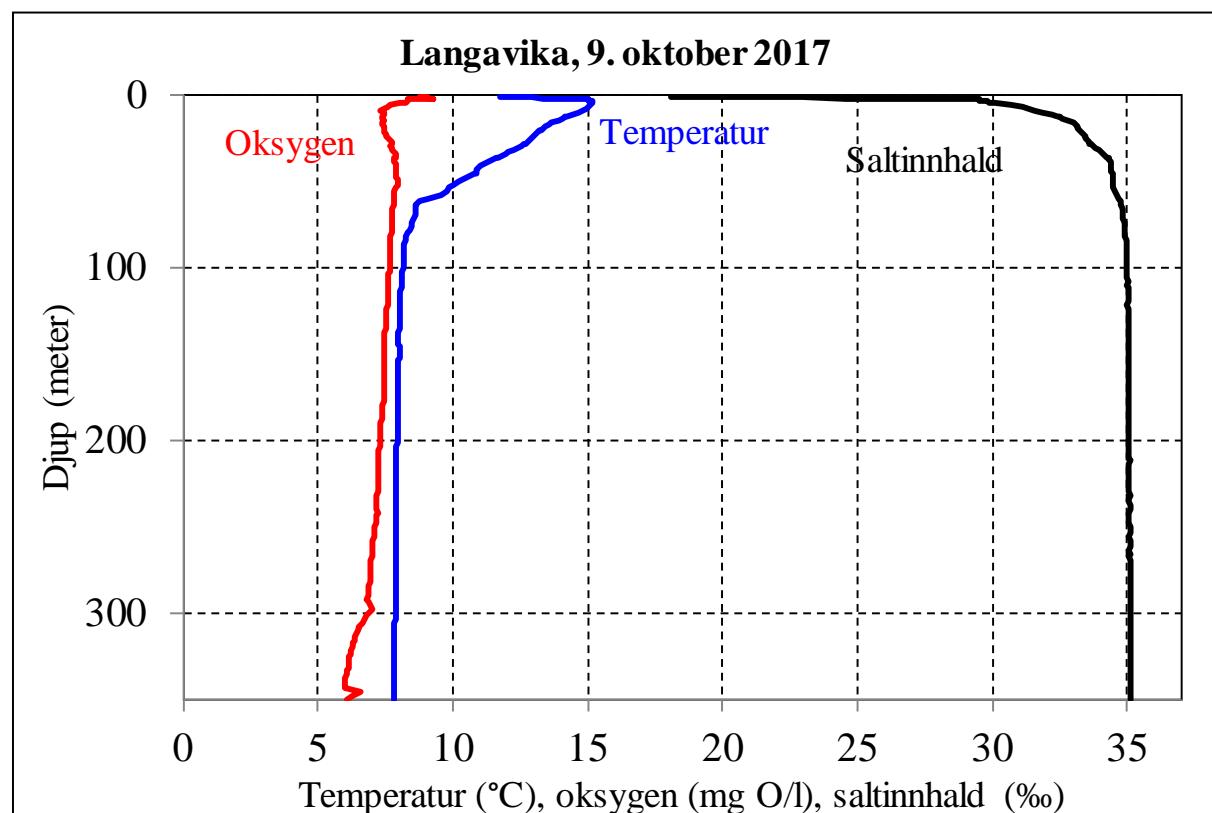
HYDROGRAFI

Resultata av dei hydrografiske målingane som var tatt ved stasjon C6 10. oktober 2017 viste relativt jamne oksygentilhøve gjennom vassøyla og nok ferskvasspåverknad i overflata (**figur 5**).

Saltinnhaldet i overflata var 28,1 %. Deretter steig saltinnhaldet med djup til 33,0 % ved 16 m djup, og vidare til 35 % ved ca 60 m djup. Ved større djup var saltinnhaldet relativt stabilt, og ved botnen på 350m var saltinnhaldet 35,1 %.

Temperaturen i overflata var 11,7 °C. I øvre delen av vass øyla steig temperaturen til 15,0 °C ved 3 m djup, for så å søkkje jamt ned til 75 m djup der temperaturen var 8,5. Mellom 75 m og botnen på 350 m, der temperaturen var 7,8 °C, var temperaturen relativt stabil.

Oksygeninnhaldet sokk frå ca 8,7 mg/l (91 %) ved overflata til 7,3 mg/l ved 14 m djup. Deretter steig oksygeninnhaldet til 7,9 mg/l ved ca 50 m djup, for så å søkkje svakt til 6,1 mg/l (64 %), eller 4,3 ml O₂/l ved botnen på 350 m djup. Dette tilsvarer tilstandsklasse II = "god" i følgje rettleiar 02:2013.



Figur 5. Hydrografiske tilhøve i vassøyla ved stasjon C6 den 9. oktober 2017.

SEDIMENT

SKILDRING AV PRØVENE

Skildring av prøvene inkluderer vurdering av kvar av parallellane etter B-parameter i NS 9410:2016.

På stasjon **C1** fekk ein etter to mislykka forsøk, opp ein full og vel $\frac{3}{4}$ grabb (18 cm) frå 347 m djup. Prøvane var gråe med eit ca 0,5 cm brunt lag på toppen, var mjuke og luktfrie og bestod av ca like mengder silt og leire, og litt sand og grus (**tabell 5**). Dei to parallellane hadde B-parametre tilsvarende tilstand 1 = "meget god" i høve til NS 9410:2016 (**tabell 6**).



På stasjon **C2** fekk ein frå 354 m djup opp $\frac{3}{4}$ grabb (14 cm) og ein nesten full (16 cm) grabb grå, mjuk og luktfri prøve som bestod av like mengde silt og leire. Prøvane hadde eit ca 1 cm brunleg lag på toppen. Dei to parallellane hamna i tilstand 1 = "meget god" i høve til NS 9410:2016.



På stasjon **C3** traff ein fjellbotn på dei to første forsøka. Deretter fekk ein frå 350 m djup opp ein full (18 cm) og $\frac{2}{3}$ grabb (13 cm) grå, mjuk og luktfri prøve som bestod av like mengde silt og leire. Prøvane hadde eit ca 1 cm brunleg lag på toppen av prøven. Dei to parallellane hamna i tilstand 1 = "meget god" i høve til NS 9410:2016.



På stasjon C4 fekk ein etter eit mislykka forsøk opp ein full (18 cm) og ein nesten full (16 cm) grabb med grå mjuk og luktfri prøve som inneheldt litt meir silt enn leire. Prøvane hadde eit ca 0,5 cm brunleg lag på toppen av prøven. Dei to parallelle hamna i tilstand 1 = "meget god" i høve til NS 9410:2016.



På stasjon C5 fekk ein frå 350 m djup opp ein nesten full (17 cm) og ein ca $\frac{2}{3}$ (13 cm) grabb med grå, mjuk og luktfri prøve som bestod av lik mengde silt og leire. Prøvane hadde eit ca 1 cm brunleg lag på toppen av prøven. Dei to parallelle hamna i tilstand 1 = "meget god" i høve til NS 9410:2016.



På stasjon C6 fekk ein frå 350 m djup opp to fulle grabbar (18 cm) med grå, mjuk og luktfri prøve som bestod av lik mengde silt og leire. Prøvane hadde eit ca 1 cm brunleg lag på toppen. Den eine prøven hadde spor av grus og ein stein. Dei to parallelle hamna i tilstand 1 = "meget god" i høve til NS 9410:2016.



På referansesetasjon fekk ein frå 352 m djup opp ein full (18 cm) og knapt ¾ grabb (13 cm) grå, mjuk og luktferdig prøve som bestod av lik mengde silt og leire. Prøvane hadde eit ca 1 cm brunleg lag på toppen. Dei to parallelle hamna i tilstand 1 = "meget god" i høve til NS 9410:2016.



Tabell 5. Feltskildring av sedimentprøvene som vart samla inn ved granskninga 9. oktober 2017. Analyse av fauna vart gjort på parallel A og B, medan parallel C gjekk til analyse av kjemi og kornfordeling. Sedimentsamsetnad vert ikkje vurdert i parallel C. Godkjenning inneberer om prøven er innanfor standardkrav i høve til representativitet.

Stasjon	Parallel	Godkjenning	Tjukkleik (cm)	Prøvemateriale:					
				Skjelsand	Grus	Sand	Silt	Leire	Organisk
C1	A	ja	18	-	spor	litt	50	50	-
	B	ja	15	-	spor	litt	50	50	-
	C	ja	15	-	-	-	-	-	-
C2	A	ja	14	-	-	-	50	50	-
	B	ja	18	-	-	-	40	60	-
	C	ja	16	-	-	-	-	-	-
C3	A	ja	18	-	-	-	50	50	-
	B	ja	13	-	-	-	50	50	-
	C	ja	15	-	-	-	-	-	-
C4	A	ja	18	spor	-	-	40	60	-
	B	ja	16	spor	-	-	40	60	-
	C	ja	15	-	-	-	-	-	-
C5	A	ja	17	-	-	-	50	50	-
	B	ja	14	-	-	-	50	50	-
	C	ja	13	-	-	-	-	-	-
C6	A	ja	18	-	spor	-	50	50	-
	B	ja	18	-	-	-	50	50	-
	C	ja	15	-	-	-	-	-	-
Ref	A	ja	13	-	-	-	50	50	-
	B	ja	18	-	-	-	50	50	-
	C	ja	13	-	-	-	-	-	-

Tabell 6. PRØVESKJEMA for parallel A og B frå Langavika 9. oktober 2017.

Gr	Parameter	Poeng	Prøvenummer												Ref	
			C1		C2		C3		C4		C5		C6			
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	
II	pH	verdi	7,54	7,56	7,60	7,68	7,85	7,57	7,89	7,55	7,58	0,61	7,59	7,69	7,88	7,65
	E _h	verdi	405	410	323	425	404	408	371	405	406	425	397	387	381	382
	pH/E _h	frå figur	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	1	1	1
Buffertemp: 6,7 °C Sjøvasstemp: 7,3 °C Sedimenttemp: 7,8 °C																
pH sjø: 8,14 Eh sjø: 432 mV Referanseelektrode: +217 mV																
III	Gassbobler	Ja=4 Nei=0	0	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	0	0	0	0	0
	Brun/sv = 2															
	Ingen = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lukt	Noko = 2														
	Sterk = 4															
	Fast = 0															
	Konsistens	Mjuk = 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Laus = 4														
		<1/4 =0														
	Grabb-volum	1/4 - 3/4 =						1								1
		> 3/4 = 2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2		2
	Tjukkleik	0 - 2 cm =	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	på	2 - 8 cm =														
	slamlag	> 8 cm = 2														
		SUM:	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4
		Korrigert sum (*0,22)	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,66	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,66	0,88
		Tilstand prøve	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
II + III	Middelverdi gruppe II+III	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,33	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,33	0,44
III	Tilstand prøve	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

KORNFORDELING OG KJEMI

Resultata av kornfordelingsanalysen viste at sedimentet på alle stasjonane hovudsakleg bestod av finstoff (silt og leire) (tabell 7, figur 6). Stasjon C1-C6 hadde mellom 87 og 96 % finstoff og mellom 4 og 11 % sand. Referansestasjonen hadde noko grovere sediment, med 78 % finstoff og 21 % sand. Alle stasjonane hadde ≤ 1 % grus.

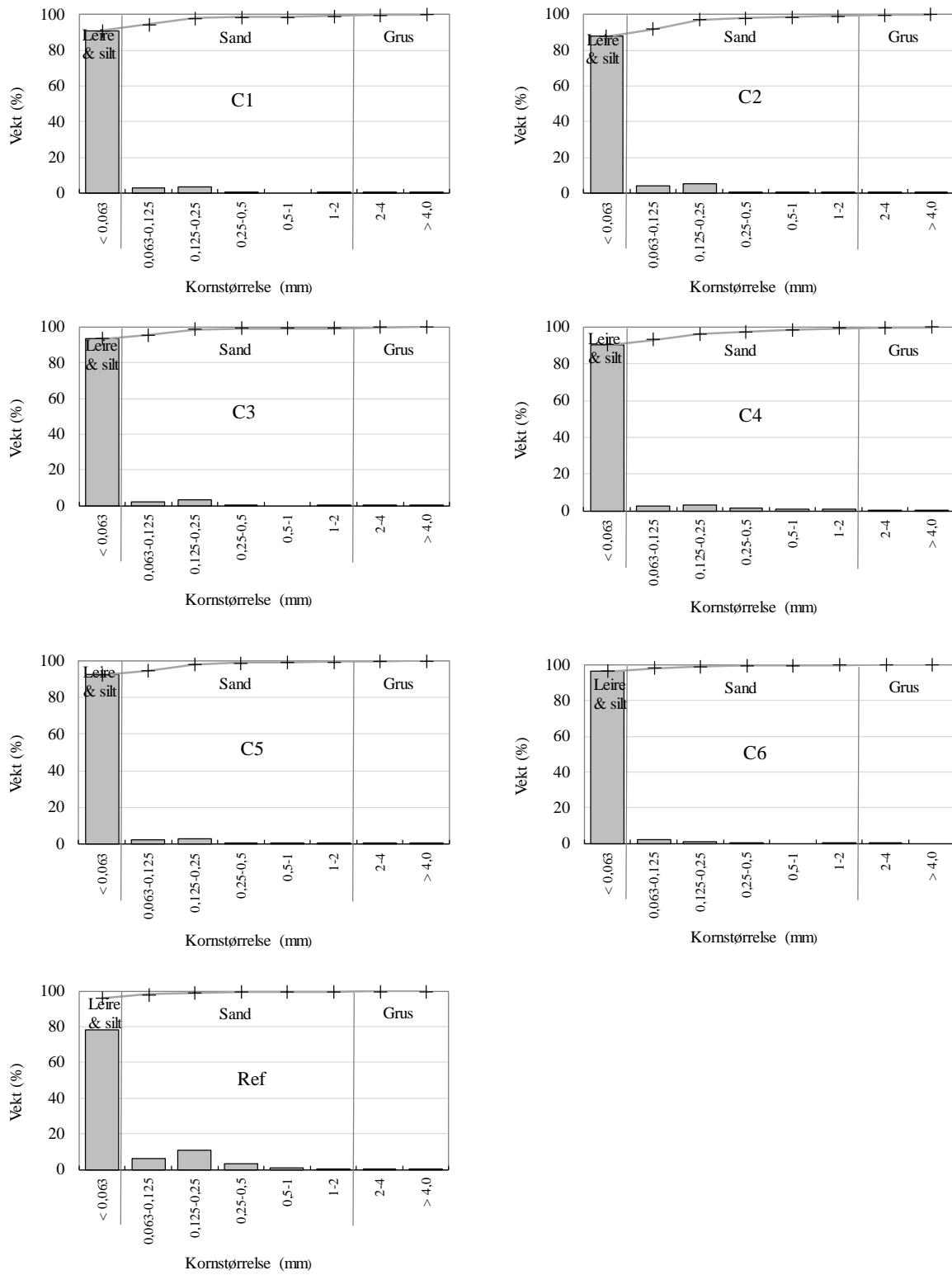
Tørrstoffinnhaldet var moderat lågt på alle stasjonar med verdiar mellom 26 og 32 %. Tørrstoffinnhaldet gjev ein indikasjon på innhaldet av mineralsk materiale i prøven. Lågt innhald av tørrstoff indikerer høgt innhald av organisk materiale, medan høgt tørrstoffinnhald viser høgt innhald av mineralsk materiale. Glødetapet var moderat høgt i prøvane og låg mellom 9,3 og 11,2 %. Glødetapet gjev eit indirekte mål på innhald av organisk materiale. Direkte målt totalt organisk karbon (TOC) viser nokså lågt innhald av organisk materiale, med konsentrasjonar mellom 15 og 21 mg/g. For å vurdere organisk belasting vert støtteparametren normalisert TOC brukt, der TOC er standardisert i forhold til innhald av finstoff. Dei normaliserte TOC verdiane for stasjonane låg innan tilstandsklasse I = "meget god" eller II = "god", i følgje rettleiar 02:2013.

Innhaldet av næringssalta fosfor og nitrogen var lågt til nokså lågt og låg mellom høvesvis 0,9 til 1,6 mg/g og 1,9 og 2,7 mg/g. Forholdet mellom C og N låg mellom 9-10.

Innhaldet av kopar var mellom 19 og 28 mg/kg, noko som tilsvarer tilstandsklasse I = "bakgrunn" eller tilstandsklasse II= "god" i følgje M-608:2016. Stasjon C3, C6 og Ref hadde sinkkonsentrerasjonar mellom 119 og 134 mg/kg som tilsvarer tilstandsklasse II = "god", og stasjon C1, C2, C4 og C5 hadde sinkkonsentrerasjonar mellom 139 og 156 mg/kg som tilsvarer tilstandsklasse III = "moderat".

Tabell 7. Tørrstoff, organisk innhold, kornfordeling og innhold av fosfor, nitrogen, kopar og sink i sedimentet frå sju stasjonar ved Langavika 9. oktober 2017. Tilstandsklassifisering etter rettleiar 02:13, og M-608/2016. Tilstandsklassar: I: blå = "meget god"/"bakgrunn", II: grøn = "god", III: gul = "moderat", IV oransje = "dårlig", og V raud = "svært dårlig". Alle resultat for kjemi er presentert i vedlegg 1.

Stasjon	Eining	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Ref
Leire & silt	%	91,1	87,6	93,3	90,3	92,3	96,2	78,2
Sand	%	8,1	11,4	6,1	9,0	7,0	3,5	20,9
Grus	%	0,7	0,9	0,6	0,8	0,7	0,3	0,9
Tørrstoff	%	25,8	30,1	25,8	27,2	29	29,3	31,5
Glødetap	%	10,7	9,25	10,8	11,2	10,2	10,6	9,88
TOC	mg/g	21	17	18	21	19	17	15
Normalisert TOC	mg/g	22,6	19,2	19,2	22,8	20,4	17,7	18,9
Tot. Fosfor (P)	mg/g	1,54	0,95	1,07	1,58	1,4	1,08	0,95
Tot. Nitrogen (N)	mg/g	2,7	2,0	2,2	2,6	2,2	2,0	1,9
Kopar (Cu)	mg/kg	28	21	22	28	27	23	19
Sink (Zn)	mg/kg	150	139	134	156	156	126	119



Figur 6. Kornfordeling i sedimentet på stasjonane C1–C6 og Ref fra granskinga ved Langavika 9. oktober 2017. Figuren viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og høvesvis akkumulert vektprosent (linje) og andel (stolper) i kvar storleikskategori langs y-aksen. Vertikale linjer indikerer grense mellom leire/silt og sand, og mellom sand og grus.

BLAUTBOTNFAUNA

Detaljar omkring artar og individ for dei ulike stasjonane finn ein i **vedlegg 2**.

Stasjon C1

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "god" etter rettleiar 02:2013 (**tabell 3**). Påverknaden av organisk materiale på stasjonen varierte mellom dei to enkeltprøvane, men samla framstod påverknaden som liten.

Indeksverdiane for grabb a var påfallande ulike verdiane for grabb b, og ES₁₀₀ kunne ikkje reknast ut for grabb a, fordi det var færre enn 100 dyr i prøven. Grabb a viste gjennomgående "moderat" mot grensa til "god" tilstand, medan grabb b viste "god" tilstand. Indeksverdiane for NQI1, mangfaldsindeksane etter Shannon (H') og Hurlbert (ES₁₀₀), samt verdiane for sensitivitetsindeksane NSI og ISI₂₀₁₂ låg innanfor "god" tilstand for nEQR-verdiane både for grabbgjennomsnittet og stasjonen. Tettleiksindeksen DI låg innanfor "svært god" tilstand for alle verdiar. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstandsklasse "god".

Tabell 8. Artstal (S), individtal (N), jamleiksindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), AMBI-indeks, NQI1-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener (H') og Hurlberts indeks (ES₁₀₀), ISI₂₀₁₂-indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C1 ved Langavika, 9. oktober 2018. Middelverdi for grabb a og b er angitt som \bar{G} , medan stasjonsverdien er angitt som \dot{S} . Til høgre for begge sistnemnde kolonner står nEQR-verdiane for desse størrelsane. Nedst i nEQR-kolonnane står middelverdien for nEQR-verdiane for alle indeksar, med unntak av DI-indeksen. Tilstandsklassar er vist med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V (jf. **tabell 3**). Enkeltresultat er presentert i **vedlegg 2**.

Langavika C1	a	b	\bar{G}	\dot{S}	nEQR \bar{G}	nEQR \dot{S}
S	12	22	17	25		
N	82	151	116,5	233		
J'	0,78	0,75	0,76	0,75		
H'_{max}	3,58	4,46	4,02	4,64		
AMBI	2,433	2,315	2,374	2,356		
NQI1	0,619 (III)	0,678 (II)	0,648 (II)	0,676 (II)	0,619 (II)	0,648 (II)
H'	2,799 (III)	3,335 (II)	3,067 (II)	3,496 (II)	0,607 (II)	0,655 (II)
ES ₁₀₀	i.v.	19,096 (II)	19,096 (II)	19,760 (II)	0,625 (II)	0,632 (II)
ISI ₂₀₁₂	7,401 (III)	8,744 (II)	8,072 (II)	8,419 (II)	0,654 (II)	0,688 (II)
NSI	19,605 (III)	22,499 (II)	21,052 (II)	21,481 (II)	0,642 (II)	0,659 (II)
DI	0,136 (I)	0,129 (I)	0,133 (I)	0,133 (I)	0,912 (I)	0,912 (I)
Samla					0,630 (II)	0,657 (II)

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C1 var svært lågt i grabb a med 12 artar og noko lågt i grabb b med 22 artar (**tabell 8**). Samla verdi for artstal låg på 25, medan middelverdien var 17. Normalt gjennomsnittleg artstal i høve til rettleiar 02:2013 er 25-75 artar per grabb. Individtalet var noko lågt til normalt med 82 i grabb a og 151 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 233, medan middelverdien var 116,5. Normalt gjennomsnittleg individtal i høve til rettleiar 02:2013 er 50-300 per grabb. Jamleiksindeksen (J') har moderat høge verdiar, noko som viser litt dominans av enkelte artar.

Hyppigast førekommende art på stasjonen var den moderat forureiningstolerante muslingen *Thyasira equalis* (NSI-klasse III), som utgjorde rundt 26 % av det totale individtalet (**tabell 15**). Nest hyppigast førekommende art var den moderat forureiningstolerante fleirbørstemakken *Galathowenia oculata* (NSI-klasse III) med 23 % av det totale individtalet. Andre vanleg førekommende artar på stasjonen var muslingane *Tellimya tenella* (NSI-klasse II) og *Thyasira sarsii* (NSI-klasse IV), som utgjorde høvesvis

ca. 9 og 7 % av det totale individtalet. Elles var det ei blanding av artar (mest fleirbørstemakk og nokre muslingar) som er noko tolerante mot organisk forureining, samt nokre få sensitive artar.

Stasjon C2

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "god" etter rettleiar 02:2013 (**tabell 3**). Stasjonen framstår som upåverka av organisk materiale.

Indeksverdiane for NQI1 låg i "god" tilstandskasse for begge parallellane og grabbgjennomsnittet, men i tilstandsklasse "svært god" for stasjonsverdien. Mangfald ved H' og ES₁₀₀ viste "god" tilstand for alle verdiar, sjølv om ES₁₀₀ ikkje kunne bereknast fordi det var færre enn 100 individ i prøven. Indeksverdiane for ISI₂₀₁₂, NSI og DI låg i "svært god" tilstand. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstandsklasse "god".

Tabell 9. Artstal (S), individtal (N), jamleiksindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), AMBI-indeks, NQI1-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener (H') og Hurlberts indeks (ES₁₀₀), ISI₂₀₁₂-indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C2 ved Langavika, 9. oktober 2017. Enkeltresultat er presentert i **vedlegg 2**. Sjå også tabelltekst i **tabell 8**.

Langavika C2	a	b	Ā	Ś	nEQR Ā	nEQR Ś
S	30	20	25	38		
N	150	91	120,5	241		
J'	0,76	0,81	0,79	0,73		
H' _{max}	4,91	4,32	4,61	5,25		
AMBI	0,694	0,767	0,731	0,722		
NQI1	0,818 (II)	0,789 (II)	0,803 (II)	0,825 (I)	0,782 (II)	0,812 (I)
H'	3,724 (II)	3,512 (II)	3,618 (II)	3,816 (II)	0,669 (II)	0,691 (II)
ES ₁₀₀	24,330 (II)	i.v.	24,330 (II)	24,144 (II)	0,686 (II)	0,684 (II)
ISI ₂₀₁₂	9,708 (I)	10,759 (I)	10,233 (I)	10,097 (I)	0,837 (I)	0,829 (I)
NSI	25,220 (I)	25,084 (I)	25,152 (I)	25,169 (I)	0,805 (I)	0,806 (I)
DI	0,126 (I)	0,091 (I)	0,109 (I)	0,109 (I)	0,928 (I)	0,928 (I)
Samla					0,756 (II)	0,764 (II)

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C2 var normalt til noko lågt med 30 i grabb a og 20 i grabb b (**tabell 9**). Samla verdi for artstal låg på 38, medan middelverdien var 25. Individtalet var normalt med 150 i grabb a og 91 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 241, medan middelverdien var 120,5. Jamleiksindeksen (J') har moderate til høge verdiar, noko som viser litt dominans av enkelte artar.

Hyppigast førekommende art på stasjonen var den forureiningssensitive pølseormen *Onchnesoma steenstrupii* (NSI-klasse I) som utgjorde rundt 22 % av det totale individtalet (**tabell 15**). Nest hyppigast førekommende art var muslingen *Thyasira equalis* (NSI-klasse III) med 17 % av det totale individtalet. Andre vanleg førekommende artar på stasjonen var den moderat tolerante muslingen *Kelliella miliaris* (NSI-klasse III) og fleirbørstemakken *Amythasides macroglossus* (NSI-klasse III), som utgjorde høvesvis ca. 13 og 10 % av det totale individtalet. Elles var det ei blanding av artar (mest fleirbørstemakk og muslingar) som er sensitive eller noko tolerante mot organisk forureining.

Stasjon C3

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "god" etter rettleiar 02:2013 (**tabell 3**). Stasjonen framstår som upåverka av organisk materiale.

Indeksverdiane for NQI1 låg innanfor "god" tilstand for grabb a, grabbgjennomsnittet, stasjonsverdien og dei tilhøyrande nEQR verdiane, medan grabb b hamna innanfor "svært god" tilstand. Mangfald ved

H' og ES_{100} viste "god" tilstand for alle verdiar, sjølv om ES_{100} for grabb a kunne ikkje bereknast fordi det var færre enn 100 individ i prøven. Indeksverdiane for ISI_{2012} og NSI låg innanfor tilstandsklasse "svært god", med unntak av grabb a for ISI_{2012} , som hamna innanfor "god" tilstand. DI-indeksen låg innanfor "svært god" tilstand for alle verdiar. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstandsklasse "god".

Tabell 10. Artstal (S), individtal (N), jamleksindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), AMBI-indeks, NQI1-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener (H') og Hurlberts indeks (ES_{100}), ISI_{2012} -indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C3 ved Langavika, 9. oktober 2017. Enkeltresultat er presentert i **vedlegg 2**. Sjå også tabelltekst i **tabell 8**.

Langavika C3	A	B	G	S	nEQR G	nEQR S
S	20	30	25	35		
N	80	138	109	218		
J'	0,81	0,83	0,82	0,80		
H'_{max}	4,32	4,91	4,61	5,13		
AMBI	1,125	0,734	0,930	0,878		
NQI1	0,773 (II)	0,825 (I)	0,773 (II)	0,817 (II)	0,778 (II)	0,796 (II)
H'	3,485 (II)	4,093 (II)	3,789 (II)	4,098 (II)	0,688 (II)	0,722 (II)
ES_{100}	i.v.	26,163 (II)	26,163 (II)	25,420 (II)	0,708 (II)	0,699 (II)
ISI_{2012}	9,027 (II)	10,268 (I)	9,648 (I)	9,850 (I)	0,803 (I)	0,815 (I)
NSI	25,227 (I)	25,638 (I)	25,432 (I)	25,487 (I)	0,814 (I)	0,816 (I)
DI	0,147 (I)	0,090 (I)	0,118 (I)	0,118 (I)	0,921 (I)	0,921 (I)
Samla					0,758 (II)	0,770 (II)

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C3 var normalt til noko lågt med 20 i grabb a og 30 i grabb b (**tabell 10**). Samla verdi for artstal låg på 35, medan middelverdien var 25. Individtalet var normalt med 80 i grabb a og 138 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 218, medan middelverdien var 109. Jamleksindeksen (J') har høge verdiar, noko som viser lite dominans av enkelte artar.

Hyppigast førekommende art på stasjonen var den forureiningssensitive pølseormen *Onchnesoma steenstrupii* (NSI-klasse I) som utgjorde rundt 20 % av det totale individtalet (**tabell 15**). Nest hyppigast førekommende art var muslingen *Thyasira equalis* (NSI-klasse III) med 14 % av det totale individtalet. Andre vanleg førekommende artar på stasjonen var pølseormar i slekta *Nephasoma* (NSI-klasse II; som *Sipuncula*) og den sensitive fleirbørstemakken *Amythasides macroglossus* (NSI-klasse I), som utgjorde høvesvis ca. 9 og 7 % av det totale individtalet. Elles var det ei blanding av sensitive artar og nokre meir tolerante artar.

Stasjon C4

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "god" etter rettleiar 02:2013 (**tabell 3**). Stasjonen framstår som upåverka av organisk materiale.

Indeksverdiane for NQI1 låg innanfor "god" tilstand for begge to parallellane, grabbgjennomsnittet, stasjonensverdien og dei tilhøyrande nEQR verdiane. H' , ES_{100} og ISI_{2012} viste "god" tilstand for alle verdiar, sjølv om ES_{100} for grabb a ikkje kunne bereknast fordi det var færre enn 100 individ i prøven. Indeksverdiane for NSI og DI låg i "svært god" tilstand. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstandsklasse "god".

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C4 var lågt med 17 i grabb a og 23 i grabb b (**tabell 11**). Samla verdi for artstal låg på 28, medan middelverdien var 20. Individtalet var noko lågt til normalt med 70 i grabb a og 122 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 192, medan middelverdien var 96. Jamleksindeksen (J') har høge verdiar, noko som viser lite dominans av enkelte artar.

Tabell 11. Artstal (S), individtal (N), jamleksindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), AMBI-indeks, NQI1-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener (H') og Hurlberts indeks (ES_{100}), ISI_{2012} -indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C4 ved Langavika, 9. oktober 2017. Enkeltresultat er presentert i **vedlegg 2**. Sjå også tabelltekst i **tabell 8**.

Langavika C4	a	b	Ø	S	nEQR Ø	nEQR S
S	17	23	20	28		
N	70	122	96	192		
J'	0,85	0,76	0,80	0,79		
H'_{max}	4,09	4,52	4,31	4,81		
AMBI	0,913	1,205	1,059	1,099		
NQI1	0,767 (II)	0,769 (II)	0,768 (II)	0,780 (II)	0,745 (II)	0,758 (II)
H'	3,481 (II)	3,424 (II)	3,452 (II)	3,779 (II)	0,650 (II)	0,687 (II)
ES_{100}	i.v.	21,348 (II)	21,348 (II)	22,106 (II)	0,651 (II)	0,660 (II)
ISI_{2012}	9,498 (II)	9,123 (II)	9,310 (II)	9,357 (II)	0,772 (II)	0,777 (II)
NSI	25,496 (I)	26,093 (I)	25,794 (I)	25,875 (I)	0,826 (I)	0,829 (I)
DI	0,205 (I)	0,036 (I)	0,121 (I)	0,121 (I)	0,920 (I)	0,920 (I)
Samla					0,729 (II)	0,742 (II)

Hyppigast forekomande art på stasjonen var den sensitive fleirbørstemakken *Amythasides macroglossus* (NSI-klasse I) som utgjorde rundt 19 % av det totale individtalet (**tabell 15**). Nest hyppigast forekomande art var pølseormen *Onchnesoma steenstrupii* (NSI-klasse I) med 16 % av det totale individtalet. Andre vanleg forekomande artar på stasjonen var muslingane *Thyasira equalis* (NSI-klasse III) og *Tellimya tenella* (NSI-klasse II), som utgjorde høvesvis ca. 15 og 9 % av det totale individtalet. Elles var det ei blanding av artar (mest fleirbørstemakk og muslinger) som er sensitive eller noko tolerante mot organisk forureining.

Stasjon C5

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "god" etter rettleiar 02:2013 (**tabell 3**). Stasjonen framstår som upåverka av organisk materiale.

Indeksverdiane for NQI1, H' og ES_{100} låg innanfor "god" tilstand for begge parallellane, grabbgjennomsnittet, stasjonsverdien og dei tilhøyrande nEQR verdiane. Indeksverdiane for ISI_{2012} , NSI og DI låg innanfor tilstandsklasse "svært god". Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstandsklasse "god".

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C5 var normalt med 29 i høvesvis grabb a og b (**tabell 12**). Samla verdi for artstal låg på 38, medan middelverdien var 29. Individtalet var normalt med 146 i grabb a og 141 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 287, medan middelverdien var 143,5. Jamleksindeksen (J') har moderate til høye verdiar, noko som viser litt dominans av enkelte artar.

Hyppigast forekomande art på stasjonen var den forureiningssensitive pølseormen *Onchnesoma steenstrupii* (NSI-klasse I) som utgjorde rundt 18 % av det totale individtalet (**tabell 15**). Nest hyppigast forekomande art var fleirbørstemakken *Amysathides macroglossus* (NSI-klasse I) med 17 % av det totale individtalet. Andre vanleg forekomande artar på stasjonen var muslingane *Thyasira equalis* og *Kelliella miliaris* (NSI-klasse III), som utgjorde høvesvis ca. 14 og 7 % av det totale individtalet. Elles var det ei blanding av artar (mest fleirbørstemakk og muslinger) som er sensitive eller noko tolerante mot organisk forureining.

Tabell 12. Artstal (S), individtal (N), jamleksindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), AMBI-indeks, NQII-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener (H') og Hurlberts indeks (ES_{100}), ISI_{2012} -indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C5 ved Langavika, 8. oktober 2017. Enkeltresultat er presentert i **vedlegg 2**. Sjå også tabelltekst i **tabell 8**.

Langavika C5	a	b	Ĝ	Ś	nEQR Ĝ	nEQR Ś
S	29	29	29	38		
N	146	141	143,5	287		
J'	0,79	0,76	0,78	0,77		
H'_{max}	4,86	4,86	4,86	5,25		
AMBI	0,771	0,896	0,834	0,832		
NQI1	0,813 (II)	0,805 (II)	0,809 (II)	0,814 (II)	0,788 (II)	0,794 (II)
H'	3,850 (II)	3,690 (II)	3,770 (II)	4,019 (II)	0,686 (II)	0,713 (II)
ES_{100}	24,572 (II)	24,399 (II)	24,485 (II)	25,085 (II)	0,688 (II)	0,695 (II)
ISI_{2012}	9,760 (I)	9,984 (I)	9,872 (I)	10,094 (I)	0,816 (I)	0,829 (I)
NSI	25,490 (I)	27,162 (I)	26,326 (I)	26,312 (I)	0,844 (I)	0,844 (I)
DI	0,114 (I)	0,099 (I)	0,107 (I)	0,107 (I)	0,929 (I)	0,929 (I)
Samla					0,764 (II)	0,775 (II)

Stasjon C6

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "god" etter rettleiar 02:2013 (**tabell 3**). Stasjonen framstår som upåverka av organisk materiale.

Indeksverdiane for NQI1 og ISI_{2012} låg innanfor "god" tilstand for begge parallellane, grabbgjennomsnittet, stasjonsverdien og dei tilhøyrande nEQR verdiane. Mangfold ved H' og ES_{100} viste "god" tilstand for grabb a, grabbgjennomsnittet og stasjonsverdien, men "moderat" tilstand for grabb b. Indeksverdiane for NSI låg innanfor tilstandsklasse "svært god", med unntak av grabb b, som hamna i "god" tilstand. DI-indekksen låg innanfor "svært god" tilstand for alle verdiar. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstandsklasse "god".

Tabell 13. Artstal (S), individtal (N), jamleksindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), AMBI-indeks, NQII-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener (H') og Hurlberts indeks (ES_{100}), ISI_{2012} -indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C6 ved Langavika, 9. oktober 2017. Enkeltresultat er presentert i **vedlegg 2**. Sjå også tabelltekst i **tabell 8**.

Langavika C6	a	b	Ĝ	Ś	nEQR Ĝ	nEQR Ś
S	24	18	21	30		
N	119	169	144	288		
J'	0,79	0,68	0,74	0,70		
H'_{max}	4,58	4,17	4,38	4,91		
AMBI	0,987	1,598	1,293	1,347		
NQI1	0,781 (II)	0,698 (II)	0,739 (II)	0,754 (II)	0,715 (II)	0,730 (II)
H'	3,634 (II)	2,855 (III)	3,244 (II)	3,417 (II)	0,627 (II)	0,646 (II)
ES_{100}	22,304 (II)	14,742 (III)	18,523 (II)	19,262 (II)	0,618 (II)	0,627 (II)
ISI_{2012}	9,072 (II)	9,201 (II)	9,137 (II)	9,316 (II)	0,756 (II)	0,773 (II)
NSI	26,337 (I)	24,304 (II)	25,320 (I)	25,144 (I)	0,811 (I)	0,805 (I)
DI	0,026 (I)	0,178 (I)	0,102 (I)	0,102 (I)	0,932 (I)	0,932 (I)
Samla					0,705 (II)	0,716 (II)

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C6 var noko lågt med 24 i grabb a og 18 i grabb b (**tabell 13**). Samla verdi for artstal låg på 30, medan middelverdien var 21. Individtalet var normalt med 119 i grabb a og 169 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 288, medan middelverdien var 144.

Jamleksindeksen (J') har moderate verdiar, noko som viser dominans av enkelte artar.

Hyppigast førekommende art på stasjonen var den moderat forureiningstolerante fleirbørstemakken *Galathowenia oculata* (NSI-klasse III) som utgjorde rundt 23 % av det totale individtalet (**tabell 15**). Nest hyppigast førekommende art på stasjonen var pølseormen *Onchnesoma steenstrupii* med ca. 21 % av den totale faunaen. Andre vanleg førekommende artar på stasjonen var fleirbørstemakken *Amythasides macroglossus* (NSI-klasse I) og muslingen *Thyasira equalis* (NSI-klasse III), som utgjorde høvesvis ca. 17 og 11 % av det totale individtalet. Elles var det mest arter i prøvane som er noko sensitive mot organisk forureining.

Referansestasjon (Ref)

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "god" etter rettleiar 02:2013 (**tabell 3**). Stasjonen framstår som upåverka av organisk materiale.

Indeksverdiane for NQI1, H' , ISI₂₀₁₂ og NSI låg innanfor "god" tilstand for begge parallellane, grabbgjennomsnittet, stasjonsverdien og dei tilhøyrande nEQR verdiane. ES₁₀₀ kunne på grunn av låge individtal i enkelprøvane berre bereknast samla for stasjonen og viste då "god" tilstand. DI-indeksen låg innanfor "svært god" tilstand for alle verdiar, med unntak av grabb b, som hamna i "god" tilstand. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstandsklasse "god".

Tabell 14. Artstal (S), individtal (N), jamleksindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), AMBI-indeks, NQI1-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener (H') og Hurlberts indeks (ES_{100}), ISI₂₀₁₂-indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på referansestasjonen ved Langavika, 9. oktober 2017. Enkeltresultat er presentert i **vedlegg 2**. Sjå også tabelltekst i **tabell 8**.

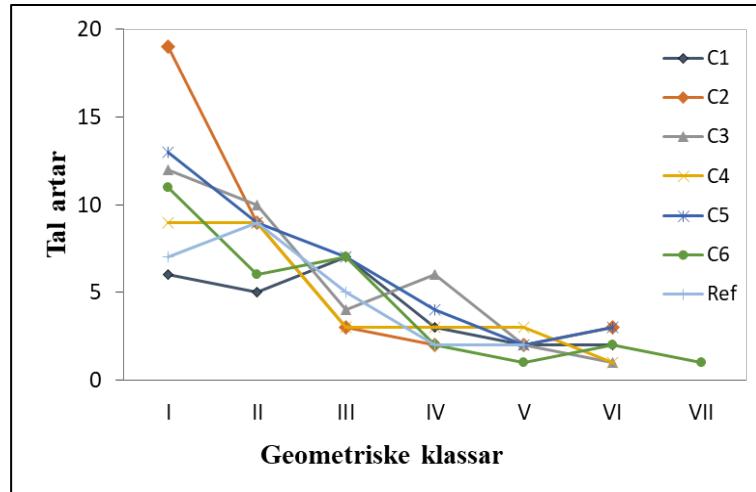
Langavika referanse	a	b	Ø	Ø	nEQR Ø	nEQR Ø
S	21	17	19	25		
N	68	51	59,5	119		
J'	0,82	0,90	0,86	0,84		
H'_{max}	4,39	4,09	4,24	4,64		
AMBI	1,250	1,041	1,146	1,161		
NQI1	0,765 (II)	0,761 (II)	0,763 (II)	0,774 (II)	0,739 (II)	0,752 (II)
H'	3,593 (II)	3,663 (II)	3,628 (II)	3,878 (II)	0,670 (II)	0,698 (II)
ES_{100}	i.v.	i.v.	i.v.	23,725 (II)	i.v.	0,679 (II)
ISI ₂₀₁₂	9,231 (II)	9,384 (II)	9,307 (II)	9,332 (II)	0,772 (II)	0,775 (II)
NSI	24,882 (II)	23,753 (II)	24,318 (II)	24,398 (II)	0,773 (II)	0,776 (II)
DI	0,217 (I)	0,342 (II)	0,280 (I)	0,280 (I)	0,813 (I)	0,813 (I)
Samla					0,739 (II)	0,736 (II)

Artstalet i dei to grabbane på referansestasjonen var noko lågt med 21 i grabb a og 17 i grabb b (**tabell 14**). Samla verdi for artstal låg på 25, medan middelverdien var 19. Individtalet var noko lågt med 68 i grabb a og 51 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 119, medan middelverdien var 59,5. Jamleksindeksen (J') har høge verdiar, noko som viser lite dominans av enkelte artar.

Hyppigast førekommende art på stasjonen var den moderat forureiningstolerante muslingen *Thyasira equalis* (NSI-klasse III), som utgjorde rundt 22 % av det totale individtalet (**tabell 15**). Nest hyppigast førekommende art på stasjonen var pølseormen *Onchnesoma steenstrupii* med ca. 18 % av den totale faunaen. Andre vanleg førekommende artar på stasjonen var fleirbørstemakken *Galathowenia oculata* (NSI-klasse III) og den noko sensitive muslingen *Nucula tumidula* (NSI-klasse II), som kvar utgjorde ca. 7 % av det totale individtalet. Elles var det i prøvane artar som er noko sensitive eller sensitive mot organisk forureining, samt nokre få meir tolerante artar.

Tabell 15. Dei ti mest dominerande artane av botndyr tekne på stasjon C1 – C6 og referansestasjonen ved Langavika, 9. oktober 2017.

Artar st. C1	%	kum %	Artar st. C2	%	kum %
<i>Thyasira equalis</i>	26,18	26,18	<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	22,41	22,41
<i>Galathowenia oculata</i>	22,75	48,93	<i>Thyasira equalis</i>	17,43	39,83
<i>Tellimya tenella</i>	9,44	58,37	<i>Kelliella miliaris</i>	13,28	53,11
<i>Thyasira sarsii</i>	7,30	65,67	<i>Amythasides macroglossus</i>	9,54	62,66
<i>Cerianthus lloydii</i>	4,72	70,39	<i>Nephasoma</i> sp.	7,05	69,71
<i>Heteromastus filiformis</i>	4,29	74,68	<i>Eriopisa elongata</i>	3,73	73,44
<i>Neoleanira tetragona</i>	3,43	78,11	<i>Amphilepis norvegica</i>	3,32	76,76
<i>Amythasides macroglossus</i>	3,00	81,12	<i>Haliella stenostoma</i>	2,49	79,25
<i>Nemertea</i>	2,15	83,26	<i>Nucula tumidula</i>	2,07	81,33
<i>Ceratocephale loveni</i>	1,72	84,98	<i>Terebellides gracilis</i>	1,66	82,99
Artar st. C3	%	kum %	Artar st. C4	%	kum %
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	20,18	20,18	<i>Amythasides macroglossus</i>	18,75	18,75
<i>Thyasira equalis</i>	14,22	34,40	<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	16,15	34,90
<i>Nephasoma</i> sp.	9,17	43,58	<i>Thyasira equalis</i>	15,10	50,00
<i>Amythasides macroglossus</i>	7,34	50,92	<i>Tellimya tenella</i>	9,38	59,38
<i>Terebellides</i> cf. <i>Stroemii</i>	5,96	56,88	<i>Galathowenia oculata</i>	7,81	67,19
<i>Terebellides gracilis</i>	5,50	62,39	<i>Cerianthus lloydii</i>	4,69	71,88
<i>Kelliella miliaris</i>	4,59	66,97	<i>Nucula tumidula</i>	4,69	76,56
<i>Spiophanes kroyeri</i>	4,13	71,10	<i>Eriopisa elongata</i>	2,60	79,17
<i>Nucula tumidula</i>	3,67	74,77	<i>Ceratocephale loveni</i>	2,08	81,25
<i>Amphilepis norvegica</i>	3,21	77,98	<i>Levinsenia gracilis</i>	2,08	83,33
Artar st. C5	%	kum %	Artar st. C6	%	kum %
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	18,47	18,47	<i>Galathowenia oculata</i>	23,26	23,26
<i>Amythasides macroglossus</i>	17,42	35,89	<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	21,18	44,44
<i>Thyasira equalis</i>	13,94	49,83	<i>Amythasides macroglossus</i>	17,01	61,46
<i>Kelliella miliaris</i>	6,97	56,79	<i>Thyasira equalis</i>	10,76	72,22
<i>Amphilepis norvegica</i>	5,57	62,37	<i>Nucula tumidula</i>	4,17	76,39
<i>Nucula tumidula</i>	4,88	67,25	<i>Heteromastus filiformis</i>	3,47	79,86
<i>Eriopisa elongata</i>	3,48	70,73	<i>Cerianthus lloydii</i>	2,43	82,29
<i>Galathowenia oculata</i>	3,48	74,22	<i>Eriopisa elongata</i>	2,43	84,72
<i>Sosane sulcata</i>	2,79	77,00	<i>Kelliella miliaris</i>	2,08	86,81
<i>Terebellides</i> cf. <i>Stroemii</i>	2,09	79,09	<i>Neoleanira tetragona</i>	1,39	88,19
Artar referansestasjon	%	kum %			
<i>Thyasira equalis</i>	21,85	21,85			
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	17,65	39,50			
<i>Galathowenia oculata</i>	6,72	46,22			
<i>Nucula tumidula</i>	6,72	52,94			
<i>Amythasides macroglossus</i>	5,88	58,82			
<i>Kelliella miliaris</i>	5,04	63,87			
<i>Tellimya tenella</i>	5,04	68,91			
<i>Cerianthus lloydii</i>	4,20	73,11			
<i>Ceratocephale loveni</i>	3,36	76,47			
<i>Amphilepis norvegica</i>	2,52	78,99			



Figur 7. Faunastruktur uttrykt i geometriske klassar for stasjonane C1 – C6 og referansestasjonen teknisk ved Langavika, 9. oktober 2017. Tal på artar langs y – aksen og geometriske klassar langs x – aksen.

Geometriske klassar

Kurva til dei geometriske klassane har ganske så forskjellige forlaup på dei diverse stasjonane ved Langavika (**figur 7**). På stasjon C1, og i litt mindre grad på stasjon C4 og på referansestasjonen, var kurvane relativt flate og korte, noko som heng saman med låge arts- og individtal og låg dominans av enkelte artar. Kurvane er karakteristiske for upåverka forhold med lite næring for blautbotnfauna. På stasjon C2 fell kurva relativt jamt frå mange artar i klasse I (eit individ per 0,2 m²) gjennom dei første klassane til klasse III (4 - 7 individ per 0,2 m²), og utover flatar kurva ut. Kurva er moderat lang (til klasse VI = 32-63 individ per 0,2 m²) og indikerer ein upåverka tilstand. På stasjon C3, C5 og C6 var det mindre artar i klasse I enn på stasjon C2 og kurvane er difor noko flatare. Kurva frå stasjon C3 har eit ujamt forlaup. Kurvane indikerer likevel at faunastrukturen er relativt uforstyrra på C3, C5 og C6, sjølv om dei låge individtal tyder næringsfattige forhold.

DISKUSJON

HYDROGRAFI

Resultat frå hydrografimålingane viste jamt gode oksygentilhøve gjennom heile vassøyla. Lågare saltinnhald i overflata enn i djupare delar av vassøyla tyder på noko ferskvasspåverknad.. Ved botnen var det "gode" oksygentilhøve, tilsvarende tilstandsklasse II etter rettleiar 02:2013.

SEDIMENT

KORNFORDELING OG KJEMI

Feltskildringane og resultata av kornstorleikfordeling viste at sedimentet på alle stasjonar hovudsakeleg bestod av silt noko som tyder på sedimenterande tilhøve. Tørrstoffinnhaldet var lågt til moderat i sedimentet, medan glødetapet var moderat til høgt. Tørrstoff og glødetap vert brukt som ein indikator på innhald av organisk materiale. Måling av total organisk karbon (TOC) viste at det var nokså lågt innhald av organisk materiale i sedimentet. Ved måling av tørrstoff og gløding kan det også forsvinne andre stoff og sambindingar som til dømes vatn bunde til mineral, og dette er truleg grunnen til at desse parameterane indikerte høgare innhald av organisk materiale enn det som vart målt i TOC.

Innhaldet av næringssalt var lågt i alle prøvane og forholdet mellom C og N låg mellom 9-10. Detter er innanfor det som er rekna som normalt i marine sediment, der algar er hovudkjelda til organisk materiale (t.d Schulz m. fl. 2005).

Innhaldet av kopar var lågt på alle stasjonane og låg innan tilstandsklasse I = "bakgrunn" eller II = "god" etter rettleiar M-608:2016. Innhaldet av sink var moderat høgt på stasjon C1, C2, C4 og C5, tilsvarende tilstandsklasse III, og lågt tilsvarende tilstandsklasse II= "god" på C3, C6 og Ref. Ei mogleg kjelde er til sink er oppdrettsanlegget som var i drift mellom 1998 og 2014 i Langavika. Ei C-gransking for dette anlegget viste høge koncentrasjonar av sink i sedimentet i nærområdet (Lode m fl. 2014). Det er meir sink i fiskefør enn i andre marine kjelder, og sidan sink ikkje inngår i metabolske prosessar vil sediment som får tilførslar av organisk materiale frå oppdrettsanlegg ha høgare koncentrasjonar av sink (Ervik mfl. 2009).

BLAUTBOTNFAUNA

Vurdering av blautbotnfauna etter rettleiar 02:2013 synte at alle stasjonar ved Langavika låg innanfor tilstandsklasse "god". Fjordområdet framstår i dag som upåverka av organiske tilførslar.

Artstalet (artsmangfaldet) og individtalet var generelt relativt lågt. Artssamsetnaden av dei hyppigaste artane var ganske lik på alle stasjonar, inkludert referansestasjonen. Partikkeletande dyr var vanlege, men artar som er sensitive eller moderat sensitive mot organisk forureining dominerte faunaen. Slike forhold er karakteristisk for djupe fjordbasseng med sedimenterande forhold og relativt lite tilførslar av partikulært organisk materiale, kor sedimentet er finkorna men næringsfattig.

Ei auke av organiske tilførslar til område med inngrensa næringstilgang på djup blautbotn vil føre til auka individtal, og i overgangssona truleg også til auka artstal (Kutti m.fl. 2007). Tilførslar ifrå oppdrett byr på næring for partikkeletande og meir tolerante artar, som i dag førekom med låge individtal ved Langavika, for eksempel fleirbørstemakken *Paramphipnoma jeffreysii* og muslingen *Thyasira sarsii*. Dei meir sensitive artane, som i dag er dominante, vil trekke seg tilbake frå område kor påverknad frå oppdrett er størst og elles vil dei minka i tal. Meir forureiningstolerante artar vil komme i tillegg i nærmiljøet overgangssona til oppdrettsanlegget.

OPPSUMMERING

Det var relativt homogene oksygentilhøve gjennom vassøyla, og oksygeninnhaldet i vatnet ved botnen på 116 m djup tilsvara tilstandsklasse II = "god" i høve til rettleiar 02:2013. Det var sedimenterande tilhøve i området, med dominans av finkorna sediment på alle stasjonane. Innhaldet av organisk materiale og næringssalt var lågt. Det var moderat høgt innhald av sink på fire av sju stasjonar, dette er truleg på grunn av eksisterande oppdrettsverksemd. Innhaldet av koppar på alle stasjonane og sink på dei resterande tre stasjonane var lågt.

Blautbotnfaunaen i fjordområdet framstod som upåverka av organiske tilførslar, og alle stasjonane synte god tilstand, tilsvarande tilstandsklasse II i høve til rettleiar 02:2013. Artstalet og individtalet var generelt relativt lågt og artssamsetnaden av dei hyppigaste artane var nokså likt på alle stasjonane.

REFERANSAR

- Direktoratgruppa Vanndirektivet 2013. Veileder 02:2013 – Revidert 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. 229 sider.
- Ervik, A., Hansen, P.K., Olsen S. A., Samuelsen O.B. & Givskud, H. 2009. Bæreevne for fisk i oppdrett (Cano-fisk). Kyst og Havbruk kap 3.3.2, Havforskningsinstituttet.
- Gray, J.S. & F.B. Mirza 1979. A possible method for the detection og pollution-induced disturbance in marine benthic communities. Marine Pollution Bulletin 10: 142-146.
- Kutti, T., P. Kupka Hansen, A. Ervik, T. Høisæter & P. Johannessen 2007. Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. II. Temporal and spatial patterns in infauna community composition. Aquaculture 262: 355-366.
- Lode, T., Alme, Ø., Isaksen, T.E., Bye Ingebrigtsen, E., Johanse, P-O. 2014. MOM-C undersøkelsen fra lokalitet Langavika I Hjelmeland kommune 2013. Sam e-Rapport 48 sider.
- Miljødirektoratet M-608:2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. 24 sider.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT veiledning 97:03. TA-1467/1997, 34 sider.
- Norsk Standard NS-EN ISO 5667-19:2004. Vannundersøkelse – Prøvetaking – Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder. Standard Norge, 24 sider.
- Norsk Standard NS 9410:2016. Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge, 29 sider.
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665:2014. Vannundersøkelser – Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna. Standard Norge, 44 sider.
- Pearson, T.H. 1980. Macrofauna of fjords. In: Freeland, H.J. Farmer, D.M. Levings, C.D. (Eds), NATO Conf. Ser. 4. Mar. Sci. Nato. Conference on fjord Oceanography, New York, pp. 569-602.
- Pearson, T. H., J. S. Gray & P. J. Johannessen 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution – induced change in benthic communities. 2. Data analyses. Marine Ecology Progress Series 12: 237-255.
- Schulz, H.D & Zabel, M. 2005. Marine geochemistry 2nd revised, updated and extended edition. Springer 574 sider.

VEDLEGG

Vedlegg 1. Analyserapport Eurofins Miljøanalyse AS.



Rådgivende Biologer AS
Bredsgården Bryggen
5003 BERGEN
Attn: Geir Helge Johnsen



Eurofins Environment Testing Norway
AS (Bergen)
F. reg. 965 141 618 MVA
Sandviksveien 110
5035 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42
Fax:

AR-17-MX-004563-01

EUNOBE-00025279

Prøvetakstid: 13.10.2017
Temperatur:
Analyseperiode: 13.10.2017-13.11.2017
Referanse: Forundersøkelse
Langavika

ANALYSERAPPORT

Prøvnr.:	441-2017-1013-068	Prøvetakingsdato:	09.10.2017
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	C1. Langavika	Analysesstartdato:	13.10.2017
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Fosfor (P)			
a) Totalt fosfor (P)	1540	mg/kg tv	10 NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	28	mg/kg tv	1 NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	150	mg/kg tv	1 NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	2.1	% TS	EN 13137
a) Total Nitrogen			
a) Totalt nitrogen	0.27	% TS	EN 16168
a) Total tørstoff	25.8	% (w/w)	EN 14346
Total tørstoff glædelap	10.7	% TS	NS 4764
Total tørstoff	30.1	%	0.02 15% NS 4764
* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner			
* Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri

AR-17-MX-004563-01

EUNOBE-00025279

Prøvnr.:	441-2017-1013-069	Prøvetakingsdato:	09.10.2017
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	C2. Langavika	Analysesstartdato:	13.10.2017
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Fosfor (P)			
a) Totalt fosfor (P)	953	mg/kg tv	10 NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	21	mg/kg tv	1 NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	139	mg/kg tv	1 NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	1.7	% TS	EN 13137
a) Total Nitrogen			
a) Totalt nitrogen	0.20	% TS	EN 16168
a) Total tørstoff	30.1	% (w/w)	EN 14346
Total tørstoff glædelap	9.25	% TS	NS 4764
Total tørstoff	29.7	%	0.02 15% NS 4764
* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner			
* Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri

Prøvnr.:	441-2017-1013-070	Prøvetakingsdato:	09.10.2017
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	C3. Langavika	Analysesstartdato:	13.10.2017
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Fosfor (P)			
a) Totalt fosfor (P)	1070	mg/kg tv	10 NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	22	mg/kg tv	1 NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	134	mg/kg tv	1 NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	1.8	% TS	EN 13137
a) Total Nitrogen			
a) Totalt nitrogen	0.22	% TS	EN 16168
a) Total tørstoff	25.8	% (w/w)	EN 14346
Total tørstoff glædelap	10.8	% TS	NS 4764
Total tørstoff	28.6	%	0.02 15% NS 4764
* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner			
* Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri

AR-17-MX-004563-01

EUNOBE-00025279


Prøvnr.:	441-2017-1013-071	Prøvetakningsdato:	09.10.2017
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	C6 Langavika	Analysestartdato:	13.10.2017
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Fosfor (P)			
a) Totalt fosfor (P)	1580 mg/kg tv	10	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	28 mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	156 mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	2.1 % TS	0.1	EN 13137
a) Total Nitrogen			
a) Totalt nitrogen	0.26 % TS	0.05	EN 16168
a) Total tørststoff	27.2 % (w/w)	0.1	EN 14346
Total tørststoff glædetap	11.2 % TS	0.02 5%	NS 4764
Total tørststoff	29.4 %	0.02 15%	NS 4764
* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner			
* Komfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri

Prøvnr.:	441-2017-1013-072	Prøvetakningsdato:	09.10.2017
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	C6. Langavika	Analysestartdato:	13.10.2017
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Fosfor (P)			
a) Totalt fosfor (P)	1400 mg/kg tv	10	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	27 mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	156 mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	1.9 % TS	0.1	EN 13137
a) Total Nitrogen			
a) Totalt nitrogen	0.22 % TS	0.05	EN 16168
a) Total tørststoff	29.0 % (w/w)	0.1	EN 14346
Total tørststoff glædetap	10.2 % TS	0.02 5%	NS 4764
Total tørststoff	28.4 %	0.02 15%	NS 4764
* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner			
* Komfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri

AR-17-MX-004563-01

EUNOBE-00025279

Prøvnr.:	441-2017-1013-073	Prøvetakningsdato:	09.10.2017
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	C6. Langavika	Analysestartdato:	13.10.2017
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Fosfor (P)			
a) Totalt fosfor (P)	1080 mg/kg tv	10	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	23 mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	126 mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	1.7 % TS	0.1	EN 13137
a) Total Nitrogen			
a) Totalt nitrogen	0.20 % TS	0.05	EN 16168
a) Total tørststoff	29.3 % (w/w)	0.1	EN 14346
Total tørststoff glædetap	10.6 % TS	0.02 5%	NS 4764
Total tørststoff	30.3 %	0.02 15%	NS 4764
* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner			
* Komfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri

Prøvnr.:	441-2017-1013-074	Prøvetakningsdato:	09.10.2017
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	Ref. Langavika	Analysestartdato:	13.10.2017
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Fosfor (P)			
a) Totalt fosfor (P)	951 mg/kg tv	10	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	19 mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	119 mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	1.5 % TS	0.1	EN 13137
a) Total Nitrogen			
a) Totalt nitrogen	0.19 % TS	0.05	EN 16168
a) Total tørststoff	31.5 % (w/w)	0.1	EN 14346
Total tørststoff glædetap	9.88 % TS	0.02 5%	NS 4764
Total tørststoff	32.1 %	0.02 15%	NS 4764
* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner			
* Komfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri

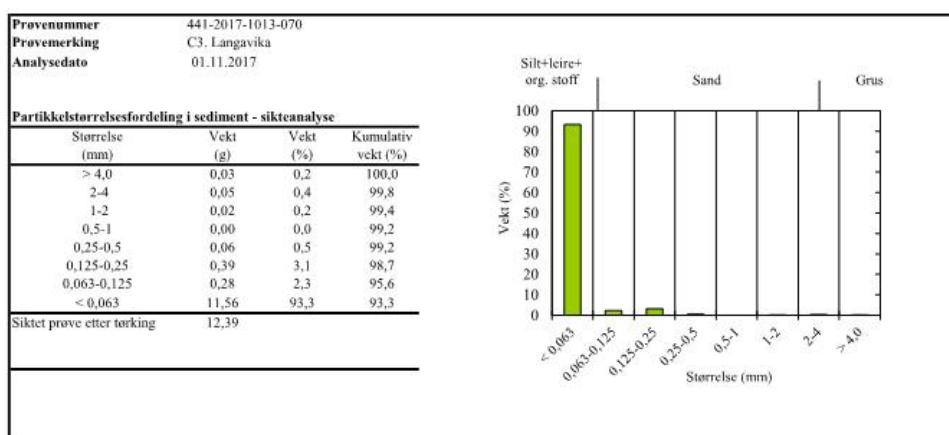
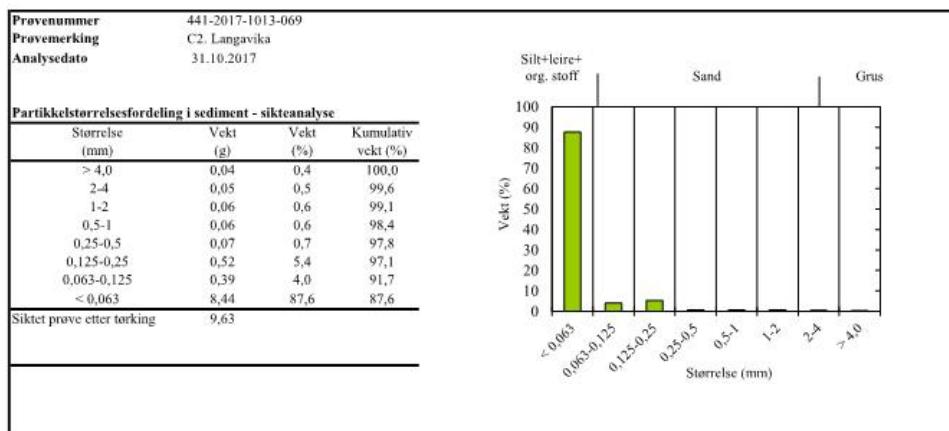
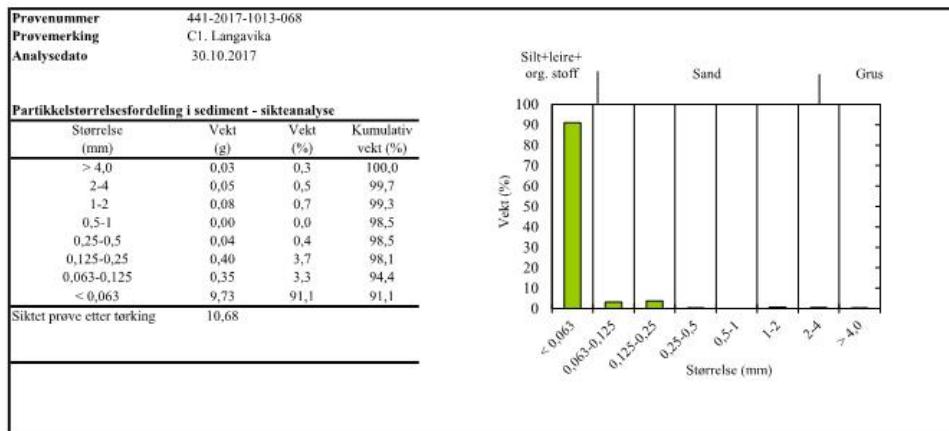
Uførende laboratorium/ Underleverandør:

- a) Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), Lindenstraße 11, Gewerbegebiet Freiberg Ost, D-09627, Bobritzsch-Hilbersdorf DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00,

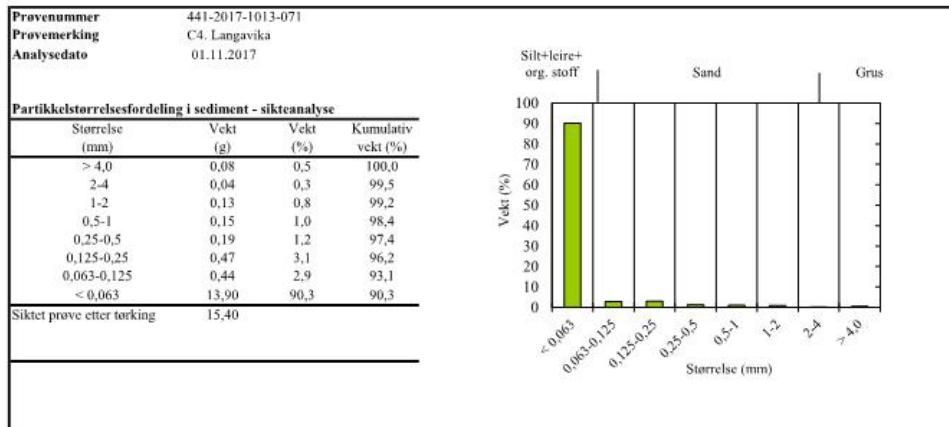
Bergen 13.11.2017

Kristine Flane Johnson

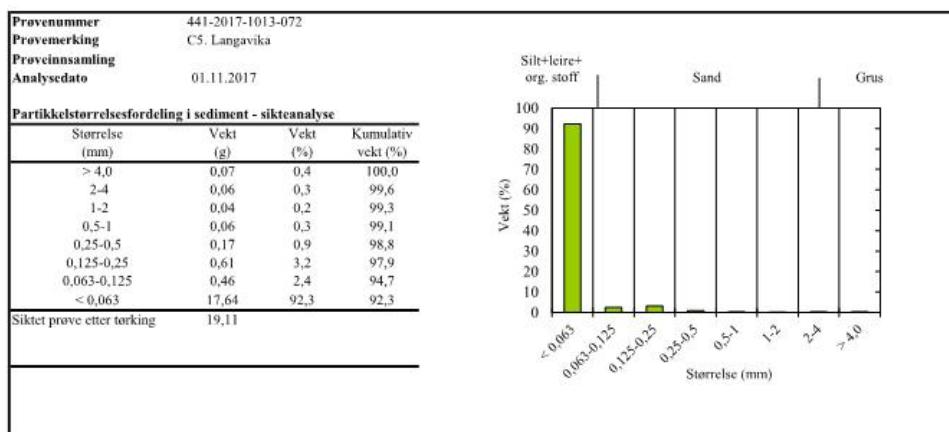
Laboratorieingenier



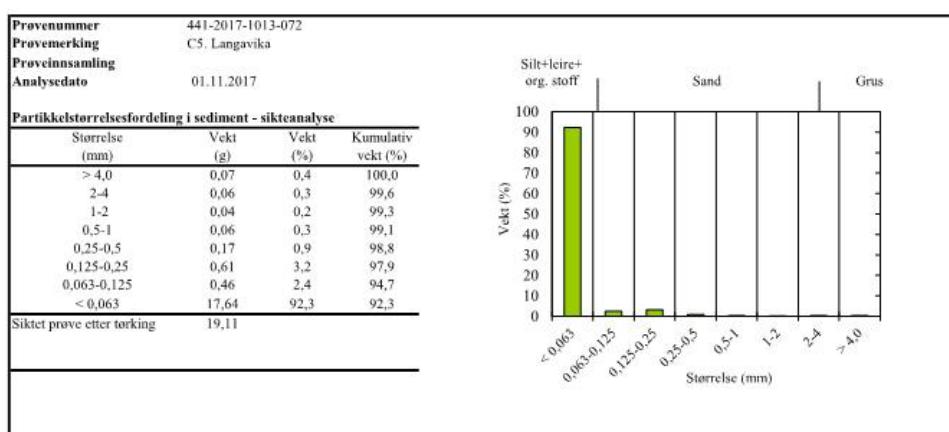
Resultat kornfordeling



Resultat kornfordeling

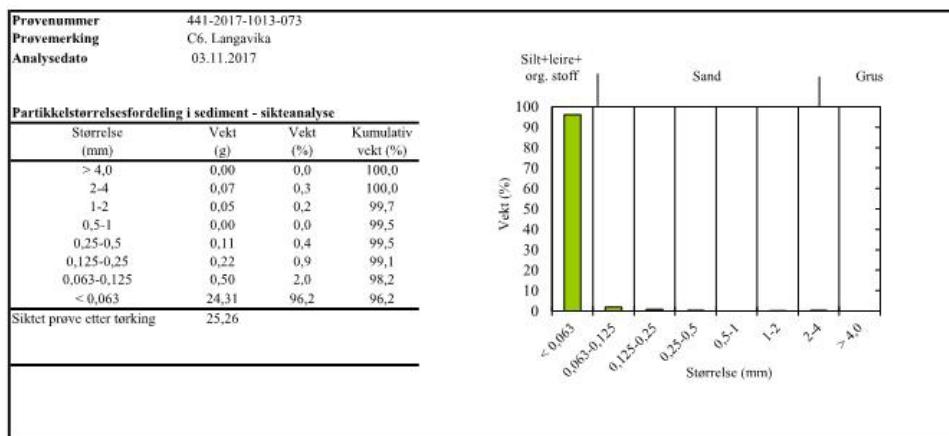


Resultat kornfordeling

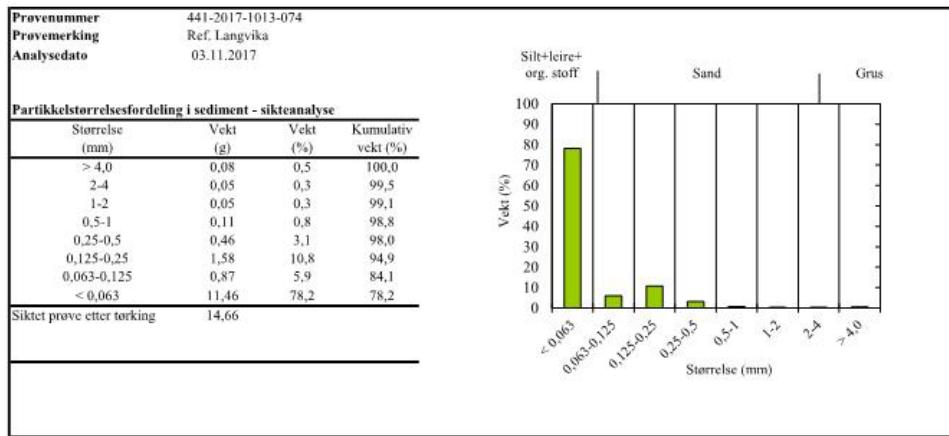




Resultat kornfordeling



Resultat kornfordeling



Vedlegg 2. Oversikt over botndyr funnet i sediment på stasjonane C1-C6 or referansestasjon ved lokaliteten Langavika, 18. oktober 2017. Markering med x viser at taksa var i prøvene, men tal er ikke gitt.

Langavika 2017 Taksa merket med X inngår ikke i statistikk		C1		C2		C3		C4		C5		C6		Ref	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
CNIDARIA															
<i>Cerianthus lloydii</i>	X	7	4	2				7	2	2	2	2	5	1	4
Hydroida på <i>Nucula</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
NEMATODA															
Nematoda	X	x				x		x	x	x	x				
NEMERTEA															
Nemertea			5			1			1				2		1
SIPUNCULA															
<i>Nephasoma</i> sp.			13	4	1	19			2	3	1		2		
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>		3	35	19	22	22	10	21	29	24	27	34	13	8	
Golfingiidae			1						1						
POLYCHAETA															
<i>Aglaophamus pulcher</i>				1						1	1			1	1
<i>Amage auricula</i>			1			2					1				
<i>Amythasides macroglossus</i>		7	17	6	5	11	6	30	12	38	27	22	7		
<i>Augeneria tentaculata</i>		1	1		1					1	1			1	
<i>Brada villosa</i>				1						1					1
<i>Ceratocephale loveni</i>		4	2		1		2	2	2	2	2			2	2
Cirratulidae															1
<i>Diplocirrus glaucus</i>		2	1			2				1	1	2			1
<i>Exogone verugera</i>												1			
<i>Galathowenia oculata</i>		8	45				5	10		10	7	60	3	5	
<i>Gattyana cirrhosa</i>		1													
<i>Glycera lapidum</i>				1				1							
<i>Heteromastus filiformis</i>		10			1		1		1	2	8	2			
<i>Levinsenia gracilis</i>		4		1	2		1	3	1	1	1				
Lumbrineridae											1				
<i>Lumbrineris</i> cf. <i>cingulata</i>					1										
Maldanidae													1		
<i>Melinna elisabethae</i>			1												
<i>Neoleanira tetragona</i>		4	4	3	1	1	1	2		1	1	3	1		
Nephtyidae									1	1					
<i>Nephtys hystricis</i>					1	1								2	
<i>Nephtys paradoxa</i>		2	2	2	1	1	1	1	2		1	2	2	1	
<i>Paradiopatra fiordica</i>						2			1	1					
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>				1	1	1		1							
<i>Paradoneis</i> sp.										1					
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		4		1							4				
<i>Pectinaria belgica</i>				1									1		
<i>Pectinaria</i> sp.				1						1					
<i>Pholoe pallida</i>					1										
Phyllodocidae				1											
Polynoidae				1			1			1	1	1	1	1	1
<i>Protomyctides exigua</i>					1										
<i>Rhodine loveni</i>						1		1							
Sabellidae										1					
<i>Sosane sulcata</i>											3	5			
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>										2	1				

Langavika 2017 Taksa merket med X inngår ikke i statistikk		C1		C2		C3		C4		C5		C6		Ref	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
<i>Spiochaetopterus typicus</i>				2	1	3	2					1			
<i>Spiophanes kroyeri</i>				2		2	7			3		3	2	1	
<i>Terebellides cf. stroemii</i>				1		7	6			3		6	2		
<i>Terebellides gracilis</i>					4		12		2						
MOLLUSCA															
<i>Abra longicallus</i>						1									
<i>Abra nitida</i>		3					1								2
<i>Adontorhina similis</i>	X							1							1
Anomiacea															
<i>Axinulus croulinensis</i>	X											3			
<i>Delectopecten vitreus</i>	X							1				2			
<i>Haliella stenostoma</i>				1	5							1			
<i>Hermania</i> sp. juv.				1			1								
<i>Kelliella miliaris</i>		2		19	13	4	6	3		16	4	5	1	1	5
<i>Mendicula ferruginosa</i>				1						1	3				
<i>Nucula tumidula</i>		2	1	3	2	6	2	5	4	4	10	6	6	4	4
<i>Nucula tumidula</i> juv.	X					1				1			2	3	
<i>Scutopus robustus</i>							2							1	
<i>Scutopus ventrolineatus</i>			1	3			2		1	2	3	2		1	
<i>Tellimya tenella</i>		1	21		2			18						5	1
<i>Thyasira equalis</i>		32	29	23	19	15	16	4	25	25	15	9	22	17	9
<i>Thyasira equalis</i> juv.	X	3		1	3	1	1			2	3	2		1	1
<i>Thyasira flexuosa</i>		1													
<i>Thyasira</i> indet.	X	2	2				1								1
<i>Thyasira obsoleta</i>				15	2				4						
<i>Thyasira sarsii</i>						1						1			
Thyasiridae juv.							1					2			
<i>Yoldiella</i> sp. juv.							1					4			
CRUSTACEA															
Calanoida	X	2	2	6	4	1	2	1	5	2		19	4	1	2
Caridea	X										1				
<i>Diastyloides serratus</i>				1	1					1		1		2	
<i>Eriopisa elongata</i>		3	1	5	4	3	4	2	3	9	1	4	3	1	1
Munnopsidae							1								
Mysidae	X				1					1					
Ostracoda sp. 1	X							2			2				
Ostracoda sp. 2	X									1					
ECHINODERMATA															
<i>Amphilepis norvegica</i>				4	4	2	5		1	14	2		1	3	
<i>Amphilepis norvegica</i> juv.	X			3	3	1	5			13				2	
<i>Amphipholis squamata</i>		1													
<i>Brissopsis lyrifera</i>		1			1			2						2	1
INSECTA															
Insecta	X														1
CHAETOGNATHA															
Chaetognatha	X	1													