

R A P P O R T

Resipientgransking ved settefisklokaliteten Eiane (lok. nr. 11894) i Forsand kommune, 2016



Rådgivende Biologer AS 2359



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Resipientgransking ved settefisklokaliteten Eiane (lok. nr. 11894) i Forsand kommune, 2016.

FÖRFATTARE:

Joar Tverberg

OPPDRAAGSGJEVAR:

Lerøy Vest AS avd. Eidane

OPPDRAAGET GITT:

20. april 2016

ARBEIDET UTFØRT:

September – desember 2016

RAPPORT DATO:

10. januar 2017

RAPPORT NR:

2359

ANTAL SIDER:

59

ISBN NR:

ISBN 978-82-8308-318-7

EMNEORD:

| | |
|----------------------|-----------------------|
| - Resipientgransking | - Organisk belasting |
| - Lokalitetstilstand | - Strandsonegransking |
| - Avløp til sjø | - Blautbotnfauna |

KVALITETSOVERSIKT:

| Element | Utført av | Akkreditering/Test nr. |
|---|---|------------------------|
| Prøvetaking blautbotn | Rådgivende Biologer AS Erling Brekke | Test 288 |
| Prøvetaking strandsone | Rådgivende Biologer AS Joar Tverberg & Christiane Todt | Nei |
| Kjemiske analyser | Eurofins Norsk Miljøanalyse AS* | Test 003** |
| Sortering blautbotnfauna | Åkerblå AS | Test 252 |
| Artsbestemming med vurdering og fortolkning av blautbotnfauna | Åkerblå AS | Test 252 |
| Diskusjon med vurdering og fortolkning av resultat | Rådgivende Biologer AS Joar Tverberg | Test 288 |

*Kontakt Rådgivende Biologer AS for adresse/kontaktinformasjon

**Kornfordelingsanalyse ikke utført akkreditert.

| Godkjenning/kontrollert av | Dato | Stilling | Signatur |
|----------------------------|-------------|-----------------------|-------------------------|
| Bjarte Tveranger | 21.12. 2016 | Fagansvarlig oppdrett | <i>Bjarte Tveranger</i> |

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnr 843667082-mva
www.radgivende-biologer.no
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75 E-post: post@radgivende-biologer.no

Framsidebilete: Anlegget ved fjøresonegranskingsa 28. september 2016.

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Lerøy Vest AS avd. Eidane utført ei resipientgransking utanfor avløpet til settefiskanlegget på Eiane (lok.nr. 11894) i Forsand kommune i Rogaland. Anlegget har løyve til å produsere inntil 2,4 mill. smolt, med maksimal årleg produksjon på 290 tonn biomasse og eit maksimalt årleg fôrbruk på 335 tonn. Granskinga er utført i samband med søknad om utviding av konsesjon til å produsere 5,0 mill. smolt.

Denne rapporten presenterer prøvetaking, resultat og vurdering frå innsamling av sediment, botndyr, hydrografi og fjøresonegransking. Prøvetaking av sediment og botndyr, samt hydrografimåling vart utført av Erling Brekke, Rådgivende Biologer AS, den 1. september 2016. Strandsonegranskinga vart utført av Christiane Todt og Joar Tverberg, Rådgivende Biologer AS, den 28. september 2016.

Rådgivende Biologer AS takkar Lerøy Vest AS avd. Eidane ved Svein Nøttveit for oppdraget. Kjell Espedal ved anlegget takkast for lån av båt, og Sigurd Espedal for hjelp i samband med feltarbeidet.

Bergen, 10. januar 2017.

INNHOLD

| | |
|---------------------------------------|----|
| Føreord | 2 |
| Innhald..... | 2 |
| Samandrag..... | 3 |
| Områdeskildring..... | 4 |
| Oppdrettslokaliteten | 6 |
| Metode og datagrunnlag..... | 7 |
| Resultat..... | 13 |
| Diskusjon..... | 25 |
| Vurdering av økologisk tilstand | 26 |
| Referansar..... | 27 |
| Vedlegg | 28 |

SAMANDRAG

Tverberg, J. 2017.

*Resipientgransking ved settefisklokaliteten Eiane (lok. nr. 11894) i Forsand kommune, 2016.
Rådgivende Biologer AS, rapport 2359, 59 sider, ISBN 978-82-8308-318-7.*

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Lerøy Vest AS avd. Eidane utført ei recipientgransking utanfor avløpene til settefisklokalitet Eiane (lok. nr. 11894) i Forsand kommune i Rogaland. Den 1. september 2016 vart det samla inn prøver av sediment og botnfauna på tre stasjonar, og tatt hydrografiprofil på ein stasjon. Den 28. september 2016 vart det utført fjøresonegransking på tre stasjonar.

Granskingsområdet ligg sør i Lysefjorden, ved utløpet til Eiaåna. Dei to avløpsrøra ligg på 13 og 15 m djup like utanfor anlegget. Fjorden djupner gradvis mot nordnordvest frå ca 25 m djup ved avløpet til vel 300 m djup ca 800 m nordvest for lokaliteten.

Hydrografimålingane synte eit oksygeninnhald i tilstand I = "svært god" i botnvatnet med 6,5-7,1 mg O₂/l, tilsvarande ei metting på 69-75 %.

Andelen finstoff var låg på alle stasjonar, og sand var den dominante fraksjonen på alle stasjonar. Det var nokså lågt til moderat innhald av normalisert TOC, der stasjon C1 hamna i tilstand III = "moderat" og stasjon C2 og C3 i tilstand II = "god". Innhaldet av metallane kopar og sink var innanfor bakgrunnsnivå på alle stasjonar.

Alle tre stasjonar hamna innan tilstandsklasse II = "god" med omsyn på blautbotnfauna. Stasjonen nord for avløpet var tilnærma upåverka av organiske tilførslar, medan stasjonane nærmest og vest for avløpet hadde lågare indeksverdiar. Dette synar at dei organiske tilførslane i stor grad følgjer den dominante straumretninga mot sør til sørvest, og i liten grad spreiaast mot nord.

Stasjonen nord for avløpet hamna i tilstand I == "svært god" og framstår som upåverka. Stasjonen sørvest for avløpet framstod som tilnærma upåverka med ein tilstandsindeks i øvre sjikt av tilstand 2 = "god". Stasjonen nærmest avløpet hamna i tilstand 2 = "god", men bar preg av noko organisk påverknad, med relativt mykje opportunistiske algeartar og ein indeksverdi som var lågare enn på dei to andre stasjonane.

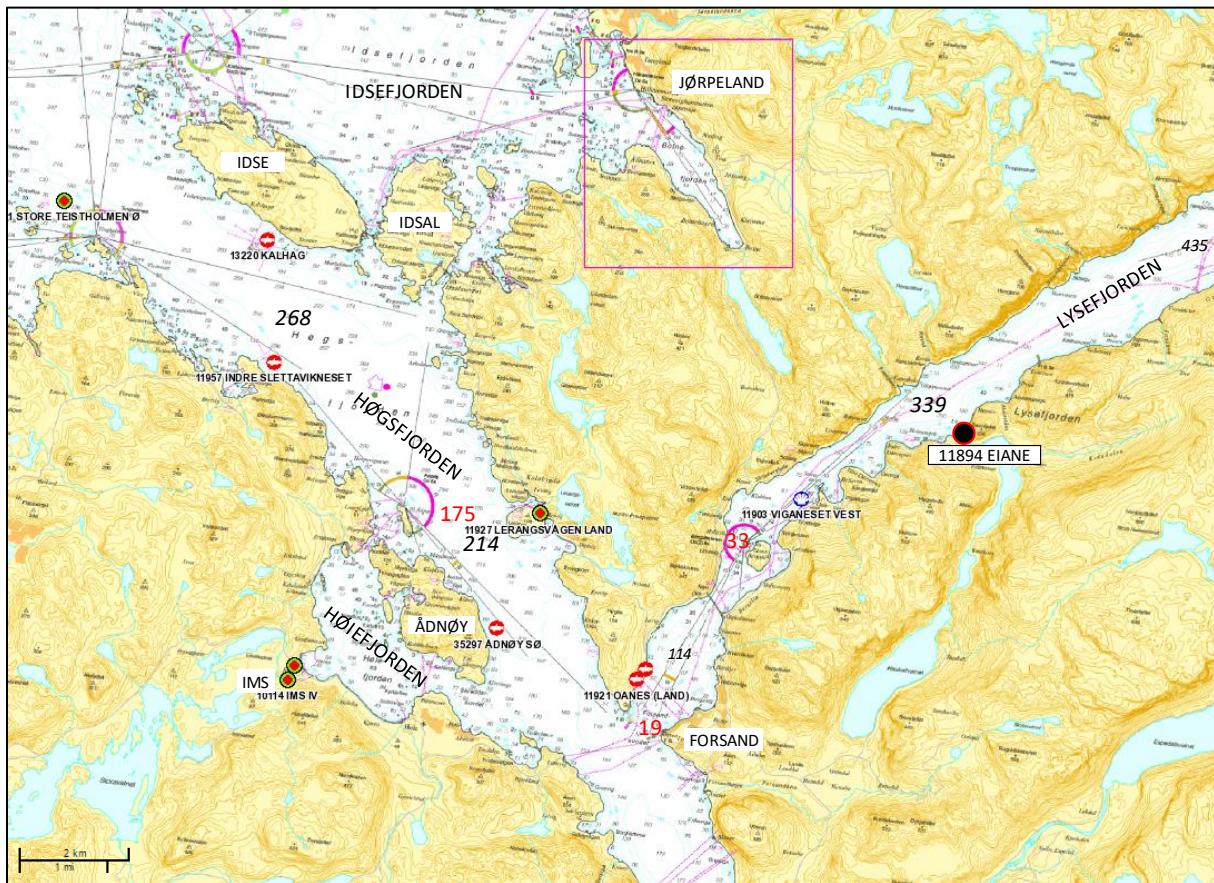
Det er generelt funne gode miljøtilhøve for hydrografi, sediment, blautbotnfauna og fjøresone i sjøområdet utanfor Eiane. Granskingsa syner at området nord for avløpet er tilnærma upåverka av organiske tilførslar, medan området ved og sør til sørvest for avløpet er lite påverka av organiske tilførslar. Vassførekomenst vil i liten til ingen grad bli påverka av utsleppet.

Tabell 1. Oppsummering av miljøtilstand for ulike parametrar på stasjon C1-C3 den 1. september 2016 og S1-S3 den 28. september 2016. Gjeldande parametrar for miljøtilstand ved lokaliteten har ulike fargekodar. Tilstandsklassifisering etter Rettleiar 02:2013: I=blå, II=grøn, III=gul, IV=oransje, V=raud. Miljøtilstand etter NS9410:2016: 1=blå, 2=grøn, 3=gul, 4=raud.

| Stasjon | NS 9410:2016 | | | Rettleiar 02:2013 | | | | |
|---------|--------------|------------|------------|-------------------|---------------------|---------------|-----------------|-----------------------|
| | pH/Eh | C-tilstand | B-tilstand | TOC | O ₂ botn | nEQR grabb | nEQR stasjon | Økologisk tilstand |
| C1 | 1 | 1 | 1 | 28,70 | - | 0,637 | 0,647 | God |
| C2 | 1 | 1 | 1 | 24,64 | I | 0,732 | 0,751 | God |
| C3 | 1 | 1 | 1 | 26,16 | - | 0,666 | 0,681 | God |
| S1 | - | - | - | - | - | - | 0,768 | God |
| S2 | - | - | - | - | - | - | 0,691 | God |
| S3 | - | - | - | - | - | - | 0,820 | Svært god |

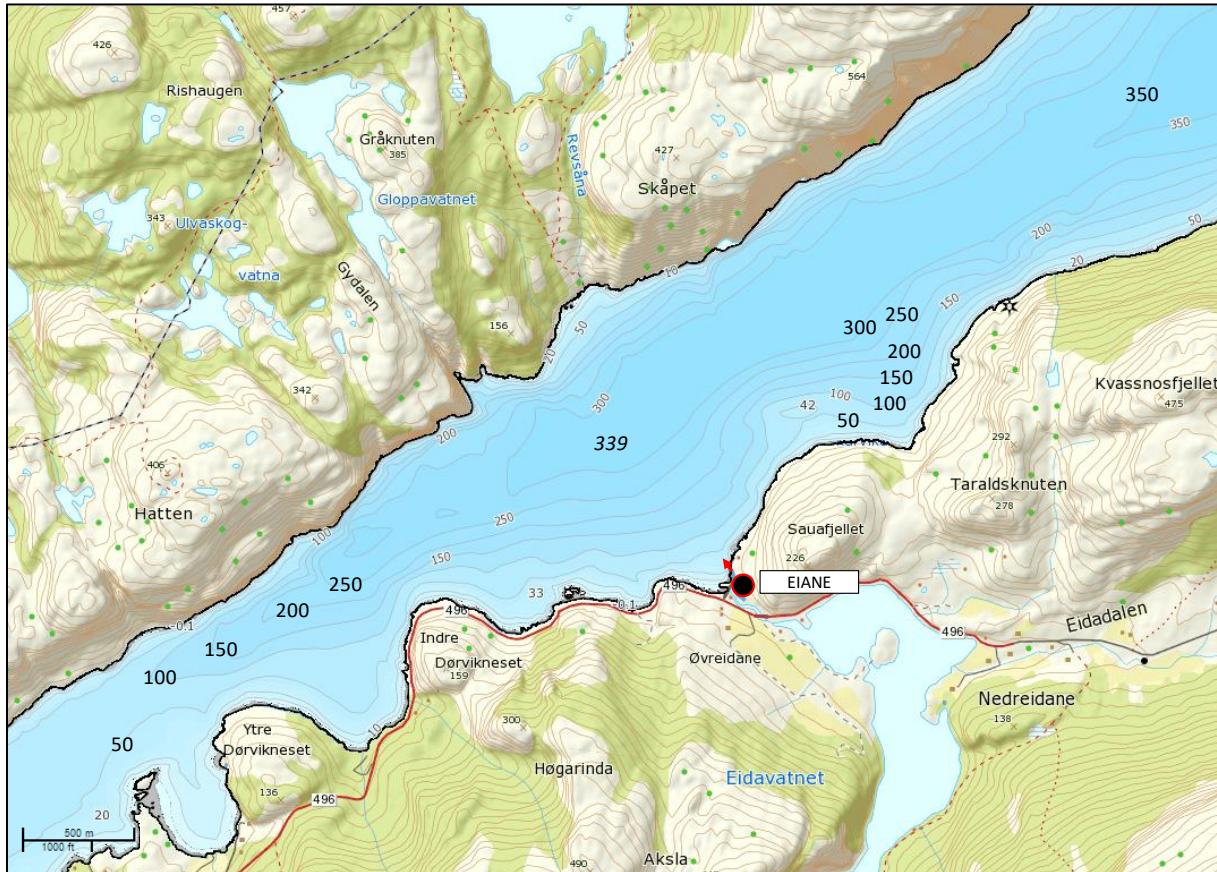
OMRÅDESKILDRING

Settefisklokaliteten Eiane, lokalitetsnummer 11894, ligg på sørsida av Lysefjorden, vel 8 km inn i fjorden, i Forsand kommune (**figur 1**). Lysefjorden er ein lang og djup fjord som strekker seg nesten 40 km frå Lysebotn inst i fjorden til Forsand ved utløpet til Høgsfjorden. Fjorden inneheld fleire djupbasseng, der det største og djupaste ligg nordaust for lokaliteten, med maksimal djupne på over 450 m. Lysefjorden er maks 2 km brei på det breiaste, og smalnar og grunnar mot utløpet til Høgsfjorden i sørvest. Ved det smalaste partiet, ved Bergsholmen, er det ein terskel på ca 33 m djup, før det djupnast til vel 100 m djup nord for Forsand. I overgangen mellom Lysefjorden og Høgsfjorden, like utanfor Forsand, er det ein ny terskel på ca 19 m djup. Høgsfjorden er samanbunde med Boknafjorden via ei rekke mindre fjordar, som til dømes Idsefjorden, Hidlefjorden og Fognafjorden.



Figur 1. Sjøkart over fjordsistema rundt lokaliteten (svart sirkel). Omkringliggende oppdrettsanlegg er vist, og terskeldjup er markert med rødt.

Lysefjorden er ca 1,4 km brei ved lokaliteten, og fjorden djupnast jamt mot nordnordvest frå lokaliteten til ca 339 m djup om lag 850 m nordvest for Eiane (**figur 2**). Fjorden djupnast noko vidare mot nordaust, til fjordens djupaste område rundt 7 km mot nordaust. Dette djupområdet er over 300 m djupt om lag 7 km vidare mot aust. Mot sørvest grunnast fjorden til under 100 m djup vel 2 km frå lokaliteten. Settefisklokaliteten er soleis tilknytt ein stor og djup recipient.



Figur 2. Djupnekart over Lysefjorden i området rundt Eiane (svart sirkel), djupnekoter (svart skrift) og djupe punkt (kursiv skrift).

OPPDRETTSLOKALITETEN

Det har vore settefiskproduksjon ved Eiane (lokalitetsnummer 11894) sidan 1986, og lokaliteten har i dag en konsesjon på 2,4 mill. sjødyktig settefisk (konsesjonsnummer R/Fd 0003). Dagens anlegg er bygget som eit gjennomstrøymingsanlegg med klekking, startföring og påvekstavdeling innandørs i ein hall, samt to 12 meters og to 14 meters smoltkar på vestsida av hallen ut mot sjøen.

Dagens anlegg har sitt vassinntak frå Eiavatnet gjennom ei ca 350 m lang 630/710 mm inntaksleidning. Avløpsvatnet sleppast reinsa ut gjennom to ca 70 m lange avløpsleidningar (630 mm PEH) som ligg parallelt og munnar ut på 13 og 15 m djup like utanfor anlegget. Anlegget er i dag pålagt reining av avløpsvatnet, med ein maksimal årleg utsleppsmengd på 500 kg fosfor og 30 tonn organisk stoff (BOF). Tilførslane av fosfor har dei seinaste åra vore om lag 500 kg/år ($\pm 10\%$), medan utsleppa av organisk materiale har vore under 50 % av tillat mengde. Reining av utsleppet skjer gjennom Hydrotech trommelfilter med kapasitet på 40 m³/min, og med ein filteropning på 60 µm.

I høve til gjeldande utsleppstillating har anlegget krav om at avløpsvatnet skal førast til minst 60 m djup i Lysefjorden. Eiane har midlertidig dispensasjon frå Fylkesmannen i Rogaland for dagens avløpsplassering etter brev datert 23. desember 2015, med krav om gjennomføring av strandsonegransking før dei eventuelt kan ta stilling til permanent endring i vilkår.

Årleg fôrbruk og produksjon dei tre siste åra har ligge på rundt 300 tonn i gjennomsnitt, med ein fôrfaktor på 0,95-1,0.

METODE OG DATAGRUNNLAG

HYDROGRAFI

Hydrografiske tilhøve vart målt med ein SAIV CTD/STD sonde modell SD204. Sonden vart senka ned til botn, og registrerte temperatur, saltinnhald, oksygen og djup kvart andre sekund.

SEDIMENTKVALITET

Det vart tatt sedimentprøver på tre stasjonar (C1-C3) for analyse av botnfauna og kjemiske tilhøve i høve til NS-EN ISO 5667-19:2004, NS-EN ISO 16665 og NS 9410:2016 den 1. september 2016 (**figur 3, tabell 5**). Det vart nytta ein $0,1 \text{ m}^2$ stor van Veen-grabb for henting av prøvemateriale frå blautbotn. Grabben har maksimalt volum $15 \text{ l} = 18 \text{ cm}$ 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 av fauna.

KORNFORDELING OG KJEMI

Sedimentprøva til kornfordelingsanalyse og glødetap vart tatt frå dei øvste fem centimeter frå sedimentoverflaten, mens prøvene for kjemiske analyser vart tatt frå den øvste centimeteren. Analysar er utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS avd. Bergen.

Kornfordelingsanalysen måler den relative andelen av leire, silt, sand og grus i sedimentet. Analysen vert utført gravimetrisk. Dei kjemiske analysane omfattar måling av tørrstoff, total organisk karbon (TOC), total nitrogen (totN) og total fosfor (totP). Dei kjemiske analysane er utført i samsvar med NS-EN ISO 16665. Innhaldet av organisk karbon (TOC) i sedimentet vart analysert etter EN 13137, men for å kunne nytte klassifiseringa i Miljødirektoratets rettleiar (Molvær m.fl. 1997) skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiserast for teoretisk 100 % finstoff etter nedanforståande formel, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøva:

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

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. Tidlegare vart TOC nytta som eit kvalitetselement i stadfesting av økologisk tilstand i ein vassførekommst. 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 (SFT 1997) inkluderast, men ikkje vektleggjast.

Det vart også gjort sensoriske vurderingar av prøvematerialet og målt surleik (pH) og redokspotensial (Eh) 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 T-ORP 900 platinaelektrode med intern referanseelektrode til måling av redokspotensial (Eh). pH-elektroden vert kalibrert med buffer pH 4 og 7 før kvar feltøkt. Eh-referanseelektroden gir eit halvcellepotensial på +207 mV ved 25°C , +217 mV ved 10°C og +224 mV ved 0°C (jf. **tabell 9**). Litt ulike halvcellepotensial ved ulike temperaturar ligg innanfor presisjonsnivået for denne type gransking på $\pm 25 \text{ mV}$, som oppgitt i NS 9410:2016.

BLAUTBOTNFAUNA

Sedimentet i prøva frå kvar parallel vart vasket gjennom ein rist med holdiameter på 1 mm, og gjenværande materiale vart fiksert med sprit (96 % etanol), merka med prøvestad, prøve-ID og dato, og sendt til Åkerblå AS for sortering og artsbestemming.

Miljøtilstand i høve til NS 9410:2016

Heilt opp til utsleppet vil man grunna den store lokale påverknaden ofte kunne finne få artar med ujamn individfordeling i prøvene. Følsame diversitetsindeksar vert då lite eigna til å angi miljøtilstand. Heilt opp til utsleppet (i nærsoma) gjerast vurderinga difor på grunnlag av artsantalet og artssamsetjinga etter nærmere skildring i NS 9410:2016 (**tabell 2**).

Tabell 2. Grenseverdiar til vurdering av nærsoma sin miljøtilstand (frå NS 9410:2016).

| | |
|----------------------------------|---|
| Miljøtilstand 1 | -Minst 20 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematodar i eit prøveareal på 0,2 m ² . -Ingen av artene må utgjere meir enn 65% av det totale individtalet. |
| Miljøtilstand 2 | -5 til 19 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematodar i eit prøveareal på 0,2 m ² . -Meir enn 20 individ utanom nematodar i eit prøveareal på 0,2 m ² . |
| Miljøtilstand 3 | -Ingen av artene må utgjere meir enn 90 % av det totale individtalet. |
| Miljøtilstand 4 (uakseptabel) | -1 til 4 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematodar i eit prøveareal på 0,2 m ² . |
| | -Ingen makrofauna (>1 mm) utanom nematodar i eit prøveareal på 0,2 m ² . |

Miljøtilstand i høve til rettleiar 02:2013

Stasjonar frå overgangssona og utover vert klassifisert etter grenseverdiar i rettleiar 02:2013-revidert 2015 (**tabell 3**), men det er gjort indeksbereking av alle enkeltstasjonar som inngår i granskinga.

Klassifiseringa består av eit system basert på ein kombinasjon av indeksar som inkluderer mangfald og tettleik (tal på artar og individ), samt førekommst av sensitive og forureiningstolerante artar. Det vert brukt seks ulike indeksar for å sikre best mogleg vurdering av tilstanden på botndyr. Indeksverdien for kvar indeks vert vidare omrekna til nEQR (normalisert ecological quality ratio), og gis en talverdi fra 0-1. Middelverdiane av nEQR verdien for dei fem første indeksane vert brukt til å fastsette den økologiske tilstanden på stasjonen. DI-indeksen er ikkje med i berekninga av samla økologisk tilstand (nEQR for grabbjegjennomsnitt og stasjon), etter at dette vart tilrådd 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 | | | | |
|-----------------------------|-----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 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' | 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 | 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 |

Geometriske klassar

Når botnfauna er identifisert og kvantifisert kan artene inndelast i geometriske klassar. Det vil sei at alle artar frå ein stasjon grupperast etter kor mange individ kvar art er representert med. Skalaen for dei geometriske klassene er I = 1 individ, II = 2-3 individ, III = 4-7 individ, IV = 8-15 individ per art, osv. For ytterlegare informasjon vises til Gray og Mirza (1979), Pearson (1980) og Pearson et. al. (1983). Denne informasjonen kan settast opp i ei kurve kor geometriske klassar er presentert i x- aksen og antal artar er presentert i y-aksen (**tabell 4**).

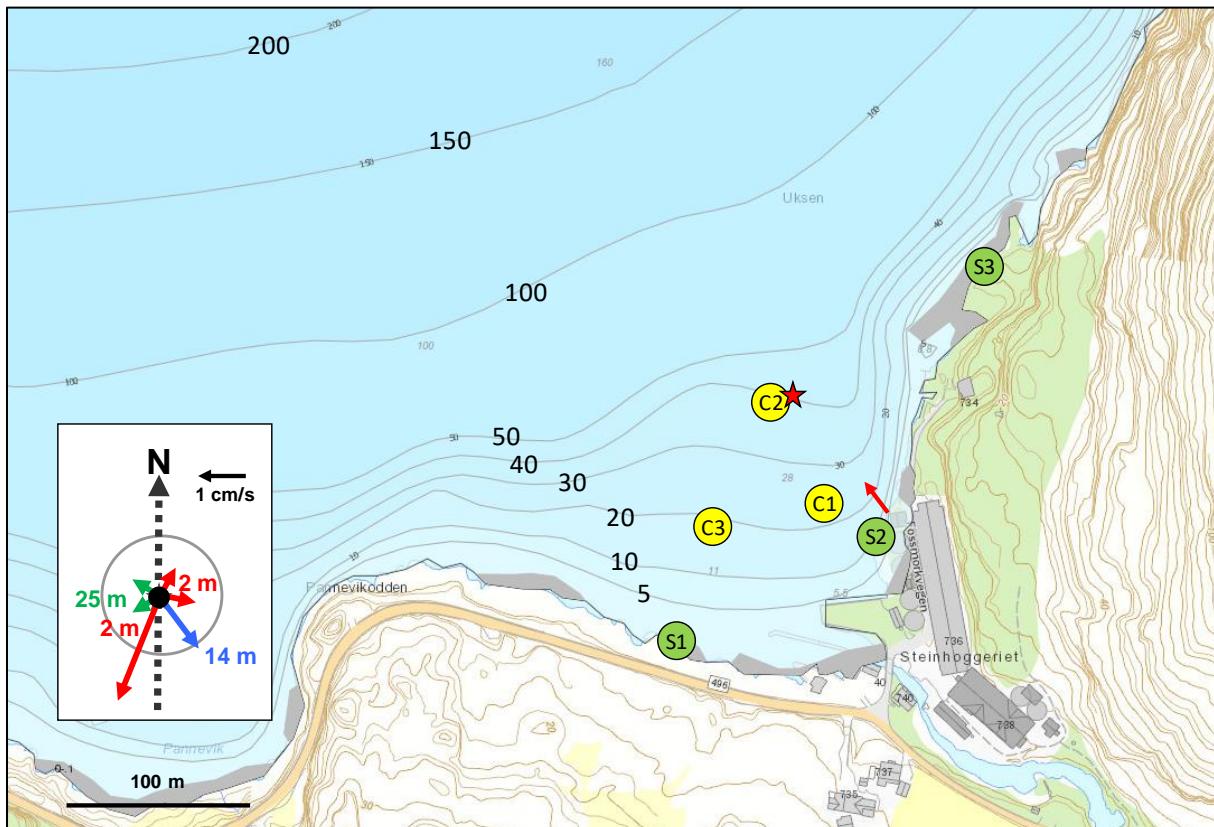
Tabell 4. Døme på inndeling i geometriske klassar.

| Geometrisk klasse | Antal individ/art | Antal 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 |

Kurveforløpet 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 få individ. eit moderat påverka samfunn vil ha eit meir avflata kurveforløp enn i eit upåverka miljø. I eit sterkt påverka miljø vil kurveforløpet variere grunna dominerande artar som førekjem i store mengder, samt at kurva vil utvidast med fleire geometriske klassar.

PRØVESTASJONAR

Plassering av stasjonar for sedimentprøvetaking vart bestemt i samråd med Fylkesmannen i Rogaland utifra plasseringa av avlaupet samt områdets topografi og straumtilhøve (**figur 3**). Prøvene vart tatt vest og nord-nordvest for avlaupet (**tabell 6**). Stasjonar vart plassert der ein forventa å få opp representativ prøve, men grunna innslag av steinbotn var det noko utfordrande å få opp prøver. Ein trong eit ekstra forsøk på stasjon C1, medan ein på stasjon C2 trong fire ekstra forsøk for å få opp representativ prøve.



Figur 3. Oversikt over stasjoner for sedimentprøvetaking, hydrografi og strandsone ved Eiane. Kartgrunnlag frå kart.kystverket.no.

Tabell 5. Posisjoner for stasjon C1-C3, samt posisjon for hydrografiprofil tatt ved avløpet.

| Stasjon | C1 | C2 | C3 |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| Posisjon nord | 58° 57,485' | 58° 57,520' | 58° 57,479' |
| Posisjon øst | 6° 10,267' | 6° 10,238' | 6° 10,222' |
| Djup | 22 m | 40 m | 21 m |
| Avstand fra avlaup | 35 m | 75 m | 80 m |

HYDROGRAFI

Temperatur, oksygen-, og saltinnhold i vassøyla vart målt til botn på stasjon C2 den 1. september 2016 (**figur 3, tabell 5**). I tillegg vart det tatt ein sondeprofil ved avlaupet den 20. april 2016 i samband med utsett av straumrigg.

STRANDSONEGRANSKING

Kartlegging og prøvetaking av fastsitjande makroalgar ved tre utvalde fjøresonestasjonar vart utført etter rettleiar 02:2013 (**figur 4, tabell 6**).

Det er utvikla to typar indekser for fastsitjande makroalgar i rettleiar 02:2013; **nedre voksegrense – MSMDI** og **multimetrisk indeks/fjærerestamfunn RSLA/RSL**. Førstnemnde er basert på lett gjenkjennelege opprette algar i sjøsona, mens sistnemnde er basert på den fysiske skildringa og artsamansetjinga i fjøresona. For kartlegging av fastsitjande makroalgar ved Eiane er det nytta metoden for multimetrisk indeks basert på kartlegging av fjærerestamfunnet.

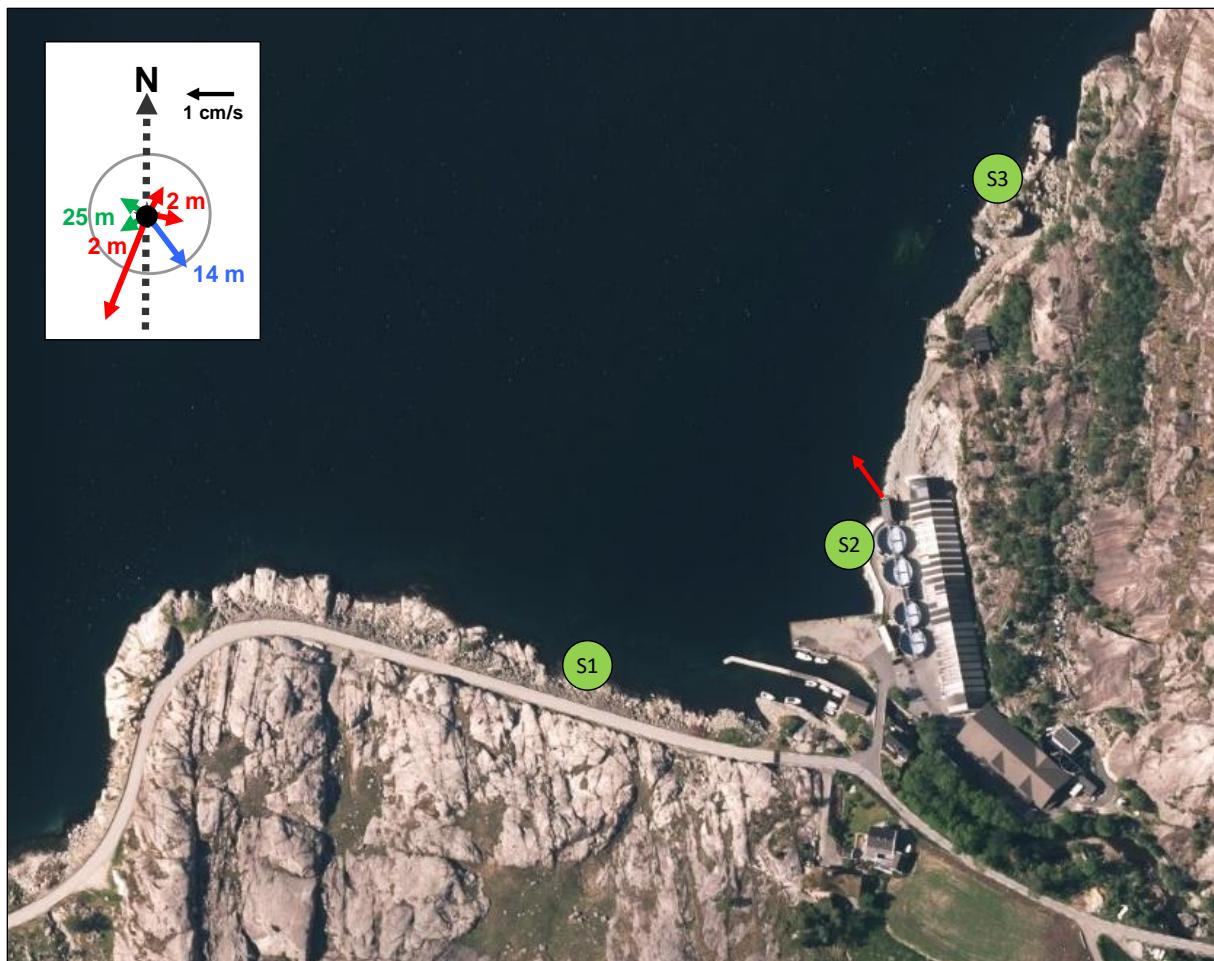
Tabell 6. Posisjoner (WGS 84), himmelretning og avstand frå anlegget for strandsonestasjonane ved Eiane 28. september 2016.

| Stasjon | S1 | S2 | S3 |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| Posisjon nord: | 58° 57,444' | 58° 57,484' | 58° 57,567' |
| Posisjon øst: | 6° 10,196' | 6° 10,315' | 6° 10,351' |
| Himmelretning: | NNØ | V | VNV |
| Avstand frå avløp: | 140 m | 25 m | 150 m |

Et avgrensa område på ca 10 m langs fjøresona vart kartlagt frå øvre strandsone til øvre sjøsone. Habitat i fjæra og fysiske tilhøve vart skildra ved hjelp av stasjonsskjema frå rettleiar 02:2013 (sjå **vedlegg 1**), deretter vart førekommstar og dekningsgrad av makroalgar og fauna estimert etter ein semikvantitativ skala frå 1-6. Denne skalaen vart revidert i 2011, men er ikkje ved dags dato inkorporert i utrekninga av multimetrisk indeks. For sjølve utrekninga av multimetrisk indeks og økologisk tilstand for fjøresona må ein difor rekne om til ein skala frå 1-4 (**tabell 7**) etter rettleiar 02:2013. Artar ein ikkje kunne identifisere i felt vart fiksert med formalin i boksar merka med stasjonsnamn, dato og prøvestad, og tatt med til laboratoriet for nærmare artsbestemming.

Tabell 7. Skala brukt i samanheng med semikvantitativ kartlegging av dekningsgrad og førekommst av fastsitjande makroalgar er delt inn i seks klassar etter 02:2013 og har eit høgare detaljnivå enn skalaen som vert nytta til utrekning av fjøresoneindeks.

| % dekningsgrad | Skala for kartlegging | Skala for indeksbereking |
|----------------|-----------------------|--------------------------|
| Enkeltfunn | 1 | 1 |
| 0-5 | 2 | 2 |
| 5-25 | 3 | |
| 25-50 | 4 | 3 |
| 50-75 | 5 | |
| 75-100 | 6 | 4 |



Figur 4. Stasjoner for gransking av strandsone ved Eiane. Kartgrunnlag frå <https://norgebilder.no>.

Stasjonsplasseringa i ein vassførekommst skal være mest mogleg lik med omsyn på hellingssgrad i fjæra, himmelretning, eksponeringsgrad og straum, jf. rettleiar 02:2013. Stasjonane ved Eiane har noko ulik himmelretning, med to stasjonar med himmelretning mot vest-nordvest og ein stasjon mot nordaust. Stasjonane har relativt lik eksponeringsgrad, men vil avhengig av vindretning vere eksponert for bølgjer på ulikt tidspunkt. Hellingsgraden er nokså lik på alle stasjonar. Ferskvasstilsигet frå elveutlaupet vil vere høgast på stasjonane nærmast elva. Stasjonane er vanskeleg å samanlikne direkte med kvarandre, men vil truleg gje eit godt samla bilet av tilstanden i fjøresona i området.

På prøvedagen var det totalt skydekke, med moderate lystilhøve. Grunna ferskvassjikt var det relativt dårlig sikt (1-4 m), med betre sikt ved stasjon S3 enn inst i vika ved Eiane. Vind- og bølgetilhøva var gode, med tilnærma vindstille og knappe 0,5 m høge bølgjer.

Vurdering av resultat

Vassførekommsten Lysefjorden-indre (ID: 0242011402-C) er kategorisert som vasstypen ferskvass-påverka beskytta fjord. Økologisk tilstand av fjærersamfunnet er vurdert etter rettleiar 02:2013 ved utrekning av multimetrisk indeks/fjøresoneindeks for vanntype RSL4; ferskvasspåverka fjord (sjå **tabell 8**). Økologisk status er berekna ut frå ei artsliste som er tilpassa vasstypen som har blitt granska. Ein viser til rettleiar 02:2013 for detaljert skildring av multimetrisk indeks.

Tabell 8. Oversikt over kvalitetselement som inngår i multimetrisk indeks av makroalgesamfunn for RSL4 – Ferskvasspåverka fjord.

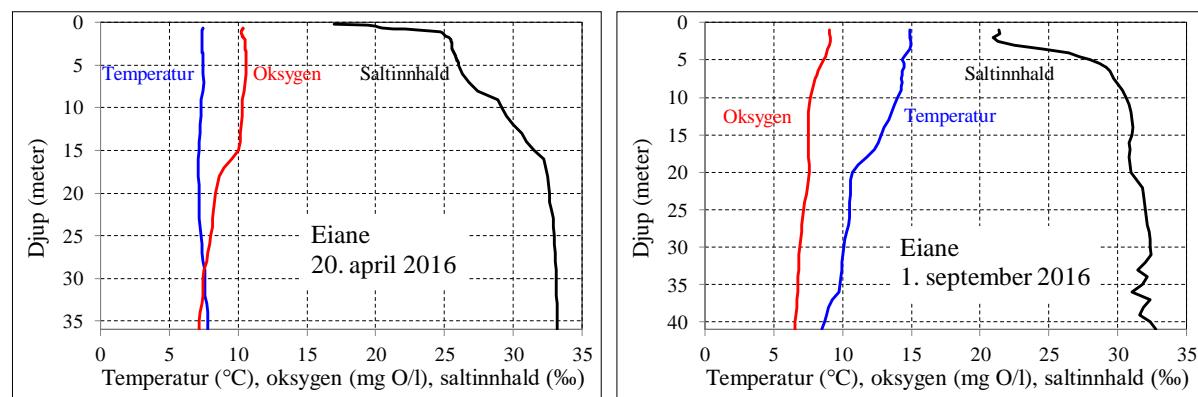
| Fjøresoneindeks Statusklassar → | Økologiske statusklassar basert på observert verdi av indeks | | | | |
|------------------------------------|--|----------------|----------------|----------------|--------------|
| | Svært god | God | Moderat | Dårlig | Svært dårlig |
| Parametrar | | | | | |
| Normalisert artsantal | >25-45 | >16-25 | >9-16 | >4-9 | 0-3 |
| % Andel grønalgar | 0-25 | >25-30 | >30-40 | >40-60 | >60-100 |
| % Andel raudalgar | >30-100 | >23-30 | >16-23 | >10-16 | 0-10 |
| ESG1/ESG2 | >0,65-1 | >0,5-0,65 | >0,35-0,5 | >0,1-0,35 | 0-0,1 |
| % Andel opportunistar | 0-16 | >16-23 | >23-36 | >36-41 | >41-100 |
| nEQR verdiar | 0,8-1,0 | 0,6-0,8 | 0,4-0,6 | 0,2-0,4 | 0-0,2 |

RESULTAT

SJIKTNING OG HYDROGRAFI

Profilen tatt 20. april 2016 ved avløpet syner eit brakkvasslag dei øvste 2 metrane, før saltinnhaldet stabiliserer seg rundt 25,5 %o ned til ca 8 m djup. Vidare ned til ca 15 m djup aukar saltinnhaldet til ca 31,5 %o, før det er relativt stabilt ned mot botn på 36 m djup (**figur 5**). Temperaturen ligg relativt jamt mellom 7 og 8 °C gjennom heile vassøyla. Oksygeninnhaldet var jamt høgt dei øvste 15 metrane, før det sokk noko ned mot botn. Ved botn på 36 m djup var oksygeninnhaldet 7,1 mg O/l (5 ml O/l), tilsvarende ei oksygenmetting på 75 %. Dette tilsvrar tilstand I = "svært god" etter rettleiar 02:2013.

Sondeprofilen tatt 1. september 2016 ved stasjon C2 syner eit brakkvasslag dei øvst 5 metrane, før saltinnhaldet stabiliserer seg noko (**figur 5**). Frå ca 10 m djup og ned mot botn på ca 41 m djup aukar saltinnhaldet svakt fra 30,6 til 32,4 %. Saltprofilen er, av ukjend orsak, noko ujamn dei nedste 10 metrane. Temperaturen var høgast i overflaten med 14,9 °C, og den sokk relativt jamt ned mot botn på ca 41 m djup, kor temperaturen var 8,5 °C. Oksygeninnhaldet sokk jamt frå overflata til botn på 41 m djup, kor innhaldet var 6,5 mg O/l (4,6 ml O/l, 69 %), tilsvarende tilstand I = "svært god".



Figur 5. Hydrografiske tilhøve i vassøyla ved avlaupet den 20. april 2016 og ved stasjon C2 den 1. september 2016.

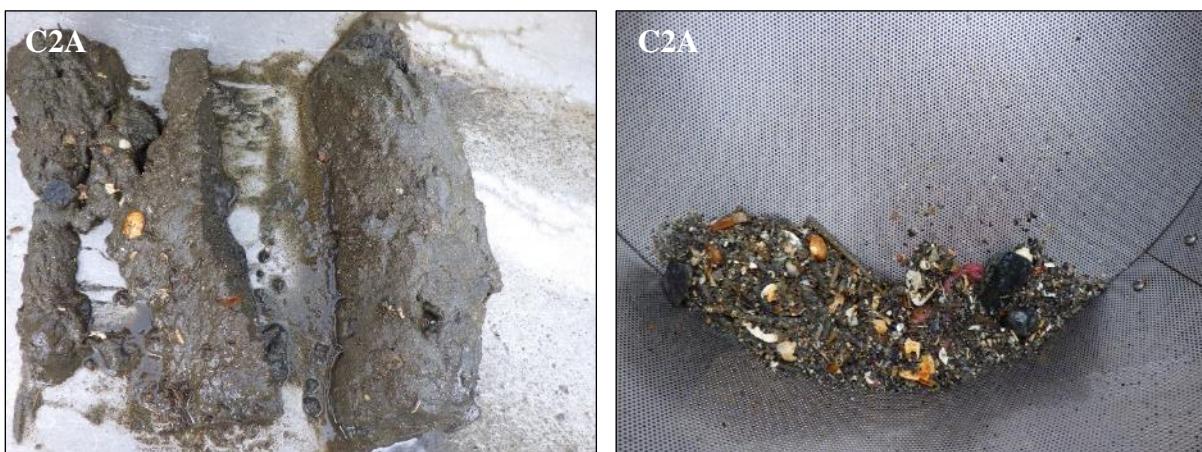
SEDIMENTKVALITET

SKILDRING AV PRØVENE

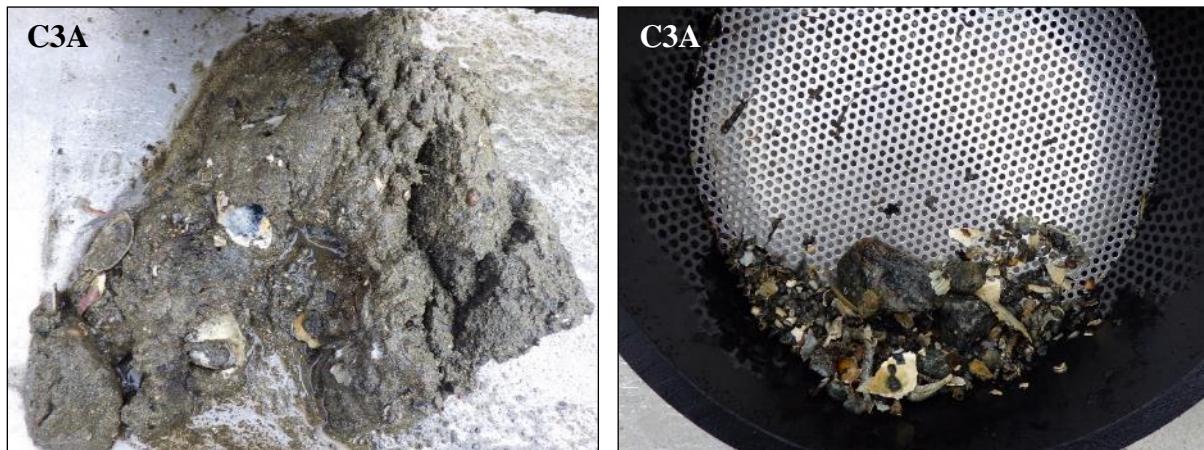
På stasjon **C1** fekk ein frå ca 22 m djup opp knapt $\frac{1}{4}$ til knapt $\frac{1}{2}$ grabb (3/7 cm) gråbrun prøve med fast til mjuk konsistens og antyding til lukt av hydrogensulfid i ein av parallellane. Prøvene bestod av ca 10 % skjelsand, 20 % grus, 50 % sand, 10 % silt og 10 % organisk materiale (**tabell 10**). Parallelane hadde pH-verdiar på 7,76 og 7,62, med tilhøyrande verdiar for redokspotensial (E_h) på høvesvis 265 og 38 mV. Parallelane hamna i tilstand 1 = "meget god" etter NS 9410:2016 (**tabell 9**).



På stasjon **C2** fekk ein frå ca 40 m djup opp vel $\frac{1}{4}$ grabb (5-6 cm) gulgrå og luktfri prøver med fast til mjuk konsistens. Prøvene bestod av ca 10 % skjelsand, 60 % sand, 30 % silt og litt grus (**tabell 10**). Parallelane hadde pH-verdiar på 7,58 og 7,77, med tilhøyrande verdiar for redokspotensial (E_h) på høvesvis 149 og 129 mV. Parallelane hamna i tilstand 1 = "meget god" etter NS 9410:2016 (**tabell 9**).



På stasjon C3 fekk ein frå ca 21 m djup opp ca ½ grabb (8-10 cm) gulgrå og luktfri prøver med fast konsistens. Prøvene bestod av ca 20 % skjelsand, 10-20 % grus, 50-60 % sand og 10 % silt (**tabell 10**). Parallelleane hadde pH-verdiar på 7,60 og 7,71, med tilhøyrande verdiar for redokspotensial (E_h) på høvesvis 247 og 189 mV. Parallelleane hamna i tilstand 1 = "meget god" etter NS 9410:2016 (**tabell 9**).



Tabell 9. Prøveskjema B2 for dei ulike parallelleane frå dei tre stasjonane frå granskingsa 1. september 2016.

| Gr | Parameter | Poeng | Prøvenummer | | | | | | |
|---|----------------------------|---------------|-------------|------|------|------|------|------|--|
| | | | C1 | | C2 | | C3 | | |
| | | | A | B | A | B | A | B | |
| I | Dyr | Ja=0 Nei=1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| II | pH | verdi | 7,76 | 7,62 | 7,58 | 7,77 | 7,60 | 7,71 | |
| | E_h | verdi | 265 | 38 | 149 | 129 | 247 | 189 | |
| | pH/ E_h | frå figur | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Tilstand prøve | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Buffertemp: 20,1 °C Sjøvasstemp: 15,3 °C Sedimenttemp: 10 °C pH sjø: 8,34 Eh sjø: 435 mV Referanseelektrode: +217 mV | | | | | | | | | |
| III | Gassbobler | Ja=4 Nei=0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Farge | Lys/grå = 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | Brun/sv = 2 | | | | | | | |
| | Lukt | Ingen = 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | Noko = 2 | | | | | | | |
| | Konsistens | Sterk = 4 | | | | | | | |
| | | Fast = 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| | | Mjuk = 2 | | | | | | | |
| | Grabb-volum | Laus = 4 | | | | | | | |
| | | <1/4 = 0 | 0 | | | | | | |
| | | 1/4 - 3/4 = 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | Tjukkleik på slamlag | > 3/4 = 2 | | | | | | | |
| | | 0 - 2 cm = 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | 2 - 8 cm = 1 | | | | | | | |
| | | > 8 cm = 2 | | | | | | | |
| SUM: | | | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | |
| Korrigert sum (*0,22) | | | 0,66 | 0,66 | 0,44 | 0,44 | 0,66 | 0,66 | |
| Tilstand prøve | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| II + III | Middelverdi gruppe II+III | | 0,33 | 0,83 | 0,22 | 0,22 | 0,33 | 0,33 | |
| III | Tilstand prøve | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |

Tabell 10. Feltskildring av sedimentprøvene som vart samla inn ved granskinga 1. september 2016.

| Stasjon | C1 a/b | C2 a/b | C3 a/b |
|-----------------------|--------------|--------|--------|
| Prøvetjukkleik (cm) | 3/7 | 6/5 | 10/8 |
| Gassbobling i prøve | Nei | Nei | Nei |
| H ₂ S lukt | Antyding/Nei | Nei | Nei |
| Primær-sediment (%): | Skjelsand | 10 | 20 |
| | Grus | 20 | 10/20 |
| | Sand | 50 | 60/50 |
| | Silt | 10 | 10 |
| | Leire | - | - |
| | Mudder | 10 | - |

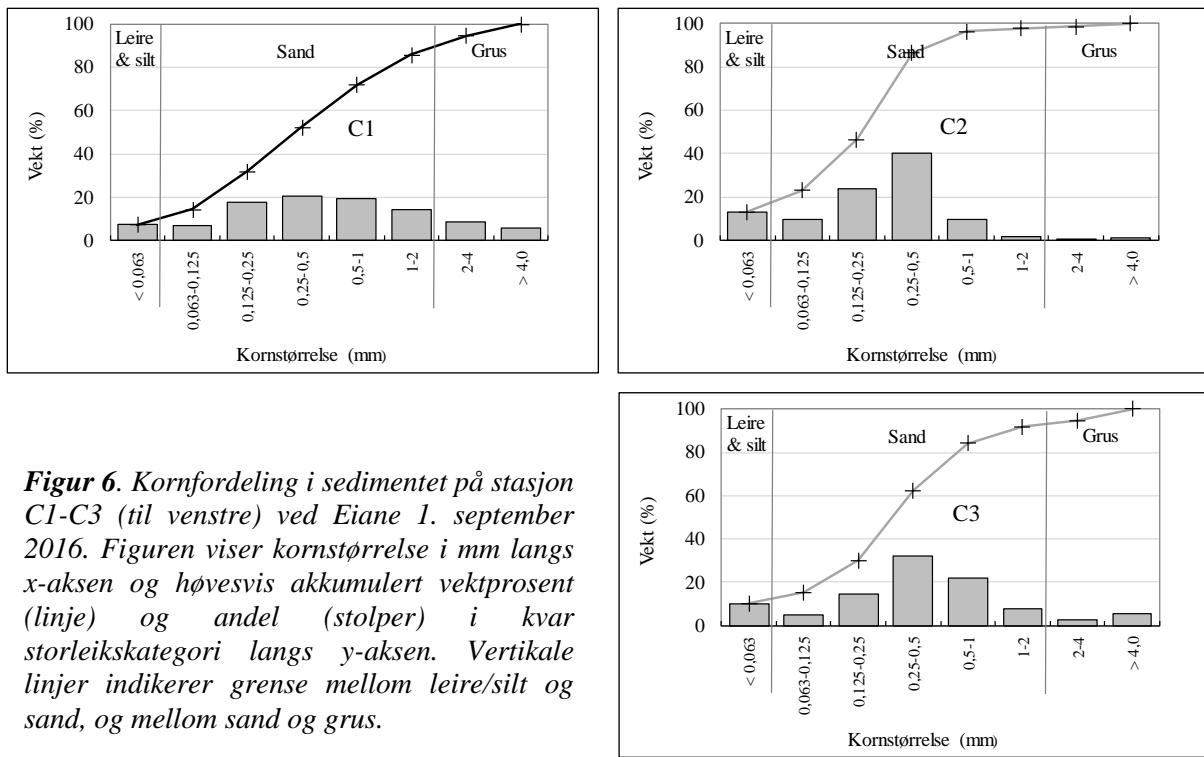
KORNFORDELING OG KJEMI

Resultatet frå kornfordelingsanalysen syner nokså like sedimentterande tilhøve på dei ulike stasjonane frå granskinga. Alle stasjonane var dominert av sand, med verdiar frå 78 til 85 %. Stasjon C1 hadde noko høgare andel grovare sediment, med ca 14 % grus. Andelen finstoff (leire og silt) var låg på alle stasjonar (**tabell 11, figur 6**).

Tørrstofffinnhaldet var høgt og nokså likt på alle stasjonar, med verdiar frå ca 61 til 71 % (**tabell 11**). Tørrstofffinnhaldet i sedimentprøver vil kunne variere, med lågt innhald i prøver med mykje organisk materiale, og høgare innhald i prøver som inneheld mykje mineralsk materiale.

Glødetapet var svært lågt og nokså likt på alle stasjonar, med verdiar frå ca 2,5 til 3,1 %. Glødetapet er eit indirekte mål på innhaldet av organisk materiale i sedimentet. Målt direkte var innhaldet av totalt organisk karbon (TOC) lågt på alle stasjonar, men når ein normaliserer verdiane for teoretisk mengde finstoff vart verdiane høgare. Stasjon C1 hamna i tilstand III = "moderat" med omsyn på normalisert TOC, medan stasjon C2 og C3 hamna i tilstand II = "god". Normalisert TOC vert berre nytta som eit supplement til vurdering av blautbotnfauna for å få informasjon om organisk belasting (02:2013).

Innhaldet av næringssalter varierte noko mellom stasjonane, men var nokså lågt på alle stasjonar. Innhaldet av metallane kopar (Cu) og sink (Zn) var innanfor bakgrunnsnivå (tilstand I) på alle stasjonar.



Tabell 11. Tørrstoff, organisk innhold, kornfordeling og innhold av fosfor, nitrogen, kopar og sink i sedimentet frå tre C-stasjoner ved Eiane 1. september 2016. Tilstand er markert med tall, som tilsvavar tilstandsklassifisering etter rettleiar 02:2013 og M-608:2016. Alle resultat for kjemi er presentert i vedlegg 3..

| Stasjon | Eining | C1 | C2 | C3 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| Leire & silt | % | 7,2 | 13,1 | 10,2 |
| Sand | % | 78,5 | 84,8 | 81,6 |
| Grus | % | 14,2 | 2,1 | 8,2 |
| Tørrstoff | % | 70,5 | 61,1 | 61,1 |
| Glødetap | % | 2,53 | 2,99 | 3,07 |
| TOC | mg/g | 12 | 9 | 10 |
| Normalisert TOC | mg/g | 28,70 | 24,64 | 26,16 |
| Fosfor (P) | mg/g | 1,9 | 2,6 | 1,2 |
| Nitrogen (N) | mg/g | 0,6 | 1 | 1 |
| Kopar (Cu) | mg/kg | 8 (I) | 6 (I) | 5 (I) |
| Sink (Zn) | mg/kg | 51 (I) | 58 (I) | 40 (I) |

BLAUTBOTNFAUNA

Detaljar omkring artar og individ for dei ulike stasjonane finn ein i **vedlegg 4**.

Stasjon C1

Det var lite dominans av enkeltartar, med forureiningstolerante artar som mest dominanterande (**tabell 15**). Stasjonen synder til god miljøtilstand med dei fleste indeksar innanfor tilstandsklasse II = "god" (**tabell 12**). Sensitivitetsindeksen ISI₂₀₁₂ hamna innanfor tilstand III = "moderat" for begge parallellane, middelverdien av desse og samla. DI-indeksen hamna innanfor tilstand I = "svært god" for grabb a og for middelverdien av dei to grabbane, medan den hamna innan tilstand III = "moderat" for grabb b.

Vurdert samla for alle indeksar er stasjon C2 best karakterisert ved tilstandsklasse II = "god" i høve til rettleiar 02:2013, per 1. september 2016, men med indeksverdiar i det nedre spekteret av tilstandsklassa. Stasjonen framstår som lite påverka.

Tabell 12. Artsantal (S), individantal (N), jamleiksindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), NQI1-indeks, artsmangfald 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 C1 i Eiane 1. september 2016. Middelverdi for grabb a, b og c angitt som \bar{G} , mens stasjonsverdien er angitt som \dot{S} . Til høgre for sistnemte kolonner står middelverdien for nEQR-verdiane for samlege indekser unntatt DI-indeksen. Tilstandsklassar er angitt med farge etter tabell 3. Enkeltresultat er presentert i vedlegg 4.

| Eiane C1 | a | b | \bar{G} | \dot{S} | nEQR \bar{G} | nEQR \dot{S} |
|---------------|--------|--------|-----------|-----------|----------------|----------------|
| S | 27 | 35 | 31,0 | 39 | | |
| N | 150 | 326 | 238,0 | 476 | | |
| J' | 0,774 | 0,699 | 0,737 | 0,706 | | |
| H'_{max} | 4,755 | 5,129 | 4,942 | 5,285 | | |
| NQI1 | 0,680 | 0,691 | 0,685 | 0,688 | 0,658 | 0,661 |
| H' | 3,681 | 3,586 | 3,634 | 3,733 | 0,670 | 0,681 |
| ES_{100} | 22,660 | 23,360 | 23,010 | 23,580 | 0,671 | 0,677 |
| ISI_{2012} | 7,200 | 7,354 | 7,277 | 7,450 | 0,566 | 0,592 |
| NSI | 20,113 | 20,853 | 20,483 | 20,618 | 0,619 | 0,625 |
| DI | 0,126 | 0,463 | 0,295 | 0,295 | | |
| Samlet | | | | | 0,637 | 0,647 |

Stasjon C2

Det var lite dominans av enketartar, med ein blanding av forureiningstolerante og forureiningssensitive artar som mest dominerer (tabell 15). Stasjonen syner til god miljøtilstand for nesten alle indeksar med verdiar innanfor tilstandsklasse II = "god" (tabell 13). ISI_{2012} -indeksen for grabb a hamna innan tilstand I = "svært god", medan DI-indeksen hamna innan tilstand I = "svært god" for begge grabbane og for grabbane samla. Vurdert samla for alle indeksar er stasjon C2 best karakterisert ved tilstandsklasse II = "god" i høve til rettleiar 02:2013, per 1. september 2016. Stasjonen framstår som upåverka.

Tabell 13. Artsantal (S), individantal (N), jevnhetindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), AMBI-indeks, NQI1-indeks, artsmangfald 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 C2 i Eiane, 1. september 2016. Tilstandsklassar er angitt med farge etter tabell 3. Enkeltresultat er presentert i vedlegg 4. Se også tabelltekst i tabell 12.

| Eiane C2 | a | b | \bar{G} | \dot{S} | nEQR \bar{G} | nEQR \dot{S} |
|---------------|--------|--------|-----------|-----------|----------------|----------------|
| S | 43 | 52 | 47,5 | 66 | | |
| N | 210 | 208 | 209,0 | 418 | | |
| J' | 0,713 | 0,763 | 0,738 | 0,718 | | |
| H'_{max} | 5,426 | 5,700 | 5,563 | 6,044 | | |
| NQI1 | 0,705 | 0,744 | 0,725 | 0,735 | 0,699 | 0,710 |
| H' | 3,867 | 4,350 | 4,108 | 4,339 | 0,723 | 0,749 |
| ES_{100} | 30,000 | 33,880 | 31,940 | 33,410 | 0,776 | 0,793 |
| ISI_{2012} | 9,649 | 8,538 | 9,094 | 9,480 | 0,752 | 0,789 |
| NSI | 22,746 | 22,858 | 22,802 | 22,802 | 0,712 | 0,712 |
| DI | 0,272 | 0,268 | 0,270 | 0,270 | | |
| Samlet | | | | | 0,732 | 0,751 |

Stasjon C3

Ein art, *Prionospio cirrifera*, utgjorde ca 45 % av individua på stasjonen, men det var elles lite dominans av enketartar. Dei mest dominerande artane var ein blanding av forureiningstolerante og forureiningssensitive artar, der *Prionospio cirrifera* er klassifisert som ein forureiningstolerant art

(tabell 15). Stasjonen syner jamt over til god miljøtilstand, med nesten alle indeksar innan tilstandsklasse II = "god" (tabell 14). ISI₂₀₁₂-indeksen for grabb a hamna innan tilstand III = "moderat", medan DI indeksen hamna innan tilstand IV = "dårlig". Stasjon C3 synast best karakterisert ved tilstandsklasse II = "god" i høve til rettleiar 02:2013, per 1. september 2016.

Tabell 14. Artsantal (*S*), individantal (*N*), jevnhetssindeks (*J'*), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), AMBI-indeks, NQII-indeks, artsmangfald uttrykt ved Shannon-Wiener (H') og Hurlberts indeks (ES_{100}), ISI₂₀₁₂-indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C3 ved Eiane, 1. september 2016. Tilstandsklassar er angitt med farge etter tabell 3. Enkeltresultat er presentert i vedlegg 4. Se også tabelltekst i tabell 12.

| Eiane C3 | a | b | Ĝ | Ś | nEQR Ĝ | nEQR Ś |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------------|--------------|
| S | 53 | 59 | 56,0 | 75 | | |
| N | 503 | 472 | 487,5 | 975 | | |
| J' | 0,581 | 0,659 | 0,620 | 0,599 | | |
| H'_{max} | 5,728 | 5,883 | 5,805 | 6,229 | | |
| NQII | 0,661 | 0,702 | 0,682 | 0,689 | 0,654 | 0,662 |
| H' | 3,329 | 3,876 | 3,603 | 3,731 | 0,667 | 0,681 |
| ES_{100} | 24,410 | 28,460 | 26,435 | 26,920 | 0,711 | 0,717 |
| ISI ₂₀₁₂ | 7,355 | 8,069 | 7,712 | 8,184 | 0,620 | 0,665 |
| NSI | 21,962 | 21,991 | 21,977 | 21,976 | 0,679 | 0,679 |
| DI | 0,652 | 0,624 | 0,638 | 0,638 | | |
| Samlet | | | | | 0,666 | 0,681 |

Tabell 15. Dei ti hyppigast førekommende artar på stasjon C1-C3 ved Eiane.

| Arter st. C1 | % | kum % | Arter st. C2 | % | kum % |
|--|-----|-------|--------------------------------|-----|-------|
| <i>Scoloplos armiger</i> | 34 | 34,0 | <i>Prionospio cirrifera</i> | 33 | 33,0 |
| Edwardsiidae | 15 | 49,0 | <i>Pholoe baltica</i> | 10 | 43,0 |
| <i>Cirratulus cirratus</i> | 6,9 | 55,9 | <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 7,4 | 50,4 |
| <i>Thyasira sarsi</i> | 5,3 | 61,2 | <i>Chaetozone setosa</i> | 3,6 | 54,0 |
| <i>Prionospio cirrifera</i> | 4,0 | 65,2 | <i>Galathoweni oculata</i> | 3,3 | 57,3 |
| <i>Pholoe baltica</i> | 3,4 | 68,6 | <i>Ampelisca sp.</i> | 3,3 | 60,6 |
| Nemertea | 2,9 | 71,5 | <i>Amphiura chiajei</i> | 2,9 | 63,5 |
| <i>Strongylocentrotus cf. pallidus</i> | 2,3 | 73,8 | <i>Ophiuroidea</i> | 2,4 | 65,9 |
| <i>Cerianthus lloydii</i> | 2,3 | 76,1 | <i>Ophiura robusta</i> | 2,2 | 68,1 |
| <i>Eteone flava</i> | 2,1 | 78,2 | <i>Polycirrus norvegicus</i> | 1,9 | 70,0 |

| Arter st.C3 | % | kum % |
|-----------------------------|-----|-------|
| <i>Prionospio cirrifera</i> | 45 | 45,0 |
| Lumbrineridae | 5,8 | 50,8 |
| Edwardsiidae | 5,6 | 56,6 |
| <i>Thyasira sarsi</i> | 4,3 | 60,9 |
| <i>Scoloplos armiger</i> | 4,2 | 65,1 |
| <i>Cerianthus lloydii</i> | 4,0 | 69,1 |
| Nemertea | 2,6 | 71,7 |
| <i>Glycera alba</i> | 2,4 | 74,1 |
| <i>Ophiura slbida</i> | 2,3 | 76,4 |
| <i>Philine sp.</i> | 2,1 | 78,5 |

FJØRESONE

Stasjon S1

Fjøresonestasjon S1 består av oppsprukke fjell med varierande hellingsgrad. Marebek vekst i supralitoralen, medan ein i øvste delar av strandsona finn måsegrønske (*Prasiola stipitata*) i eir område som framstår som ete-/rasteplass for sjøfugl. Nedst i strandsona, og vidare ned i øvre sjøsone, veks eit smalt samanhengande belte av blæretang, med undervegetasjon av fjøreblod (*Hildenbrandia rubra*).

I overgangen mellom strand- og sjøsone veks eit smalt samanhengande belte av vorteflik (*Mastocarpus stellatus*). Ein finn nokre flekker med til dels mykje av grønalgeslekta *Ulva*. Nedanfor dette finn ein eit flekkvis belte av blåskjel (*Mytilus edulis*), før eit 5-10 m breitt belte av sagtang dominerer ned til ca 3 m djup. Blant sagtang finn ein førekommst av fingertare (*Laminaria digitata*) i den vestlege delen av transekettet, og generelt flekkvise førekommstar av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og skolmetang (*Halidrys siliquosa*). Som undervegetasjon finn ein krusflik (*Chondrus crispus*), vorteflik og vanleg grøndusk (*Cladophora rupestris*). Det er ein del påvekstalgar, mellom anna rekeklo (*Ceramium sp.*), brunslisli (*Ectocarpus sp.*) og grøndusk (*C. sericea/albida*).

Av fauna var fjørerur (*Semibalanus balanoides*) vanleg førekommende lågt i strandsona, medan strandsnigel (*Littorina littorea*) førekomm spreitt i øvre sjøsone. Blåskjel var dominerande i øvre sjøsone. Det var stadvis mykje posthornmakkjar (*Spirorbis spirorbis*) på sagtang.



Figur 7. Fjærerstasjon S1. **Øvst:** Oversikt over stasjon for kartlegging av fastsitjande makroalgar (et ca 10 m belte markert med rødt). **Midten:** Detaljbilete av strandsona med blæretang (til venstre) og måsegrønske (til høgre). **Nedst:** Detaljbilete av øvre sjøsone med sagtang og grisetang (t. v.) og blåskjel (t. h.).

Stasjon S2

Fjøresonestasjon S2 består av konstruert strand i form av små, middels og store kampesteinar med moderat hettingsgrad. Det er generelt lite algevekst i strandsona, anna enn spreidde individ av fjørehinne (*Porphyra sp.*) på undersida av steinar, og litt grønalgar, før eit belte med blæretang i overgangen mellom strand- og sjøsone.

Øvst i øvre sjøsone veks eit samanhengande belte av blæretang, etterfølgd av sagtang med flekker av fingertare innimellom. Tang og tare er sterkt overgrodd av trådforma brun-, grøn- og raudalgar, spesielt brunsli dominerer. Som undervegetasjon finn ein flekkvise førekommstar av krusflik og vorteflik, samt diverse *Polysiphonia*-artar. Fjøreblod dominerer på Stein i øvre delar av sjøsona.

Av fauna finn ein mykje fjørerur i øvre sjøsone, og spreidde førekommstar av olbogeskjel og strandsnigle. Krosstroll (*Asterias rubens*) er vanleg førekommende.



Figur 8. Fjærrestasjon S2. Øvst: Oversikt over stasjon for kartlegging av fastsittande makroalgar (et ca 10 m belte markert med rødt). Midten: Detaljbilete av strandsona med artsattig konstruert strand (til venstre) og fjørehinne (til høgre). Nedst: Detaljbilete av øvre sjøsone med store mengder brunsli (t. v.) og laksesnøre, silkegrøndusk, brunsli og *Ceramium sp.* (t. h.).

Stasjon S3

Fjøresonestasjon S3 består av bratt til vertikalt fjell. Supralitoralt veks marebek etterfølgt av fjørebek høgt i strandsona. I overgangen mellom strand- og sjøsone veks eit tilnærma samanhengande belte av blæretang, brote opp av enkelte flekker av grisetang og rur.

Øvst i sjøsone veks eit smalt belte av vorteflik, før ein finn eit ca 40 cm breitt belte med blåskjel. Deretter veks enda eit smalt belte av vorteflik, før ein finn eit område med blanda førekommst av vanleg grøndusk, fingertare og sagtang. Under dette området veks eit 1-2 m breitt belte av skolmetang. Djupare ned i sjøsone veks ein del meir sagtang. Det er generelt lite undervegetasjon, men mykje påvekst på sagtang av silkegrøndusk og diverse *Polysiphonia* og *Ceramium*.

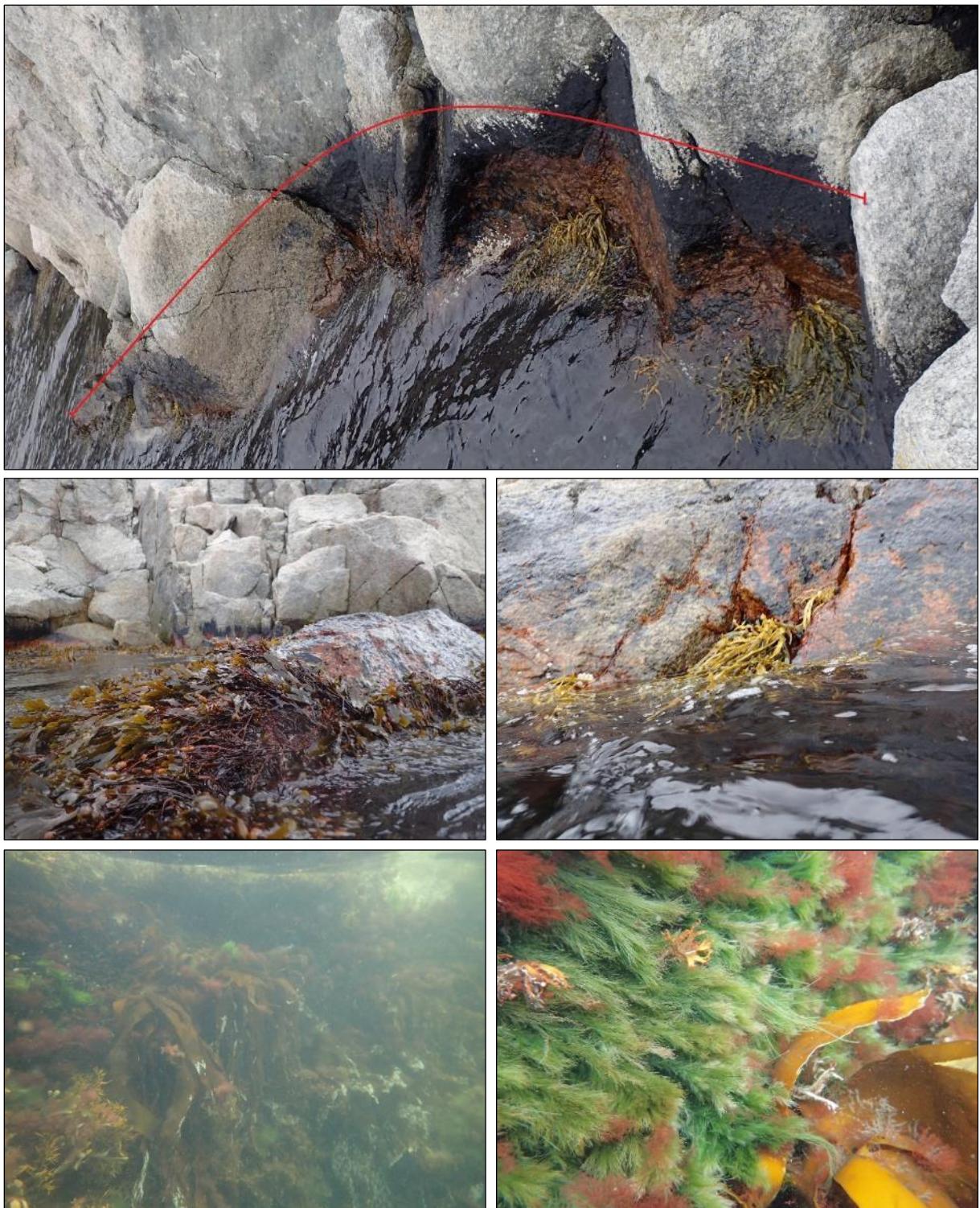
Av fauna er det til dels mykje sjønellik (*Metridium senile*) og nokre krosstroll i blåskjelbeltet. Ein finn strandsnigel i sprekker, og olbogeskjel spreitt i strandsona.

Tilstand fjøresone

Stasjon S1 og S2 hamna i tilstand II = "god", medan stasjon S3 hamna i tilstand I = "svært god". nEQR-verdien varierte mellom dei tre stasjonane, med lågast verdi med 0,691 på stasjon S2 næraast avløpet, og høgast verdi med 0,820 på stasjon S3 lengst unna avløpet mot nord. Den dominante straumretninga ved avløpet er mot sør, dvs. mot stasjon S1 og S2. Samstundes er desse to stasjonane mest påverka av ferskvassstilførsler frå det nærliggjande vassdraget Eiaåna. Stasjon S3 er truleg også noko meir utsett for bølgjer enn dei to andre stasjonane. Ein observerte mest trådforma opportunistiske algar ved stasjon S2, og stasjonen framstod visuelt som noko påverka av organiske tilførsler, spesielt frå om lag 1-2 m djup, noko den lågare totalindeksen og ein ESG1/ESG2-verdi innan tilstand III = "moderat" støttar. Totalt gjev dette eit intrykk av lokal påverknad av avløpet og avrenning frå land via Eiaåna, men med ein strandsone som framleis framstår med god økologisk tilstand.

Tabell 16. Klassifisering av økologisk tilstand med fjæreindeks RSL4 – Ferskvasspåverka fjord ved stasjon S1-S3, etter rettleiar 02:2013 .

| Parameter | S1 - Griseskjerhola | S2 - Litleneset | S3 - Griseryggen |
|----------------------------|---------------------|-----------------|------------------|
| Sum antal artar | 21 | 24 | 22 |
| Normalisert artsantal | 25,41 | 29,04 | 28,38 |
| % andel grønalgar | 19,05 | 25,00 | 18,18 |
| % andel raudalgar | 38,10 | 41,67 | 45,45 |
| Forhold ESG1/ESG2 | 0,75 | 0,41 | 0,69 |
| % andel opportunistar | 28,57 | 29,17 | 18,18 |
| Fjærepotensial | 1,21 | 1,21 | 1,29 |
| nEQR | 0,768 | 0,691 | 0,820 |
| Status vasskvalitet | God | God | Svært God |



Figur 9. Fjærerstasjon S3. **Øvst:** Oversikt over stasjon for kartlegging av fastsitjande makroalgar (et ca 10 m belte markert med rødt). **Midten:** Detaljbilete av strandsona med belte av blæretang (til venstre) og flekkvis forekomst av grisetang (til høyre). **Nedst:** Detaljbilete av øvre sjøsone med belte av sagtang, blåskjel og fingertare med diverse påvekstalgars (t. v.) og undervegetasjon av vanleg grøndusk og laksesnøre (t. h.).

DISKUSJON

HYDROGRAFI

Målingane av hydrografi synar at oksygennivået noko frå ca 15 m djup, men at botnvatnet på ca 40 m djup utanfor utsleppet har høgt oksygeninnhald med 6,5 – 7,1 mg O₂/l (69-75 %) tilsvarande tilstand I = "svært god".

SEDIMENTKVALITET

Det var nokså like sedimenterande tilhøve på dei ulike stasjonane. Sand var dominerande fraksjon på alle stasjonar, og utgjorde 78-85 % av sedimentet. Andelen finstoff (leire og silt) var låg på alle stasjonar. Kornstorleksfordelinga innanfor kategorien sand var tilnærma normalfordelt, med høgast andel mellomstore sandkorn og lågare andel større og mindre sandkorn. Dette kan tyde på skiftande botnstraum med tidvis sedimentering og tidvis utvasking av finsediment.

Analysar av tørrstoff og glødetap synte at det var høgt innhald av mineralsk stoff i sedimentet i området. Det var nokså lågt til moderat innhald av normalisert TOC på stasjonane. Stasjon C1 hamna i tilstand III = "moderat", men nært tilstand II, og dei to andre stasjonane i tilstand II = "god". Innhaldet av metall i sedimentet var innanfor bakgrunnsnivå på alle stasjonar, og det var lite variasjon mellom stasjonane.

BLAUTBOTNFAUNA

Vurdering og klassifisering av økologisk miljøtilstand for blautbotnfauna synte at alle tre stasjonar hamna i tilstand II = "god". Stasjon C2 framstod som tilnærma upåverka, medan stasjon C1 og C3 hadde lågare indeksverdi og framstod som lite påverka. Ein såg også noko meir dominans av forureiningstolerante artar ved stasjon C1. Dette syner at den svake nordgående overflatestraumen i liten grad bringer med seg organisk materiale frå avløpet, og at det meste av organiske tilførslar hamnar sør til sørvest for avløpet, noko straumtilhøva også tilseier (sjå Brekke 2017).

FJØRESONE

Vurdering av økologisk miljøtilstand for fjøresonestasjon synte at stasjon S1 og S2 hamna i tilstand II = "god", medan S3 hamna i tilstand I = "svært god". Stasjon S3, nord for avløpet, framstår dermed som upåverka av organiske tilførslar. Stasjon S2, ca 150 m sørvest for avløpet, var i liten grad påverka av organiske tilførslar, med ein totalindeks i øvre sjikt av tilstandsklasse 2. Sjølv om stasjon S2 hamna i tilstand 2 = "god", såg ein her teikn til noko organisk påverknad. Dette gjaldt spesielt visuelt, med førekommst av diverse trådforma brunalgar på vel 1-2 m djup. Noko som også gjenspeglast av eit forhold mellom hurtigvaksande og saktevaksande algar som hamna i tilstandsklasse III = "moderat", og ein lågare totalindeksverdi.

VURDERING AV ØKOLOGISK TILSTAND

Sjøområdet utanfor Eiane tilhører vassførekomen Lysefjorden-indre (fjordkatalognummer 02.42.01.14.02-C). Vassførekomen er etter EUs vassdirektiv klassifisert som "svært god".... og er av typen M4 = "**ferskvasspåverka beskytta fjord**" basert på følgjande:

- Økoregion Nordsjøen sør
- Polyhalin 18 – 30 %o
- Beskytta
- Permanent lagdelt

Det er generelt funne gode miljøtilhøve for hydrografi, sediment, blautbotnfauna og fjøresone i sjøområdet utanfor Eiane (**tabell 17**). Granskinga syner at området nord for avløpet er tilnærma upåverka av organiske tilførslar, medan området ved og sør til sørvest for avløpet er lite påverka av organiske tilførslar.

Tabell 17. Samanstilling av økologisk tilstand for delparametare og totalt for området utanfor Eiane.

| | Eiane | | | | | |
|---|------------------|----|----|----|----|----|
| | C1 | C2 | C3 | S1 | S2 | S3 |
| Biologiske kvalitetselementar | | | | | | |
| Botnfauna | II | II | II | - | - | - |
| Fjærersamfunn | - | - | - | II | II | I |
| Fysisk-kjemiske kvalitetselementar | | | | | | |
| Oksygen (ml O ₂ /l) | - | I | - | - | - | - |
| Oksygen metting (%) | - | I | - | - | - | - |
| TOC i sediment | III | II | II | - | - | - |
| Miljøgift | I | I | I | - | - | - |
| Økologisk tilstand | God | | | | | |
| Kjemisk tilstand | Udefinert | | | | | |

Påverknaden av organiske tilførslar frå verksemda synast å vere avgrensa til lokalt i bukta utanfor Eiane, og dagens utslepp har liten til ingen påverknad på tilstanden elles i vassførekomen Lysefjorden.

REFERANSAR

- Brekke, E. 2017. Straummåling ved avløpet til settefiskanlegget på Eiane i Forsand kommune. *Rådgivende Biologer AS, rapport 2360, 35 sider.*
- Direktoratgruppa Vanndirektivet 2013. Rettleiar 02:2013 – revidert 2015 - Klassifisering av miljøtilstand i vann. *229 sider.*
- Gray, J. S. & F. B. Mirza 1979. A possivart method for the detection of pollution-induced disturbances on marine benthic communities. *Marine Pollution Bulletin 10: 142-146.*
- Miljødirektoratet M-350:2015. Håndtering av sedimenter. *103 sider.*
- Miljødirektoratet M-608:2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. *24 sider.*
- Norsk Standard NS 9410:2016. Miljøovervåking av bunnpåvirkning frå marine akvakulturanlegg. *Standard Norge, 29 sider.*
- Norsk Standard NS-EN ISO 5667-19:2004. Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder. *Standard Norge, 14 sider.*
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna. *Standard Norge, 21 sider.*
- Norsk Standard NS-EN ISO 19493:2007. Vannundersøkelse. Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hard botn. *Standard Norge, 21 sider.*
- Pearson, T. H. 1980. Macrofauna of fjords. In: Freeland, H.J., Farmer, D.M., Levings, C.D. (Eds.), NATO Conf. Ser., 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*

VEDLEGG

Vedlegg 1. Stasjonsskjema for strandsonegransking for stasjon S1, S2 og S3 ved Eiane 28. september 2016.

| Generell informasjon | | | |
|---|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Navn på/fjæra/Stasjon) | Eiane St 1 | | |
| Vanntype: | Ferskvannspåvirket fjord | | |
| Koordinatttype (EU98, WGS84, UTM m/sone, STATENS SJØKART, etc.) | WGS 84 | | |
| Nord | 58°57,444' | Dato: | 28.09.2016 dd.mm.yyyy |
| Øst | 6°10,196' | Tid: | 16:50 hh:mm |
| | | Vannstand over lavann | 0,57 0,0 m |
| | | Tid for lavann | 15:40 hh:mm |
| Beskrivelse av fjæra | | | |
| Turbid vann ? (ikke antropogent) | Ja = 0, Nei = 2 | Svar : | 2 |
| Sandskuring ? | Ja = 0, Nei = 2 | Svar : | 2 |
| Kalkstein ? | Ja = 0, Nei = 2 | Svar : | 2 |
| Poeng: 6 | | | |
| Dominerende fjæretypet (Habitat) | | | |
| Små kløfter/ sterkt oppsprukket fjell/ overheng/ Platformer | Ja = 4 | Svar: | 1 |
| Oppsprukket fjell | Ja = 3 | Svar: | 3 |
| Små, middels og store kampestein | Ja = 3 | Svar: | 1 |
| Bratt / Vertikalt fjell | Ja = 2 | Svar: | 1 |
| Uspesifisert hardt substrat | Ja = 2 | Svar: | 1 |
| Små og store steiner | Ja = 1 | Svar: | 1 |
| Shingle/grus | Ja = 0 | Svar: | 1 |
| Poeng: 3 | | | |
| Andre fjæretyper (Subhabitat) | | | |
| (>3 m bred og <50cm dyp) | Ja = 4 | Svar: | 1 |
| Store fjærepytter (>6 m lang) | Ja = 4 | Svar: | 1 |
| Dype fjærepytter (50 % >100cm) | Ja = 4 | Svar: | 1 |
| Mindre fjærepytter | Ja = 3 | Svar: | 1 |
| Store huler | Ja = 3 | Svar: | 1 |
| Større overheng og vertikalt fjell | Ja = 2 | Svar: | 1 |
| Andre habitat typer (spesifiser) | Ja = 2 | Svar: | 1 |
| Ingen | Ja = 0 | Svar: | 1 |
| Poeng: 0 | | | |
| Forekomst | | | |
| Enkeltfunn = 1 Spredt = 2 Vanlig = 3 Dominerende = 4 | | | |
| Grisetang | 2 | 1 | 4 |
| Blekretang | 1 | 1 | 1 |
| Mosaikk av rødalger | 1 | 1 | 1 |
| Grønnalger | 2 | 1 | 1 |
| Blåskjell | 1 | 1 | 4 |
| Rur | 1 | 1 | 3 |
| Albueskjell | 1 | 1 | 1 |
| Strandsnegl | 2 | 1 | 1 |
| Sjøpinnsvin i sjøsonen | 1 | 1 | 1 |
| Justering for norske forhold: 3 | | | |
| Sum poeng: 12 | | | |
| FJÆREPOTENSIAL 1,21 | | | |
| Generelle kommentarer | | | |

| Generell informasjon | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|-----------------------|--|---|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|---|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|
| Navn på/fjæra(Stasjon) | Eiane St 2 | Dato: | 28.09.2016 dd.mm.yyyy | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vanntype: | Ferskvannspåvirket fjord | Tid: | 15:30 hh:mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Koordinattype (EU98, WGS84, UTM m/zone, STATENS SJØKART, etc.) | WGS 84 | Vannstand over lavann | 0,57 0,0 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nord | 58°57,484' | Tid for lavann | 15:40 hh:mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Øst | 6°10,315' | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beskrivelse av fjæra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Turbid vann ? (ikke antropogent) | Ja = 0, Nei = 2 | Svar : | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>2</td></tr></table> | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sandskuring ? | Ja = 0, Nei = 2 | Svar : | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>2</td></tr></table> | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kalkstein ? | Ja = 0, Nei = 2 | Svar : | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>2</td></tr></table> | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dominerende fjærtype (Habitat) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Små kløfter/ sterkt oppsprukket fjell/ overheng/ Platformer | Ja = 4 | Svar: | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oppsprukket fjell | Ja = 3 | Svar: | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Små, middels og store kampestein | Ja = 3 | Svar: | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>3</td></tr></table> | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bratt / Vertikalt fjell | Ja = 2 | Svar: | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Uspesifisert hardt substrat | Ja = 2 | Svar: | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Små og store steiner | Ja = 1 | Svar: | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Shingle/grus | Ja = 0 | Svar: | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Andre fjærtyper (Subhabitat) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (>3 m bred og <50cm dyp) | Ja = 4 | Svar: | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Store fjærepytter (>6 m lang) | Ja = 4 | Svar: | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dype fjærepytter (50 % >100cm) | Ja = 4 | Svar: | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mindre fjærepytter | Ja = 3 | Svar: | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Store huler | Ja = 3 | Svar: | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Større overheng og vertikalt fjell | Ja = 2 | Svar: | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Andre habitat typer (spesifiser) | Ja = 2 | Svar: | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ingen | Ja = 0 | Svar: | <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Forekomst | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Enkeltfunn = 1 Spredt = 2 Vanlig = 3 Dominerende = 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> | | | | | | | | | | | 4 | | | | | | | | 4 | | | | | | | | | | | 3 | | | 2 | | | | 2 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Justering for norske forhold: 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sum poeng: 12 FJÆREPOTENSIAL 1,21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Generelle kommentarer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Generell informasjon | | | | | |
|--|--------------------------|-----------------------|---|---------------------------------|--|
| Navn på/fjæra(Stasjon) | Eiane St 3 | Dato: | 28.09.2016 dd.mm.yyyy | | |
| Vanntype: | Ferskvannspåvirket fjord | Tid: | 14:10 hh:mm | | |
| Koordinattype (EU98, WGS84, UTM m/zone, STATENS SJØKART, etc.) | WGS 84 | Vannstand over lavann | 0,57 0,0 m | | |
| Nord | 58°57,567' | Tid for lavann | 15:40 hh:mm | | |
| Øst | 6°10,351' | | | | |
| Beskrivelse av fjæra | | | | | |
| Turbid vann ? (ikke antropogent) | Ja = 0, Nei = 2 | Svar : | <table border="1"><tr><td>2</td></tr></table> | 2 | |
| 2 | | | | | |
| Sandskuring ? | Ja = 0, Nei = 2 | Svar : | <table border="1"><tr><td>2</td></tr></table> | 2 | |
| 2 | | | | | |
| Kalkstein ? | Ja = 0, Nei = 2 | Svar : | <table border="1"><tr><td>2</td></tr></table> | 2 | |
| 2 | | | | | |
| Dominerende fjæretypen (Habitat) | | | | | |
| Små kløfter/ sterkt oppsprukket fjell/ overheng/ Platformer | Ja = 4 | Svar: | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | | |
| | | | | | |
| Oppsprukket fjell | Ja = 3 | Svar: | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | | |
| | | | | | |
| Små, middels og store kampestein | Ja = 3 | Svar: | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | | |
| | | | | | |
| Bratt / Vertikalt fjell | Ja = 2 | Svar: | <table border="1"><tr><td>2</td></tr></table> | 2 | |
| 2 | | | | | |
| Uspesifisert hardt substrat | Ja = 2 | Svar: | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | | |
| | | | | | |
| Små og store steiner | Ja = 1 | Svar: | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | | |
| | | | | | |
| Shingle/grus | Ja = 0 | Svar: | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | | |
| | | | | | |
| Andre fjæretyper (Subhabitat) | | | | | |
| (>3 m bred og <50cm dyp) | Ja = 4 | Svar: | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | | |
| | | | | | |
| Stone fjærepyster (>6 m lang) | Ja = 4 | Svar: | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | | |
| | | | | | |
| Dype fjærepyster (50 % >100cm) | Ja = 4 | Svar: | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | | |
| | | | | | |
| Mindre fjærepyster | Ja = 3 | Svar: | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | | |
| | | | | | |
| Stone huler | Ja = 3 | Svar: | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | | |
| | | | | | |
| Større overheng og vertikalt fjell | Ja = 2 | Svar: | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | | |
| | | | | | |
| Andre habitat typer (spesifiser) | Ja = 2 | Svar: | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | | |
| | | | | | |
| Ingen | Ja = 0 | Svar: | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | | |
| | | | | | |
| Forekomst | | | | | |
| Dominerende Arter | Enkeltfunn = 1 | Sprett = 2 | Vanlig = 3 | Dominerende = 4 | |
| Grisetang | | | <table border="1"><tr><td>3</td></tr></table> | 3 | |
| 3 | | | | | |
| Blæretang | | | <table border="1"><tr><td>3</td></tr></table> | 3 | |
| 3 | | | | | |
| Mosaikk av rødalger | | | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | | |
| | | | | | |
| Grønnalger | | | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | | |
| | | | | | |
| Blåskjell | | | <table border="1"><tr><td>4</td></tr></table> | 4 | |
| 4 | | | | | |
| Rur | | | <table border="1"><tr><td>4</td></tr></table> | 4 | |
| 4 | | | | | |
| Albueskjell | | | <table border="1"><tr><td>3</td></tr></table> | 3 | |
| 3 | | | | | |
| Strandsnegl | | | <table border="1"><tr><td>2</td></tr></table> | 2 | |
| 2 | | | | | |
| Sjøpinnsvin i sjøsonen | | | <table border="1"><tr><td>2</td></tr></table> | 2 | |
| 2 | | | | | |
| | | | | Justering for norske forhold: 3 | |
| | | | | Sum poeng: 11 | |
| | | | | FJÆREPOTENSIAL 1,29 | |
| Generelle kommentarer | | | | | |

Vedlegg 2. Oversikt over registrerte artar fra strandsonekartlegging og innsamla materiale fra tre stasjoner 1. september 2016. artar/grupper nærmere bestemt til art i parentes (), + = identifisert på lab, 1 = enkelfunn, 2 = 0-5 %, 3 = 5-25 %, 4 = 25-50 %, 5 = 50-75 %, 6 = 75-100 %.

| Stasjon | S1 | S2 | S3 | Stasjon | S1 | S2 | S3 |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------------|-----|-----|----|
| GRØNALGAR | | | | RAUDALGAR | | | |
| <i>Chaetomorpha linum</i> | | + | | <i>Acrochaetium sp.</i> | + | + | + |
| <i>Chaetomorpha melogonium</i> | 2 | 2 | 2 | <i>Aglaothamnion/Callithamnion</i> | | + | |
| <i>Cladophora albida</i> | | 2 | 2 | <i>Ahnfeltia plicata</i> | 2 | | |
| <i>Cladophora rupestris</i> | 4 | 3 | 6 | <i>Bonnemaisonia hamifera</i> | | + | |
| <i>Cladophora sp.</i> | (2) | (3) | (3) | <i>Ceramium cimbricum</i> | + | | |
| <i>Cladophora sericea</i> | + | 3 | 3 | <i>Ceramium deslongchampsii</i> | + | | + |
| <i>Prasiola stipitata</i> | 2 | | | <i>Ceramium nodulosum</i> | 2 | + | + |
| <i>Ulva intestinalis</i> | + | 3 | | <i>Ceramium sp.</i> | 3 | 2 | 2 |
| <i>Ulva linza</i> | | 3 | | <i>Chondrus crispus</i> | 3 | 3 | 2 |
| <i>Ulva lactuca</i> | | 2 | | <i>Cruoria</i> | 5 | | |
| <i>Ulva sp.</i> | (2) | (3) | 2 | <i>Hildenbrandia rubra</i> | 6 | 5 | 5 |
| Antal grønalgar | 5 | 8 | 5 | <i>Lithothamnion sp.</i> | 4 | | 6 |
| BRUNALGAR | | | | <i>Mastocarpus stellatus</i> | 6 | 3 | 6 |
| <i>Ascophyllum nodosum</i> | 2 | | 3 | <i>Membranoptera alata</i> | | | 2 |
| <i>Chorda filum</i> | | 2 | | <i>Phyllophora pseudoceranoides</i> | | | 2 |
| <i>Chordaria flagelliformis</i> | | 2 | 2 | <i>Polyides rotunda</i> | 2 | | |
| <i>Ectocarpus sp.</i> | 2 | 5 | 2 | <i>Polysiphonia brodiaei</i> | 2 | 2 | 4 |
| <i>Elachista fucicola</i> | 3 | 2 | 2 | <i>Polysiphonia elongata</i> | | 2 | 2 |
| <i>Fucus serratus</i> | 6 | 5 | 4 | <i>Polysiphonia fucoides</i> | | 3 | 2 |
| <i>Fucus spiralis</i> | | | | <i>Polysiphonia stricta</i> | | 2 | |
| <i>Fucus vesiculosus</i> | 6 | 6 | 5 | <i>Porphyra sp.</i> | | 3 | |
| <i>Halidrys siliquosa</i> | 3 | | 6 | <i>Rhodomela confervoides</i> | | 2 | |
| <i>Laminaria digitata</i> | 3 | 3 | 5 | <i>Stylonema alsidii</i> | + | + | + |
| <i>Pilayella littoralis</i> | 3 | 2 | | <i>Skorpeformende kalkalger</i> | (6) | (6) | |
| <i>Sphacelaria cirrosa</i> | 2 | | 5 | Antal raudalgar | 14 | 15 | 14 |
| <i>Sphacelaria sp.</i> | | + | | FAUNA | | | |
| <i>Spongisma tomentosum</i> | + | | | Fastsittande (dekningsgrad): | | | |
| Antal brunalgar | 10 | 9 | 9 | <i>Dynamen pumila</i> | 2 | 2 | 2 |
| | | | | <i>Electra pilosa</i> | 2 | 2 | 3 |
| | | | | <i>Laomeda flexuosa</i> | 2 | | |
| | | | | <i>Membranipora membranacea</i> | 2 | 2 | 2 |
| | | | | <i>Mytilus edulis</i> | 6 | | 6 |
| | | | | <i>Obelia geniculata</i> | | | 2 |
| | | | | <i>Semibalanus balanoides</i> | 4 | 5 | 3 |
| | | | | <i>Spirorbis</i> | 2 | | |
| | | | | Mobile/spreidd (antal): | | | |
| | | | | <i>Asterias rubens</i> | 2 | 3 | 2 |
| | | | | <i>Lacuna vincta</i> | | | 2 |
| | | | | <i>Littorina littorea</i> | 2 | 2 | 2 |
| | | | | <i>Metridium senile</i> | | 2 | 4 |
| | | | | <i>Patella vulgata</i> | | 2 | 2 |
| | | | | Antal dyr | 9 | 8 | 11 |

Vedlegg 3. Analyserapport, Eurofins Norsk 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-16-MX-003162-01



EUNOBE-00019922

Prøvemottak: 02.09.2016
Temperatur:
Analyseperiode: 02.09.2016-03.10.2016
Referanse: Eiane smolt

ANALYSERAPPORT

| Prøvnr.: | 441-2016-0902-026 | Prøvetakingsdato: | 01.09.2016 |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | EB |
| Prøvemerking: | St. C1, Eiane | Analysestartdato: | 02.09.2016 |
| Analyse | | | |
| a) Fosfor (P) | | Resultat | Enhet |
| a) Totalt fosfor (P) | 1900 mg/kg tv | 10 | NS EN ISO 17294-2 |
| a) Kobber (Cu) | 8 mg/kg tv | 1 | NS EN ISO 17294-2 |
| a) Sink (Zn) | 51 mg/kg tv | 1 | NS EN ISO 17294-2 |
| a) Totalt organisk karbon (TOC) | 1.2 % TS | 0.1 | EN 13137 |
| a) Total Nitrogen | | Resultat | Enhet |
| a) Nitrogen (N) | 0.06 % TS | 0.05 | EN 16168 |
| a) Total tørrstoff | 70.5 % (w/w) | 0.1 | EN 14346 |
| * Total tørrstoff glødetap | 2.53 % TS | 0.02 5% | NS 4764 |
| * Total tørrstoff | 71.3 % | 0.02 15% | NS 4764 |
| * Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner | | Se vedlegg | Gravimetri |
| * Kornfordeling (>63µm) | | | |

| Prøvnr.: | 441-2016-0902-027 | Prøvetakingsdato: | 01.09.2016 |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | EB |
| Prøvemerking: | St. C2, Eiane | Analysestartdato: | 02.09.2016 |
| Analyse | | | |
| a) Fosfor (P) | | Resultat | Enhet |
| a) Totalt fosfor (P) | 2600 mg/kg tv | 10 | NS EN ISO 17294-2 |
| a) Kobber (Cu) | 6 mg/kg tv | 1 | NS EN ISO 17294-2 |
| a) Sink (Zn) | 58 mg/kg tv | 1 | NS EN ISO 17294-2 |
| a) Totalt organisk karbon (TOC) | 0.9 % TS | 0.1 | EN 13137 |
| a) Total Nitrogen | | Resultat | Enhet |
| a) Nitrogen (N) | 0.10 % TS | 0.05 | EN 16168 |
| a) Total tørrstoff | 61.1 % (w/w) | 0.1 | EN 14346 |
| * Total tørrstoff glødetap | 2.99 % TS | 0.02 5% | NS 4764 |
| * Total tørrstoff | 63.5 % | 0.02 15% | NS 4764 |
| * Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner | | Se vedlegg | Gravimetri |
| * Kornfordeling (>63µm) | | | |

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
< Mindre enn > Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 2

AR-16-MX-003162-01



EUNOBE-00019922



| Prøvnr.: | 441-2016-0902-028 | Prøvetakingsdato: | 01.09.2016 |
|---|-------------------|-------------------|----------------------|
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | EB |
| Prøvermerking: | St. C3, Eliane | Analysestartdato: | 02.09.2016 |
| Analysenavn | Resultat | Enhet | LOQ MU Metode |
| a) Fosfor (P) | | | |
| a) Totalt fosfor (P) | 1200 | mg/kg tv | 10 NS EN ISO 17294-2 |
| a) Kobber (Cu) | 5 | mg/kg tv | 1 NS EN ISO 17294-2 |
| a) Sink (Zn) | 40 | mg/kg tv | 1 NS EN ISO 17294-2 |
| a) Totalt organisk karbon (TOC) | 1.0 | % TS | 0.1 EN 13137 |
| a) Total Nitrogen | | | |
| a) Nitrogen (N) | 0.10 | % TS | 0.05 EN 16168 |
| a) Total tørstoff | 61.1 | % (w/w) | 0.1 EN 14346 |
| * Total tørstoff glødetap | 3.07 | % TS | 0.02 5% NS 4764 |
| * Total tørstoff | 64.7 | % | 0.02 15% NS 4764 |
| * Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner | | | |
| * Kornfordeling (>63µm) | Se vedlegg | | Gravimetri |

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Bergen 03.10.2016

Helene Lillethun Botnevik

ASM Bergen, Kvalitetsansvarlig

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 2 av 2

Bløtbunnsfaunaundersøkelse NS-EN ISO 16665:2013



Foto: *Phyllodocidae groenlandica* (Martin Skarsvåg)

Lokalitet: Eiane Smolt

Oppdragsgiver: Rådgivende Biologer AS



| | |
|--------------------------|--|
| Tittel | Biotbunnsfaunaundersøkelse for Eiane Smolt |
| Rapportnummer | BBU-M-10816-Eiane-Smolt-0916-rev1 |
| Rapportdato | 09.01.2017 |
| Dato feltarbeid | 01.09.2016 |
| Revisjonsnummer | Revisjonsbeskrivelse |
| Rev1 | Utviklet rapport til å inkludere vurdering og tolkning av bunnfauna |
| Lokalitet | |
| Lokalitet | Eiane Smolt Forsand, Rogaland |
| Lokalitetsnummer | 11894 |
| Oppdragsgiver | |
| Selskap | Rådgivende biologer AS |
| Kontaktperson | Thomas Tveit Furset 41163883 |
| Oppdragsansvarlig | |
| Selskap | Åkerblå AS Nordfryoyveien 413, 7260 FROYA Organisasjon nr. 916 763 816 |
| Ansvarlig prøvetaking | Rådgivende biologer AS |
| Rapportansvarlig | Arild Kjerstad arild@akerbla.no |
| Forfatter | Martin Mejell Hektoen |
| Godkjent av | Embla O. Østebrot <i>Embla O. Østebrot</i> |

Innholdsfortegnelse

| | |
|---|-----------|
| Forord..... | 4 |
| Sammendrag | 5 |
| 1. Innledning..... | 6 |
| 2. Metode og datagrunnlag | 7 |
| 3 Resultater - Bunndyrsanalyse..... | 8 |
| 3.1 C1 | 8 |
| 3.2 C2 | 10 |
| 3.3 C3 | 12 |
| 4 Vurdering og Tolkning (klassifisering av tilstand) | 14 |
| 5 Referanser..... | 15 |
| 6 Vedlegg | 16 |
| Vedlegg 1 - Indeksbeskrivelser | 16 |
| Vedlegg 2 - Referansestilstander med tilhørende tilstandsklasser. | 20 |
| Vedlegg 3 - Klassifisering av forurensningsgrad (NSI)..... | 22 |
| Vedlegg 4 - Artsliste for bunnfauna | 24 |

Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra Rådgivende Biologer AS utført artsidentifisering i henhold til NS-EN ISO 16665:2013 fra prøver tatt ved lokalitet Eiane Smolt. Denne rapporten tar for seg alle funn; artsantall, individantall og kalkulerte indekser for hver prøve, samt gjennomsnitt og stasjonsverdi for hver stasjon.

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

Trondheim, Avdeling marine bunndyr 09.01.2017

| | | | | |
|------------|--------------------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| Åkerblå AS | Rapport Bunnfauna-undersøkelse | Lok.: Eiane Smolt | Rapp.mal B.6.16 | Side 4 av 26 |
|------------|--------------------------------|-------------------|-----------------|--------------|

Sammendrag

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene ved Eiane Smolt. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på bunndyrsundersøkelser. Materialet ble grovsortert og artsidentifisert ut i fra NS EN ISO 16665:2013, samt klassifisert ut ifra veileder 02:2013 (Anon 2013) og NS 9410:2016.

Totalt sett viser denne bunndyrundersøkelsen at mangfold og mengder for virvelløse taxa er like utenfor det som normalt forbides med uberoede forhold og samtlige stasjoner undersøkt ble klassifisert med tilstandsklasse II: «God». Alle stasjonene var dominert av enkeltarter i NSI-gruppe 3 (*S. armiger* ved C1 og *P. cirrifera* ved C2 og C3), som kan indikere et svakt påvirket bløtbunnsamfunn. Stasjonen C1 virket å være noe mer påvirket enn de andre, med lavere diversitet, og var dominert av arter i noe høyere NSI-gruppe enn ved stasjonene C2 og C3.

1. Innledning

Bløtbunnsfauna domineres av flerbørstemark, krepsdyr, muslinger og pigghuder, men også flere andre dyregrupper forekommer. Sammensetningen av dyrearter i sedimentet kan gi viktige opplysninger om miljøforholdene ved en lokalitet. De fleste marine bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og vil dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning.

Miljøforholdene er avgjørende for antall arter og antall individer innenfor hver art i et bunndyrsamfunn. Ved naturlige forhold vil et bunndyrsamfunn inneholde mange ulike arter med en relativt jevn fordeling av individer blant disse artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. Moderat organisk belastning kan stimulere bunndyrsamfunnet slik at artsantallet øker, mens ved større organisk belastning i et område vil antallet arter reduseres. Opportunistiske arter, slik som de forurensningstolerante flerbørstemarkene *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne.

Direktoratsgruppen for gjennomføring av vanndirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder (Veileder 02:2013) Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') og den sammensatte indeksen NQI1 (beskrevet i vedlegg V.1). Tilstandsklassene (vedlegg V.1.4) kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wieners diversitet er beregnet ut fra individfordelingen mellom artene. NQI1 tar i tillegg til artsmangfoldet (diversitet) også hensyn til hvilke forurensningstolerante arter som er tilstede i prøvene (sensitivitet).

De univariate metodene (Shannon-Wieners indeks (H'), Jevnhetsindeksen (J), ISI, NSI, AMBI og NQI1, forklart i vedlegg V.1) reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom og påvirkningsgrad i bløtbunnsfaunasamfunnet. Ut fra de ulike indeksene kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og inngå i en helhetlig vurdering sammen med andre resultater for at konklusjonene skal bli korrekte. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnfauna (Molvær et al. 1997 og Veileder 02:2013).

Ved å normalisere alle indeksene gjennom indeksen normalised Ecological Quality Ratio (nEQR) (se vedlegg V.1.4) får man verdier som gjør det mulig å sammenligne de ulike indeksene på bakgrunn av tallverdi. Tilstandsklassene nEQR er delt opp i spenner over en skala fra 0-1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom 0 – 0,2, tilstansklasser «dårlig» tilsvarer verdier mellom 0,2 – 0,4 osv.). En samlet verdi av nEQR for alle indeksene vil da også indikere hvilken tilstandsklasse som synes best å karakterisere stasjonen..

| | | | | |
|------------|--------------------------------|-------------------|------------------|--------------|
| Åkerblå AS | Rapport Bunnfauna-undersøkelse | Lok.: Eiane Smolt | Rapp. mal B.6.16 | Side 6 av 26 |
|------------|--------------------------------|-------------------|------------------|--------------|

2. Metode og datagrunnlag

Åkerblå AS mottok sediment fra tre stasjoner (2 prøver per stasjon); C1, C2 og C3 fra Rådgivende Biologer AS. Alle prøver ble grovsortert, identifisert og kvantifisert i henhold til NS-EN ISO 16665:2013 og NS 9410:2016 (Tabell 2.1).

Tabell 2.1: Oversikt over utført arbeid.

| Leverandør | Arbeid | Personell | Akkreditert arbeid |
|------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|
| Rådgivende Biologer AS | Feltarbeid | - | Ikke oppgitt |
| Åkerblå AS | Grovsortering | Jolanta Jagminiene | Ja, (Test 252: P21) |
| Åkerblå AS | Artsidentifisering | Martin Mej dell Hektoen | Ja, (Test 252: P21) |
| Åkerblå AS | Vurdering og tolkning | Martin Mej dell Hektoen | Ja, (Test 252: P32) |

Artsmangfold (ES_{100}) og jevnhet (J) og ble utført med programpakken PRIMER, versjon 6.1.6 fra Plymouth Laboratories, England. Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI, versjon 5.0 fra AZTI-Tecnalia. Alle øvrige utregninger ble utført i Microsoft Excel 2013.

Shannon-Wieners indeks og Jevnhetsindeksen (J) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver, 1949 og Veileder 02:2013 (Anon 2013). ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling, 2013. AMBI-indeks, NQI1-indeks, DI-indeks samt vurdering og fortolkning ble beregnet og foretatt etter Veileder 02:2013. Alle utregninger er beskrevet med formler i vedlegg 1.

3 Resultater - Bunndyrsanalyse

Resultatene fra de tre stasjonene ved Eiane Smolt er presentert under. Artenes toleranse til forurensing er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksemrådet faller under. For nærmere beskrivelse av de økologiske gruppene se vedlegg 3.

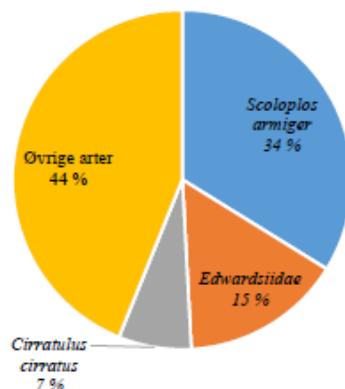
3.1 C1

Ved C1-stasjonen ble det registrert 476 individer fordelt på 39 arter i de to grablene. Både artsantall og individantall var innenfor det som forbides med normalt ubørte forhold (normalen er 25-75 arter og 75-300 individer per grabb etter Veileder 2013). Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante flerbørstemarken *Scoloplos armiger* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 34 % av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingsnøytrale sjøanemonefamilien *Edwardsiidae* (NSI-gruppe 2), som utgjorde omtrent 15 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante og opportunistiske flerbørstemarken *Cirratulus cirratus* (NSI-gruppe 4), som utgjorde omtrent 7 % av det totale individantallet (tabell 3.1.1 og figur 3.1.1).

Stasjonen var dominert av arter i NSI-gruppe 3 og 4, samtidig som den registrerte diversiteten var forholdsvis lav. Dette kan tyde på at stasjonen er under noe organisk påvirkning, men likevel ble stasjonen klassifisert med tilstandsklasse II: «God» (tabell 3.1.2).

Tabell 3.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved C1, oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikator. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

| C1 | NSI-gruppe | Antall | Prosent (%) |
|--|------------|--------|-------------|
| <i>Scoloplos armiger</i> | 3 | 161 | 34 |
| <i>Edwardsiidae</i> | 2 | 73 | 15 |
| <i>Cirratulus cirratus</i> | 4 | 33 | 6,9 |
| <i>Thyasira sarsi</i> | 4 | 25 | 5,3 |
| <i>Prionospio cirrifera</i> | 3 | 19 | 4,0 |
| <i>Pholoe baltica</i> | 3 | 16 | 3,4 |
| <i>Nemertea</i> | 3 | 14 | 2,9 |
| <i>Strongylocentrotus cf. pallidus</i> | i.a. | 11 | 2,3 |
| <i>Cerianthus lloydii</i> | 3 | 11 | 2,3 |
| <i>Eteone flava</i> | 4 | 10 | 2,1 |
| Øvrige arter | - | 103 | 22 |



Figur 3.1.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved C1. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (\$) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

Tabell 3.1.2 Resultater for stasjon C1; arts- og individantall, utregnede indekser, normaliserte verdier (nEQR) for stasjonsverdien og for hver enkelt indeks, samt «samlet verdi», som er gjennomsnittet av normalisert verdi for hver indeks. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor angir hvilken tilstandsklasse de ulike indeksverdiene hører til; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

| C1 | Grabb 1 | Grabb 2 | Č | § | nEQR Č | nEQR § |
|-------|---------|---------------|--------|--------|--------|--------|
| S | 27 | 35 | 31,0 | 39 | | |
| N | 150 | 326 | 238,0 | 476 | | |
| NQI1 | 0,680 | 0,691 | 0,685 | 0,688 | 0,658 | 0,661 |
| H' | 3,681 | 3,586 | 3,634 | 3,733 | 0,670 | 0,681 |
| J | 0,774 | 0,699 | 0,737 | 0,706 | | |
| H'max | 4,755 | 5,129 | 4,942 | 5,285 | | |
| ES100 | 22,660 | 23,360 | 23,010 | 23,580 | 0,671 | 0,677 |
| ISI | 7,200 | 7,354 | 7,277 | 7,450 | 0,566 | 0,592 |
| NSI | 20,113 | 20,853 | 20,483 | 20,618 | 0,619 | 0,625 |
| DI | 0,126 | 0,463 | 0,295 | 0,295 | | |
| | | Samlet verdi: | 0,642 | | 0,637 | 0,647 |

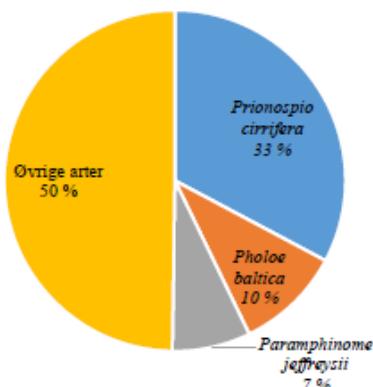
3.2 C2

Ved C2-stasjonen ble det registrert 418 individer fordelt på 66 arter i de to grabbene. Både artsantall og individantall var innenfor det som forbines med normalt uberørte forhold. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante flerbørstemarken *Prionospio cirrifera* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 33 % av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante flerbørstemarken *Pholoe baltica* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 10 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante flerbørstemarken *Paramphipnoma jeffreysii* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 7 % av det totale individantallet (tabell 3.2.1 og figur 3.2.1).

Stasjonen var dominert av arter i NSI-gruppe 2 og 3, samtidig som den registrerte diversiteten var forholdsvis høy. Dette tyder på at stasjonen ikke er under noe betydelig påvirkning, og stasjonen klassifisert med tilstandsklasse II: «God» (tabell 3.2.2).

Tabell 3.2.1 De ti hyppigst forekommende artene ved C2, oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnoytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

| C2 | NSI-gruppe | Antall | Prosent (%) |
|---------------------------------|------------|--------|-------------|
| <i>Prionospio cirrifera</i> | 3 | 137 | 33 |
| <i>Pholoe baltica</i> | 3 | 42 | 10 |
| <i>Paramphipnoma jeffreysii</i> | 3 | 31 | 7,4 |
| <i>Chaetozone setosa</i> | 4 | 15 | 3,6 |
| <i>Galathowenia oculata</i> | 3 | 14 | 3,3 |
| <i>Ampelisca sp.</i> | 1 | 14 | 3,3 |
| <i>Amphiura chiajei</i> | 2 | 12 | 2,9 |
| <i>Ophiuroidea</i> | 2 | 10 | 2,4 |
| <i>Ophiura robusta</i> | 2 | 9 | 2,2 |
| <i>Polycirrus norvegicus</i> | 4 | 8 | 1,9 |
| Øvrige arter | - | 126 | 30 |



Figur 3.2.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved C2. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (\$) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

Tabell 3.2.2. Resultater for stasjon C2; arts- og individantall, utregnede indeks, normaliserte verdier (nEQR) for stasjonsverdien og for hver enkelt indeks, samt «samlet verdi», som er gjennomsnittet av normalisert verdi for hver indeks. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor angir hvilken tilstandsklasse de ulike indeksverdiene hører til; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

| C2 | Grabb 1 | Grabb 2 | Č | \$ | nEQR Č | nEQR \$ |
|-------|---------|---------------|--------|--------|--------|---------|
| S | 43 | 52 | 47,5 | 66 | | |
| N | 210 | 208 | 209,0 | 418 | | |
| NQII | 0,705 | 0,744 | 0,725 | 0,735 | 0,699 | 0,710 |
| H' | 3,867 | 4,350 | 4,108 | 4,339 | 0,723 | 0,749 |
| J | 0,713 | 0,763 | 0,738 | 0,718 | | |
| H'max | 5,426 | 5,700 | 5,563 | 6,044 | | |
| ES100 | 30,000 | 33,880 | 31,940 | 33,410 | 0,776 | 0,793 |
| ISI | 9,649 | 8,538 | 9,094 | 9,480 | 0,752 | 0,789 |
| NSI | 22,746 | 22,858 | 22,802 | 22,802 | 0,712 | 0,712 |
| DI | 0,272 | 0,268 | 0,270 | 0,270 | | |
| | | Samlet verdi: | 0,741 | | 0,732 | 0,751 |

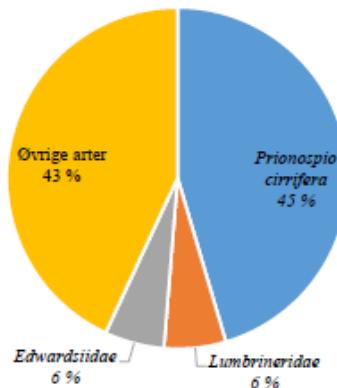
3.3 C3

Ved C2-stasjonen ble det registrert 975 individer fordelt på 75 arter i de to grabbene. Artsantallet var innenfor det som forbindes med ubørte forhold, mens individantallet var høyere. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante flerbørstemarken *P. cirrifera* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 45 % av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingsnøytrale flerbørstemarkfamilien Lumbrineridae (NSI-gruppe 2), som utgjorde omtrent 6 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingsnøytrale sjøanemonefamilien Edwardsiidae (NSI-gruppe 2), som utgjorde omtrent 6 % av det totale individantallet (tabell 3.3.1 og figur 3.3.1).

Stasjonen var dominert av arter i NSI-gruppe 2 og 3, samtidig som den registrerte diversiteten var forholdsvis høy. Likevel kan den store dominansen til *P. cirrifera* tyde på noe organisk påvirkning. Stasjonen klassifisert med tilstandsklasse II: «God» (tabell 3.3.2).

Tabell 3.3.1 De ti hyppigst forekommende artene ved C3, oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikatorende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

| C3 | NSI-gruppe | Antall | Prosent (%) |
|-----------------------------|------------|--------|-------------|
| <i>Prionospio cirrifera</i> | 3 | 443 | 45 |
| <i>Lumbrineridae</i> | 2 | 57 | 5,8 |
| <i>Edwardsiidae</i> | 2 | 55 | 5,6 |
| <i>Thyasira sarsi</i> | 4 | 42 | 4,3 |
| <i>Scoloplos armiger</i> | 3 | 41 | 4,2 |
| <i>Cerianthus lloydii</i> | 3 | 39 | 4,0 |
| <i>Nemertea</i> | 3 | 25 | 2,6 |
| <i>Glycera alba</i> | 2 | 23 | 2,4 |
| <i>Ophiura albida</i> | 2 | 22 | 2,3 |
| <i>Philine sp.</i> | 2 | 20 | 2,1 |
| Ovrige arter | - | 208 | 21 |



Figur 3.3.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved C3. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (\$) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

Tabell 3.3.2. Resultater for stasjon C3; arts- og individantall, utregnede indekser, normaliserte verdier (nEQR) for stasjonsverdien og for hver enkelt indeks, samt «samlet verdi», som er gjennomsnittet av normalisert verdi for hver indeks. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor angir hvilken tilstandsklasse de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «*svært god*», grønn → «*god*», gul → «*moderat*», oransje → «*dårlig*» og rød → «*svært dårlig*».

| C3 | Grabb 1 | Grabb 2 | Č | \$ | nEQR Č | nEQR \$ |
|-------|---------|---------------|--------|--------|--------|---------|
| S | 53 | 59 | 56,0 | 75 | | |
| N | 503 | 472 | 487,5 | 975 | | |
| NQII | 0,661 | 0,702 | 0,682 | 0,689 | 0,654 | 0,662 |
| H' | 3,329 | 3,876 | 3,603 | 3,731 | 0,667 | 0,681 |
| J | 0,581 | 0,659 | 0,620 | 0,599 | | |
| H'max | 5,728 | 5,883 | 5,805 | 6,229 | | |
| ES100 | 24,410 | 28,460 | 26,435 | 26,920 | 0,711 | 0,717 |
| ISI | 7,355 | 8,069 | 7,712 | 8,184 | 0,620 | 0,665 |
| NSI | 21,962 | 21,991 | 21,977 | 21,976 | 0,679 | 0,679 |
| DI | 0,652 | 0,624 | 0,638 | 0,638 | | |
| | | Samlet verdi: | 0,674 | | 0,666 | 0,681 |

4 Vurdering og Tolkning (klassifisering av tilstand)

Totalt sett viser denne bunndyrundersøkelsen at mangfold og mengder for virvelløse taxa er like utenfor det som normalt forbides med ubørte forhold og samtlige stasjoner undersøkt ble klassifisert med tilstandsklasse II: «God». Alle stasjonene var dominert av enkeltarter i NSI-gruppe 3 (*S. armiger* ved C1 og *P. cirrifera* ved C2 og C3), som kan indikere et svakt påvirket bløtbunnsamfunn. Stasjonen C1 virket å være noe mer påvirket enn de andre, med lavere diversitet, og var dominert av arter i noe høyere NSI-gruppe enn ved stasjonene C2 og C3.

5 Referanser

1. Anon, 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet/Miljøtilstandsprosjektet. 263s.
2. Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. NIVA-rapport 4548-2002.
3. Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114.
4. Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-veileddning nr. 97:03. 36 s.
5. Norsk Standard NS 9410:2007. Miljøovervåkning av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund.
6. Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - Journal of Theoretical Biology 13:131-144.
7. Rygg, B., & K. Norling, 2013. Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVAS-rapport 6475-2013. 46 pp.
8. Shannon CE, Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 - Indeksbeskrivelser

V.1.1. Diversitet og jevnhet

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (S, totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J, fordelingen av antall individer relatert til fordeling av individer mellom artene) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

hvor $p_i = N_i/N$, N_i = antall individer av art i , N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, H'_{\max} ($= \log_2 S$), er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte (Pielou 1966)

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

hvor H' = Shannon Wiener indeks og H'_{\max} = diversitet dersom alle arter er representert med ett individ. Dersom $H' = H'_{\max}$ er J maksimal og får verdien 1. J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Hurlbert diversitetsindeks ES₁₀₀ er beskrevet som

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^S \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{100}}{\binom{N}{100}} \right]$$

hvor ES_{100} = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, S arter, og N_i individer av i -ende art.

V.1.2. Sensitivitet og tetthet

Sensitivitet beskrives av indeksene ISI (Indicator Species Index), NSI og AMBI (Azti Marin Biotic Index).

Beregning av ISI er beskrevet av Rygg, 2002 og NIVA-rapport 4548-2002. Formelen for utregning av en prøves ISI-verdi er gitt ved

$$ISI = \sum_i^S \left[\frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

hvor ISI_i er verdien for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivitetsverdier. Hver art er tilordnet en sensitivitetsverdi (ISI-verdi), og en prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av artene i prøven.

NSI er utviklet med basis i norske faunadata. Her er også hver art tilordnet en sensitivitetsverdi (NSI-verdi) og individantall for hver art inngår i beregningen. Formelen for utregning av en prøves NSI-verdi er gitt ved

$$NSI = \sum_i^S \left[\frac{N_i \cdot NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

hvor N_i er antall individer og NSI_i er verdien for arten i , N_{NSI} er antall individer tilordnet sensitivitetsverdier.

Sensitivitetsindeksen AMBI tilordner hver art en omfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: fonurensningsindikatorende arter, og hver økologiske gruppe har en toleranseverdi (AMBI-verdi) (Borja et al., 2000). Formelen for beregning av en prøves AMBI-verdi er gitt ved

$$AMBI = \sum_i^S \left[\frac{N_i \cdot AMBI_i}{N_{AMBI}} \right]$$

hvor N_i er antall individer med innenfor økologisk gruppe i , $AMBI_i$ er toleranseverdien for de ulike økologiske gruppene (henholdsvis 0, 1.5, 3, 3.5 og 6, for gruppe I- V, respektivt) og N_{AMBI} er antall arter tilordnet en AMBI-verdi.

DI (diversity index) er en indeks for individtetthet og er gitt ved (Veileder 02:2013)

$$DI = abs[\log_{10}(N_{0.1\text{ m}^2}) - 2.05]$$

hvor abs står for absoluttverdi, $N_{0,1\text{m}^2}$ står for antall individer pr. $0,1\text{ m}^2$. AMBI og DI viser stigende verdi ved synkende (dårligere) tilstand, mens alle de andre indeksene viser synkende verdi ved synkende (dårligere) tilstand.

V.1.3. Sammensatt indeks (NQI1)

Den sammensatte indeksen NQI1 (Norwegian quality status, version 1) bestemmes ut fra både arts mangfold og sensitivitet (AMBI).

NQI-indeksten er gitt ved formelen

$$NQI1 = \left[0,5 \cdot \left(\frac{1 - AMBI}{7} \right) + 0,5 \cdot \left(\frac{\left[\frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right]}{2,7} \right) \cdot \left(\frac{N}{N + 5} \right) \right]$$

hvor $AMBI$ er en sensitivitetsindeks, S er antall arter og N er antall individer i prøven.

V.1.4. Normalisering

Ved å regne om alle indekset til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettere å sammenligne dem. nEQR gir en tallverdi på en skala mellom 0 og 1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom 0 – 0,2, tilstandsklasse «dårlig» tilsvarer verdier mellom 0,2 – 0,4 osv.). I tillegg til å vise statusklassen viser nEQR-verdien også hvor høyt eller lavt verdien ligger innenfor sin tilstandsklasse. For eksempel viser en nEQR-verdi på 0,75 at indeksen ligger tre firedeeler i tilstandsklassen «God» (Tabell V.2).

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

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

V1.5. Forkortelser over beregnede indekser

Tabell V1. Beskrivelser av indekser og forkortelser brukt i Tabellene 3.1.2, 3.2.2 og 3.3.2.

| Indeks | Beskrivelse |
|-------------------|--|
| S | Antall arter i proven |
| N | Antall individer i proven |
| NQI1 | Sammensatt indeks: Artsmangfold og omfintlighet |
| H' | Indeks: Artsmangfold (Shannon-Wieners) |
| ES ₁₀₀ | Indeks: Hurlberts diversitetsindeks (Kun oppgitt dersom N ≤ 100) |
| J | Indeks: Jevnhetsindeks |
| H' _{max} | Maksimal diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter (= log ₂ S) |
| ISI | Sensitivitetsindeks (Indicator Species Index) |
| NSI | Sensitivitetsindeksbasert norske forhold, hvor individtall også inngår |
| DI | Indeks for individtetthet (Density Index) |
| Ĝ | Gjennomsnittlig verdi for grabb 1 og 2 |
| Ś | Stasjonsverdi (kombinert verdi for grabb 1 og 2) |
| nEQR | Normaliserte verdier (Normalised Ecological Quality Ratio) |
| Samlet verdi | Gjennomsnittet av alle indeksernes nEQR-verdi |

Vedlegg 2 - Referanse tilstander med tilhørende tilstandsklasser.

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (V.2.1-V.2.2) angir hvilke tilstandsklasser (angitt i veileder 01:2009 og 02:2013) de ulike parameterne hører til; blå tilsvarer tilstandsklassen «*svært god*», grønn → «*god*», gul → «*moderat*», oransje → «*dårlig*» og rød → «*svært dårlig*». Bunnfauna klassifiseres ut i fra veileder 02:2013 ved fjernstasjonen og ut i fra NS 9410:2007 ved nær- og overgangsstasjonen. Referanseverdier fra NS940 er oppgitt i Tabell V.2.3.

Tabell V 2.1. Oversikt over klassegrenser og referanse tilstand for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:213.

| Indeks | Okologisk tilstandsklasse | | | | |
|-------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | Svært god | God | Moderat | Dårlig | Svært dårlig |
| NQII | 0.82- 0.90 | 0.63 - 0.82 | 0.49 - 0.63 | 0.31 - 0.49 | 0 - 0.31 |
| H' | 4.8 - 5.7 | 3.0 - 4.8 | 1.9 - 3.0 | 0.9 - 1.9 | 0 - 0.9 |
| ES ₁₀₀ | 34 - 50 | 17 - 34 | 10 - 17 | 5 - 10 | 0 - 5 |
| ISI | 9.6 - 13 | 7.5 - 9.6 | 6.2 - 7.5 | 4.5- 6.1 | 0 - 4.5 |
| NSI | 25 - 31 | 20 - 25 | 15 - 20 | 10 - 15 | 0 - 10 |
| DI | 0-0,30 | 0,30 - 0,44 | 0,44 - 0,60 | 0,60 - 0,85 | 0,85 - 2,05 |

Tabell V 2.2 Hver tilstandsklasses nEQR-basisverdi.

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

Tabell V 2.3. Vurdering av miljøtilstanden i nærsenen og overgangssonen ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410:2007.

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

Vedlegg 3 - Klassifisering av forurensningsgrad (NSI)

Endringer i klassifisering av artenes forurensningsgrad; system (V.3.1) og språkbruk (V.3.2).

V.3.1 System: Overgang fra AMBI til NSI

Med bakgrunn i rapporten «*Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)*» (Rygg & Norling, 2013) har Havbruksjenesten AS avd. Marine Bunndyr konkludert med å bruke artenes NSI-verdi stedet for AMBI-verdi for å angi forurensningsgrad (forurensingssensitiv, tolerant osv). Ettersom Rygg & Norling konkluderte med at NSI viste bedre korrelasjon med norske resipienter enn hva AMBI gjorde, velger vi å ta utgangspunkt i de økologiske gruppene som artenes NSI verdi faller under.

Ettersom NSI er laget med bakgrunn i å dekke samme bruksområde som AMBI i norske resipienter, er den økologiske gruppeinndelingen basert på utgangspunktet for AMBI-indeksen (Borja et al., 2000). Artene som har blitt klassifisert i AMBI-systemet er delt inn i fem økologiske grupper basert på toleransen ovenfor organisk tilførsel i sedimentene. Utgangstilstanden er beskrevet som ikke tilført organisk materiale (lett ubalanse er noe organisk tilførsel osv):

Gruppe I – Arter som er veldig sensitive til organisk tilførsel og arter som er tilstede ved ikke forurensede forhold (utgangstilstand). Denne gruppen inkluderer kamivore spesialister og noen rørbyggende flerbørstemarker (Benevnelse - forurensingssensitive).

Gruppe II – Arter som er helt, eller til en viss grad, likegyldig til organisk tilførsel. Alltid tilstede i lave tetttheter med ikke-betydelige variasjoner over tid (fra utgangstilstand til lett ubalanse). I denne gruppe inkluderes «suspension feeders», mindre selektive kamivorer og åtseletere (Benevnelse - forurensingsnøytrale).

Gruppe III – Arter som er tolerante ovenfor organisk tilførsel. Disse artene kan også forekomme under normale tilstander, men blir stimulert av organisk tilførsel. Denne gruppen inkluderer overflate «deposit feeders» som noen rørbyggende flerbørstemarker (Benevnelse - forurensingstolerante).

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

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

V.3.2 Språkbruk: Endringer

Etter en re-tolkning av Borja et al. 2000 velger vi å endre noe på språkbruken ang. benevnelsen til de forskjellige økologiske gruppene. Nedenfor har vi satt opp en oversiktstabell fra tidligere benevnelse til den nye benevnelsen:

Tabell V.3.1 – Oversikt over reviderte benevnelser for inndeling av AMBI/NSI i økologiske grupper.

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

Vedlegg 4 - Artsliste for bunnfauna

Artsliste for all fauna funnet ved Stasjon 1-3 ved lokaliteten Eiane Smolt er organisert i Tabell 5.1.

Tabell 5.1 Artsliste for bunnfauna registrert ved stasjonene; Stasjon 1, Stasjon 1 og Stasjon 3.

Arter markert i rødt er arter som er identifisert (og i enkelte tilfeller kvantifisert), men som ikke er statistisk gjeldende (i.e Foraminifera, phylum Bryozoa, kolonielle Porifera, infraklasse Cirripedia, kolonielle Cnidaria, phylum Nematoda og pelagiske arter, jf. NS-EN ISO 16665:2013). Symbolet «X» indikerer at arten eller taxaen er observert, men ikke kvantifisert

| TAXA | NSI | C1A | C1B | C2A | C2B | C3A | C3B |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Ampharete</i> sp. | 1 | | | 1 | 1 | 4 | 2 |
| <i>Ampharetidae</i> | 1 | | | | | 1 | |
| <i>Amphicteis gunneri</i> | 3 | | | | 1 | | |
| <i>Amphitrite cirrata</i> | 3 | | | | | | 2 |
| <i>Capitella capitata</i> | 5 | | | | | 1 | |
| <i>Chaetozone setosa</i> | 4 | | | 12 | 3 | 3 | 2 |
| <i>Cirratulus cirratus</i> | 4 | 16 | 17 | 2 | 1 | 4 | 7 |
| <i>Diplocirrus glaucus</i> | 2 | | | | | | 1 |
| <i>Eteone flava</i> | 4 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Eumida</i> sp. | 1 | 7 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1 |
| <i>Eupolynnia nebulosa</i> | 2 | | | | | | 2 |
| <i>Galathowenia oculata</i> | 3 | | | 4 | 10 | 3 | 4 |
| <i>Glycera alba</i> | 2 | | 3 | 2 | 2 | 15 | 8 |
| <i>Goniada maculata</i> | 2 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 2 |
| <i>Heteromastus filiformis</i> | 4 | | 2 | | | 5 | 2 |
| <i>Jasmineira</i> sp. | 2 | | | 1 | 2 | 2 | |
| <i>Lagis koreni</i> | 4 | | | | | 1 | 2 |
| <i>Lipobranchius jeffreysii</i> | | | | | | | 3 |
| <i>Lumbrineridae</i> | 2 | | | 2 | 1 | 8 | 49 |
| <i>Macrochaeta clavicornis</i> | 1 | | 2 | 1 | 1 | | 2 |
| <i>Melinna elisabethae</i> | 2 | | | | | | 3 |
| <i>Nereididae</i> | | | 1 | | | | 1 |
| <i>Notomastus latericeus</i> | 1 | 4 | 5 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| <i>Orbinia armandi</i> | | | | 1 | | | |
| <i>Owenia borealis</i> | 2 | 1 | | | | 3 | 1 |
| <i>Oxydromus flexuosus</i> | 3 | | | | 2 | 1 | 1 |
| <i>Paradoneis lyra</i> | 2 | | | | 2 | 1 | |
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 3 | | | 10 | 21 | | 3 |
| <i>Parexogone hebes</i> | 1 | | | 1 | | | |
| <i>Pectinaria belgica</i> | 2 | 3 | 7 | | | | |

| | | | | | | | |
|---------------------------|---|----|-----|----|----|-----|-----|
| Pherusa sp. | 2 | | 1 | | 1 | 1 | |
| Pholoe baltica | 3 | 1 | 15 | 18 | 24 | 3 | 4 |
| Pholoe inornata | 3 | | | 3 | | 1 | 1 |
| Phyllodoce mucosa | 5 | 5 | 3 | | | 4 | 1 |
| Pista mediterranea | | | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| Polycirrus medusa | 1 | | | | | | 1 |
| Polycirrus norvegicus | 4 | | | 1 | 7 | | |
| Polynoidae | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | | 1 |
| Praxillella praetermissa | 2 | | | | 6 | | |
| Prionospio cirrifera | 3 | 4 | 15 | 82 | 55 | 254 | 189 |
| Proclea graffii | 2 | | | | 1 | | |
| Pseudopolydora antennata | 3 | 1 | | | | | |
| Scalibregma inflatum | 3 | 2 | 4 | | | 7 | 2 |
| Scoletoma fragilis | 2 | | | | | 2 | 2 |
| Scoloplos armiger | 3 | 37 | 124 | 4 | 1 | 29 | 12 |
| Sige fusigera | 3 | | | | | | 1 |
| Sosane sulcata | 1 | | | | | 1 | |
| Sphaerodorum gracilis | 2 | | 1 | | 3 | 1 | |
| Spiophanes kroyeri | 3 | | | 1 | 3 | | |
| Sthenelais limicola | 1 | | | 2 | | | |
| Syllidia armata | 2 | | | | | 1 | |
| Syllis cornuta | 3 | | 1 | | | 2 | 2 |
| Terebellides cf. stroemii | 2 | | | | | 3 | 1 |
| Trichobranchus glacialis | 1 | | | 2 | | | 1 |
| Trichobranchus roseus | 1 | | | | | 1 | |
| Oligochaeta | 5 | 3 | 4 | | | | |
| Astarte elliptica | 1 | | | | | | 6 |
| Astarte montagui | 1 | 1 | 2 | | | 2 | 1 |
| Astarte sulcata | 1 | | | | | | 1 |
| Corbula gibba | 4 | 2 | 5 | | | 2 | 2 |
| Hiatella arctica | 1 | | | | | | 1 |
| Lucinoma borealis | 1 | | | | | 1 | |
| Mya sp. | 3 | | | | | | 1 |
| Parvicardium minimum | 1 | | | 3 | | | |
| Parvicardium pinnulatum | 3 | 1 | | | | | |
| Thyasira sarsi | 4 | 15 | 10 | | | 13 | 29 |
| Yoldiella lenticula | 3 | | | 2 | 1 | | |
| Euspira nitida | 2 | | | | 1 | 1 | |
| Philine sp. | 2 | 1 | 6 | 3 | | 13 | 7 |
| Puncturella noachina | | | | | 1 | | |

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|
| <i>Antalis entalis</i> | 1 | | 1 | | 1 | 4 | 6 |
| <i>Chaetoderma nitidulum</i> | 2 | | | | 1 | | |
| <i>Ampelisca</i> sp. | 1 | | 2 | 10 | 4 | 1 | 2 |
| <i>Caprellidae</i> | | | | 1 | | | |
| <i>Oedicerotidae</i> | | | | 2 | 1 | | |
| <i>Photidae</i> | | | 2 | | 1 | | 1 |
| <i>Westwoodilla caecula</i> | 1 | | | | 1 | | |
| <i>Diastylis</i> sp. | 1 | | | | 1 | | |
| <i>Eudorella</i> sp. | 1 | | | | 1 | | |
| <i>Decapoda</i> | 3 | | | | | 1 | |
| <i>Paguridae</i> | 1 | | | 1 | | | |
| <i>Gnathia</i> sp. | 1 | | | 1 | | | |
| <i>Tanaidacea</i> | 1 | | | | 3 | | |
| <i>Philomedes globosus</i> | 1 | | | 2 | | | |
| <i>Asteroidea</i> | 3 | | | | 1 | 2 | 1 |
| <i>Ophiuroidea</i> | 2 | 1 | | | 10 | | |
| <i>Amphiura chiajei</i> | 2 | | | 7 | 5 | | 4 |
| <i>Ophiura albida</i> | 2 | | | | 2 | 6 | 16 |
| <i>Ophiura robusta</i> | 2 | | | 4 | 5 | | |
| <i>Brisaster fragilis</i> | 3 | | | | 1 | | |
| <i>Echinocardium cordatum</i> | 2 | | 6 | | | 2 | |
| <i>Echinocardium flavescens</i> | 1 | 1 | 1 | 2 | | 1 | |
| <i>Strongylocentrotus pallidus</i> | | 4 | 7 | | | | 9 |
| <i>Labidoplax buskii</i> | 2 | | | 6 | 1 | 1 | |
| <i>Psolus squamatus</i> | | | | | | | 2 |
| <i>Cerianthus lloydii</i> | 3 | 4 | 7 | 2 | 3 | 17 | 22 |
| <i>Edwardsiidae</i> | 2 | 27 | 46 | 3 | | 41 | 14 |
| <i>Nemertea</i> | 3 | 1 | 13 | 1 | 1 | 15 | 10 |
| <i>Cerebratulus</i> sp. | | 1 | 4 | | | 5 | 6 |
| <i>Phascolion strombus strombus</i> | 2 | | | 1 | 2 | | |
| <i>Leptochiton</i> sp. | | | | 1 | | 2 | 2 |
| <i>Anoplodactylus petiolatus</i> | | | | | | | 2 |
| <i>Nicolea</i> cf. <i>zostericola</i> | | | | 1 | 1 | 1 | |
| <i>Eulalia hanssoni</i> | | | | | 1 | | |
| <i>Mystides caeca</i> | | | | | 1 | | |
| <i>Clymenella</i> cf. <i>cincta</i> | | | | | | 1 | |
| <i>Gnathiidae-larver</i> | | | | x | | | |
| <i>Calanoida</i> | | | | | | x | |
| <i>Nematoda</i> | x | x | x | | | | |