

Resipientundersøkelse for Porsgrunn og Bamble kommune i 2022 i forbindelse med utslipp av kommunalt avløpsvann



Hovedkontor

Økernveien 94
0579 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: www.niva.no

Tittel Resipientundersøkelse for Porsgrunn og Bamble kommune i 2022 i forbindelse med utslipp av kommunalt avløpsvann	Løpenummer 7827-2023	Dato 17.02.2023
Forfatter(e) Hilde Cecilie Trannum André Staalstrøm Maia R. Kile Rita Næss	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Telemark	Sider 54 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) Porsgrunn og Bamble kommune	Kontaktperson hos oppdragsgiver Petter Hellum André Lindkjen Olsen
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 220014/220024

Sammendrag

Det er utført en resipientundersøkelse i Frierfjorden, Eidangerfjorden og Langesundsfjorden i forbindelse med utslipp av kommunalt avløpsvann. Målet var å dokumentere dagens økologiske tilstand og grad av påvirkning fra utslippene. Miljøtilstanden er klassifisert basert på kravene i vannforskriften. Undersøkelsen omfattet planteplankton, næringssalter, siktdyp og oksygen i vannmassene, samt makroalger, bløtbnunnsfauna og miljøgifter, med ulike parametere i de ulike fjordene. Overvåkingen kommer i tillegg til øvrig overvåking i Grenlandsfjordene. Basert på denne overvåkingen, fikk vannforekomst Frierfjorden «moderat» økologisk tilstand, Eidangerfjorden «god» økologisk tilstand og Langesundsfjorden «moderat» økologisk tilstand. Kjemisk tilstand var «ikke god» i Frierfjorden; den eneste av vannforekomstene som også ble undersøkt for miljøgifter.

Fire emneord	Four keywords
1. Overvåking	1. Monitoring
2. Kommunalt avløpsvann	2. Municipal wastewater
3. Økologisk tilstand	3. Ecological state
4. Vannforskriften	4. Water framework directive

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Hilde Cecilie Trannum
Prosjektleder/Hovedforfatter

Paul R. Berg
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7563-6
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

© Norsk institutt for vannforskning. Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

**Resipientundersøkelse for Porsgrunn og Bamble
kommune i 2022 i forbindelse med utslipp av
kommunalt avløpsvann**

Forord

Den foreliggende undersøkelsen er gjennomført på oppdrag for Porsgrunn og Bamble kommune. Hovedformålet har vært å få en dokumentasjon på dagens miljøtilstand, og å vurdere i hvilken grad resipientene er påvirket av utslipp fra de kommunale renseanleggene Knarrdalstrand, Heistad og Salen. Det pågår også øvrig overvåking i Grenlandsfjordene mht. industrielle utslipp, og overvåkingen er tiltenkt å supplere denne.

Innsamling i vannmassene ble foretatt hver måned av personell fra NIVA, ved bruk av UiOs fartøy FF Trygve Braarud, båt tilhørende Porsgrunn kommune og Breivik Shipping AS. Innsamlingen av bløtbunnsfauna og miljøgifter ble foretatt med fartøyet FF Trygve Braarud, og Rita Næss og Hilde C. Trannum var ansvarlige for dette. Feltarbeidet på hardbunn ble utført av Camilla W. Fagerli, Janne K. Gitmark, Marijana S. Brkljacic og Maia R. Kile. Analyser av vannprøver for næringsalter er foretatt ved NIVAs kjemiske analyselaboratorium i Oslo samt av Eurofins. Miljøgiftene er analysert av Eurofins. Bløtbunnsprøvene er opparbeidet på NIVAs biologiske laboratorium i Grimstad (av Rita Næss), med unntak av analyse av krepsdyr som ble utført på laboratoriet i Oslo (av Marijana Brkljacic).

Rapporten er utarbeidet av André Staalstrøm (vannmasser), Maia R. Kile (makroalger) og Hilde C. Trannum (bløtbunnsfauna, miljøgifter og generelle deler). Rita Næss har laget kart.

Hilde C. Trannum har vært NIVAs prosjektleder. Petter Hellum har vært kontaktperson for Porsgrunn kommune og André Lindkjen Olsen har vært kontaktperson for Bamble kommune. Begge takkes for et godt samarbeid underveis i prosjektet.

Grimstad, 01.02.2023
Hilde Cecilie Trannum

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon.....	9
1.1	Bakgrunn og formål	9
1.2	Områdebeskrivelse og dagens tilstand.....	9
1.3	Utslipp av kommunalt avløpsvann.....	10
2	Metode	14
2.1	Overvåkingsprogram.....	14
2.2	Undersøkelse av pelagiske forhold	15
2.2.1	Feltarbeid og analyser	15
2.2.1	Beregninger og klassifisering.....	17
2.3	Undersøkelse av makroalger	18
2.3.1	Feltarbeid.....	18
2.3.2	Beregninger og klassifisering.....	19
2.4	Undersøkelse av bløtbunnsfauna	20
2.4.1	Feltarbeid.....	20
2.4.2	Analyser	21
2.4.3	Beregninger og klassifisering.....	21
2.5	Undersøkelse av miljøgifter	22
2.6	Samlet klassifisering.....	22
3	Resultater	24
3.1	Pelagiske forhold.....	24
3.1.1	Siktdyp på hver stasjon.....	24
3.1.1	Temperatur, saltholdighet og oksygenforhold på hver stasjon	24
3.1.2	Horisontal utbredelse av planteplankton.....	33
3.1.3	Klassifisering av pelagiske data	34
3.1.4	Næringssaltkonsentrasjoner i dypvannet	37
3.2	Makroalger.....	40
3.2.1	Nedre voksegrense for makroalger	40
3.2.2	Fjæreundersøkelser.....	43
3.3	Bløtbunnsfauna.....	45
3.3.1	Støtteparametere	45
3.3.2	Faunasammensetning og klassifisering.....	45
3.4	Miljøgifter i sediment	50
3.5	Vurdering av vannregionspesifikke stoffer	51
3.6	Kjemisk tilstand.....	52
4	Oppsummering av resipientenes tilstand	53
5	Referanser.....	54

Sammendrag

Det er utført en resipientundersøkelse i Frierfjorden, Eidangerfjorden og Langesundsfjorden i Grenland i forbindelse med utslipp av kommunalt avløpsvann. Formålet var å dokumentere dagens økologiske tilstand og grad av påvirkning fra renseanleggene Knarrdalstrand, Heistad og Salen. Miljøtilstanden er klassifisert basert på kravene i vannforskriften. Undersøkelsen omfattet planteplankton, næringsalter, siktdyp og oksygen i vannmassene, makroalger på fjell og stein og bløtbunnsfauna samt miljøgifter i sediment; med ulike parametere i de ulike fjordene. Det pågår også øvrig overvåking i Grenlandsfjordene, og overvåkingen er tiltenkt å supplere denne.

Siktdyp ble klassifisert til «moderat» tilstand på alle syv stasjoner som ble undersøkt i vannmassene i de tre fjordene (F-1.1, BC-1, E-1.1, F7, VT67, V01 og V02). Siktdypet var lavest nærmest Skienselva. Klassifisering av støtteparametere for sommeren, hvor siktdyp inngikk, ga likevel «god» tilstand på de fire stasjonene hvor vannprøver ble samlet inn (F-1.1, E-1.1, V01 og V02). Støtteparametere på sommeren trakk derfor ikke ned den samlede klassifiseringen. På vinteren ble tilstanden klassifisert til «god» på tre av fire stasjoner, mens den ble klassifisert til «moderat» på stasjon F-1.1 i Frierfjorden. Støtteparametere på vinteren trakk derfor ned klassifiseringen på stasjon F-1.1.

På tre av fire stasjoner utenfor Brevik (E-1.1, F7, VT67 og V01) fikk oksygenforholdene «moderat» tilstand, og på den dypeste stasjonen V02 ble oksygenforholdene klassifisert til «dårlig» tilstand. På stasjon BC-1 og F-1.1 ble oksygenforholdene klassifisert til hhv. «dårlig» og «god» tilstand, siden det ble benyttet mindre strenge klassegrenser da Frierfjorden er ansett å være naturlig oksygenfattig. Oksygenforholdene trekker derfor ikke ned den samlede klassifiseringen på stasjon F-1.1 i vår vurdering.

Ved de fire stasjonene E-1.1, F7, VT67 og V01 er planteplankton klassifisert både etter den norske Veileder 02:2018 (hele vekstsesongen) og den svenske forskriften HVMFS 2019:25 (sommersesongen). Frierfjorden (F-1.1) er klassifisert med grenseverdier for vanntype S3. Vanntype S3 er interkalibrert med tilsvarende svensk vanntype. Tilstanden på stasjon F-1.1 var «moderat», på stasjon E-1.1 «god» og på stasjonene V01 og V02 «svært god».

Påvirkning av utslipp fra Knarrdalstrand, Heistad og Salen renseanlegg på næringssaltkonsentrasjoner i vannsøylen nær utslippene var begrenset. Det ble funnet noe tegn til forhøyede ammoniumverdier på 30 m dyp på alle tre stasjoner og forhøyede nitratverdier på 30 m dyp ved Knarrdalstrand renseanlegg.

I Eidangerfjorden og Langesundsfjorden ble nedre voksegrense for makroalger undersøkt. Basert på nedre voksegrenseindeksen MSMDI ble den undersøkte stasjonen i Eidangerfjorden klassifisert til «svært god» tilstand, mens de tre stasjonene undersøkt i Langesundsfjorden ble klassifisert til «god» tilstand. Ut fra dette ser det ut til at algesamfunnet tåler påvirkningen påført av renseanleggene i området. I Frierfjorden, som ligger i en vanntype uten gyldige klassegrenser for makroalgeindeksene, ble det gjennomført fjæreundersøkelser på tre stasjoner for å se på utviklingen etter en tilsvarende undersøkelse i 2015. Generelt sett har det vært lite endring i strandsonesamfunnet i Frierfjorden siden 2015. Begge år var det hurtigvoksende taksa innen gruppene grønnalger, diatomeer og cyanobakterier som dominerte, noe som tyder på næringssaltbelastning i området.

Bløtbunnsfauna ble prøvetatt kun i Langesundsfjorden fordi bløtbunn inngikk i øvrig overvåking i Frierfjorden og Eidangerfjorden. Faunaen viste «god» økologisk tilstand på alle de tre undersøkte stasjonene. Samtidig viste både sedimentet og faunaen at sjøbunnen var preget av organisk

belastning. Mengden organisk karbon i sedimentet tilsvarte «dårlig» eller «svært dårlig» tilstand, og forurensningstolerante og opportunistiske arter dominerte faunaen. Stasjonen oppstrøms renseanlegget syntes å være aller mest preget av organisk belastning, antakelig siden den var nærmest utløpet fra Skienselva. Ut fra dette er det ikke indikasjoner på at utslippet påvirker bløtbunnsfaunaen negativt.

Basert på overvåkingen som ble utført i dette prosjektet, fikk vannforekomst Frierfjorden «moderat» økologisk tilstand, Eidangerfjorden «god» økologisk tilstand og Langesundsfjorden «moderat» økologisk tilstand. Kjemisk tilstand var «ikke god» i Frierfjorden; den eneste av vannforekomstene som også ble undersøkt for miljøgifter. I denne sammenheng er det viktig å være klar over at det også har funnet sted øvrig overvåking i fjordsystemet, og at gyldig klassifisering skal foreligge i Vannnett.

Summary

Title: Recipient monitoring for Porsgrunn and Bamble municipality in 2022 in connection with discharge of municipal wastewater

Year: 2023

Author(s): Hilde Cecilie Trannum, André Staalstrøm, Maia R. Kile, Rita Næss

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7563-6

A recipient survey was carried out in Frierfjorden, Eidangerfjorden and Langesundsfjorden in Grenland in connection with discharges of municipal wastewater. The purpose of the monitoring was to document the ecological condition and extent of impacts from the treatment plants Knarrdalstrand, Heistad and Salen. The ecological state was classified based on the Water Framework Directive. The study included phytoplankton, nutrients, Secchi depth and oxygen in the water masses, macroalgae and soft-bottom fauna as well as contaminants in the sediment; with different parameters in the different fjords. There is also other monitoring going on in the Grenlandfjords, and the present monitoring was intended to supplement this.

Secchi depth (visibility) was classified as “moderate” at all seven stations surveyed in the three fjords (F-1.1, BC-1, E-1.1, F7, VT67, V01 and V02). The Secchi depth was lowest closest to Skienselva. Classification of the supporting elements for the summer-period, where Secchi depth is included, was nevertheless classified as “good” condition at the four stations where water samples were collected (F-1.1, E-1.1, V01 and V02). Support parameters in the summer did therefore not reduce the overall classification. In winter, the condition was classified as good at three of four stations, while it was classified as moderate at station F-1.1. Support parameters in winter will therefore reduce the classification at station F-1.1.

At three out of four stations outside Brevik, the oxygen conditions were “moderate” (E-1.1, F7, VT67 and V01) and at the deepest station V02, the oxygen conditions were classified as “poor”. At stations BC-1 and F-1.1, the oxygen conditions were classified as “bad” and “good”, since less strict class limits were used as the Frierfjord is considered to be naturally low in oxygen. The oxygen conditions did therefore not reduce the overall classification at station F-1.1 in our assessment.

At the four stations E-1.1, F7, VT67 and V01 phytoplankton was classified both according to the Norwegian Guideline 02:2018 and the Swedish regulation HVMFS 2019:25. Frierfjorden (F-1.1) is classified with limit values for water type S3. Water type S3 is intercalibrated with the corresponding Swedish water type. The condition at station F-1.1 was “moderate”, at station E-1.1 “good” and at stations V01 and V02 “very good”.

The influence of discharges from Knarrdalstrand, Heistad and Salen treatment plants on nutrient concentrations in the water column near the discharges was limited. Some evidence of elevated ammonium values was found at all three stations and nitrate values outside the Knarrdalstrand treatment plant.

The lower growth limit for benthic macroalgae was surveyed in Eidangerfjorden and Langesundsfjorden. Based on the multi species maximum depth index (MSMDI) the site investigated in Eidangerfjorden showed «high» ecological state, while the three sites in Langesundsfjorden showed «good» state. This indicates low levels of impact on the benthic macroalgae from the treatment plants in the area. In Frierfjorden, which is in a water type where the indices for benthic

algae does not have valid class boundaries, the intertidal zone were monitored at three sites to look at trends since 2015. In general, there has been little change in the intertidal zone in Frierfjorden since 2015. Both 2015 and 2022 were characterized by fast growing species belonging to the phyla chlorophytes, diatoms and cyanobacteria, indicating eutrophication in the area.

Soft bottom fauna was only sampled in Langesundsfjorden as soft bottom analyses are included in the other monitoring of Frierfjorden and Eidangerfjorden. The fauna showed "good" ecological state at all the three sampled stations. However, both the sediment and the fauna indicated that the seabed was characterized by excess organic material. The amount of organic carbon in the sediment corresponded to "poor" or "very poor" state, and tolerant and opportunistic species dominated the fauna. The station upstream of the treatment plant seemed to be most affected by organic enrichment, most likely as it is closest to the outlet from the river Skienselva. Due to this, there is no indication that the discharge negatively affects the soft bottom fauna.

The content of contaminants was investigated at two stations in Frierfjorden in order to supplement other monitoring. For the priority substances, the chemical condition was classified as "not good". In addition there were exceedances of the Environmental Quality Standards (EQS) for water region-specific substances, which are included in the ecological classification. This means that the ecological state cannot be higher than "moderate". At both stations there were high levels of PAH-substances, and at the station furthest away from the discharge there was also exceedances of the EQS-values of the metals mercury, zinc and arsenic. Since there was no tendency that the station closest to the discharge had the highest level of contaminants, it does not seem likely that the discharge from the treatment plant contributes significantly to the contamination in the fjord.

Based on the monitoring that was conducted in the present project, the water body Frierfjorden obtained "moderate" ecological state, Eidangerfjorden "good" ecological state, and Langesundsfjorden "moderate" ecological state. The chemical state was "not good" in Frierfjorden, the only water body where contaminants were investigated. It is important to be aware that there also has been conducted other monitoring in the fjord system, and that the valid classification should be found in Vann-nett.

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn og formål

Undersøkelsen omfatter sjøområder i Grenland som er resipient for utslipp av kommunalt avløpsvann. Knarrdalstrand renseanlegg har utslipp til Frierfjorden, Heistad renseanlegg har utslipp til Eidangerfjorden og Salen renseanlegg har utslipp til Langesundsfjorden. I tillegg til utslippene fra renseanleggene er det også andre forurensningskilder til Grenlandsfjordene, særlig fra industri. Det er utført overvåking mht. effektene av utslipp fra industrien, men overvåkingen har ikke nødvendigvis fanget opp effektene av renseanleggene, og det er viktig å få informasjon om disse enkeltbidragene. Det er særlig effekter knyttet til organisk belastning og eutrofi som bør overvåkes mht. avløpsanlegg, men i dette tilfellet er det utslipp også av miljøgifter fra Knarrdalstrand renseanlegg.

Hovedformålet med undersøkelsen er å få informasjon om dagens økologiske tilstand, og i hvilken grad renseanleggene påvirker resipientene. Overvåkingen er tiltenkt å supplere annen overvåking som finner sted i Grenlandsfjordene. Videre inngår undersøkelsen som et ledd i oppfølgingen av vannforskriften, som legger opp til en forvaltning som skal sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av alt vannmiljø.

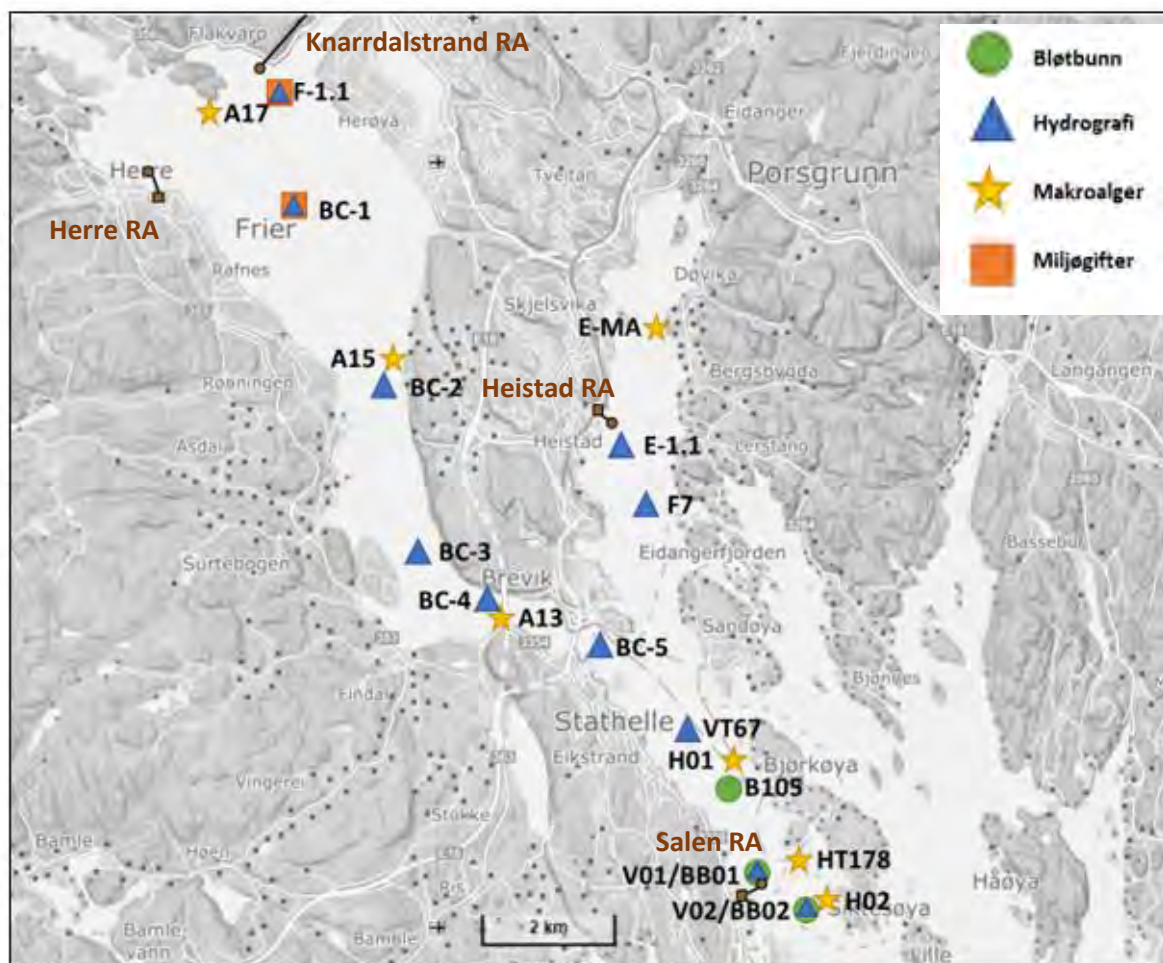
1.2 Områdebeskrivelse og dagens tilstand

Frierfjorden (vannforekomst-id 0110010701-C) er resipienten til Knarrdalstrand renseanlegg i Porsgrunn kommune (**Figur 1**). Fjorden strekker seg fra Brevik og til utløpet av Skienselva, og har et areal på 20,16 km². Største dyp er på 93 m. Frierfjorden tilhører vanntype «sterkt ferskvannspåvirket fjord» (S5). Det er lite tidevannsforskjell og liten grad av bølgeeksponering. Økologisk tilstand er satt til «moderat» i Vann-nett, men det er lite data som ligger inne med klassifisering. Kjemisk tilstand er satt til «dårlig» pga. høye nivåer av flere miljøgifter. Skienselva munner ut i Frierfjorden, og er påvirket av utslipp fra flere større og mindre bedrifter og kommunale utslipp oppstrøms.

Eidangerfjorden (vannforekomst-id 0110010600-C) er resipienten til Heistad renseanlegg i Porsgrunn kommune (**Figur 1**). Fjorden strekker seg fra mellom Brevik og Sandøya til Nystrand i Eidanger. Arealet er 6,58 km². Dypet er på rundt 100-110 m langs hele fjorden, med maksdyp på 126 m lengst sørøst mot Geiterøya. Fjorden tilhører vanntype «beskyttet kyst/fjord» (S3). Det er lite tidevannsforskjell og liten grad av bølgeeksponering. Økologisk tilstand er satt til «moderat», men det er sparsomt med data for biologiske kvalitetselement. Kjemisk tilstand er satt til «dårlig» pga. høye nivåer av flere miljøgifter.

Langesundsfjorden (vannforekomst-id 0110010801-C) er resipienten til Salen RA i Bamble kommune (**Figur 1**). Fjorden går fra sundet ved Langesund og inn til Brevik, hvor den går over i Frierfjorden og Eidangerfjorden. Arealet er 7,82 km². Den tilhører vanntype «beskyttet kyst/fjord» (S3). Det er lite tidevannsforskjell og liten grad av bølgeeksponering. Økologisk tilstand er i Vann-nett satt som «moderat», og bl.a. siktdyp og mengden nitrat/nitritt trekker tilstanden ned. Samtidig viser dataene i Vann-nett at det ikke er angitt tilstand for flere parametere, for eksempel oksygen. Det ligger heller ikke inne gyldige data for bløtbnunnsfauna. Kjemisk tilstand er satt som «dårlig». Det er ingen store elver som har direkte tilførsel av ferskvann til Langesundsfjorden, men fjorden ligger nedstrøms Frierfjorden, hvor Skienselva munner ut.

Grenlandsfjordene er generelt sterkt til meget sterkt forurensset som følge av tidligere industri, skipstrafikk og annen virksomhet. Alle tre fjordene i undersøkelsen er av Miljødirektoratet definert som industrifjorder, ifølge Walday m.fl. (2022). Særlig kvikksølv, dioksiner og furaner har hatt høye nivåer i Grenlandsfjordene (se for eksempel Fagerli m. fl., 2016 rev. 2017). Dioksin-forurensningen stammer hovedsakelig fra tidligere utslipp fra den nedlagte magnesiumfabrikken på Herøya. I tillegg har det vært utslipp av miljøgifter fra flere andre landbaserte industribedrifter. Det har vært gjort tiltak mht. forurensede sedimenter som har forbedret tilstanden (Schaaanning m.fl., 2019), men fremdeles klassifiseres kjemisk tilstand som «dårlig».



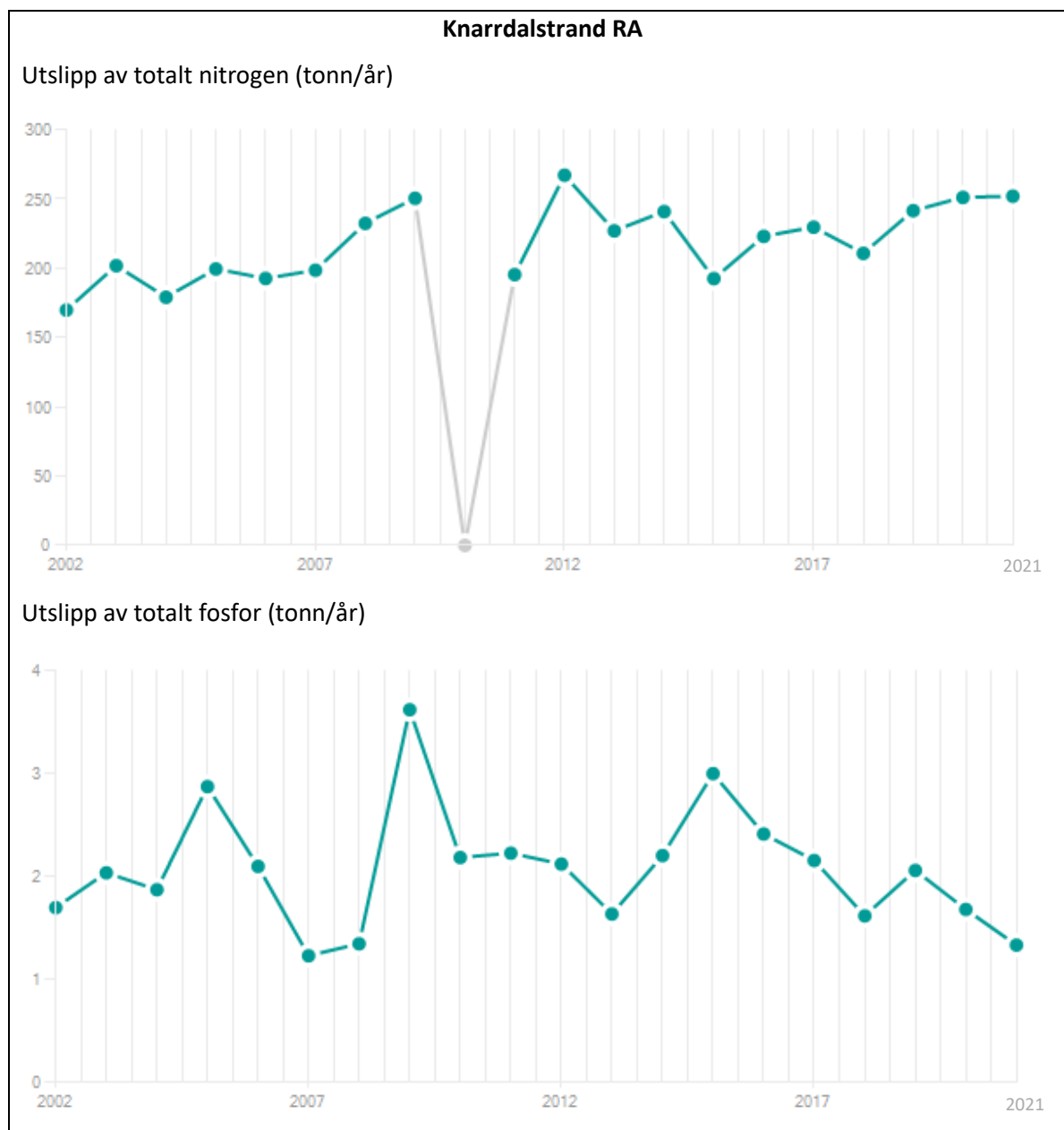
Figur 1. Kart over undersøkelsesområdet, med inntegning av utslippspunkt og stasjoner prøvetatt i Grenland, 2022.

1.3 Utslipp av kommunalt avløpsvann

Knarrdalstrand renseanlegg i Porsgrunn kommune har utslippstillatelse av avløpsvann, inkludert evt. forurensset overvann, på inntil 82 500 PE. Dette er det største utslippet i den foreliggende resipientundersøkelsen. Utslippstillatelsen omfatter behandling av avløpsvann fra Porsgrunn by og avløpsvann overført fra deler av Skien by. Utslipet omfatter også en rekke metaller og organiske miljøgifter. Utslippspunktet er på ca. 40 m dyp i Frierfjorden. Utvikling over tid for utslipp av totalt nitrogen og totalt fosfor fra 2002 til 2021 er vist i **Figur 2**. Utslipet av totalt nitrogen har vært relativt

stabilt på mellom 200 og 250 tonn de siste årene, som er noe høyere enn på begynnelsen av 2000-tallet. Utslippet av totalt fosfor har vist en reduksjon de siste årene, og var på ca 1,3 tonn i 2021.

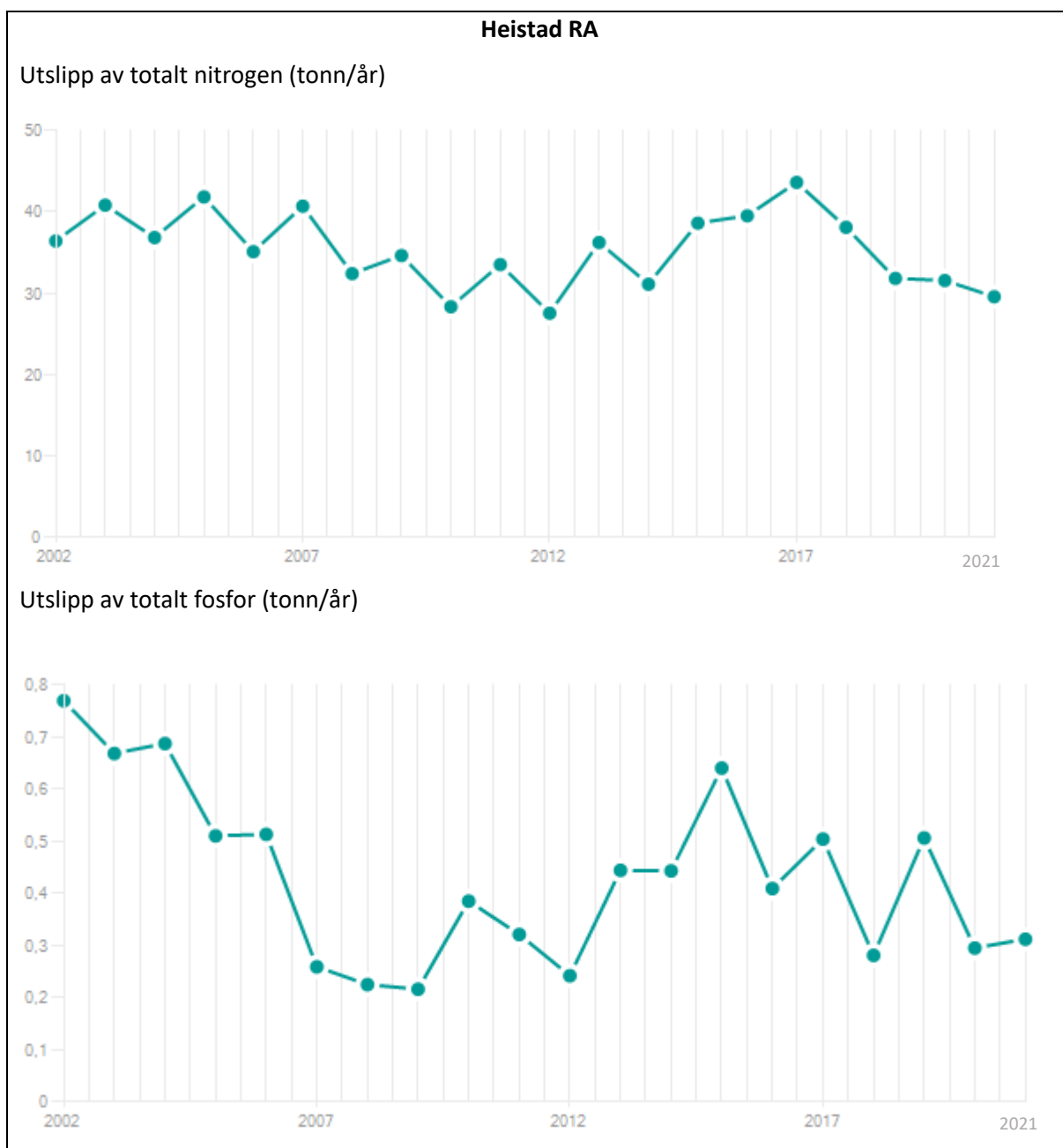
Herre rensanlegg i Bamble kommune har også utslipp til Frierfjorden. Dette er et lite anlegg med ca. 1 500 PE, og det er ikke tilgjengelige data på utslippet av nitrogen og fosfor.



Figur 2. Utslipp av totalt nitrogen (øverst) og totalt fosfor (nederst) fra 2002 (første år med data) til 2021 fra Knarrdalstrand RA gitt i tonn/år. Kurvene er hentet fra Norskeutslipp.no, hvor verdier på null (i grått) betyr manglende data.

Heistad rensanlegg i Porsgrunn kommune har utslippstillatelse på utslipp av rensset avløpsvann, inkl. evt. forurenset overvann, på inntil 15 000 PE. Utslippet er på ca. 25 m dyp i Eidangerfjorden. Utvikling over tid for utslipp av totalt nitrogen og totalt fosfor er vist i **Figur 3**. Utslippet av totalt nitrogen har

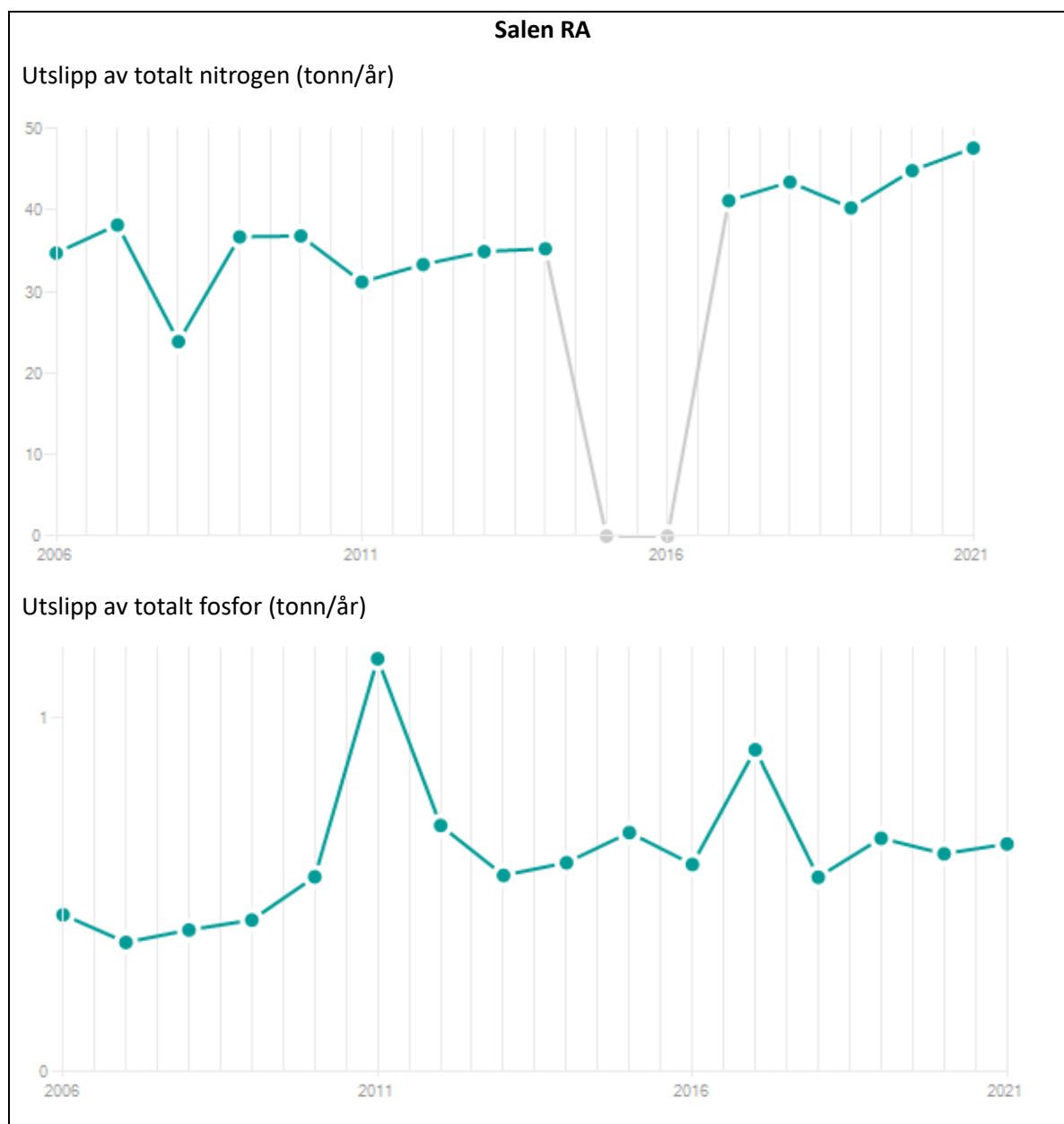
vært på om lag 30-40 tonn/år, og vist en reduksjon fra 2017 til 2021. Utslippet av totalt fosfor har vært maks 0,8 tonn/år, og var i 2021 på 0,3 tonn.



Figur 3. Utslipp av totalt nitrogen (øverst) og totalt fosfor (nederst) fra 2002 (første år med data) til 2021 fra Heistad RA gitt i tonn/år. Kurvene er hentet fra Norskeutslipp.no.

Salen renseanlegg i Bamble kommune har utslippstillatelse av avløpsvann (inkludert evt. forurenset overvann) på inntil 14 000 PE, altså omtrent som Heistad. Utslippspunktet er på 43 m dyp i Langesundsfjorden. Utvikling over tid for utslipp av totalt nitrogen og totalt fosfor er vist i **Figur 4**. Utslippet av totalt nitrogen har vært mellom 20 og 50 tonn/år, og har vist en svak økning de siste fem årene. Utslippet i 2021 var det høyeste målte i perioden. Men unntak av to enkeltår med høye

utslipp av totalt fosfor, har mengden vært relativt stabil, men noe høyere etter 2011 enn tidligere i perioden.



Figur 4. Utslipp av totalt nitrogen (øverst) og totalt fosfor (nederst) fra 2006 (første år med data) til 2021 fra Salen RA gitt i tonn/år. Kurvene er hentet fra [Norskeutslipp.no](https://norskeutslipp.no), hvor verdier på null (i grått) betyr manglende data.

2 Metode

2.1 Overvåkingsprogram

Overvåkingen har til hensikt å fange opp i hvilken grad utslipp fra de kommunale renseanleggene påvirker resipientene. Det er mye industriutslipp i Grenlandsfjordene, som også er underlagt et overvåkingsprogram (COWI, 2020). Hensikten med denne overvåkingen har vært å supplere den øvrige overvåkingen, som først og fremst er rettet mot industriutslippene selv om også utslippene fra renseanleggene inngår. Derfor er det i det forliggende prosjektet et ulikt antall stasjoner og kvalitetselement mht. hvert renseanlegg, se oversikt i **Tabell 1**. Stasjonene er også vist i **Figur 1**.

De pelagiske stasjonene er overvåket månedlig, mens overvåkingen av makroalger og bløtbunn er utført én gang. Overvåking i vannmassene vil fortsette i 2023 og antakelig 2024, ettersom klassifisering av pelagiske data setter krav om tre års data (Veileder 02:2018).

Tabell 1. Liste over vannforekomster med overflateareal, vanntype og stasjoner.

Navn på vannforekomst	Overflateareal (km ²)	Vanntype	Stasjoner
Frierfjorden	20,1	S5: Sterkt ferskvannspåvirket fjord (beskyttet)	Pelagiske: F-1.1, BC1 Makroalger: A13, A15, A17 Miljøgifter: F-1.1, BC1
Eidangerfjorden	6,6	S3: Beskyttet kyst/fjord	Pelagiske: E-1.1, F7 Makroalger: E-MA
Langesundsfjorden	7,8	S3: Beskyttet kyst/fjord	Pelagiske: V01, V02, VT67 Makroalger: H178, H01, H02 Bløtbunn: B105, BB01, BB02

2.2 Undersøkelse av pelagiske forhold

I vannmassene er det målt klorofyll som et mål for planteplankton, og fysisk-kjemiske støtteparametere. Klorofyll a er et indirekte mål for mengden planteplankton, og er den eneste parameteren fra vannmassen som er et biologisk kvalitetselement. Planteplankton er frittstående mikroskopiske alger og hovedprimærprodusentene i havet. De vokser hurtig når bl.a. næringstilgang, lys, og stabilitet i vannsøylen er gunstig. Planteplankton reagerer hurtig på endringer i vekstforholdene, og ved økte tilførsler av næringssalter kan algene vokse hurtig når lys og andre nødvendige vekstbetingelser er til stede. Ved tilførsel av næringssalter utover naturlig konsentrasjon, kan resultatet bli det som ofte kalles eutrofiering (økt planteproduksjon).

Kjemiske og fysiske parametere er i vanddirektivet støtteparametere som benyttes til å forklare eventuelle endringer i de biologiske overvåkningselementene, men også til å si noe konkret om mengden næringssalter og oksygenforhold i vannmassene. Kjemiske data innenfor tidsavgrensede perioder, det vil si vinter- og sommer perioden, kan si noe om eutrofitilstanden i et område. Oksygenkonsentrasjon i bunnvannet kan gi informasjon om organisk belastning og oksygenforbruk, men må tolkes sammen med topografisk informasjon. Siktdyp er en parameter som gir informasjon om vannets klarhet, som påvirkes av en rekke faktorer slik som mengde planteplankton, oppløst organisk karbon, og partikulære forhold i vannet. Redusert klarhet i vannet kan få betydning for organismer som er avhengig av lys for å vokse, som planteplankton og makroalger.

For pelagiske data skal klassifiseringen i utgangspunktet baseres på minst tre års data når man skal følge Veileder 02:2018. Her har vi valgt å klassifisere basert på et års data, men kommunene fortsetter innsamlingen, slik at klassifiseringen kan oppdateres etter hvert som mer data foreligger.

2.2.1 Feltarbeid og analyser

Innsamling av vannmassene ble foretatt på stasjonene vist i **Tabell 2**, se også **Figur 1**. Innsamling ble gjort med F/F Trygve Braarud og Porsgrunn kommunes arbeidsbåt.

Tabell 2. Stasjonsoversikt over de pelagiske stasjonene overvåket i Grenland, 2023. Posisjon gitt i desimalgrader (WGS84).

Stasjon-kode	Stasjon-navn	Bredde-grad	Lengde-grad
F-1.1	Knarrdalstrand RA	59,11805	9,60312
E-1.1	Heistad RA	59,07858	9,70071
F7	Eidangerfjorden	59,06668	9,70952
V02	Råholmbåene	59,01550	9,75670
V01	Salen RA	59,02110	9,74820
VT67	Langesundsfjorden	59,03908	9,72323
BC-1	Frierfjorden	59,10437	9,61800
BC-2	Saltbuodden	59,08100	9,64103
BC-3	Skjerkøya	59,05803	9,65163
BC-4	Grenlandsbrua	59,05350	9,67423
BC-5	Brevik, Langkaia	59,04990	9,69927

Stasjonene var fordelt på følgende måte for å fange opp utslippene fra renseanleggene:

Frierfjorden (Knarrdalstrand RA)

- Stasjon F-1.1 rett utenfor utslippspunktet til renseanlegget

Eidangerfjorden (Heistad RA)

- Stasjon E.1.1 rett utenfor utslippspunktet til renseanlegget
- Stasjon F7 sør for renseanlegget (kun CTD-målinger og siktdyp)

Langesundsfjorden (Salen RA)

- Stasjon V01 rett utenfor utslippspunktet til renseanlegget
- Stasjon V02 sør for utslippspunktet til renseanlegget
- Stasjon VT67 nord for utslippspunktet til renseanlegget (kun CTD-målinger og siktdyp)

Disse stasjonene ble undersøkt på månedlig basis. I tillegg ble det tatt CTD målinger på noen ekstra stasjoner i Frierfjorden (BC-2, BC-3, BC-4 og BC-5) for å se på horisontal utbredelse av planteplankton.

Klorofyll a ble prøvetatt på 5 m dyp på stasjonene V01, V02, F-1.1. og E-1.1. Prøvetakingen ble utført månedlig fra februar til november. Dette avviker noe fra det som kreves i Veileder 02:2018, hvor det er angitt at det skal tas prøver hver 14. dag i februar og mars og månedlig fra april til oktober, og at det skal tas prøver fra 0, 5 og 10 m. Dette oppsettet vil gi større mulighet til å fange opp kraftige planteplanktonoppblomstringer enn hvis det tas prøver med frekvensen beskrevet i veilederen, men kun over ett år. Sjansen for å fange opp planteplanktonoppblomstringer øker betraktelig når det måles over flere år på rad. Vi anser derfor kravet i Veileder 02:2018 om minst tre års varighet som viktigere enn hyppigere prøvetaking i de to første månedene av vekstsesongen. Dette forutsetter at det overvåkes også i 2023 og 2024. Vi anser det også mindre viktig å ta prøver i tre forskjellige dyp, enn å ha en lengre tidsserie. I programmet som her er foreslått, er også november inkludert, siden det i november 2021 ble observert en ekstrem høstopplomstring i indre deler av Oslofjorden. Det er mulig at en slik oppblomstring vil kunne forekomme også fremover, og i et større område, hvis vanntemperaturen i de kommende årene blir tilsvarende som den var i 2021.

Prøvene til klorofyll ble hentet med vannhenter, sendt til NIVAs laboratorier og prosessert innen 24 timer. Prøven ble da filtrert, hvoretter filteret ble fryst og deretter analysert spektrofotometrisk i iht. NS-4767.

Næringssaltene ble prøvetatt med vannhenter for analyse av ammonium, nitritt/nitrat, total nitrogen, fosfat og total fosfor, iht. Veileder 02:2018. Prøvetakingsdyp var 0, 10, 30 og 50 m. Prøvene ble analysert vha. en Skalar autoanalysator.

Siktdypet ble målt ved at det senkes en hvit skive gjennom vannsøylen til den ikke lenger var synlig, for deretter å heve den til den synes igjen. Antall meter som skiven da var senket ned ble notert. Fargen på vannet ble også notert når siktskiven var på ca. halvt siktdyp.

Temperatur, saltholdighet, oksygen og klorofyll a fluorescens ble målt gjennom hele vannsøylen med en profilerende CTD-sonde (SAIV og Seabird) påmontert en oksygensonde og fluorescense-sensor.

2.2.1 Beregninger og klassifisering

I Veileder 02:2018 er det et biologisk kvalitetselement for vannmassene, og det er 90 persentilen (den verdien hvor 10 % av målingene er høyere og 90 % er lavere) av klorofyll a i vekstsesongen. I denne rapporten er det i tillegg valgt å benytte indeksen for planteplankton fra den svenske forskriften (HVMFS 2019:25), hvor det benyttes middelverdien av klorofyll a for sommersesongen (juni-august). Den norske og svenske indeksen er interkalibrert, som vil si at de er likeverdige. Det er derfor nyttig å sammenligne de to indeksene, siden datagrunnlaget gjør det mulig å beregne begge to.

For næringssalter skal klassifiseringen baseres på vinter- og sommerkonsentrasjoner, hvor vinterkonsentrasjonene skal gi informasjon om overkonsentrasjoner utover naturlig konsentrasjon (dvs. før planteplanktonets vekst har påvirket næringssaltene), mens sommerkonsentrasjoner kan gi mer informasjon om tilførsler fra avrenning eller utslipp. Sommerperioden er angitt fra juni til og med august (Veileder 02:2018), mens vinterperioden er angitt fra desember til februar. I vurderingen brukes data fra 0-10 m dyp. For siktdypet er det perioden juni-august som er grunnlaget for klassifisering. Oksygenforholdene ble klassifisert ut ifra de laveste målingene, hvor dyp og tidspunkt ble notert.

2.3 Undersøkelse av makroalger

Fastsittende makroalger omfatter store, synlige alger som vokser på hardt underlag langs kysten - tang og tare er blant disse algene. Algene har ikke mulighet til å forflytte seg dersom miljøforholdene endrer seg, og algesamfunnet vil dermed være sammensatt av de artene som til enhver tid er best tilpasset miljøforholdene i konkurranse med andre arter. Artssammensetning og sonering varierer ved forhold som lys, temperatur, saltholdighet, bølgeeksponering, strøm og næringstilgang. Dersom tilgangen til næring endres, vil også artssammensetningen i algesamfunnet endre seg. En situasjon med overgjødning kan føre til at hurtigvoksende trådformede alger, som raskt kan ta opp og utnytte næringsalter til vekst, får større utbredelse på bekostning av flerårige alger. Samtidig medfører økt mengde næring gjerne økt mengde partikler i vannet som gjør lysforholdene dårligere slik at alger ikke kan vokse like dypt som i klart vann.

For fastsittende alger er det utviklet to indekser for påvirkningstypen eutrofiering: Nedre voksegrenseindeksen (MSMDI) og fjæreindeksen (RSLA/RSL) (Veileder 02:2018). I Skagerrak er det kun Nedre voksegrenseindeksen som er godkjent, og det er foreløpig kun utviklet klassegrenser for vanntypene «åpen eksponert kyst (S1)», «moderat eksponert kyst/fjord (S2)» og «beskyttet kyst/fjord (S3)». Fjæreindeksen er godkjent for økoregionene Nordsjøen sør, Nordsjøen nord og Norskehavet sør. Siden stasjonene ligger i økoregion Skagerrak er det nærliggende å benytte Nedre voksegrenseindeksen, som har godkjente klassegrenser i området. Men siden deler av undersøkelsen er i vanntypen «sterkt ferskvannspåvirket fjord», der klassegrenser mangler for begge indekser, er det også benyttet fjæreundersøkelser.

2.3.1 Feltarbeid

Det ble foretatt undersøkelser av nedre voksegrense for makroalger på én stasjon i Eidangerfjorden (E-MA) og tre stasjoner i Langesundsfjorden (HT178, H01 og H02). I Frierfjorden ble det foretatt undersøkelser av fjæra på tre stasjoner (A13, A15 og A17). Feltarbeidet ble gjennomført 12.-13. september 2022. En oversikt over stasjonene er gitt i **Figur 1** og **Tabell 3**.

Tabell 3. Stasjonsoversikt med stasjonsnavn, posisjoner og undersøkelsesmetode for makroalger i Langesundsfjorden, Eidangerfjorden og Frierfjorden i 2022.

Stasjonskode	Stasjonsnavn	Koordinater		Metode
		Bredde	Lengde	
H01	Oppstr. Salen RA v/Levra, Langesundsfjorden	59,03488	9,740629	Nedre voksegrense
H02	Nedstr. Salen RA v/Råholmen, Langesundsfjorden	59,01754	9,764791	Nedre voksegrense
HT178	Risøyodden, Langesundsfjorden	59,0233	9,7539	Nedre voksegrense
E-MA	Havna, Eidangerfjorden	59,0916	9,710624	Nedre voksegrense
A13	Steinholmene, Frierfjorden	59,05166	9,675823	Fjæresone
A15	Saltbua, Frierfjorden	59,08171	9,643769	Fjæresone
A17	Balsøy, Frierfjorden	59,11671	9,590161	Fjæresone

Eidangerfjorden og Langesundsfjorden tilhører begge vanntype «beskyttet kyst/fjord», hvor det finnes klassegrenser for Nedre voksegrenseindeksen. Undersøkelsene her ble foretatt ved dykking i henhold til ISO/FDIS 19493-2007, til maks 30 meter dyp. Nedre voksegrense ble registrert for ni utvalgte makroalger (Veileder 02:2018). Dersom algene ikke kunne identifiseres i felt ble det samlet inn prøver som senere ble undersøkt under mikroskop.

Frierfjorden ligger i vanntype «sterkt ferskvannspåvirket fjord». Det er ikke utviklet klassegrenser for nedre voksegrenseindeksen i denne vanntypen. Fjæreindeksen har klassegrenser for «sterkt ferskvannspåvirket fjord», men ikke for økoregion Skagerrak. Siden det tidligere er utført fjæresoneregistreringer på stasjonene A13, A15 og A17 (Fagerli m.fl. 2016), ble fjæresoneundersøkelser utført ved disse tre stasjonene i 2022 for å følge utviklingen over tid. Fjæra ble undersøkt ved snorkling fra sprutsonen og ned til øvre del av sjøsonen langs en horisontal utstrekning på ca. 10 meter. Artsmangfold av makroalger og evertebrater ble registrert på en semikvantitativ, 6-delt skala. Det ble tatt prøver av arter som ikke kunne bestemmes i felt for senere identifisering i mikroskop.

2.3.2 Beregninger og klassifisering

Undersøkelse av nedre voksegrense for makroalger

I Nedre voksegrenseindeksen (MSMDI) inngår ni arter av makroalger der nedre voksegrense registreres langs en ca. 10 meter bred trasé fra maks 30 meters dyp og opp til overflaten (Veileder 02:2018). Registreringene skjer ved dykking. Nedre voksegrense for en art defineres som det dypeste dyp hvor arten forekommer spredt, altså med en dekningsgrad større enn 5 %. Individene skal være utvokste og i stand til å reprodusere. Av de ni artene som registreres i forbindelse med nedre voksegrenseindeksen blir to arter slått sammen før utregningen av indeksen. Det vil si at det kun er åtte taksa som benyttes i beregningen av MSMDI. For å kunne foreta beregninger av økologisk tilstand må tre eller flere taksa bli registrert på en stasjon. Artenes forekomst kan ikke være begrenset av substrattilgjengelighet eller dykkedyp. Basert på feltregistreringene blir nEQR-verdier (normalisert Ecological Quality Ratio) og tilstandsklasser beregnet for hver stasjon.

Ved undersøkelser av nedre voksegrense ved dykking vil det i tillegg gjøres registreringer av eventuelle karaktertrekk gjennom transektet, som f. eks mengdevurdering av trådalger og lett gjenkjennelige fremmede arter. NIVA har erfart at verken fjæresoneindeksen eller nedre voksegrenseindeksen godt nok fanger opp redusert miljøtilstand i makroalgesamfunn forårsaket av overgroing fra trådalger. Ved lokaliteter hvor trådalger dominerer på midlere dyp og flerårige makroalgesamfunn har redusert tilstand, kan nedre voksedyp for de ni makroalgene allikevel være uforandret, og tilstanden fremstå som god iht. MSMDI. Tilsvarende kan tilstanden i fjæresonen fremstå som god fordi bølgebevegelse reduserer trådalgenes forekomst i fjæra. Vi anser denne tilleggsinformasjonen som svært relevant for vurdering av lokalitetenes økologiske tilstand.

Fjæreundersøkelser

Fjæreindeksen (RSL/RSLA) er en multimetrisk indeks som beregnes ut fra artssammensetningen av makroalger i fjæresonen, samt en artsmessig justering for fysiske forhold i fjæra. Ved undersøkelser i fjæra registreres artsdiversitet av makroalger og makrovertebrater i henhold til Veileder 02:2018 på hver stasjon. Registreringen av organismer er semikvantitativ, og det benyttes en 6-delt skala basert på prosentvis dekningsgrad. Fjærelokalitetene har ca. 10 m horisontal utstrekning og vertikal utstrekning fra supralitoralen til øvre del av sublitoralen (iht. Veileder 02:2018). I tillegg til artsdiversitet registreres også stasjonenes fysiske forhold på et skjema for verdisetting av fjæra iht. Veileder 02:2018. Undersøkelsen utføres ved snorkling. Registrering av arter foretas på stedet, men arter som er vanskelig å identifisere i felt, samles inn og identifiseres videre i mikroskop. Det tas bilder som viser stasjonenes posisjon og eventuelle karaktertrekk ved fjæresonesamfunnet.

2.4 Undersøkelse av bløtbunnsfauna

Bløtbunnsfauna inngår som et av de biologiske kvalitetselementene i vannforskriften. Denne dyregruppen omfatter små dyr som lever på overflaten av leire-, mudder- og sandbunn eller graver i bunnen. De fleste artene er relativt stasjonære og er dermed tilpasset miljøforholdene der de lever. Artssammensetningen vil derfor i stor grad reflektere miljøforholdene. Overvåking av bløtbunn er en viktig metode for å dokumentere miljøtilstand og påvise mulige endringer over tid. Bløtbunnsfauna påvirkes av flere typer miljøbelastninger, og er et av kvalitetselementene som responderer best på organisk anrikning fra for eksempel avløpsvann. Bløtbunnsfaunaundersøkelser gjøres på lokaliteter med sedimentbunn, fortrinnsvis der det er flat bunn med finkornet sediment (høy andel av leire og silt). Undersøkelsen baserer seg på virvelløse dyr større enn 1 mm. Innholdet av organisk materiale og kornstørrelse brukes som støtteparameter for bløtbunnsfaunaen.

Bløtbunnsfauna ble prøvetatt mht. overvåking av utslipp fra Salen RA. Det nevnes at det i regi av annen overvåking, gitt i overvåkingsprogram av 2020 (COWI, 2020), er prøvetatt flere stasjoner i Friertfjorden og Eidangerfjorden, hvor én bløtbunnsstasjon var spesifikk for Knarrdalstrand RA og én for Heistad RA. Ytterligere prøvetaking for disse renseanleggene ble derfor ikke ansett nødvendig i foreliggende overvåking. Prøvetakingen i den øvrige overvåkingen fant sted i 2021, og resultatene var tiltenkt å inngå i den foreliggende rapporten, men rapporten var pr. januar 2023 ikke ferdig publisert.

Prøvetaking og opparbeiding ble utført i henhold til NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19:2004. Sistnevnte gjelder også for prøvetaking av sediment for analyse av miljøgifter.

2.4.1 Feltarbeid

Feltinnsamlingen fant sted 22. mars 2022. Oversikt over stasjonene, samt dyp og visuelle observasjoner i felt, er gitt i **Tabell 4**. Alle stasjonene lå på omtrent samme dyp på 109-110 m.

På hver stasjon ble det tatt fire grabbprøver for faunaanalyse med en 0,1 m² van Veen grabb. Grabbprøvene ble beskrevet visuelt i felt mht. sedimentkarakteristika som konsistens, lukt, lagdeling, farge samt tilstedeværelse av synlige dyr og innslag av terrestrisk materiale (**Tabell 4**). Volum (l) ble bestemt vha. målepinne tilhørende grabben.

Tabell 4. Posisjoner og dyp for bløtbunnsprøvetakingen i Langesundsfjorden, 2022. Posisjon er oppgitt i desimalgrader (WGS 84). Observasjoner i felt er også vist.

Stasjon	Nord	Øst	Dyp (m)	Feltobservasjoner
B105	59,0288	9,7397	109	Finkornet, brungrått, bløtt sediment. Mye rørbyggende børstemark, sjømus. 17-20 l sediment pr. prøve.
BB01	59,0211	9,7482	109	Finkornet, bløtt, brungrått sediment. Sjømus, mange rørbyggende børstemark. 16,5-20 l sediment pr. prøve.
BB02	59,0155	9,7567	110	Finkornet, brunt sediment med innslag av terrestrisk materiale (flis). Plastbit i en av prøvene. Frittlevende og rørbyggende børstemark, sjømus. Nesten helt fulle prøver, med fin, intakt overflate.

Bunnmaterialet ble siktet gjennom 5 mm og 1 mm sikter, og sikteresten ble så konserverert i en 10-20 % formalin-sjøvannsløsning og tilsatt boraks for bufring. På stasjon B105 replikat IV ble det registrert saltholdighet på under 18 ‰. Pumpe var medbrakt, imidlertid var slangen for kort til å nå dypere vannlag med større saltholdighet. Dermed ble prøvematerialet spylt med vann med lavere saltholdighet enn anbefalt og iht. prøvetakingsprosedyren. Dette kan iblant gi noe lavere kvalitet på materiale, og gjøre det vanskeligere å artsbetemme det. Det var ingen indikasjoner på at forholdet virket inn på resultatet her; dette replikatet hadde både flest arter og flest individ av replikatene på denne stasjonen.

Sedimentprøver for analyse av organisk innhold (total organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN)) ble tatt fra øvre 0-1 cm av sedimentet, mens prøver for analyse av kornfordeling ble tatt fra de øvre 0-5 cm. Disse ble tatt fra en egen grabb.

Iht. Veileder 02:2018 skal det også måles temperatur, salinitet og oksygen i vannmassene på hver stasjon samtidig med prøvetaking av bløtbunnsfauna. Her ble det tatt slike målinger dagen etter bløtbunnsinnsamlingen.

2.4.2 Analyser

På laboratoriet ble dyrene plukket ut fra det øvrige restmateriale og sortert i taksonomiske hovedgrupper (børstemark, muslinger, krepsdyr, pigghuder og «varia»). Dyrene ble så lagt på 80 % etanol, og deretter artsbestemt av spesialister på de respektive gruppene.

Sedimentfraksjonen < 63 µm ble bestemt ved våtsikting. Totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN) ble analysert ved en elementanalyser etter at uorganiske karbonater hadde blitt fjernet i syredamp.

2.4.3 Beregninger og klassifisering

På grunnlag av artslistene ble følgende indekser for bløtbunnsfaunaens artsmangfold og ømfintlighet beregnet for hver prøve:

- artsmangfold ved indeksene H' (Shannons diversitetsindeks) og ES_{100} (Hurlberts diversitetsindeks)
- ømfintlighet ved indeksene ISI_{2012} (Indicator Species Index) og NSI (Norwegian Sensitivity Index)
- den sammensatte indeksen $NQI1$ (Norwegian Quality Index), som kombinerer både artsmangfold og ømfintlighet

Ut fra gjennomsnittet til indeksene angis tilstandsklasse for hver stasjon etter vannforskriftens system med de fem tilstandsklassene fra "svært god" (klasse I) til "svært dårlig" tilstand (klasse V), basert på Veileder 02:2018. Klassegrensene er differensiert mellom vanntyper. I dette tilfellet er stasjonene plassert i vanntype S3 (beskyttet kyst/fjord i økoregion Skagerrak). Klassifisering basert på ett års data er tilstrekkelig for bløtbunnsfauna, som for makroalger. Basert på enkeltindeksene beregnes også normaliserte EQR-verdier, og snittet av disse gir en samlet nEQR-verdi for bløtbunnsfaunaen på hver stasjon. Klassegrenser er gitt i **Tabell 27** i Vedlegg D.

Innholdet av totalt organisk karbon (TOC) i bunnsedimentet er en støtteparameter som kan gi informasjon om graden av organisk belastning, men den inngår ikke i den endelige klassifiseringen av tilstand (Veileder 02:2018). Til klassifisering av TOC benyttes SFT-veileder 97:03, som er inkludert i

Veileder 02:2018 og vist i **Tabell 28** i Vedlegg D. Klassifiseringen av TOC er basert på finkornet sediment, og prøven standardiseres derfor for teoretisk 100 % finstoff etter formelen:

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

F er andelen finstoff (partikkelstørrelse < 63 µm)

Også totalt nitrogen (TN) inngår for å få en indikasjon på mengden næring, og videre kan forholdet mellom TOC og TN gi informasjon om opphavet til det organiske materialet. Det foreligger ingen klassifisering av TN. Generelt indikerer lave C/N-verdier (6-8) at det organiske materialet har marint opphav, mens verdier som overstiger 10-12 typisk indikerer sedimentering av karbonkilder fra land eller vanskelig nedbrytbare karbonforbindelser.

2.5 Undersøkelse av miljøgifter

Overvåkingen av miljøgifter og stasjoner er generelt godt dekket i regi av øvrig overvåking i Frierfjorden og Eidangerfjorden. I Frierfjorden ble stoffene som inngår i utslippstillatelsen (samt i analyser av avløpsvannet) til Knarrdalstrand RA prøvetatt på de etablerte stasjonene F-1.1 og BC-1 (**Figur 1, Tabell 2**), på hhv. 44 og 95 m dyp. Overvåkingsprogrammet gitt av COWI (2020) dekker en rekke stoffer på disse stasjonene, men metaller (arsen, kadmium, krom, kobber, kvikksølv, nikkel, bly og sink), BFH, ΣPAH, ΣPCB₇, DEHP var ikke dekket, og ble lagt til. Igjen var resultatene fra den øvrige overvåkingen tiltenkt å inngå i den foreliggende rapporten, men disse var ikke tilgjengelige per januar 2023.

Sedimentprøvene ble tatt samtidig med bløtbunnsprøvene. Prøvene ble tatt med en 0,1 m² van Veen grabb fra de øverste 0-10 cm av sedimentoverflaten. Sedimentprøvene ble frosset ned etter ankomst til NIVA og oversendt Eurofins for analyse.

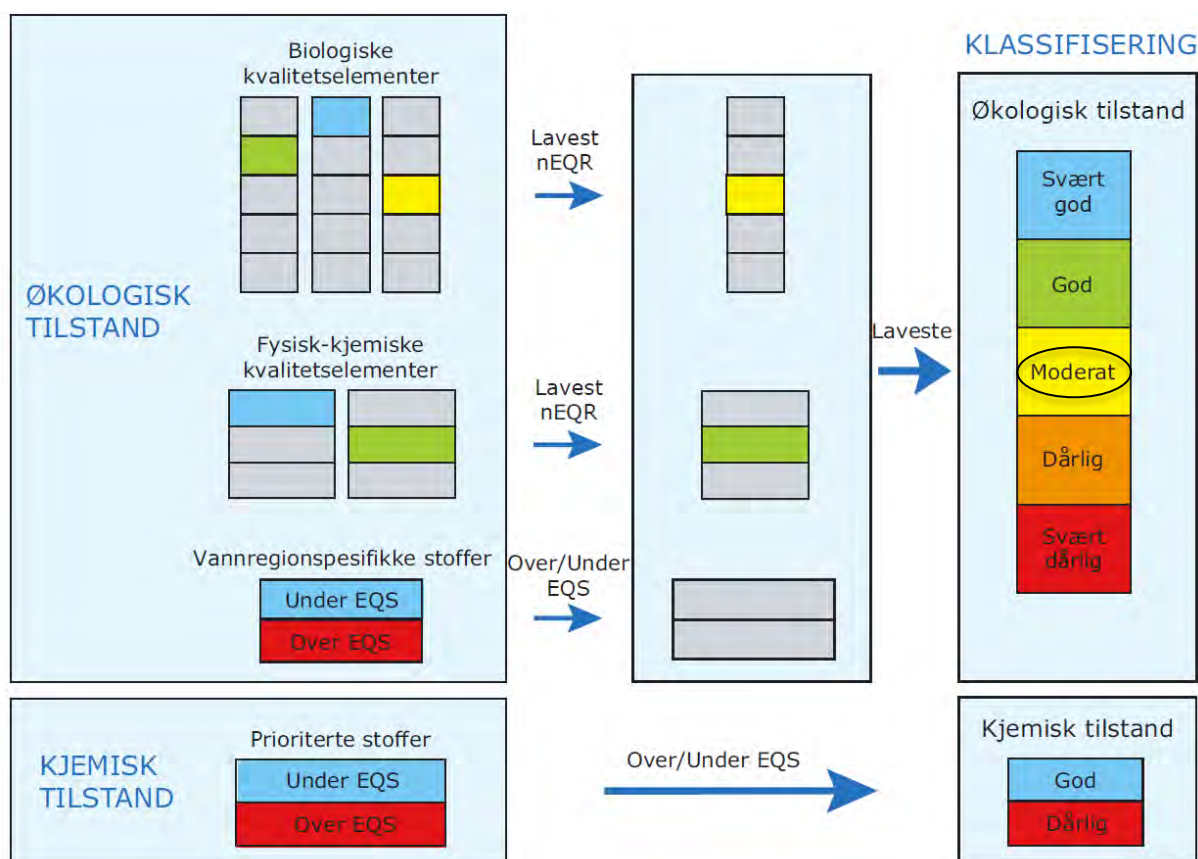
2.6 Samlet klassifisering

Basert på klassifiseringen av de ulike kvalitetselementene, foretas en samlet klassifisering på vannforekomstnivå. Dette gjøres vha. et egenutviklet regneark (NIVA-class) for å sikre at prosessen er automatisert. De fysiske-kjemiske støtteparameterene har da fått én samlet tilstand, dvs. én nEQR-verdi, som inngår sammen med nEQR-verdien for de biologiske kvalitetselementene (dvs. planteplankton, makroalger og bløtbunnsfauna) i utregningen av endelig tilstand. Samlet tilstandsklassifisering vil måtte anses som veiledende, ettersom gyldig klassifisering skal foreligge i Vann-nett. Det nevnes også at resultatene fra den øvrige overvåkingen som ble utført i 2021 iht. overvåkingsprogrammet til COWI (2020) var tiltenkt å inngå i foreliggende klassifisering, men disse dataene var pr. januar 2023 enda ikke tilgjengelige.

Økologisk tilstand for overflatevann viser dagens miljøtilstand i vannforekomsten, både når det gjelder artssammensetning, struktur og virkemåte for økosystemet. Økologisk tilstand i en vannforekomst skal klassifiseres på grunnlag av biologiske kvalitetselementer, med fysiske og kjemiske forhold som støtteparametere. Når de biologiske kvalitetselementene viser «svært god» eller «god» tilstand, kan de fysiske-kjemiske støtteparametere nedgradere samlet tilstand til «god» eller «moderat» tilstand (et trinn ned). Når de biologiske kvalitetselementene derimot viser «moderat», «dårlig» eller «svært dårlig» tilstand, vil disse alene være styrende for klassifiseringen. Det dårligste biologiske kvalitetselementet avgjør den økologiske tilstanden, også kalt «det verste

styres»-prinsippet. Prinsippsskisse for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i henhold til vannforskriften er vist i **Figur 5**.

Kjemisk tilstand bestemmes på bakgrunn av konsentrasjoner av prioriterte stoffer målt i vann, sediment eller biota. I vannforskriften er det nå 45 stoffer og stoffgrupper som er definert som prioriterte stoffer. Dette er stoffer som utgjør vesentlig risiko for eller via vannmiljøet. For disse stoffene er det utviklet grenseverdier eller miljøkvalitetsstandarder (EQS: Environmental Quality Standard), som er en grense mellom «god» og «dårlig» kjemisk tilstand. Er de målte konsentrasjonene av prioriterte stoffer under grenseverdien, settes tilstand til «god», og er den over grenseverdien, settes tilstand til «ikke god». Det er nå fastsatt grenseverdier for 45 prioriterte stoffer i vann, 23 stoffer i biota og 28 stoffer i sediment. Dersom det er utslipp eller forekomst av andre stoffer utover listen over de prioriterte stoffene, er det viktig også å vurdere disse for å gi et helhetlig bilde av miljøtilstanden. I henhold til vannforskriftens vedlegg V, tabell 1.1, skal forurensning fra andre stoffer enn de prioriterte, som er påvist tilført vannforekomsten i betydelige mengder inngår som kvalitetselement i klassifisering av økologisk tilstand. Disse stoffene omtales som vannregionspesifikke stoffer. Disse stoffene klassifiseres ved bruk av grenseverdier på samme måte som for prioriterte stoffer, men inngår i klassifisering av vannforekomster som et økologisk støtteelement.



Figur 5. Prinsippsskisse for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i henhold til vannforskriften (NIVA).

3 Resultater

3.1 Pelagiske forhold

3.1.1 Siktdyp på hver stasjon

I **Tabell 22** i Vedlegg A vises alle måling av siktdyp i 2022. Ut ifra disse målingene er det beregnet middelerverdi for hver stasjon fra sommeren 2022 og resultatet er vist i **Tabell 5**. Siktdypet er klassifisert basert på grenseverdier i **Tabell 23** i Vedlegg B. Stasjon F-1.1 og BC-1 i Frierfjorden er klassifisert med klassegrenser som gjelder for lav saltholdighet, mens for de andre stasjonene er det brukt grenser som gjelder for saltholdighet over 18 psu. Alle stasjonene ble klassifisert til «moderat» tilstand.

Tabell 5. Klassifisering av siktdyp på hver stasjon, 2022. Også salinitet og siktdypet i meter er vist.

Stasjon	Salt. (psu) 0-5 m	Salt. (psu) 0-10 m	Siktdyp (m) Jun-Aug	Siktdyp nEQR
F-1.1	8,16	23,91	4,20	0,57
BC-1	9,84	30,51	3,68	0,52
E-1.1	19,72	27,00	5,00	0,47
F7	19,40	27,36	4,88	0,45
VT67	18,86	26,88	4,83	0,44
V01	18,45	25,60	5,08	0,48
V02	20,00	26,33	4,88	0,45

3.1.1 Temperatur, saltholdighet og oksygenforhold på hver stasjon

I **Figur 6** til **Figur 12** er det tegnet opp konturplott for saltholdighet, temperatur og oksygen for de syv stasjonene F-1.1, BC-1, E-1.1, F7, V67, V01 og V02. De to stasjonene i Frierfjorden hadde pga. Skienselva et ca. 5 m tykt ferskvannslag gjennom hele året. Ferskvannslaget var svakere på de andre stasjonene.

På alle stasjonene er det en tydelig sesongvariasjon i temperaturen, og en kan se hvordan disse sesongvariasjonene brer seg nedover i vannmassen, hvor sesongvariasjonen får en forsinkelse i tid. Det kan legges merke til at i Frierfjorden er det liten sesongvariasjon i temperatur under 40-50 m. Dette skyldes at terskelen ved Brevik gjør at det er lite vertikal blanding i Frierfjordens dypvann.

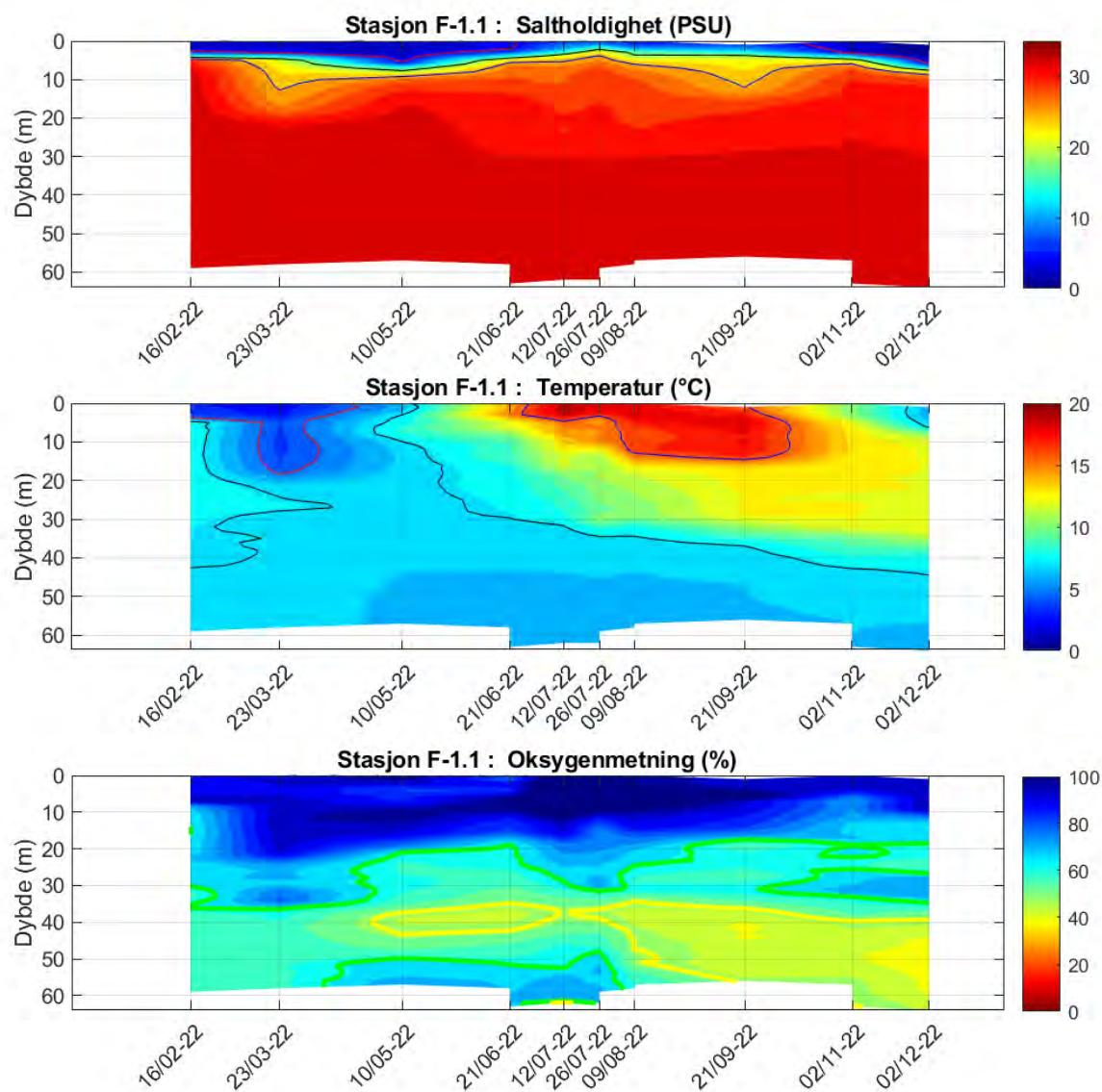
I Frierfjorden var det i starten av året oksygenfattig vann under 70 m dyp. Mellom toktet 23. mars og 10. mai var det dypvannsfornyelse og det strømmet inn salt, kaldt og oksygenrikt vann. Det har ikke vært registrert så gode oksygenforhold i Frierfjorden dypvann på flere år. I løpet av året så utviklet det seg oksygenfattige forhold på dypet igjen.

Oksygenforholdene i bunnvannet i løpet av 2022 er vist i **Tabell 6**. Det er brukt data fra syv stasjoner. For vannforekomsten Frierfjorden er det blitt benyttet mindre strenge klassegrenser, siden vannforekomsten her er naturlig oksygenfattig. Dette betyr at klassegrensene for å oppnå gode oksygenforhold er 2,5 ml/L istedenfor 3,5 ml/L. Klassegrensene som er brukt er vist i **Tabell 24** i Vedlegg B. På 51 m dyp ved Knarrdalstrand RA var de dårligste oksygenforholdene i 2022 på 2,6 ml/L, og forholdene blir klassifisert til «gode». På stasjon BC-1 i samme vannforekomst blir klassen «dårlig»

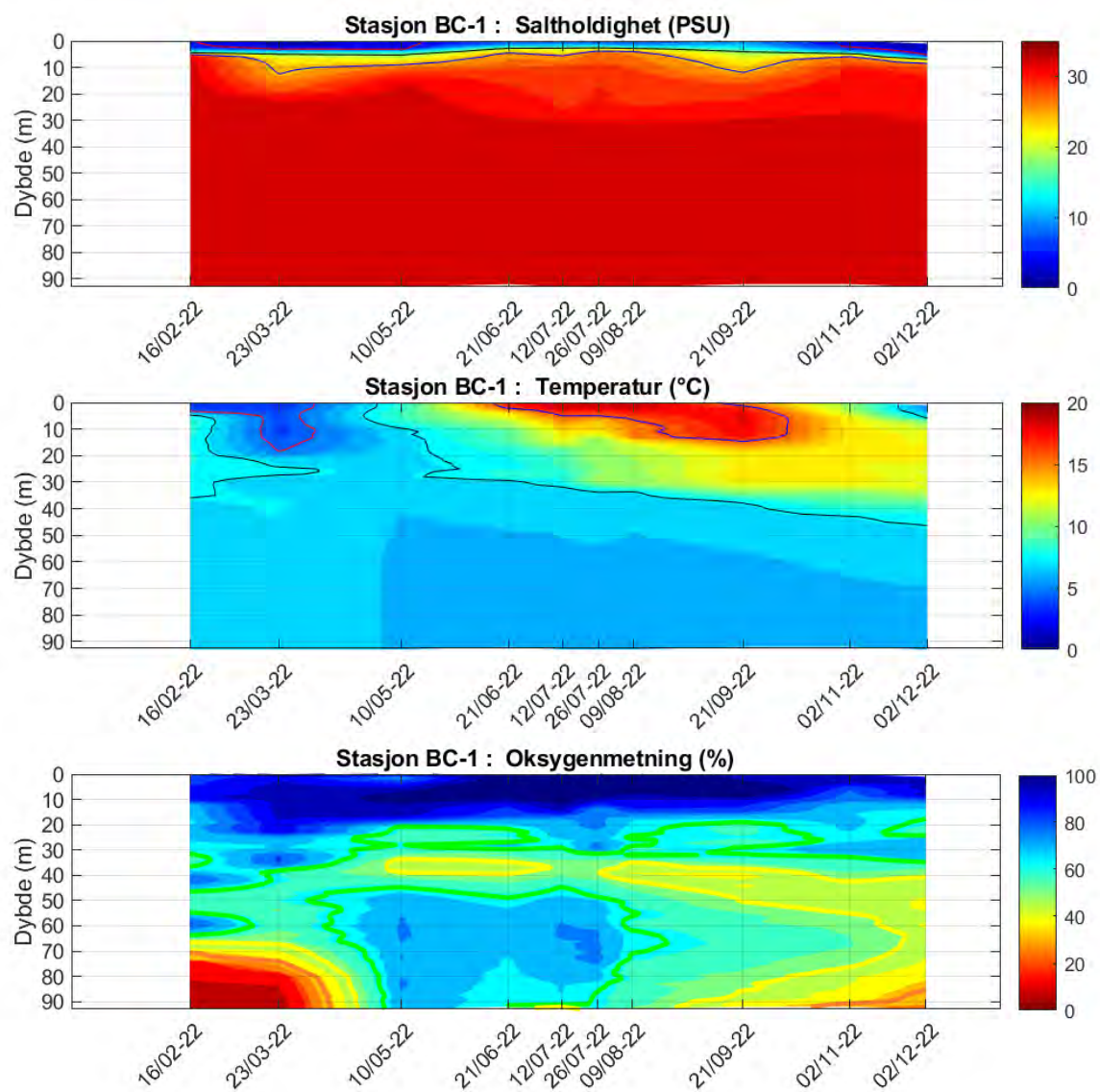
selv med mildere klassegrenser. På de andre stasjonene blir oksygenforholdene «moderat», bortsett fra på den dypeste stasjonen (V02) hvor den blir «dårlig». Det ble ikke observert hydrogensulfid i bunnvannet i 2022.

Tabell 6. Klassifisering av oksygenforhold, 2022. Også prøvetakingsdato og bunndyp er vist, samt mengden oksygen målt som konsentrasjon (ml/L) og prosent (%). Bunnvannet på stasjon F-1.1 og BC-1 er klassifisert etter mildere grenseverdier, siden Frierfjorden er naturlig oksygenfattig.

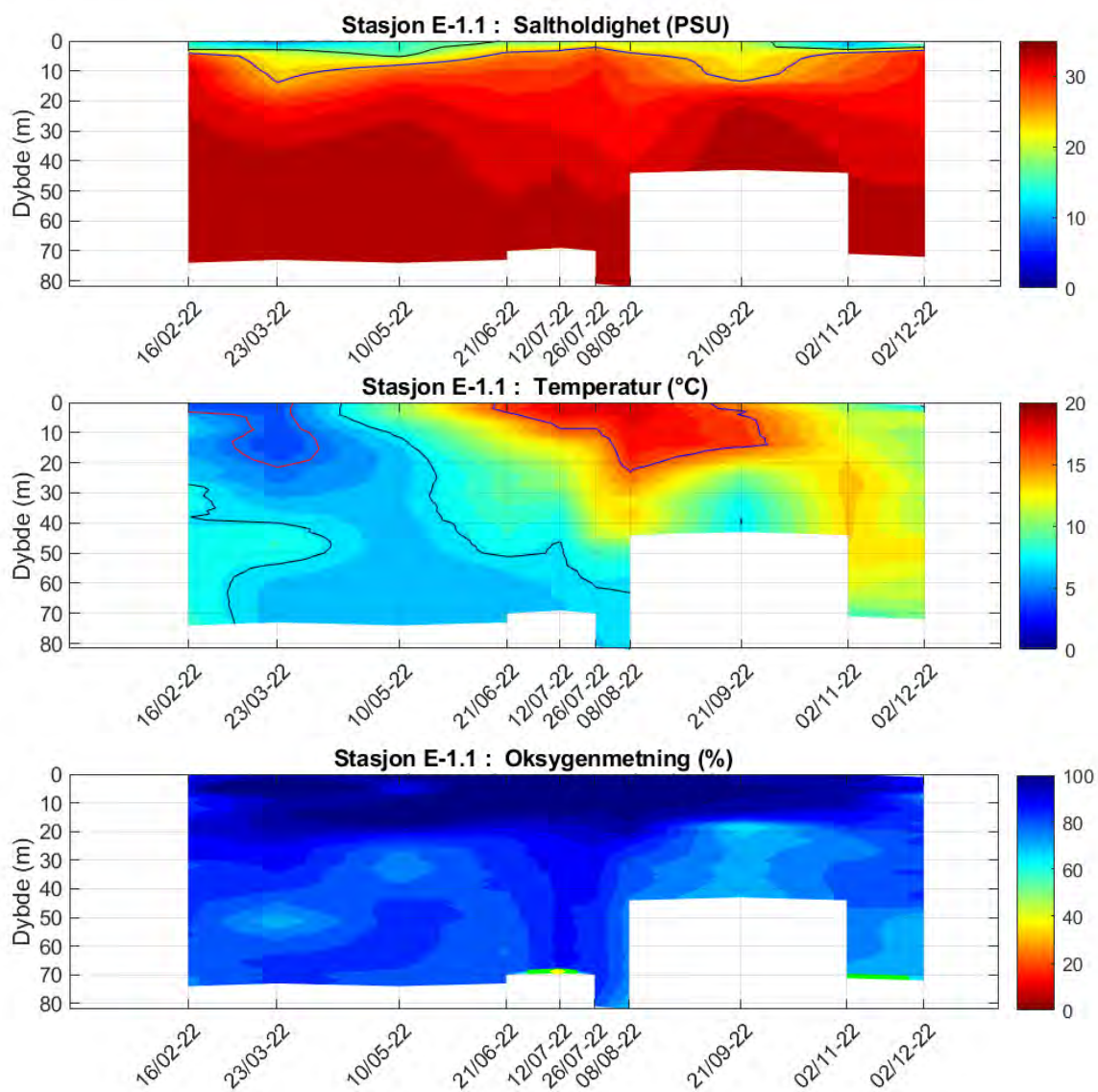
Stasjon	Dato	Dyp	min O ₂ ml/L	min O ₂ %	nEQR
F-1.1	02.12.2022	51	2,62	38,0	0,62
BC-1	16.02.2022	93	0,43	6,3	0,22
E-1.1	12.07.2022	69	3,10	45,4	0,52
F7	02.11.2022	99	2,65	40,6	0,43
VT67	02.12.2022	103	3,40	52,0	0,58
V01	02.11.2022	107	2,76	42,5	0,45
V02	02.11.2022	112	2,11	32,5	0,32



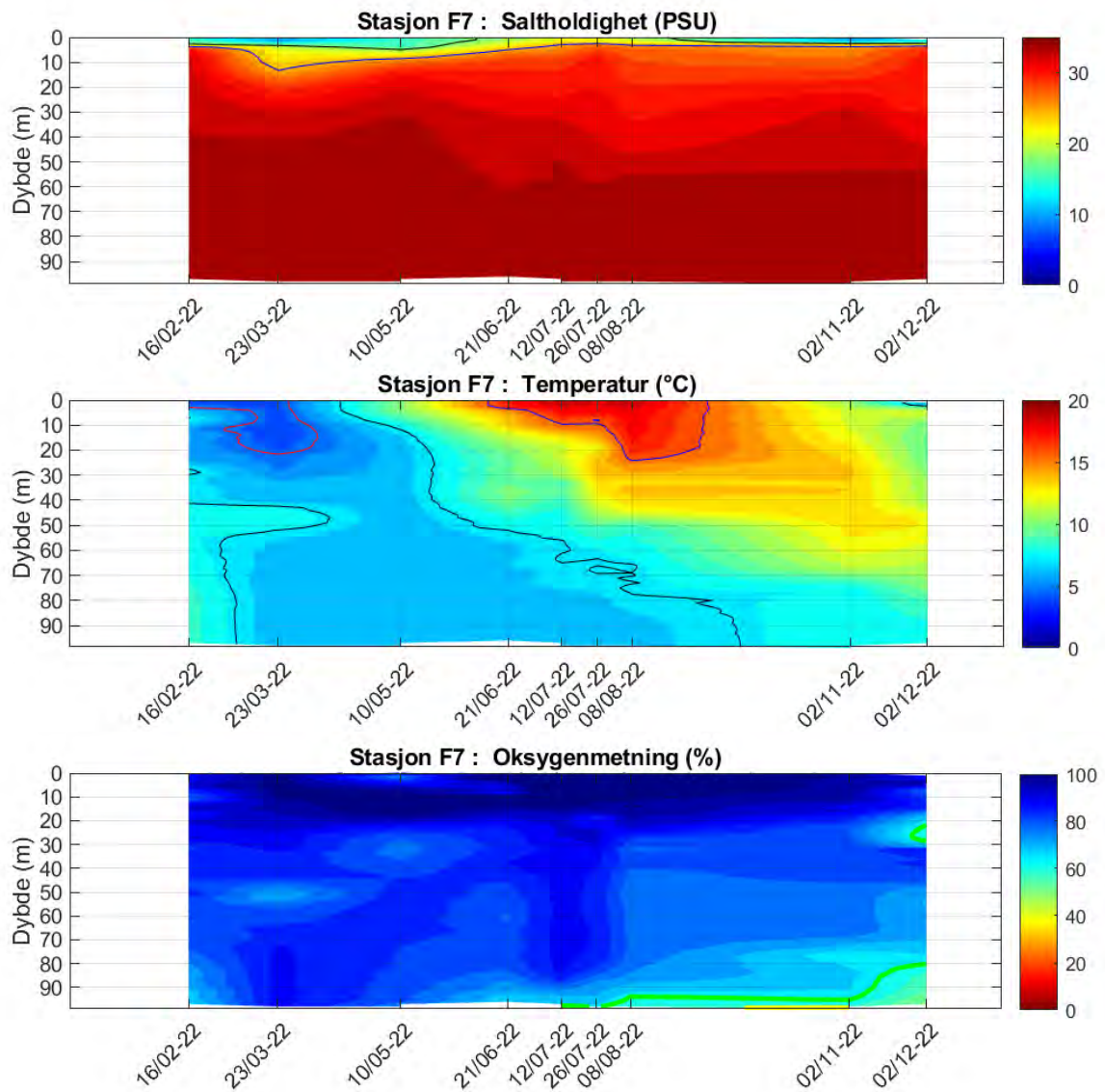
Figur 6. Hydrografiske forhold på stasjon F-1.1 i Frierfjorden, 2022. Øverst vises saltholdighet, i midten temperatur og nederst oksygenforhold.



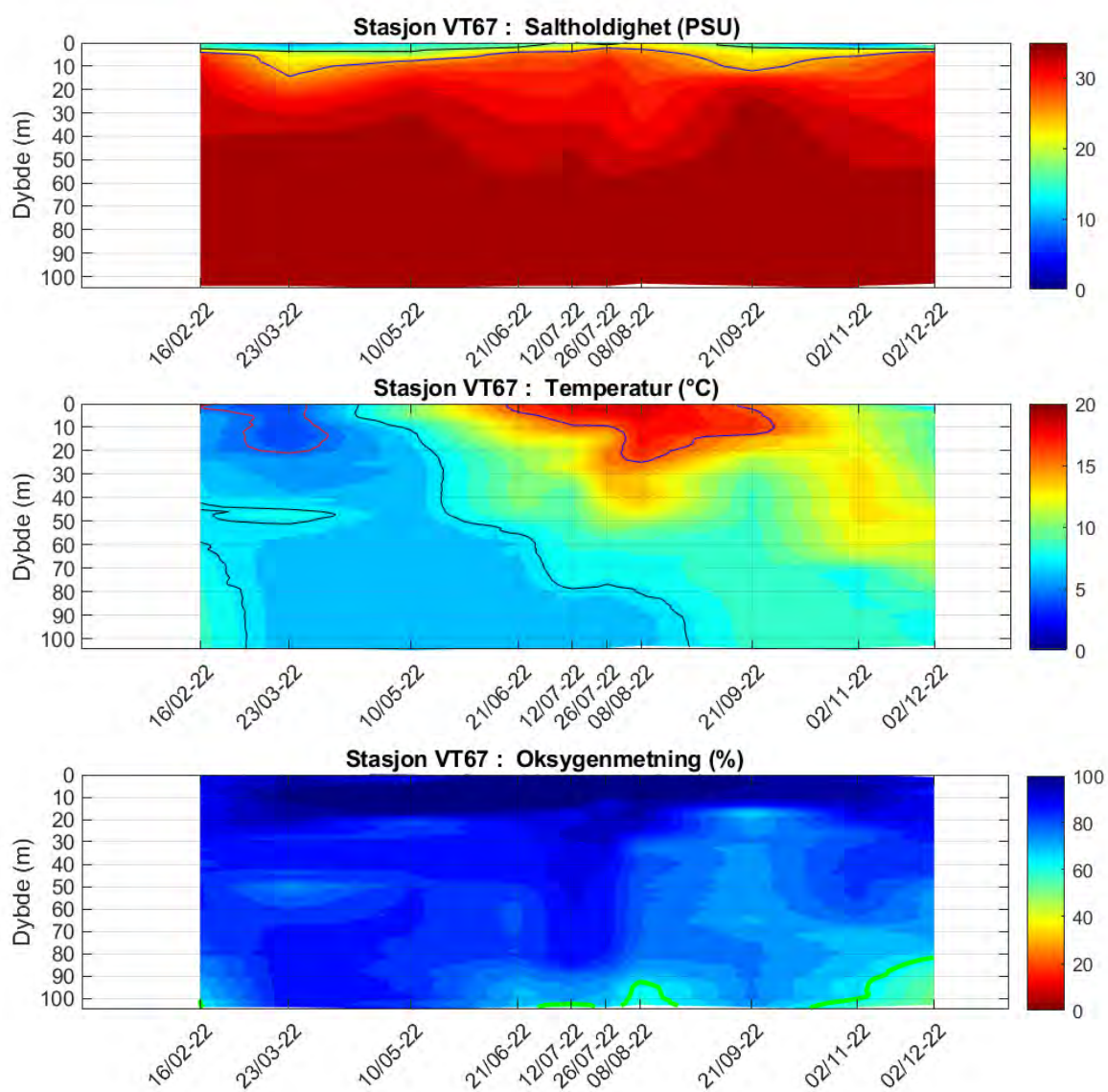
Figur 7. Hydrografiske forhold på stasjon BC-1 i Frierfjorden, 2022. Øverst vises saltholdighet, i midten temperatur og nederst oksygenforhold.



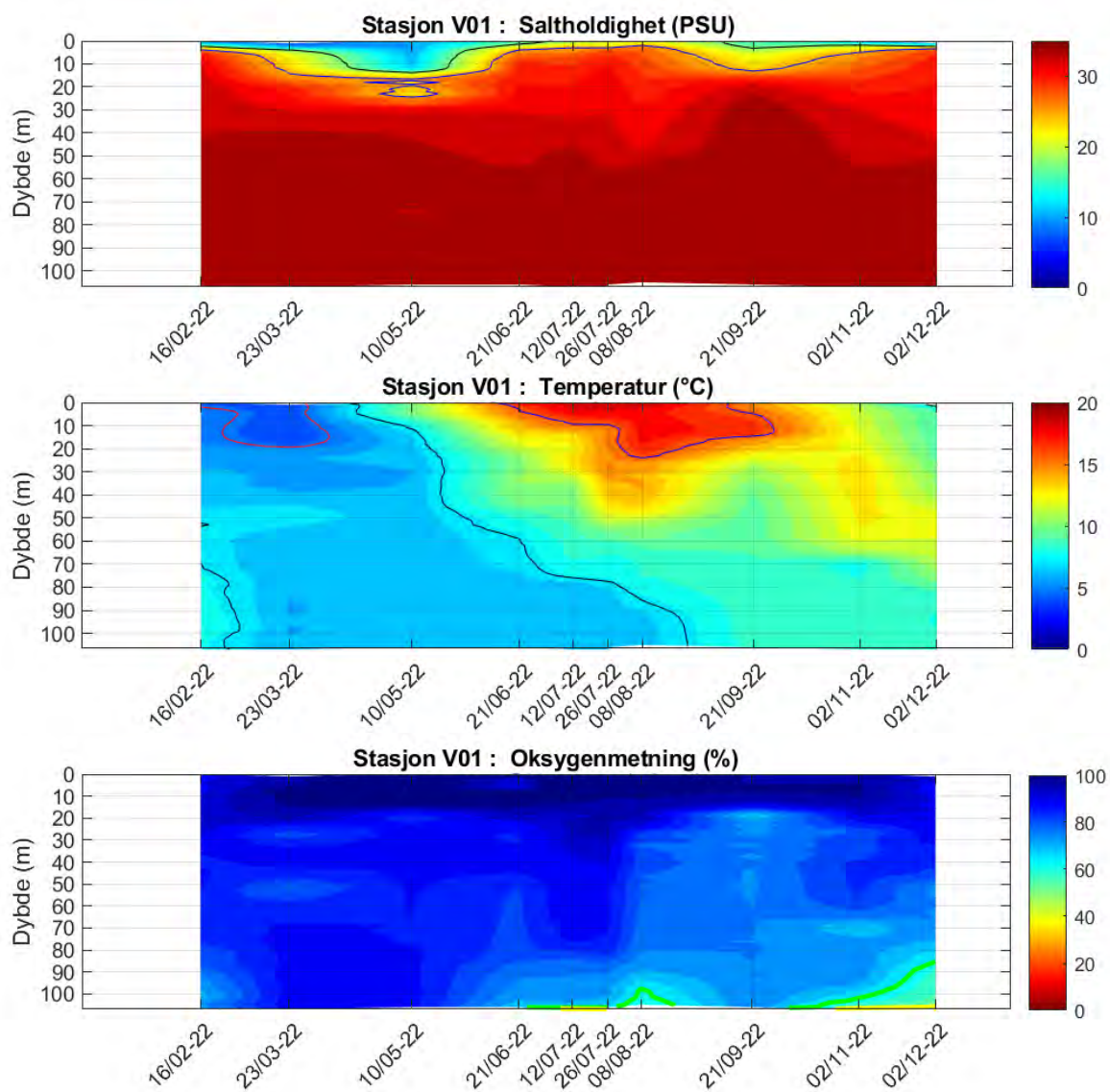
Figur 8. Hydrografiske forhold på stasjon E-1.1 i Eidangerfjorden, 2022. Øverst vises saltholdighet, i midten temperatur og nederst oksygenforhold.



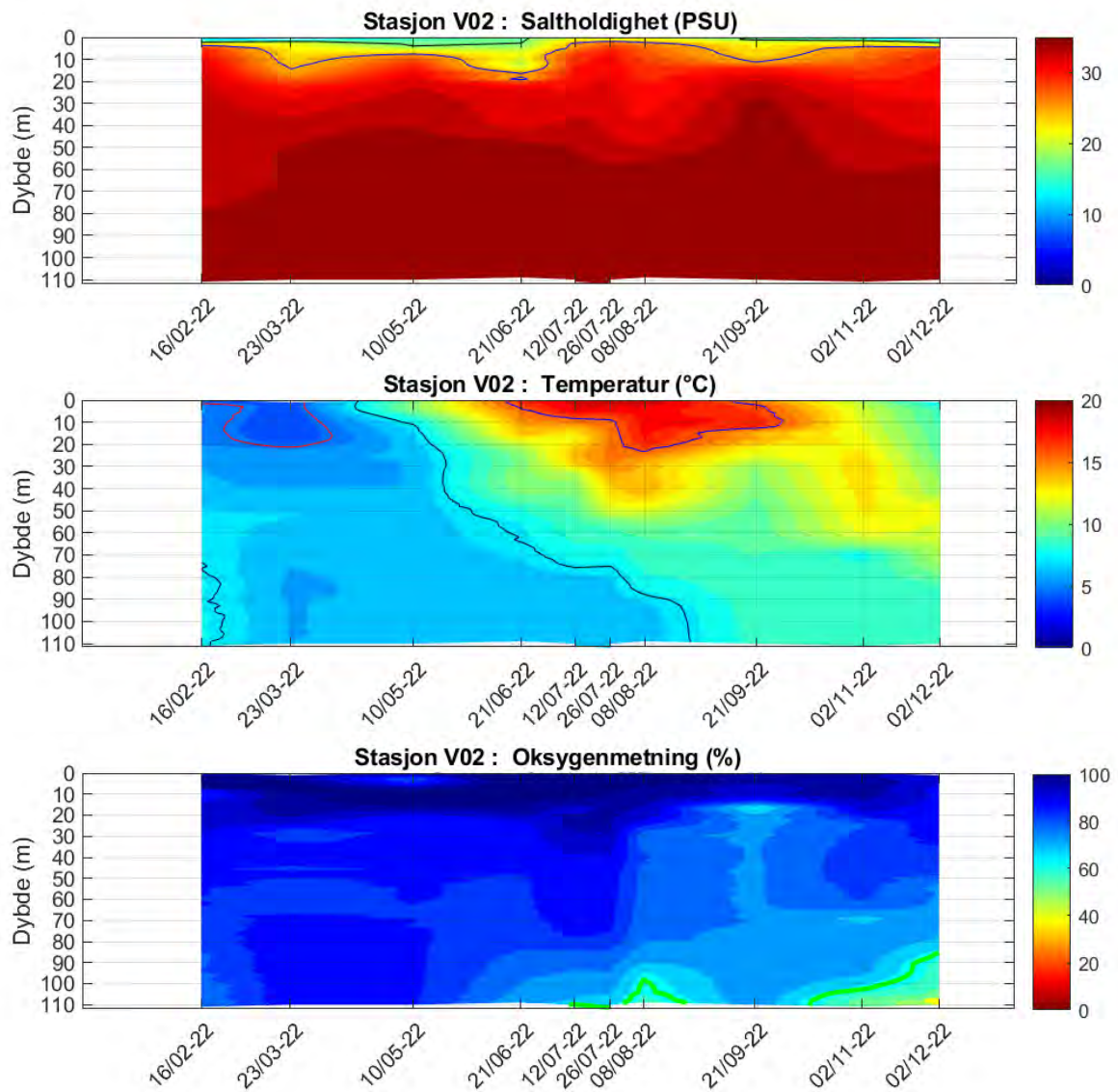
Figur 9. Hydrografiske forhold på stasjon F7 i Eidangerfjorden, 2022. Øverst vises saltholdighet, i midten temperatur og nederst oksygenforhold.



Figur 10. Hydrografiske forhold på stasjon VT67 i Langesundsfjorden, 2022. Øverst vises saltholdighet, i midten temperatur og nederst oksygenforhold.



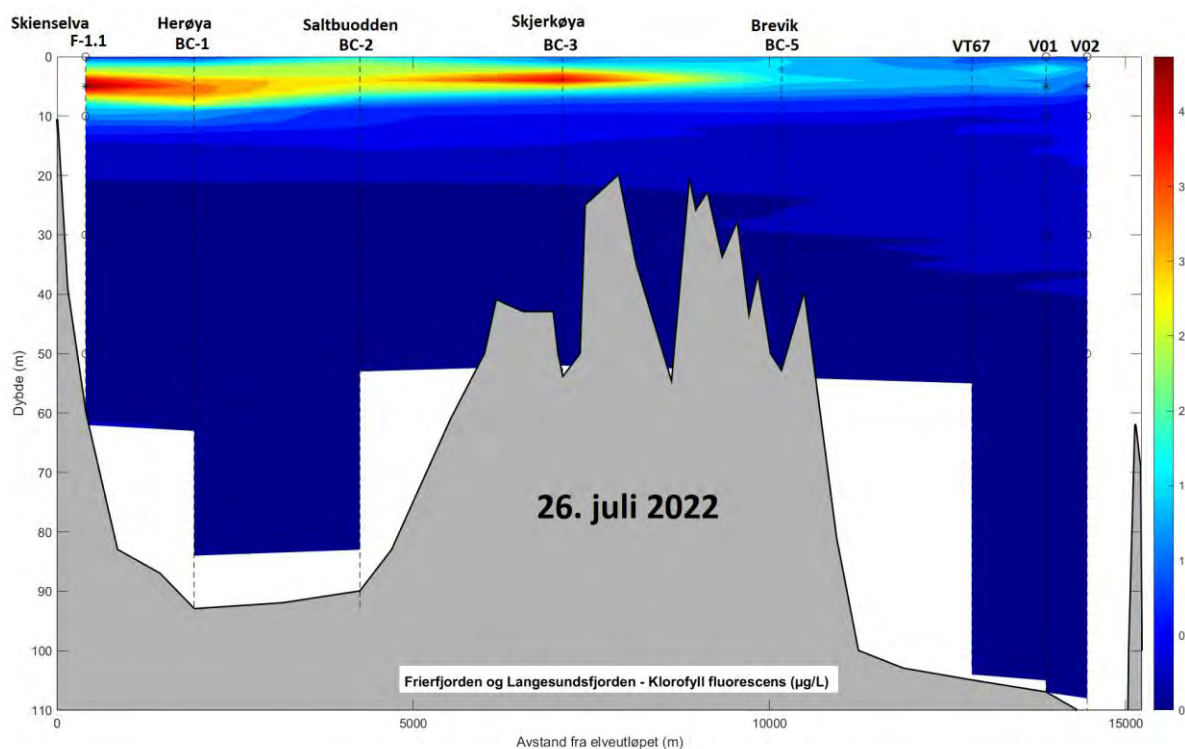
Figur 11. Hydrografiske forhold på stasjon V01 i Langesundsfjorden, 2022. Øverst vises saltholdighet, i midten temperatur og nederst oksygenforhold.



Figur 12. Hydrografiske forhold på stasjon V02 i Langesundsfjorden, 2022. Øverst vises saltholdighet, i midten temperatur og nederst oksygenforhold.

3.1.2 Horisontal utbredelse av planteplankton

I **Figur 13** er den horisontale utbredelsen av planteplankton vist. Målingene er fra toktet 26. juli 2022, viser klorofyll a fluorescens, som er et mål på mengden planteplankton, langs et transekt som går fra Skieneselvas utløp i Freierfjorden, ut gjennom Brevikstrømmen og ut i Langesundsfjorden. Det var mest planteplankton i Freierfjorden ved denne datoen, og den høyeste verdien var på 5 m dyp rett ved elveutløpet. Dette viser at å ta vannprøver på 5 m er et fornuftig valg for å fange opp de høyeste konsentrasjonene. Ved denne datoen var det også høye verdier lenger ut i Frierfjorden, på stasjon BC-3 ved Skjerkøya.



Figur 13. Et transekt av klorofyll a fluorescens fra Skieneselvas utløp og ut til stasjon V02. Bunntopografien er vist med et grått felt. Stasjonene er markert med stiplede vertikale linjer. Fargeskalaen viser fluorescens i $\mu\text{g/L}$ målt med optisk sensor påmontert en Saiv CTD.

3.1.3 Klassifisering av pelagiske data

Her gis først en klassifisering av støtteparameterne i vannmassene. I **Tabell 7** vises klassifisering av nærings saltene på de fire stasjonene F-1.1 utenfor Knarrdalstrand RA, E-1.1 utenfor Heistad RA, V01 utenfor Salen RA og V02 lenger ut i Langesundsfjorden (for grenseverdier se **Tabell 23** i Vedlegg B). Målingene er midlet for målinger i 0 og 10 m. I tabellen er det kun brukt data fra februar 2022. Det som vises her kan ansees som representativ for en vinterperiode.

For Knarrdalstrand RA er det brukt klassegrenser for lav saltholdighet, noe som gir mindre strenge¹ grenseverdier for nitrogen (og siktdyp på sommeren), men strengere grenseverdier for fosfor. For de andre stasjonene er det brukt klassegrenser som gjelder for saltholdighet høyere enn 18 psu. Det er fosfat og totalt fosfor på stasjon F-1.1 som får den dårligste klassifiseringen, som resulterer i at støtteparameterne for vinteren samlet blir «moderat», og som trekker ned den samlede klassifiseringen. På de tre andre stasjonene blir den samlede klassifiseringen god. Her er det nitrat som får den dårligste klassifiseringen, selv om konsentrasjonene er høyere på stasjon F-1.1 nærmest elveutløpet, som blir klassifisert som «god» for nitrat pga. mindre strenge grenseverdier i ferskere vannmasser.

Tabell 7. Klassifisering av nærings salter fra vinteren 2021/2022. Foreløpig er dette kun basert på målinger fra februar 2022. For stasjon F-1.1 er det brukt klassegrenser for saltholdighet 5 psu, mens for de andre stasjonene er det brukt grenseverdier for saltholdighet over 18 psu. Målingene er fra 0-10 m.

Stasjon	Sesong	Enhet	NH ₄ µg/l	NO _x µg/l	PO ₄ µg/l	TN µg/l	TP µg/l	Samlet nEQR
F-1.1	Vinter (feb 2022)	µg/L	67	208	22	465	28	
		nEQR	0,46	0,64	0,32	0,50	0,39	0,46
E-1.1	Vinter (feb 2022)	µg/L	28	167	16	385	23	
		nEQR	0,70	0,52	0,75	0,59	0,70	0,65
V01	Vinter (feb 2022)	µg/L	23	149	17	345	23	
		nEQR	0,74	0,55	0,72	0,68	0,68	0,68
V02	Vinter (feb 2022)	µg/L	33	174	16	365	23	
		nEQR	0,65	0,50	0,77	0,63	0,68	0,65

¹ «Streng» betyr i denne sammenhengen at det er nødvendig med lavere måleverdier av nitrogen for å oppnå god tilstand.

Klassifisering av næringssaltene og siktdyp på de fire stasjonene for sommerperioden er vist i **Tabell 8**. Det er brukt data fra fire prøvetakninger i juni-august 2022. Igjen er det brukt klassegrenser for lav saltholdighet på stasjon F-1.1, og grenseverdier for saltere vann på de tre andre stasjonene. For ammonium er ikke klassegrensene påvirket av saltholdighet, og det er høyest verdier på stasjon F-1.1 både sommer og vinter. De fire stasjonene får alle moderat siktdyp, hvor F-1.1 har mindre strenge klassegrenser pga. saltholdigheten. Stasjon F-1.1 har mer enn dobbelt så høy konsentrasjon av nitrat på sommeren, men får klassifisering «svært god» pga. mindre strenge klassegrenser. På de andre stasjonene blir nitrat klassifisert til «moderat». Alle de fire stasjonene får samlet klassifisering «god» for støttparameteren på sommeren.

Tabell 8. Klassifisering av næringsalter og siktdyp fra sommeren 2022. For stasjon F-1.1 er det brukt klassegrenser for saltholdighet 5 psu, mens for de andre stasjonene er det brukt grenseverdier for saltholdighet over 18 psu. Målingene er fra 0-10 m.

Stasjon	Sesong	Enhet	NH ₄ µg/l	NO _x µg/l	PO ₄ µg/l	TN µg/l	TP µg/l	Siktdyp m	Samlet nEQR
F-1.1	Sommer (jun-aug)	µg/L	26	79	3	256	10	4,20	
		nEQR	0,60	0,84	0,72	0,79	0,70	0,57	0,70
E-1.1	Sommer (jun-aug)	µg/L	19	31	3	235	12	5,00	
		nEQR	0,68	0,56	0,86	0,81	0,78	0,47	0,69
V01	Sommer (jun-aug)	µg/L	12	30	2	235	12	5,10	
		nEQR	0,76	0,57	0,89	0,81	0,78	0,48	0,72
V02	Sommer (jun-aug)	µg/L	12	30	2	235	12	4,90	
		nEQR	0,77	0,57	0,87	0,81	0,79	0,45	0,71

Klassifisering av de biologisk kvalitetselementet planteplankton er vist i **Tabell 9**. I Veileder 02:2018 finnes det klassegrenser for vanntypen S3 for 90 persentilen i vekstsesongen. Vi har benyttet dette for alle tre vannforekomster, selv om Frierfjorden er definert som vanntype S5. Alle stasjonene ligger i områder hvor vannmassen er beskyttet og ferskvannspåvirket. Det er i tillegg benyttet klassegrenser for middelveien på sommeren i henhold til den svenske forskriften (HVMF 2019:25). 90 persentilen for hele vekstsesongen (februar til november er brukt) og sommermiddel (fire målinger i juni-august) beskriver to forskjellige deler av sesongutviklingen til planteplanktonet. Klassegrensene for klorofyll a i Skagerrak er interkalibrerte. Grenseverdiene er gitt i **Tabell 25** i Vedlegg B.

Det er observert/målt mest planteplankton på stasjon F-1.1, og sommermiddelet blir klassifisert til «moderat» og 90-persentilen til «god» (**Tabell 9**). På stasjon E-1.1 blir sommermiddelet klassifisert til «god», mens alle de andre parameterne blir klassifisert til «svært god».

Tabell 9. Klassifisering av planteplankton, basert på målinger fra 2022.

Stasjon	90 persentil feb-nov		Middel jun-aug	
	µg/L	nEQR	µg/L	nEQR
F-1.1	5,5	0,69	3,4	0,48
E-1.1	2,8	1,00	1,8	0,76
V01	2,3	1,00	1,3	1,00
V02	3,0	1,00	1,0	1,00

Samlet sett blir de to stasjonene F-1.1 utenfor Knarrdalstrand RA og E-1.1 utenfor Heistad RA, klassifisert til «moderat» tilstand for vannmassene (**Tabell 10**). På stasjon F-1.1 gir sommemiddel for klorofyll a «moderat» tilstand, og støtteparameterne på vinteren, spesielt fosfor, trekker tilstanden ned. På E-1.1 blir planteplankton klassifisert til «god» tilstand, men oksygenforholdene trekker ned tilstanden til «moderat».

På de to andre stasjonene, V01 utenfor Salen RA og V02 lenger ut i Langesundsfjorden, er mengden planteplankton «svært god», men oksygenforholdene trekker ned tilstanden til «god». (**Tabell 10**)

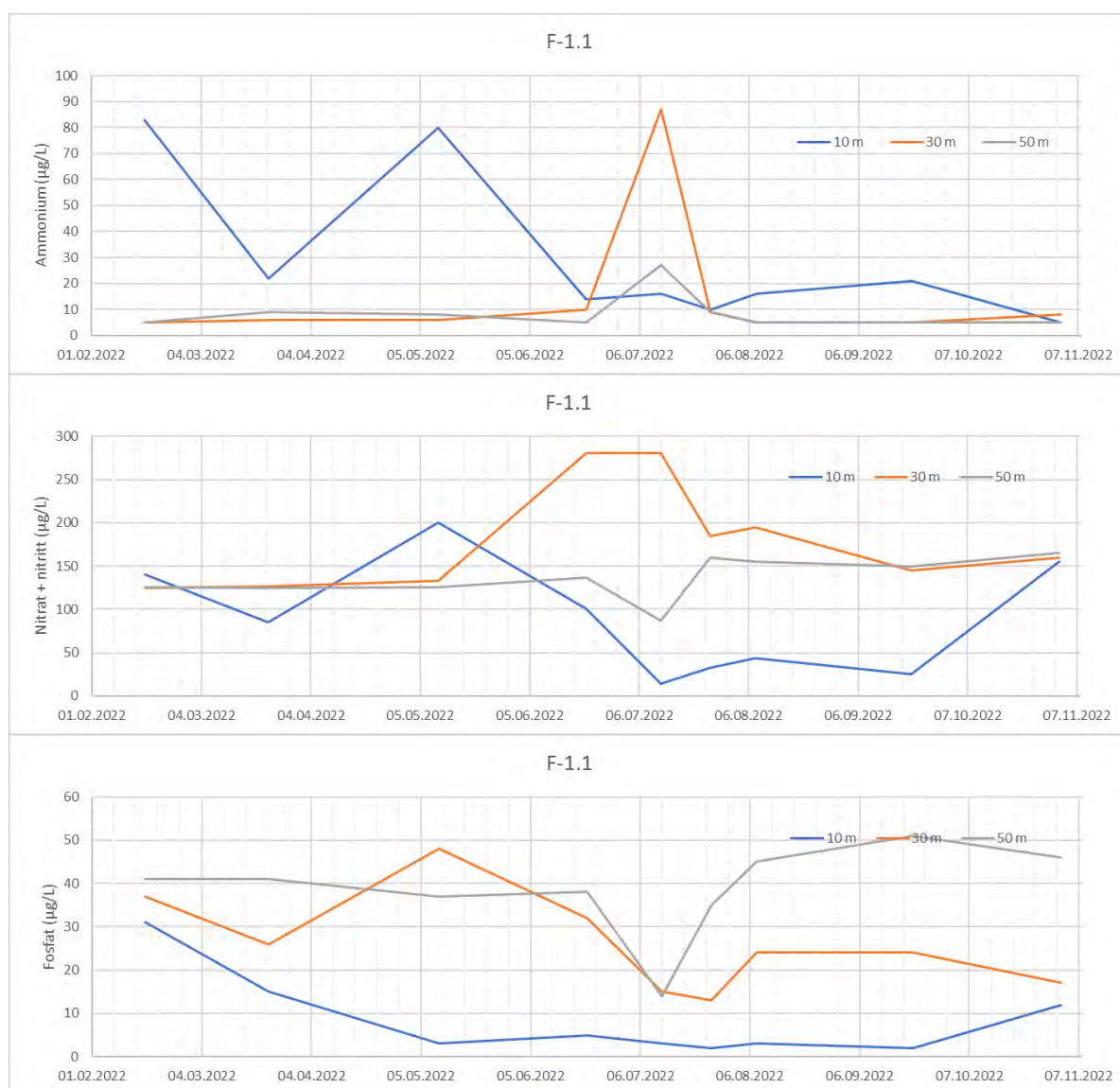
Tabell 10. Samlet klassifisering av vannmassene basert på data fra 2022.

Stasjon	Planteplankton nEQR	Vinter nEQR	Sommer nEQR	Oksygen nEQR	Samlet nEQR
F-1.1	0,48	0,46	0,70	0,62	0,48
E-1.1	0,76	0,65	0,69	0,52	0,56
V01	1,00	0,68	0,72	0,45	0,80
V02	1,00	0,65	0,71	0,32	0,80

3.1.4 Nærings盐konsentrasjoner i dypvannet

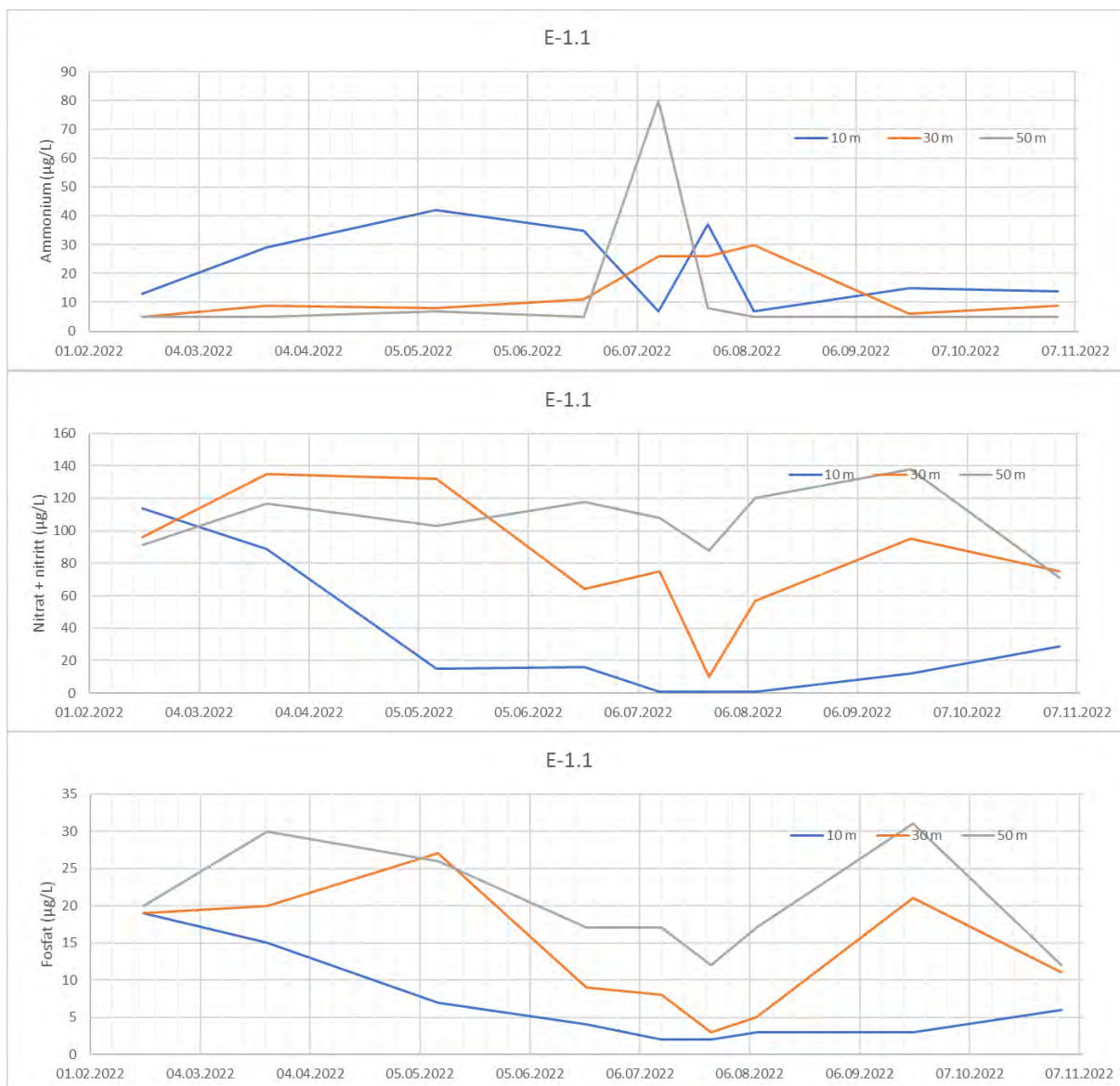
Stasjon F-1.1, E-1.1 og V01 var plassert rett ved utløpet til hhv. Knarrdalstrand, Heistad og Salen renseanlegg. Det ble tatt vannprøver ved 0, 10, 30 og 50 m. Utslippsdypene var nærmest prøvetakingen ved 30 m dyp. Hvis utslippet påvirker konsentrasjonen i vannmassen, er det forventet at konsentrasjonen ved 30 m er høyere enn målingene over og under dette dypet.

Målingene fra stasjon F-1.1 vises i **Figur 14**. I første halvdel av året ble det observert høye konsentrasjoner av ammonium på 10 m dyp, og dette skyldes trolig biologisk aktivitet i overflatelaget. Den høye målingen av ammonium ved 30 m i juli skyldes mest sannsynlig utslipp fra renseanlegget. Hele sommeren 2022 var det høyere verdier av nitrat og nitritt ved 30 m dyp enn ved 10 og 50 m dyp, noe som kan være forårsaket av utslippet til renseanlegget. Det er ingen tegn til forhøyede verdier av fosfat på stasjon F-1.1.



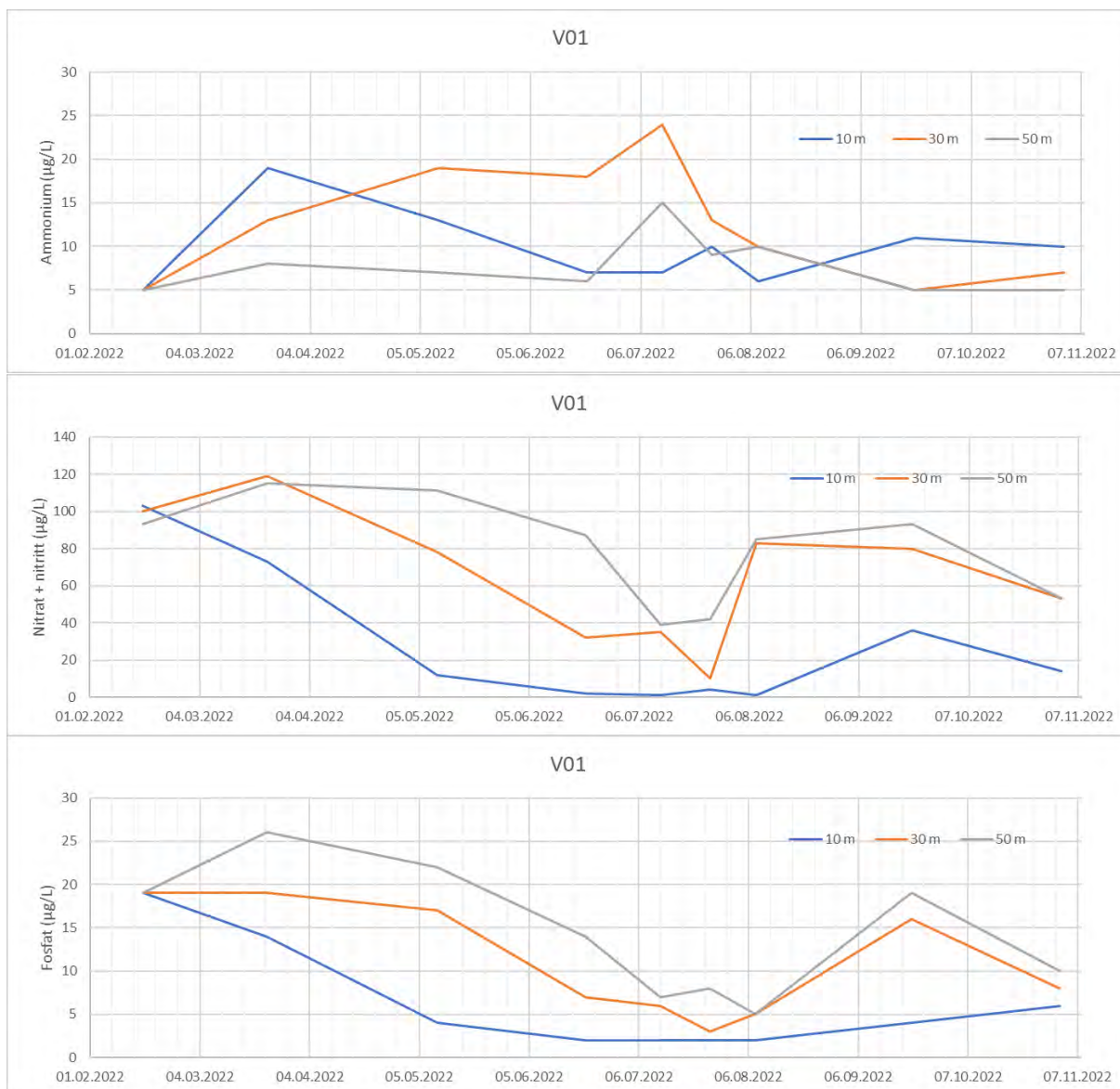
Figur 14. Konsentrasjon av ammonium (øverst), nitrat og nitritt (i midten) og fosfat (nederst) på 10, 30 og 50 m på stasjon F-1.1 utenfor Knarrdalstrand RA.

Målingene fra stasjon E-1.1 vises i **Figur 15**. Det ble observert relativt høye ammoniumverdier på 30 m i juli og august, som trolig kan skyldes utslipp fra renseanlegget. Konsentrasjon av både nitrat og fosfat var stort sett lavere enn målingene i 50 m dyp, og det er ingen tegn til forhøyet konsentrasjon av disse stoffene som kan tilskrives utslipp fra renseanlegget.



Figur 15. Konsentrasjon av ammonium (øverst), nitrat og nitritt (i midten) og fosfat (nederst) på 10, 30 og 50 m på stasjon E-1.1 utenfor Heistad RA.

Målingene fra stasjon V01 vises i **Figur 16**. Det ble observert relativt høye ammoniumverdier på 30 m i mai til juli, som trolig kan skyldes utslipp fra Salen renseanlegg. Konsentrasjon av både nitrat og fosfat var stort sett lavere enn målingene i 50 m dyp, og det er ingen tegn til forhøyet konsentrasjon av disse stoffene som kan tilskrives utslipp fra renseanlegget.



Figur 16. Konsentrasjon av ammonium (øverst), nitrat og nitritt (i midten) og fosfat (nederst) på 10, 30 og 50 m på stasjon E-1.1 utenfor Heistad RA.

3.2 Makroalger

3.2.1 Nedre voksegrense for makroalger

Basert på nedre voksegrenseindeksen for makroalger (MSMDI) ble de fire undersøkte stasjonene og de to undersøkte vannforekomstene klassifisert til «god» eller «svært god» økologisk tilstand (**Tabell 11**; for klassegrenser for MSMDI se **Vedlegg C**).

Tabell 11. Normalisert EQR for nedre voksegrenseindeksen MSMDI for det biologiske kvalitetselementet makroalger beregnet for fire stasjoner i Langesundsfjorden og Eidangerfjorden, 2022.

Vannforekomst	Eidangerfjorden	Langesundsfjorden		
Stasjon	E-MA	HT178	H01	H02
nEQR pr stasjon	0,83	0,70	0,73	0,80
nEQR pr vannforekomst	0,83	0,74		

I Eidangerfjorden ble den nyopprettede stasjonen E-MA-Havna (for stasjonsbilde se **Figur 17**) klassifisert til «svært god» tilstand (**Tabell 11**). Her ble seks av åtte taksa som er inkludert i undersøkelsen av nedre voksegrense registrert (**Tabell 12**), hvorav fire taksa hadde et voksedyp svært nær referansedyptet, mens de to siste vokste grunnere enn hva som er forventet på en upåvirket stasjon i denne vanntypen. Dette tyder på at partikkelmengden i vannet var såpass lav at de fleste av de aktuelle algene fikk tilstrekkelig sollys til å vokse på et dyp som tilsvarer relativt upåvirkede forhold.

Tabell 12. Oversikt over nedre voksegrense målt i dyp (m) for de ni artene benyttet i nedre voksegrenseindeksen (MSMDI) samt registreringer av fremmede arter. Referansedypt er hentet fra klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018).

Vannforekomst	Eidangerfjorden	Langesundsfjorden			Referansedypt
Taksa (inkludert i MSMDI)	E-MA	HT178	H01	H02	
Krusflik - <i>Chondrus crispus</i>	6	7,5	4	6,5	12
Svartkluft - <i>Furcellaria lumbricalis</i>	3,8	4,5	3,9	6,5	15
Skulptetang - <i>Halidrys siliquosa</i>		5,8		6	12
Sukkertare - <i>Saccharina latissima</i>		5	4	6,5	12
Krusblekke - <i>Phyllophora pseudoceranoioides</i>	9	10,3	14,3	11	14
Hummerblekke - <i>Coccotylus truncatus</i>	19		17,9	16,3	
Teinebusk - <i>Rhodomela confervoides</i>	14,5	15,5		9,2	15
Fagerving - <i>Delesseria sanguinea</i>	18,5	16	16,6	18	17
Eikeving - <i>Phycodrys rubens</i>	14,5		16,5	18	16
Fremmede arter					
Dasya baillouviana	4		2,4		
Heterosiphonia japonica				16,3	

De tre stasjonene undersøkt i Langesundsfjorden (for stasjonsbilde se **Figur 17**) ble alle klassifisert til «god» tilstand (**Tabell 11**). Her ble mellom seks og åtte av de aktuelle algene registrert (**Tabell 12**). For samtlige stasjoner vokste tre arter svært nær referansedyptet for artene, mens de resterende artene vokste noe grunnere enn det man forventer på en upåvirket stasjon i denne vanntypen. Stasjon H01-v/Levra og H02-v/Råholmen er nyopprettede stasjoner, mens det finnes lange tidsserier

på både makroalger og evertebrater på stasjon HT178-Risøyodden. HT178-Risøyodden er blitt undersøkt i en årrekke gjennom ØKOKYST-programmet og det tidligere Sukkertare-overvåkingsprogrammet (Se f.eks. Fagerli m.fl. 2021 rev. 2022; Norderhaug m.fl. 2013). Dette påvirker tilstandsklassifiseringen på stasjonen i og med at nedre voksegrenseindeksen påvirkes av tidligere registreringer. I 2022 ble det registrert sju arter av de åtte aktuelle artene som benyttes i beregningen. *Phycodrys rubens* har blitt registrert på stasjonen i tidligere undersøkelser, men ble ikke registrert i 2022. Arter som er observert tidligere, men ikke gjenfunnet gis 0-poeng i beregningen av indeksen (Veileder 02:2018), noe som trekker ned nEQR-verdien.



Figur 17. Stasjonsbilder av de fire stasjonene i Eidangerfjorden og Langesundsfjorden, som ble undersøkt basert på nedre voksegrenseindeksen MSMDI i 2022 (Foto: M.R. Kile, NIVA).

De fire stasjonene i denne undersøkelsen var alle karakterisert av mye sediment som i stor grad lå som et tykt lag på både fjell og alger. Dette kommer tydelig frem på bildene i **Figur 18**, som også illustrerer fem av artene som brukes i beregningen av MSMDI. Foruten sediment ble det også observert mye begroing på tarebladene. Det ble blant annet registrert mye av den trådformede rødalgen rekeklo (*Ceramium* sp.) på bladene til stortare og mye av den trådformede brunalgen sli (*Ectocarpus* sp.) på sukkertare (*Saccharina latissima*) på stasjon H02-v/Råholmen, mens det på HT178-Risøyodden ble registrert stortare (*Laminaria hyperborea*) begrodd med sekkedyret *Corella parallelogramma*. Både økt sedimentasjon og begroing av hurtigvoksende trådalger på og rundt tarebladene anses som en effekt av eutrofiering. Dette kan føre til redusert lystilgang, som igjen fører til at flere arter ikke kan vokse like dypt som i upåvirkede områder (Moy & Christie 2012). Til tross for visse tegn på eutrofiering ser det ut til at stasjonene undersøkt i Eidangerfjorden og Langesundsfjorden tåler belastningen de blir utsatt for basert på nedre voksegrenseindeksen.

På de fire undersøkte lokalitetene ble de fremmede artene *Dasya baillouviana* (strømgarn) og *Heterosiphonia japonica* (japansk sjølyng) registrert på henholdsvis to og én stasjon. *Dasya baillouviana*, som ble registrert på stasjonene E-MA-Havna og H01-v/Levra, er vurdert til «potensielt høy risiko», og har ifølge Fremmedartlista (Artsdatabanken 2018) stort invasjonspotensiale, men ingen kjent økologisk effekt. *Heterosiphonia japonica*, som ble registrert på stasjon H02-v/Råholmen, er vurdert til «svært høy risiko» da arten har stort invasjonspotensiale og høy økologisk effekt (Artsdatabanken 2018).



Figur 18. Bilder av et utvalg av artene som benyttes i utregningen av MSMDI. **A.** Eikeving (*Phycodrys rubens*) fra H02 **B.** Sukkertare (*Saccharina latissima*) fra H02 **C.** Fagerving (*Delesseria sanguinea*) fra HT178 **D.** Krusflik (*Chondrus crispus*) fra HT178 **E.** Svartkluft (*Furcellaria lumbricalis*) fra HT178 (Foto: J.K. Gitmark, NIVA).

3.2.2 Fjæreundersøkelser

Siden Frierfjorden ligger i vanntype «sterkt ferskvannspåvirket fjord», der det ikke er utviklet klassegrenser hverken for nedre voksegrense eller fjæresonen, kan ingen sikker tilstandsklassifisering gjennomføres. På stasjon A13-Steinholmene, A15-Saltbua og A17-Balsøy ble det likevel gjennomført fjæreundersøkelser i 2015 (Fagerli m.fl. 2016). For å se på utviklingen på stasjonene ble undersøkelsene videreført i 2022.

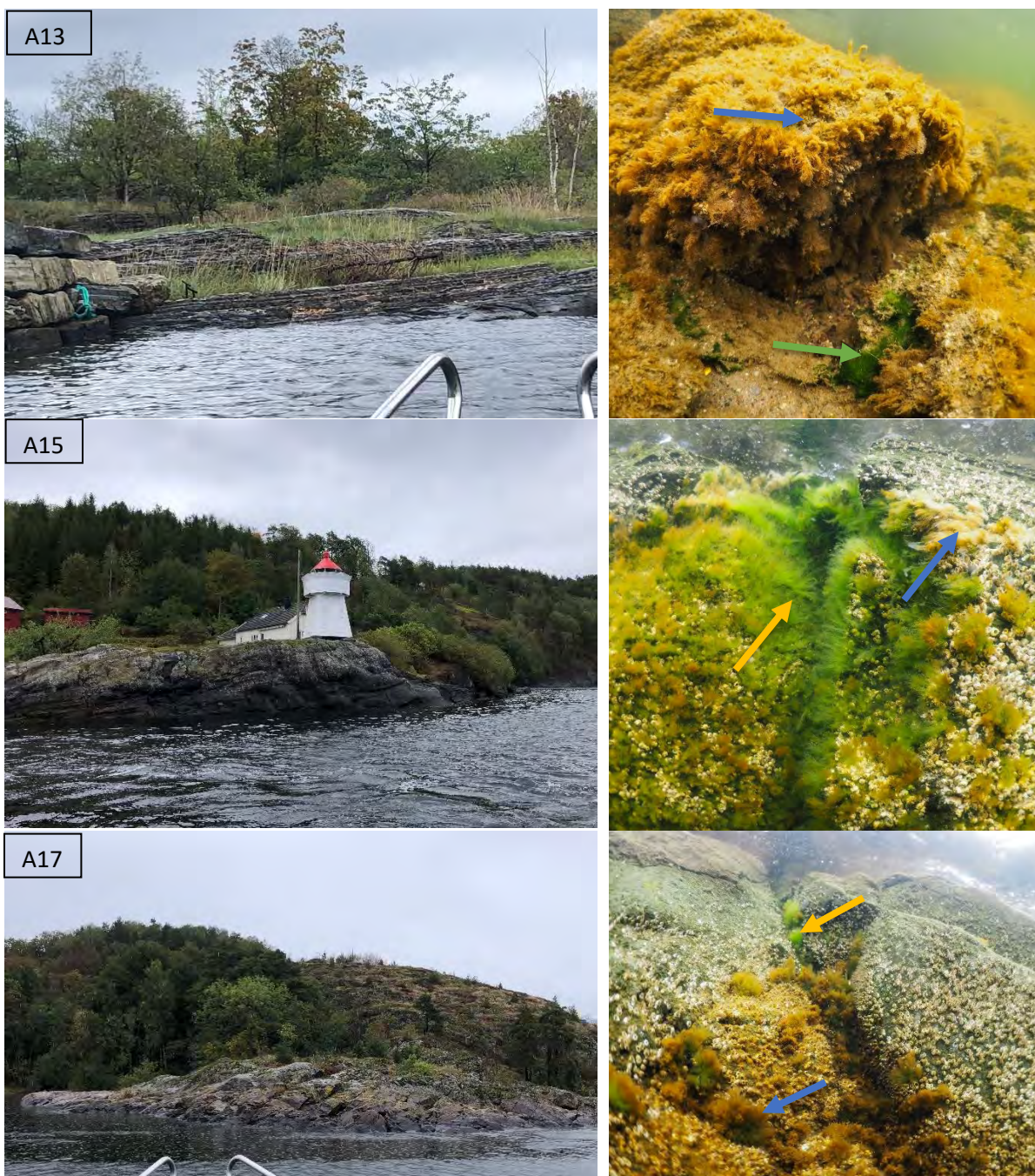
Som forventet i en sterkt ferskvannspåvirket fjord var artsrikdommen lav på alle undersøkte stasjoner (**Tabell 13**; for stasjonsbilder se **Figur 19**). Lokalitetene var karakterisert av store mengder diatomeer i både 2015 og 2022, som enten vokste direkte på substratet eller som et brunt epifyttisk belegg på andre alger (**Figur 19**). I tillegg dominerte hurtigvoksende grønnalger begge undersøkte år på alle stasjoner. På stasjonene A13-Steinholmene og A15-Saltbua var det forekomster av cyanobakterier begge år, mens det kun ble registrert cyanobakterier i 2015 på stasjon A17-Balsøy.

Den største endringen fra 2015 sammenlignet med 2022 var at det ikke ble observert fjæreblood (*Hildenbrandia rubra*) på noen av stasjonene i 2022, mens det var spredte forekomster av arten i 2015. Om dette skyldes naturlig årlig variasjon eller endring i påvirkning av stasjonene er vanskelig å avgjøre. Videre ble det registrert dominerende forekomster (75-100 % dekning) av rur (*Balanus improvisus*) i 2022, mens det kun ble registrert frekvente forekomster (5-25 % dekning) av levende rur og en stor andel død rur i 2015.

Generelt sett vil det si at strandsonesamfunnet på stasjon A13-Steinholmene, A15-Saltbua og A17-Balsøy i liten grad har endret seg fra 2015. Begge år var det altså hurtigvoksende taksa innen gruppene grønnalger, diatomeer og cyanobakterier som dominerte, noe som tyder på næringsaltbelastning i området.

Tabell 13. Taksaliste fra fjæreundersøkelsene for tre stasjoner i Frierfjorden fra 2015 og 2022. Mengdeangivelsen er gitt i: 1 = enkeltfunn, 2 = Spredt forekomst (<1-5 % dekningsgrad), 3 = frekvent forekomst (>5-25 % dekningsgrad), 4 = vanlig forekomst (>25-50 % dekningsgrad), 5 = betydelig forekomst (>50-75 % dekningsgrad), 6 = dominerende forekomst (>75-100 % dekningsgrad).

Stasjon	A13		A15		A17	
	29.06.15	13.09.22	29.06.15	13.09.22	29.06.15	13.09.22
Taksa - Alger						
<i>Cladophora albida</i>	4	4	5	4	5	
<i>Cladophora rupestris</i>		3		4		2
<i>Cladophora sericea</i>		2				3
<i>Rhizoclonium riparium</i>						5
<i>Ulva compressa</i>				2		
<i>Ulva intestinalis</i>	2	3	2	2		
<i>Hildenbrandia rubra</i>	2		2		2	
Diatomeer ubest., bentiske	5	6	4	4	4	5
Cyanophyceae div. indet.	3		2		2	
Phormidium sp.		4		2		
Rivularia sp.	2		2		3	
Taksa - Dyr						
<i>Balanus improvisus</i>	3	6	3	6	3	6
<i>Balanus</i> sp. Død	5		5		5	
<i>Carcinus maenas</i>						1



Figur 19. Stasjonsbilder over og under vann av de tre stasjonene i Frierfjorden, der det ble gjennomført fjæreundersøkelser i 2022. Pilene angir: *Phormidium* sp. (grønn), diatomeer (blå), *Cladophora* spp. (gul) (Foto: J.K. Gitmark og M.R. Kile, NIVA).

3.3 Bløtbunnsfauna

3.3.1 Støtteparametere

Støtteparametere for bløtbunnsfaunaen er gitt i **Tabell 14**. Sedimentet på de tre stasjonene var homogent, med finfraksjon fra 48 % (BB01) til 55 % (BB02). Innholdet av organisk karbon var identisk på stasjonene BB01 og BB02, og mengden normalisert organisk karbon tilsvarte «dårlig» tilstand. På stasjon B105 var mengden karbon noe høyere, tilsvarende «svært dårlig» tilstand, men helt i nedre sjikt av denne klassen. Innholdet av totalt nitrogen varierte heller ikke vesentlig mellom stasjonene, men var lavest på stasjon B105 og høyest på stasjon BB02. Forholdstallet mellom karbon og nitrogen varierte fra 10,2 (BB02) til 14,2 (B105). På alle stasjonene indikerer verdiene at det er noe innslag av organisk materiale fra land, og aller mest på stasjon B105. Dette stemmer godt overens med at B105 er nærmest elveutløpet for Skienselva. B105 hadde høyt C/N-forhold også i 2003, som ble relatert til sedimentering av organisk materiale fra land (Buhl-Mortensen m.fl., 2006). Mengden organisk karbon var i 2003 svært likt som i dag, som tyder på at den organiske belastningen har vært stabil, og i stor grad relatert til elvetilførsler.

Tabell 14. Innhold av finstoff (% < 63 µm) og organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN) og normalisert organisk karbon (nTOC) (mg/g), Langesundsfjorden, 2022. Innholdet av nTOC er klassifisert iht. Veileder 02:2018.

	Finstoff	TOC	nTOC	TN	C/N-forhold
B105	54	33,1	41,4	2,33	14,2
BB01	48	27,8	37,2	2,46	11,3
BB02	55	27,8	35,9	2,73	10,2

3.3.2 Faunasammensetning og klassifisering

Bløtbunnsfaunaindeks med tilhørende klassifisering og beregnet normalisert EQR (nEQR) er vist i **Tabell 15**. En oversikt over de ti mest dominerende artene på hver stasjon er vist i **Tabell 16**. Analyserapport til bløtbunnsfaunaen med fullstendig artslistene og indekser pr. grabb er gitt i Vedlegg D.

Antall arter varierte fra 34 på stasjon B105 til 40 på stasjon BB02 (**Tabell 15**). Dette er normalt til noe lavt for vanntypen beskyttet kyst/fjord i Skagerrak. Antall individ var rundt 300, som er noe høyt. Samtlige stasjoner fikk «god» økologisk tilstand. nEQR-verdien var lavest på stasjon B105, i tråd med at indeksverdiene og artstallet var lavere her enn på de andre stasjonene. Her viste indeksen NQI1 kun «moderat» tilstand, mens de øvrige viste «god» tilstand, riktignok helt på grensen til «moderat» for indeksen ES₁₀₀. På stasjonene BB01 og BB02 viste indeksene «god» tilstand, med unntak av ISI₂₀₁₂ med «svært god» tilstand. ISI₂₀₁₂ er en kvalitativ indeks som ikke tar hensyn til antall individ av hver art, slik at tilstedeværelsen av tolerante arter tones ned, og mer sensitive arter med lavere tetthet får like mye vekt.

Tabell 15. Økologisk tilstand for det biologiske kvalitetselementet bløtbunnsfauna for stasjonene i Langesundsfjorden, 2022. Indekser med tilhørende nEQR-verdi og tilstandsklasser er gjennomsnittet av de fire parallelle grabbprøvene (0,1 m²). Gjennomsnittlig antall arter (S) og individer (N) er også vist. NQI1=Norwegian Quality Index; H'=Shannon Wieners diversitetsindeks; ES₁₀₀=Hurlberts diversitetsindeks; NSI=Norwegian Sensitivity Index; ISI₂₀₁₂=Indicator Species Index.

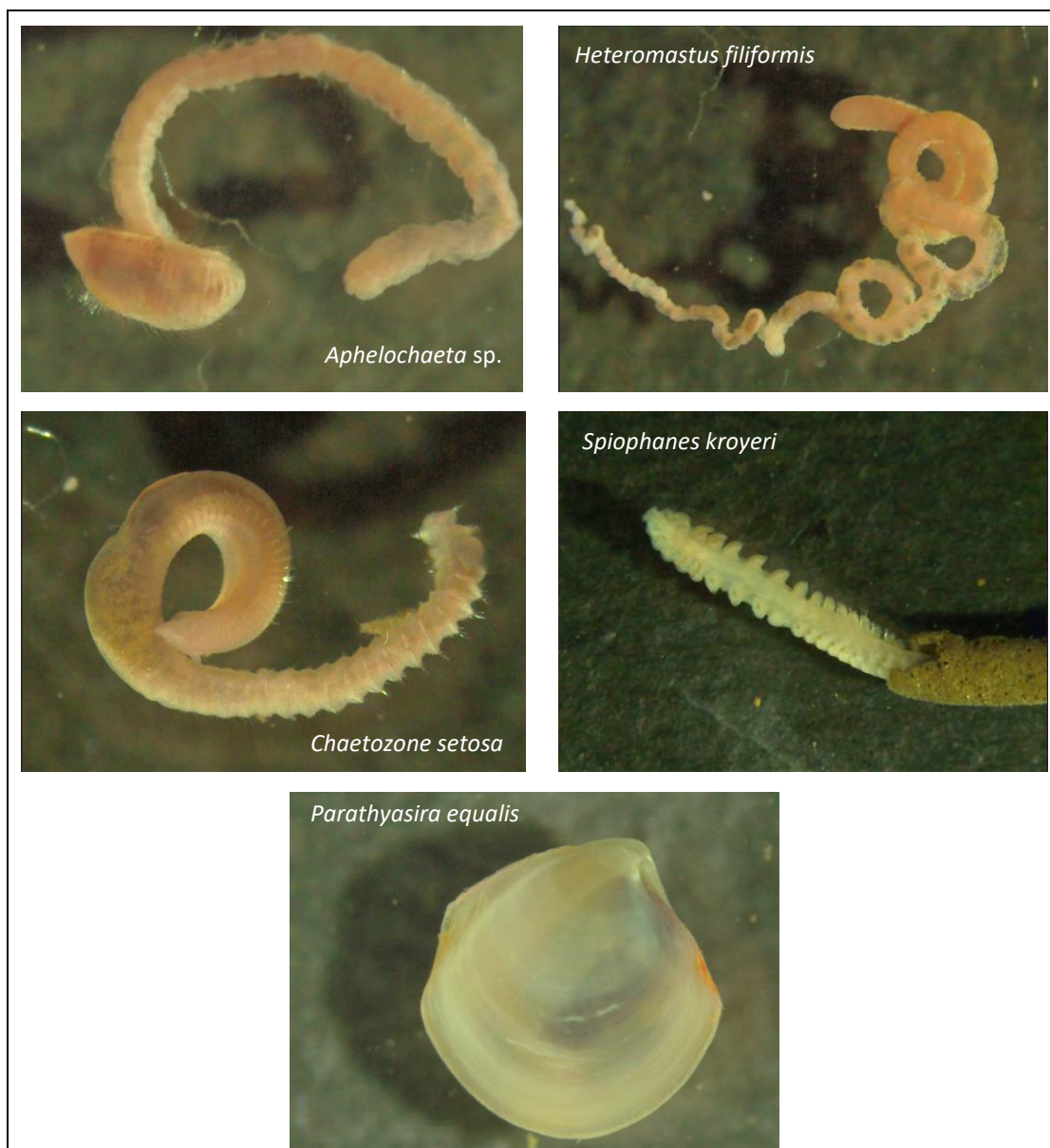
Økologisk tilstand for bløtbunnsfauna								
Stasjon	S	N	NQI1	H'	ES ₁₀₀	ISI ₂₀₁₂	NSI ₂₀₁₂	nEQR
B105	34	332	0,62	3,58	20,0*	8,03	21,0	0,64
BB01	38	271	0,67	3,86	24,5	8,67	22,3	0,71
BB02	40	324	0,67	3,86	23,0	8,61	21,8	0,70
nEQR pr vannforekomst								0,68

* På grensen til "moderat"

Det homogene sedimentet ble gjenspeilet i faunasammensetningen. Det var i stor grad de samme artene som var tilstede på alle tre stasjonene (**Tabell 16**). Børstemark var den klart mest dominerende gruppen, men det var også innslag av muslingen *Parathyasira equalis* blant de mest dominerende artene. Dette er en liten musling som er ansett som tolerant ovenfor forurensning. De mest dominerende børstemarkene var *Aphelochaeta* sp., *Heteromastus filiformis*, *Spiophanes kroyeri* og *Chaetozone setosa*. Bilde av disse artene er vist i **Figur 20**. Samtlige er klassifisert som tolerante eller opportunistiske, med unntak av at *Aphelochaeta* sp. er klassifisert som nøytral ovenfor forurensning iht. NSI. Alle artene lever av organisk materiale enten på sedimentoverflaten eller nede i sedimentet. Det er typisk at slike arter dominerer når det er god tilgang på næring, nettopp slik nivået av organisk karbon indikerer her (**Tabell 14**). Ingen av artene var spesielt dominerende, og dette bidrar til at tilstanden ikke trekkes ytterligere ned. Blant artene med lavere tetthet var det også innslag av andre taksonomiske grupper som krepsdyr og pigghuder (se fullstendig artsliste i Vedlegg D). Disse er ofte mer sårbare ovenfor forstyrrelser, og tilstedeværelsen av slike arter er med på å trekke tilstanden opp slik at tilstanden ikke blir dårligere enn «god». Som nevnt ovenfor bidro slike arter til at indeksen ISI₂₀₁₂ ga «svært god» tilstand på stasjon BB01 og BB02.

Tabell 16. De ti mest tallrike artene på stasjonene i Langesundsfjorden, 2022 (gjennomsnitt pr. 0,1 m²). Prosent av totalt antall individ er også vist. Faunagruppe er gitt i parentes etter artsnavnet; B = Børstemark, M = Musling, S = Slimorm. Romertall i økologisk gruppe (ØG) angir artens sensitivitet iht. NSI/AMB på skalaen I = sensitiv, II = nøytral, III = tolerant, IV = opportunistisk og V = forurensningsindikerende.

B105	Antall (%)	Økologisk gruppe
<i>Aphelochaeta</i> sp. (B)	55 (17)	II/IV
<i>Heteromastus filiformis</i> (B)	49 (15)	IV/IV
<i>Spiophanes kroyeri</i> (B)	46 (14)	III/III
<i>Chaetozone setosa</i> (B)	46 (14)	IV/IV
<i>Parathyasira equalis</i> (M)	31 (9)	III/III
<i>Ceratocephale loveni</i> (B)	19 (6)	III/II
<i>Paramphinome jeffreysii</i> (B)	15 (5)	III/III
<i>Scalibregma inflatum</i> (B)	8 (2)	III/III
Nemertea indet (SI)	8 (2)	III/III
<i>Prionospio fallax</i> (B)	7 (2)	II/IV
BB01	Antall (%)	Økologisk gruppe
<i>Spiophanes kroyeri</i> (B)	62 (23)	III/III
<i>Aphelochaeta</i> sp. (B)	44 (16)	II/IV
<i>Parathyasira equalis</i> (M)	36 (13)	III/III
<i>Chaetozone setosa</i> (B)	17 (6)	IV/IV
<i>Ceratocephale loveni</i> (B)	14 (5)	III/II
<i>Galathowenia oculata</i> (B)	14 (5)	III/III
<i>Heteromastus filiformis</i> (B)	10 (4)	IV/IV
<i>Scalibregma inflatum</i> (B)	9 (3)	III/III
<i>Paramphinome jeffreysii</i> (B)	8 (3)	III/III
<i>Prionospio dubia</i> (B)	6 (2)	I/I
BB02	Antall (%)	Økologisk gruppe
<i>Spiophanes kroyeri</i> (B)	72 (22)	III/III
<i>Parathyasira equalis</i> (M)	48 (15)	III/III
<i>Aphelochaeta</i> sp. (B)	39 (12)	II/IV
<i>Heteromastus filiformis</i> (B)	29 (9)	IV/IV
<i>Ceratocephale loveni</i> (B)	19 (6)	III/II
<i>Chaetozone setosa</i> (B)	18 (6)	IV/IV
<i>Galathowenia oculata</i> (B)	12 (4)	III/III
<i>Paramphinome jeffreysii</i> (B)	12 (4)	III/III
<i>Scalibregma inflatum</i> (B)	10 (3)	III/III
<i>Pista cristata</i> (B)	6 (2)	II/I



Figur 20. Foto av noen av de mest dominerende artene i Langesundsfjorden, 2022 (Foto: Rita Næss, NIVA).

Som nevnt ovenfor, ble stasjon B105 også prøvetatt i 2003 (Buhl-Mortensen m.fl., 2006). Både antall individ og antall arter var høyere da enn nå, og de fleste indeksene viste høyest verdi i 2003 (**Tabell 17**). Tilstanden ble imidlertid «god» begge år, selv om den er noe dårligere i 2022 enn i 2003.

Tabell 17. Oversikt over faunaparametere i 2003 og 2022 på stasjon B105. For enheter og forklaringer på forkortelser, se **Tabell 15**.

År	S	N	NQI1	H'	ES ₁₀₀	ISI ₂₀₁₂	NSI ₂₀₁₂	nEQR
2022	34	332	0,622	3,58	20,0*	8,03	21,0	0,64
2003	60	788	0,648	4,23	27,2	8,31	20,0*	0,67

* På grensen til moderat

Bløtbunn har tidligere også blitt overvåket på stasjon VT67, som ikke ble prøvetatt her, fra 80-tallet og til og med 2008 (Bakke m.fl., 2009), riktignok med noe ulike posisjoner og dyp. I 2008 var tilstanden «god», og faunaen viste en forbedring etter år 2000. Faunen synes altså å ha hatt «god» tilstand den siste tjueårsperioden.

Den samlede konklusjonen fra bløtbunnsundersøkelsen er at faunaen fikk «god» økologisk tilstand på alle tre stasjonene. Samtidig var det indikasjoner på at bunnen er preget av organisk belastning. Det var høyt innhold av organisk karbon i sedimentet, tilsvarende «dårlig» eller «svært dårlig» tilstand, og forurensningstolerante og opportunistiske arter dominerte faunaen. Som vist i kapittel 3.1.1, var det rikelig med oksygen på bunnen tidlig på året i 2022, da bunnprøvene ble prøvetatt, men om høsten svekkes nivået selv om det ikke var anoksiske ved noen tilfeller. Ved ytterligere organisk belastning i området antas negative effekter å kunne inntreffe relativt raskt. Det anses derfor viktig at ikke den samlede påvirkningen øker.

Stasjonen oppstrøms Salen RA (B105) synes å være mer preget av organisk belastning enn de to andre stasjonene, og det er derfor ikke indikasjoner på at det er utslippet som påvirker bløtbunnsfaunaen negativt. Denne stasjonen viste høyest C/N-forhold, og er antakelig mest påvirket av avrenning fra Skienselva av de tre stasjonene. Tilstanden i dette området synes å ha vært stabil den siste tjueårsperioden.

Når rapporten fra den øvrige overvåkingen foreligger, kan det også gjøres vurderinger vedrørende effekter fra de to andre renseanleggene på bløtbunnsfunnene.

3.4 Miljøgifter i sediment

Resultatene av miljøgiftanalysene i sediment på stasjonene F-1-1 og BC-1 (begge i Frierfjorden) vurdert mot Miljødirektoratets klassifiseringssystem (M-608/2016-rev 2020), er gitt i

Tabell 18. Fullstendig analyserapport for miljøgifter i sediment er gitt i Vedlegg E.

På stasjon F-1-1 nærmest Knarrdalsstrand RA ble tilstanden «god» eller «svært god» for alle metallene. På stasjon BC-1 lenger ut i fjorden viste kvikksølv «dårlig» tilstand og arsen og sink «moderat» tilstand, mens de øvrige viste «god» eller «svært god» tilstand. For PAH-forbindelsene ble tilstanden «god» for seks av forbindelsene på stasjon F-1-1, «moderat» for tre av forbindelsene og «dårlig» for sju av forbindelsene. På stasjon BC-1 ble tilstanden «god» for fem forbindelser, «moderat» for fire og «dårlig» for sju forbindelser. Summen av PAH'ene tilsvarte «moderat» tilstand på begge stasjoner. Slike nivåer kan medføre kroniske og akutt toksiske effekter for sedimentlevende organismer. For de øvrige organiske forbindelsene (bromerte difenyletere, HBCD, PCB'er og ftalaler) var nivåene iht. «god» tilstand på begge stasjoner.

Tabell 18. Konsentrasjoner av tungmetaller og organiske forbindelser i sediment i Frierfjorden, 2022. Resultatene er klassifisert i henhold til klassifiseringssystem i veileder M-608/2016-rev 2020.

Parameter	Enhet	F-1-1	BC-1
Metaller			
Kvikksølv	mg/kg	0,46	0,83
Arsen		10	22
Bly		55	91
Kadmium		0,90	0,93
Kobber		25	34
Krom		15	30
Nikkel		10	23
Sink		120	200
Organiske forbindelser			
PAH-forbindelser			
Acenaften	µg/kg	6,25	7,84
Acenaftylen		6,16	20,3
Antracen		67,1	77,7
Benzo(a)antracen		345	286
Benzo(a)pyren		599	492
Benzo(b,j)fluoranten		711	636
Benzo(g,h,i)perylene		430	488
Benzo(k)fluoranten		268	244
Dibenzo(a,h)antracen		95,4	96,1
Fenantren		95,5	139
Fluoranten		490	265
Fluoren		15,7	21,0
Indeno(1,2,3-cd)pyren		434	471
Krysen		258	310
Naftalen		13,6	39,9
Pyren		376	350
Sum PAH16		4210	3940

Bromerte difenyletere (PBDE)		<0,17	<0,18
HBCD		0,893	0,273
Sum PCB7		0,025	0,014
DEHP (ftalater)		540	470
Tørrstoff	%	48,9	36,6

Ettersom konsentrasjoner av metaller generelt var høyest på stasjonen lengst unna utslippet, antas det først og fremst å være andre kilder til disse i Frierfjorden. For de øvrige stasjonene var konsentrasjonene stort sett på omtrent samme nivå, så heller ikke for disse virker det sannsynlig at hovedbidraget er utslipp fra renseanlegget.

3.5 Vurdering av vannregionspesifikke stoffer

En oversikt over konsentrasjonene for vannregionspesifikke stoffer i sediment på stasjonene i Frierfjorden er gitt i **Tabell 19**. På stasjon BC-1 ute i fjorden var det overskridelser av metallene arsen og sink, og begge stasjonene hadde også overskridelser av PAH-forbindelser. Overskridelse av EQS betyr at stasjonen ikke oppnår miljømålet for vannregionspesifikke stoffer og at økologisk tilstand ikke kan settes høyere enn «moderat».

Tabell 19. Vurdering av vannregionspesifikke stoffer i sediment fra Frierfjorden, 2022, mot grenseverdier (EQS) gitt i Veileder 02:2018. Konsentrasjoner som overstiger EQS er markert med svart.

Parameter	Enhet	EQS	F-1-1	BC-1
Metaller				
Arsen	mg/kg	18	10	22
Kobber		84	25	34
Krom		620	15	30
Sink		139	120	200
Organiske forbindelser				
PAH-forbindelser	mg/kg			
Acenaften		0,10	0,00625	0,00784
Acenaftilen		0,033	0,00616	0,0203
Benzo(a)antracen		0,06	0,345	0,286
Dibenzo(a,h)antracen		0,027	0,0954	0,0961
Fenantren		0,78	0,0955	0,139
Fluoren		0,15	0,0157	0,021
Krysen		0,28	0,258	0,31
Pyren		0,084	0,376	0,35
Sum PCB7			0,0041	0,000025

3.6 Kjemisk tilstand

Klassifisering av konsentrasjonene av prioriterte stoffer i sediment på stasjonen i Frierfjorden er vist i **Tabell 20**. På begge stasjonene var det overskridelser av grenseverdier for flere av de prioriterte stoffene. Det var særlig PAH-forbindelsene som overskred grenseverdiene, mens for metaller var det kun overskridelse av kvikksølv på stasjon BC-1 ute i fjorden. Overskridelsene gjorde at kjemisk tilstand ble «ikke god» på begge stasjoner.

Tabell 20. Kjemisk tilstand for sediment i Frierfjorden, 2022. Kjemisk tilstand er klassifisert basert på prioriterte stoffer. Klassifiseringen er gjort i henhold til grenseverdier (EQS) gitt i veileder 02:2018. Tilstand er angitt som «god» (blått) eller «ikke god» (rødt) i forhold til om konsentrasjonene er under eller over fastsatt EQS.

Kjemisk tilstand					
Parameter	Enhet	EQS	F-1-1	BC-1	
Metaller					
Kvikksølv	mg/kg	0,52	0,46	0,83	
Bly		150	55	91	
Kadmium		2,5	0,90	0,93	
Nikkel		42	10	23	
PAH-forbindelser					
Antracen	mg/kg	0,0048	0,0671	0,0777	
Benzo(a)pyren		0,18	0,599	0,492	
Benzo(b,j)fluoranten		0,14	0,711	0,636	
Benzo(g,h,i)perylene		0,084	0,430	0,488	
Benzo(k)fluoranten		0,14	0,268	0,244	
Fluoranten		0,40	0,490	0,265	
Indeno(1,2,3-cd)pyren		0,063	0,434	0,471	
Naftalen		0,027	0,0136	0,0399	
Bromerte difenyletere (PBDE)		0,062	<0,00017	<0,00017	
HBCD		0,034	0,000893	0,000273	
DEHP (ftalater)		10	0,54	0,47	
Kjemisk tilstand			Ikke god	Ikke god	

Ettersom det ikke var noen tendens til at stasjonen nærmest utslippet hadde høyest nivå av miljøgifter, virker det ikke sannsynlig at utslippet fra renseanlegget bidrar vesentlig til forurensningen.

4 Oppsummering av resipientenes tilstand

Økologisk og kjemisk tilstand for de undersøkte stasjonene i 2022 er vist i **Tabell 21**. Som nevnt i kapittel 2.6, er det viktig å være klar over at tilstandsvurderingen som er presentert her, ikke nødvendigvis er gjeldende, ettersom det foreligger flere overvåkingsdata enn det som er innhentet gjennom denne undersøkelsen. Gyldig klassifisering skal foreligge i Vann-nett.

Samlet økologisk tilstand ble «moderat» for Frierfjorden og Langesundsfjorden. I Frierfjorden viste både planteplankton og de fysisk-kjemiske støtteparametere «moderat» tilstand, og videre var det overskridelser av vannregionspesifikke stoffer. I Langesundsfjorden var det kun de fysisk-kjemiske støtteparametere som fikk «moderat» tilstand, og som således trakk ned den samlede tilstanden. For de biologiske kvalitetselementene var tilstanden «god» og «svært god». Eidangerfjorden fikk en samlet økologisk tilstand på «god». Her viste makroalger «svært god» tilstand, og «god» tilstand for planteplankton og fysisk-kjemiske støtteparametere.

Frierfjorden var den eneste av vannforekomstene som også ble prøvetatt for miljøgifter i sedimentet i denne overvåkingen. Her ble kjemisk tilstand «ikke god». Som nevnt i kapittel 3.4, er det imidlertid lite sannsynlig at det er utslippet fra renseanlegget som er hovedårsaken til forurensningen.

Påvirkning av utslipp fra Knarrdalstrand, Heistad og Salen renseanlegg på næringssaltkonsentrasjoner i vannsøylen nær utslippene var begrenset. Det ble funnet noe tegn til forhøyede ammoniumverdier på 30 m dyp på alle tre stasjoner og nitratverdier på 30 m dyp ved Knarrdalstrand renseanlegg. Det er ingen indikasjoner på at utslippene fra renseanlegget vesentlig forringer samfunnene på bløtbunn eller på hardbunn, der hvor dette ble undersøkt. Samtidig er det indikasjoner på økt næringsbelastning i fjordsystemet, som også gjenspeiles i de biologiske samfunnene på hardbunn og bløtbunn. Det er derfor viktig at den samlede belastningen ikke øker ytterligere.

Tabell 21. Tilstandsvurdering av vannforekomster i overvåkingen i Grenland, 2022. Farge indikerer tilstandsklasse basert på nEQR-verdi. Samlet tilstand er basert på dårligste kvalitetselement. Merk at at gyldig klassifisering bør hentes fra Vann-Nett. VF = Vannforekomst, VT = Vanntype.

	VF	VT	Samlet tilstand	Tilstandsklassifisering pr. kvalitetselement				
				Bløt-bunns-fauna	Makro-alger	Plante-plankton	Fysisk-kjemiske støtte-parametere	Vannregion-spesifikke stoffer
Økologisk tilstand	Frierfjorden	S5	Moderat		NA*	F-1.1	F-1.1	F-1-1 BC-1
	Eidangerfjorden	S3	God		E-MA	E-1.1	E-1.1	
	Langesundsfjorden	S3	Moderat	B105 BB01 BB02	H178 H01 H02	V01 V02	V01 V02	
								Prioriterte stoffer
Kjemisk tilstand	Frierfjorden	S5	Ikke god					F-1-1 BC-1

*Det mangler klassegrenser for makroalger i denne vanntypen (sterkt ferskvannspåvirket fjord).

5 Referanser

Artsdatabanken, 2018. Fremmedartlista 2018. Hentet 12.01.2023.

Bakke, T., Rygg, B., Nilsson, H.C., 2009. Kartlegging av bløtbunnsfauna i Grenlandsfjordene juni 2008. SFT-rapport 2556/2009. 41 s.

Buhl-Mortensen, L., Aure, J., Alve, E., Husum, K., Oug, E., 2006. Effekter av oksygenstevning på fjordfauna: Bunnfauna og miljø i fjorder på Skagerrakkysten. Fisker- og havet-rapport nr. 3 2006, 108 s.

COWI / konsortiet for overvåking av Grenlandsfjordene, 2020). Overvåkingssystem for Frierfjorden, Eidangerfjorden og Gunnekleivfjorden 2021. Oppdrag nr. A210369, rapportnr. 001

Fagerli, C.W., Ruus, A., Borgersen, G., Stålstrøm, A., Green, N., Hjermand, D.Ø., Selvik, J.R., 2016 – rev. 2017. Tiltaksrettet overvåking av Grenlandsfjordene i henhold til vannforskriften. Overvåking for konsortium av 11 bedrifter i Grenland. NIVA-rapport 7049-2016. 211 s.

Fagerli, C.W., Trannum, H.C., Staalstrøm, A., Eikrem, W., Deininger, A., Sørensen, K., Marty, S. 2021, revidert 2022. Økokyst – DP Skagerrak. Årsrapport 2020. Miljødirektoratet rapport M-1964 I 2021/NIVA-rapport 7750-2022.

Moy, F.E., Christie, H. 2012. Large-scale shift from sugar kelp (*Saccharina latissima*) to ephemeral algae along the south and west coast of Norway. *Marine Biology Research*, 8:4, 309-321.

Norderhaug, K.; Naustvoll, L.; Moy, F.; Trannum, H.; Bjerkeng, B.; Gitmark, J. 2013. Miljøovervåking av sukkertare langs norskekysten. Sukkertareovervåkingssystemet 2012. NIVA-rapport 6476; SPFO-rapport 1141/2013; KLIF rapport TA-3029/2013.

NS 4767:1983. Vannundersøkelse - Bestemmelse av klorofyll a, spektrofotometrisk måling i metanolekstrakt.

Schaanning, M.T., Trannum, H.C., Beylich, B., Raymond, C., Fladvad Størdal, I., 2019. Undersøkelser av kjemisk utlekking og biota på testfelt på sjøbunnen i Grenlandsfjordene 2018-2019. ISBN 978-82-577-7167-6. NIVA-rapport 7432. 67 s + vedlegg.

Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. 220 s. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vannforskriften. Sist revidert oktober 2020.

Walday, M., Gundersen, H., Gitmark, J., Borgersen, G., Engesmo, A., Fagerli, C. W., Staalstrøm, A., 2022. Klassifiseringsveileder 02:2018 - Revisjonsbehov kystvann. Miljødirektoratet rapport M-2266 I 2022/NIVA-rapport 7740-2022. 37 s. + vedlegg.

Vedlegg A. Datoer for CTD inkl. siktdyp

Tabell 22. I tabellen under vises datoer for CTD målinger med observasjon av siktdyp og skydekke. Siktdyp er antall meter ned i vannet en hvit skive er synlig, og fargen er angitt ved halve siktdypet. Skydekket er angitt som åttendeler av himmelen dekt av skyer.

Stasjon-kode	Stasjon-navn	Dato og tid (lokaltid)	Siktdyp (m)	Farge på vannet	Skydekke (åttendeler)
F-1.1	Knarrdalstrand RA	16.02.2022 11:35	2.5	Brun	1.0
F7	Eidangerfjorden	16.02.2022 12:50	5.0	Gulgrønn	6.0
E-1.1	Heistad RA	16.02.2022 13:05	4.2	Gul	6.0
VT67	Langesundsfjorden	16.02.2022 13:26	6.5	Gul	5.0
V01	Salen RA	16.02.2022 13:44	6.9	Gul	6.5
V02	Råholmbåene	16.02.2022 13:58	3.9	Gul	6.5
F-1.1	Knarrdalstrand RA	23.03.2022 08:54	4.4	Gulgrønn	1.0
E-1.1	Heistad RA	23.03.2022 09:52	7.5	Gulgrønn	1.0
F7	Eidangerfjorden	23.03.2022 10:10	3.1	Gul	1.0
VT67	Langesundsfjorden	23.03.2022 10:23	7.5	Grønn	0.0
V01	Salen RA	23.03.2022 11:05	6.5	Gulbrun	1.0
V02	Råholmbåene	23.03.2022 11:22	6.0	Grønn	1.0
E-1.1	Heistad RA	10.05.2022 09:06	5.0	Grønn	8.0
F7	Eidangerfjorden	10.05.2022 09:36	6.5	Grønn	8.0
F-1.1	Knarrdalstrand RA	10.05.2022 10:34	4.0	Brun	8.0
VT67	Langesundsfjorden	10.05.2022 11:23	4.5	Grønn	8.0
V01	Salen RA	10.05.2022 11:40	5.0	Grønn	8.0
V02	Råholmbåene	10.05.2022 12:00	4.0	Grønn	8.0
E-1.1	Heistad RA	21.06.2022 12:40	5.0	Gulgrønt	7.0
F-1.1	Knarrdalstrand RA	21.06.2022 13:52	5.5	Gulbrunt	8.0
VT67	Langesundsfjorden	21.06.2022 14:46	5.0	Gulgrønt	8.0
V01	Salen RA	21.06.2022 15:10	5.5	Gulgrønt	8.0
V02	Råholmbåene	21.06.2022 15:30	5.0	Gulgrønt	8.0
BC-1	Frierfjorden	21.06.2022 13:32	4.0	Gulbrun	7.0
F7	Eidangerfjorden	22.06.2022 12:25	5.2	Gulgrønt	7.0
E-1.1	Heistad RA	12.07.2022 10:33	6.5	Grønngul	4.0
F7	Eidangerfjorden	12.07.2022 11:25	6.0	Grønngul	4.0
VT67	Langesundsfjorden	12.07.2022 11:43	5.5	Grønngul	6.0
V01	Salen RA	12.07.2022 12:04	6.0	Grønngul	7.0
V02	Råholmbåene	12.07.2022 12:30	6.0	Grønngul	8.0
F-1.1	Knarrdalstrand RA	12.07.2022 13:36	4.5	Gulbrun	8.0
BC-1	Frierfjorden	12.07.2022 14:04	4.5	Gulbrun	8.0
BC-3	Skjerkøya	12.07.2022 14:22			
E-1.1	Heistad RA	26.07.2022 10:39	5.5	Grønn	7.0
F7	Eidangerfjorden	26.07.2022 11:15	5.0	Grønn	7.0
VT67	Langesundsfjorden	26.07.2022 11:40	5.5	Grønn	7.0
V01	Salen RA	26.07.2022 11:48	4.8	Grønn	7.0
V02	Råholmbåene	26.07.2022 12:24	4.5	Grønn	7.0
F-1.1	Knarrdalstrand RA	26.07.2022 13:30	3.8	Gulgrønn	6.0
BC-1	Frierfjorden	26.07.2022 14:00			
BC-2	Saltbuodden	26.07.2022 14:16			
BC-3	Skjerkøya	26.07.2022 14:29			
BC-5	Brevik, Langkaia	26.07.2022 14:42			
V02	Råholmbåene	08.08.2022 19:27	4.0	Grønn	
V01	Salen RA	08.08.2022 19:42	4.0	Gulgrønn	
VT67	Langesundsfjorden	08.08.2022 20:02	3.3	Gulgrønn	
F7	Eidangerfjorden	08.08.2022 20:21	3.3	Gulgrønn	

Stasjon-kode	Stasjon-navn	Dato og tid (lokaltid)	Siktdyp (m)	Farge på vannet	Skydekke (åttendeler)
E-1.1	Heistad RA	08.08.2022 20:36	3.0	Grønn	
BC-1	Frierfjorden	09.08.2022 08:24	2.2	Gul	
F-1.1	Knarrdalstrand RA	09.08.2022 08:41	3.0	Gul	
V02	Råholmbåene	21.09.2022 09:49	7.3	Grønn	2.0
V01	Salen RA	21.09.2022 10:03	6.9	Grønn	2.0
VT67	Langesundsfjorden	21.09.2022 10:20	6.4	Grønn	2.0
F7	Eidangerfjorden	21.09.2022 10:41	7.7	Grønn	2.0
E-1.1	Heistad RA	21.09.2022 10:54	7.1	Grønn	2.0
F-1.1	Knarrdalstrand RA	21.09.2022 11:59	4.9	Gul	4.0
E-1.1	Heistad RA	02.11.2022 09:57	6.5	Gulbrun	
F7	Eidangerfjorden	02.11.2022 10:32	7.0	Gulbrun	
VT67	Langesundsfjorden	02.11.2022 10:45	7.0	Gulbrun	
V01	Salen RA	02.11.2022 11:01	7.0	Gulbrun	
V02	Råholmbåene	02.11.2022 11:25	6.5	Gulbrun	
F-1.1	Knarrdalstrand RA	02.11.2022 12:18	4.5	Gulbrun	
BC-1	Frierfjorden	02.11.2022 12:42	5.5	Gulbrun	
BC-4	Grenlandsbrua	02.11.2022 13:06	5.0	Gulbrun	
BC-5	Brevik, Langkaia	02.11.2022 13:18	5.5	Gulbrun	
V02	Råholmbåene	02.12.2022 10:07	4.5	Brun	8.0
V01	Salen RA	02.12.2022 10:26	4.5	Brun	8.0
VT67	Langesundsfjorden	02.12.2022 10:49	5.0	Brun	8.0
F7	Eidangerfjorden	02.12.2022 11:12	5.0	Brun	8.0
E-1.1	Heistad RA	02.12.2022 11:26	4.5	Brun	8.0
F-1.1	Knarrdalstrand RA	02.12.2022 12:21	3.5	Brun	8.0

Vedlegg B. Klassegrenser for planteplankton og støtteparametere

Klassegrenser støtteparametere

Tabell 23. Klassifisering av tilstand for næringssalter og siktdyp. For saltholdighet mellom 5 og 18 psu (målt som årlig middel i overflatelaget i hver sesong), skal lineær interpolasjon benyttes. For ammonium er klassegrensene uavhengig av saltholdigheten.

Sesong	Parameter	psu	Tilstandsklasser					
			I	II	III	IV	V	
Overflatelag Sommer (Jun.-Aug.)	Total fosfor ($\mu\text{g P/L}$)	< 5	Svært god <8	God 8-12	Moderat 12-22	Dårlig 22-53	Svært dårlig >53	
		>18	<11.5	11.5-16	16-29	29-60	>60	
	Fosfat ($\mu\text{g P/L}$)	< 5	<2	2.0-3.5	3.5-7.5	7.5-21	>21	
		>18	<3.5	3.5-7.0	7.0-16	16-50	>50	
	Total nitrogen ($\mu\text{g N/L}$)	< 5	<250	250-383	383-538	538-800	>800	
		>18	<250	250-330	330-500	500-800	>800	
	Nitrat+Nitritt ($\mu\text{g N/L}$)	< 5	<97	97-156	156-223	223-363	>363	
		>18	<12	12-23	23-65	65-250	>250	
	Ammonium ($\mu\text{g N/L}$)	-	<9.5	9.5-25	25-100	100-163	>163	
	Siktdyp (m)	< 5	>7.0	7.0-4.5	4.5-2.5	2.5-1.5	<1.5	
		>18	>7.5	7.5-6.0	6.0-4.5	4.5-2.5	<2.5	
	Overflatelag Vinter (Des.-Feb.)	Total fosfor ($\mu\text{g P/L}$)	< 5	<10.5	10.5-14.5	14.5-26	26-53	>53
			>18	<20	20-25	25-42	42-60	>60
		Fosfat ($\mu\text{g P/L}$)	< 5	<7	7-9	9-16	16-31	>31
>18			<14.5	14.5-21	21-34	34-50	>50	
Total nitrogen ($\mu\text{g N/L}$)		< 5	<261	261-385	385-553	553-800	>800	
		>18	<291	291-380	380-560	560-800	>800	
Nitrat+Nitritt ($\mu\text{g N/L}$)		< 5	<143	143-226	226-326	326-478	>478	
		>18	<97	97-125	125-225	225-350	>350	
Ammonium ($\mu\text{g N/L}$)		-	<17	17-38	38-78	78-163	>163	

Tabell 24. Klassifisering av tilstand for oksygen i dypvann. For vannforekomster med naturlig oksygenfattig dypvann er klassegrensene mindre strenge. Vanntypen for vannforekomstene er spesifisert i Vann-Nett Portalen (vann-nett.no).

		Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
Vanntype	Parameter	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Dypvann i naturlig oksygenfattige fjorder	Oksygen (ml O ₂ /L)**	>3.5	3.5-2.5	2.5-1.5	1.5-0.3	<0.3
	Oksygen metning (%)	>50	50-35	35-20	20-5	<5
Dypvann i alle andre fjorder/kystområder	Oksygen (ml O ₂ /L)**	>4.5	4.5-3.5	3.5-2.5	2.5-1.5	<1.5
	Oksygen metning (%)	>65	65-50	50-35	35-20	<20

**Omregningsfaktor fra oksygen målt i mg/L: ml O₂/L = 0.7 · mg O₂/L.

Klassegrenser planteplankton

Tabell 25. Referanseverdier og klassegrenser for klorofyll a (µg/L).

Region	Vanntype-nummer	Parameter	Ref. tilstand	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Skagerrak (S)	Beskyttet Ferskvanns-påvirket	90-persentil Vekstsesong	2.98	<3.92	3.92-6.90	6.90-9.0	9-18	>18
		Middelverdi Sommer	1,37	<1,73	1,73-2,40	2,40-4,03	4,03-5,96	>5,96

Vedlegg C. Makroalger

Tabell 26. Klassegrenser for nedre voksegrenseindeksen MSMDI, for vanntype S3 – beskyttet kyst/fjord. Verdiene i kolonnene til høyre for artene er dyp i meter (med unntak av kolonnen lengst til høyre som angir verdi hvis arten er forsvunnet). Øvre klassegrense er angitt i poeng i en skala fra 1 – 5, der 1 = svært dårlig, 2 = dårlig, 3 = moderat, 4 = god, 5 = svært god (Tabell er hentet fra Veileder 02:2018: Klassifisering av miljøtilstand i vann).

Arter (Norsk-Latin)	Referanse-dyp	5 poeng hvis dyp >x	4 poeng hvis dyp >x	3 poeng hvis dyp >x	2 poeng hvis dyp >x	0 poeng hvis arten er forsvunnet pga. antropogene aktiviteter *
Krusfliik – <i>Chondrus crispus</i>	12	10	7	4	0	Forsvunnet = 0
Svartkluft – <i>Furcellaria lumbricalis</i>	15	12	8	4	0	Forsvunnet = 0
Skolmetang – <i>Halidrys siliquulosa</i>	12	10	7	4	0	Forsvunnet = 0
Sukkertare – <i>Saccharina latissima</i>	12	8	6	3	0	Forsvunnet = 0
Krusblekke – <i>Phyllophora pseudoceranoides</i> / Hummerblekke – <i>Coccolytus truncatus</i> **	14	10	8	4	0	Forsvunnet = 0
Teinebusk – <i>Rhodomeia confervoides</i>	15	12	8	4	0	Forsvunnet = 0
Fagerving – <i>Delesseria sanguinea</i>	17	13	9	5	0	Forsvunnet = 0
Eikeving – <i>Phycodrys rubens</i>	16	13	8	4	0	Forsvunnet = 0

* I tilfelle arten har vært registrert tidligere på stasjonen, men ikke funnet i registreringsåret, skal antall poeng angis som 0, ellers skal den ikke inngå i beregningen.

** For krusblekke og hummerblekke benyttes den dypeste registreringen av de to artene

Vedlegg D. Bløtbunn

Klassegrenser bløtbunn

Tabell 27. Klassegrenser for bløtbunnsindekser for vanntypene S1-3 (Veileder 02:2018). Øvre grenseverdi i klasse «Svært god» representerer referanseverdien for indeksene i gruppen. Grenseverdiene gjelder for grabbgjennomsnittet (gjennomsnitt av grabbverdier). NQI1=Norwegian Quality Index; H'=Shannons diversitetsindeks; ES₁₀₀=Hurlberts diversitetsindeks; ISI₂₀₁₂=Indicator Species Index; NSI₂₀₁₂=Norwegian Sensitivity Index.

Indeks	Tilstandsklasser for indeksene i Vanntype S 1-3				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,51	0,51 - 0,32	0,32 – 0
H'	6,3 - 4,2	4,2 - 3,3	3,3 - 2,1	2,1 - 1	1 – 0
ES ₁₀₀	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 – 0
ISI ₂₀₁₂	13,2 - 8,5	8,5 - 7,6	7,6 - 6,3	6,3 - 4,6	4,6 – 0
NSI ₂₀₁₂	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 – 0

Tabell 28. Klassegrenser for normalisert organisk karbon (TOC) (Veileder 02:2018).

	Parameter	Tilstandsklasser				
		Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
TOC	Organisk karbon (mg/g)	0-20	20-27	27-34	34-41	41-200

Analyserapport for bløtbunnsfaunaen

Dokument-ID: 17832. Versjonsnummer: 2

Analyserapport marin bløtbunnsfauna



Sist godkjent dato: 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig: Gunhild Borgersen

ANALYSE-
RAPPORTNorsk institutt
for vannforskningGaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Oppdragsgiver: NIVA

Kontaktperson oppdragsgiver: HTR

Prosjektnummer: 220024

Rapport ID: 013-2022

Versjon: 1

Analyseperiode: 24.03.2022 – 22.06.22

Rapporteringsdato: 8.7.2022

Prøvemerkning (stasjons-id og grabbnummer)	Prøvens løpenummer (fra NIVAs database)	Prøvetakingsdato
BB01 G1	5651	20220322
BB01 G2	5652	20220322
BB01 G3	5653	20220322
BB01 G4	5654	20220322
BB02 G1	5655	20220322
BB02 G2	5656	20220322
BB02 G3	5657	20220322
BB02 G4	5658	20220322
105 G1	5659	20220322
105 G2	5660	20220322
105 G3	5661	20220322
105 G4	5662	20220322

Informasjon om prøven fra oppdragsgiver/prøvetaker: Tre stasjoner er prøvetatt i Langesundsfjorden i Bamble kommune (Vestfold og Telemark fylke), med fire grabbprøver fra hver stasjon.

Analysemetode: Identifisering er i henhold til gjeldende versjon av ISO 16665 (Water quality - Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna), NIVAs interne prosedyrer 16294 (Prosedyre M3 Bearbeidelse av bløtbunnsprøver), 16613 (Prosedyre M4 Artsidentifisering av bløtbunnsfauna) og 16620 (Prosedyre M10 Faglige vurderinger og fortolkninger).

Dokument-ID: 17832. Versjonsnummer: 2

Analyserapport marin bløtbunnsfauna



Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

Taksonomisk personell:

Grovsortering: Rita Næss

Polychaeta: Rita Næss

Crustacea: Marijana Brkljacic

Echinodermata: Rita Næss

Mollusca: Rita Næss

Varia: Rita Næss

Databehandling:

Punchekontroll: Nei

Indeksberegning og beregning av nEQR: Marijana Brkljacic

Indekser og nEQR er beregnet etter: Klassifiseringsveileder 02:2018

Kommentarer: Stasjon 105_ er registrert som B105 i skjema for prøvetaking, sortering og artsidentifisering.

Underleverandører: Ingen underleverandører

Vedlegg:

A Artslister

B Indekser og nEQR (normalized Ecological Quality Ratio)

Artsregistreringer og indekser er lagt inn i NIVAs bløtbunnsdatabase.

Artslisten og indekser leveres også til oppdragsgiver som excel-fil.

Referanser:

NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014).

Veileder 02:2018: Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktorsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften. Direktorsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften 2018.

Godkjenning: Oslo 12.9.2022

Rapport utarbeidet av: Marijana S. Brkljacic

Godkjent av: Gunhild Borgersen

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Dokument-ID: 17832. Versjonsnummer: 2

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

Vedlegg A Artslister

Fullstendige artslister for bløtbunnsfauna.

G1=grabbprøve 1, G2=grabbprøve 2, G3=grabbprøve 3, G4=grabbprøve 4.

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
105	NEMERTEA		Nemertea indet	5	1	2	22
105	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	10	2	13	35
105	POLYCHAETA	Aphroditidae	Aphrodita aculeata	1	2		1
105	POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe fragilis		1	1	3
105	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Chaetoparia nilssoni				1
105	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Sige fusigera	1	1		2
105	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica		1	1	1
105	POLYCHAETA	Hesionidae	Neogyptis rosea				1
105	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata		1		
105	POLYCHAETA	Nereididae	Ceratocephale loveni	18	5	25	26
105	POLYCHAETA	Nereididae	Eunereis longissima	2	1	1	1
105	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys ciliata	1			
105	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys pente				2
105	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	2	1	4	2
105	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	1	1		1
105	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica	2			1
105	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis eliasoni			2	11
105	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio dubia	3		4	7
105	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	1		1	24
105	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	29	44	49	60
105	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	36	32	58	94
105	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	26	110	11	35
105	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus		2		3
105	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	13	3	7	10
105	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina norvegica				1
105	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	45	8	56	87
105	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni			2	2
105	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	5	1	5	5
105	POLYCHAETA	Oweniidae	Owenia sp.				1
105	POLYCHAETA	Pectinariidae	Amphictene auricoma				1
105	POLYCHAETA	Pectinariidae	Lagis koreni			1	
105	POLYCHAETA	Ampharetidae	Eclysippe vanelli				1
105	POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna cristata			1	1
105	POLYCHAETA	Terebellidae	Eupolymnia nesidensis		1		
105	POLYCHAETA	Terebellidae	Pista cristata	6		7	3
105	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus plumosus	1	1	1	1
105	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii		2		
105	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Trichobranchus roseus		1		
105	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet				2
105	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella philippiana	2	4	1	

08.07.2022 13:41:52

3/8

Dokument-ID: 17832. Versjonsnummer: 2

Analyserapport marin bløtbunnsfauna



Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

105	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella solidula		1		
105	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa				3
105	BIVALVIA	Thyasiridae	Parathyasira equalis	21	43	40	19
105	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	2		1	
105	BIVALVIA	Corbulidae	Varicorbula gibba		1		
105	BIVALVIA	Cuspidariidae	Tropidomya abbreviata	1			
105	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella emarginata	5	4	1	2
105	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella cf. truncatula	1	1		3
105	CUMACEA	Leuconidae	Leucon (Leucon) cf. nasica	5	6	5	5
105	CUMACEA	Nannastacidae	Campylaspis rubicunda				1
105	CUMACEA	Diastylidae	Diastylidae indet				1
105	CUMACEA	Diastylidae	Leptostylis sp.			1	
105	AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampelisca sp.				1
105	AMPHIPODA	Leucothoidae	Leucothoe liljeborgi		1		
105	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata	1			2
105	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Bathymedon longimanus	1			
105	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Monoculodes packardii	1			
105	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia crenulata				1
105	AMPHIPODA	Aoridae	Aoridae indet				1
105	SIPUNCULIDA		Nephasoma (Nephasoma) minutum			1	
105	SIPUNCULIDA		Phascolion (Phascolion) strombus strombus	3			
105	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil	1		3	
105	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera		1		
BB01	NEMERTEA		Nemertea indet	6	3	5	
BB01	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	10	2	6	13
BB01	POLYCHAETA	Aphroditidae	Aphrodita aculeata	2	1		
BB01	POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe fragilis			1	
BB01	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Chaetoparia nilssoni				1
BB01	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce groenlandica			2	
BB01	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce mucosa		1		
BB01	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce rosea			1	
BB01	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Sige fusiqera		1	2	
BB01	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica			1	
BB01	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata	1		1	
BB01	POLYCHAETA	Syllidae	Syllis cornuta		1		
BB01	POLYCHAETA	Nereididae	Ceratocephale loveni	19	20	13	5
BB01	POLYCHAETA	Nereididae	Eunereis longissima	1		2	1
BB01	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys ciliata	1			1
BB01	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	2	5	2	1
BB01	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	3			
BB01	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica	3	2	3	4
BB01	POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis	1			
BB01	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis ellisoni	1		5	
BB01	POLYCHAETA	Spionidae	Laonice sarsi		1		
BB01	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio dubia	4	6	7	5

08.07.2022 13:41:52

4/8

Dokument-ID: 17832. Versjonsnummer: 2

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

BB01	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	2	1		
BB01	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	47	61	63	77
BB01	POLYCHAETA	Chaetopteridae	Spiochaetopterus typicus				1
BB01	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	29	55	46	45
BB01	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	3	8	6	51
BB01	POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx killarjensis	2	2	2	
BB01	POLYCHAETA	Fiabelligeridae	Diplocirrus glaucus	1			3
BB01	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa				1
BB01	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	6	6	6	16
BB01	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	5	9	14	12
BB01	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni	1	2	2	1
BB01	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	7	20	8	19
BB01	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete octocirrata	1			
BB01	POLYCHAETA	Ampharetidae	Eclysipe vanelli			2	
BB01	POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna cristata		1	1	1
BB01	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane wahrbergi			1	
BB01	POLYCHAETA	Terebellidae	Pista cristata	1	5	5	7
BB01	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus plumosus		2	2	1
BB01	POLYCHAETA	Terebellidae	Streblosoma bairdi	1	1	1	
BB01	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii	3	3	3	2
BB01	PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Hyla vitrea			3	1
BB01	PROSOBRANCHIA	Epitonidae	Epitonium trevelyanum	1			
BB01	BIVALVIA	Nuculidae	Ennucula tenuis				1
BB01	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella philippiana	5	2	3	
BB01	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	1		1	
BB01	BIVALVIA	Thyasiridae	Parathyasira equalis	31	19	30	64
BB01	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira flexuosa		1	1	
BB01	BIVALVIA	Lasaeidae	Tellimya tenella		6	1	1
BB01	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida		1		
BB01	BIVALVIA	Cuspidaridae	Cuspidaria cuspidata			1	
BB01	BIVALVIA	Cuspidaridae	Tropidomya abbreviata		1	1	
BB01	SCAPHOPODA	Dentaliidae	Antalis entalis	1			
BB01	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella emarginata	5	4	3	2
BB01	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella sp.			1	
BB01	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella cf. truncatula				1
BB01	CUMACEA	Leuconidae	Leucon (Leucon) cf. nasica	2		2	1
BB01	CUMACEA	Nannastacidae	Campylaspis rubicunda				1
BB01	CUMACEA	Diastylidae	Diastylodes serratus	1			1
BB01	TANAIDACEA	Parathanidae	Tanaidacea indet			1	
BB01	ISOPODA	Gnathidae	Gnathia cf. maxillaris			1	
BB01	AMPHIPODA	Leucothoidae	Leucothoe liljeborgi			1	1
BB01	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata			2	
BB01	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula			1	1
BB01	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia crenulata	1			
BB01	SIPUNCULIDA		Phascolion (Phascolion) strombus strombus				1

08.07.2022 13:41:52

5/8

Dokument-ID: 17832. Versjonsnummer: 2



Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

BB01	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil	4	2	1	1
BB01	ECHINOIDEA		Irregularia juvenil	1			
BB01	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera		1		
BB02	PLATYHELMINTHES		Platyhelminthes indet			1	1
BB02	NEMERTEA		Nemertea indet	3	6	2	8
BB02	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii		9	12	25
BB02	POLYCHAETA	Aphroditidae	Aphrodita aculeata	1		1	
BB02	POLYCHAETA	Polynoidae	Bylgides sarsi				1
BB02	POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe fragilis		1	3	
BB02	POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe sp.	1		1	
BB02	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Chaetoparia nilssoni		1		1
BB02	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce rosea	1	1		1
BB02	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Sige fusigera		1		1
BB02	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica		1		
BB02	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe pallida		1		
BB02	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata		2		1
BB02	POLYCHAETA	Hesionidae	Oxydromus vittatus				1
BB02	POLYCHAETA	Nereididae	Ceratocephale loveni	10	19	26	21
BB02	POLYCHAETA	Nereididae	Eunereis longissima	1	2		1
BB02	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys ciliata			1	3
BB02	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	3	2	1	2
BB02	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	1	2		4
BB02	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica	6	4	3	1
BB02	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris cf. aniara	1		1	1
BB02	POLYCHAETA	Arabellidae	Drilonereis filum	1		1	
BB02	POLYCHAETA	Apistobranchidae	Apistobranchus tullbergi	1			
BB02	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio dubia	2	6	6	9
BB02	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	3	2	1	7
BB02	POLYCHAETA	Spionidae	Scoelepis korsun				1
BB02	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes bombyx			1	
BB02	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	101	54	66	67
BB02	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelocheata sp.	44	38	37	38
BB02	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	33	6	6	28
BB02	POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx killariensis	1			1
BB02	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	1	1	3	3
BB02	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa	1		1	
BB02	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	2	18	12	6
BB02	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina modesta				1
BB02	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	38	28	17	33
BB02	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella affinis	1			
BB02	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni		1	1	1
BB02	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	15	2	7	25
BB02	POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinariidae indet			1	
BB02	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete octocirrata			1	1
BB02	POLYCHAETA	Ampharetidae	Eclysipe vanelli	1			
BB02	POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna cristata	4			2

08.07.2022 13:41:52

6/8

Dokument-ID: 17832. Versjonsnummer: 2

Analyserapport marin bløtbunnsfauna



Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

BB02	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane wahrbergi			2	
BB02	POLYCHAETA	Terebellidae	Neoamphitrite affinis	1			
BB02	POLYCHAETA	Terebellidae	Pista cristata	4	7	8	5
BB02	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus plumosus			1	2
BB02	POLYCHAETA	Terebellidae	Strebiosoma bairdi			1	2
BB02	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii	5	2	2	5
BB02	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Trichobranchus roseus			1	
BB02	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet			1	
BB02	BIVALVIA	Nuculidae	Ennucula tenuis			1	
BB02	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella philippiana	1		1	2
BB02	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa		2		1
BB02	BIVALVIA	Thyasiridae	Parathyasira equalis	75	33	43	41
BB02	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sarsii			1	
BB02	BIVALVIA	Lasaeidae	Tellinya tenella		3	7	3
BB02	BIVALVIA	Cuspidariidae	Tropidomya abbreviata			2	1
BB02	SCAPHOPODA	Dentalidae	Antalis entalis		1		1
BB02	CUMACEA	Leuconidae	Eudorelia emarginata	6	4	2	4
BB02	CUMACEA	Leuconidae	Leucon sp.			1	
BB02	CUMACEA	Diastylidae	Diastylidae indet.			1	
BB02	CUMACEA	Diastylidae	Diastylodes serratus				1
BB02	CUMACEA	Diastylidae	Leptostylis longimana				1
BB02	TANAIDACEA	Parathanidae	Tanaidacea indet.	1			1
BB02	ISOPODA	Gnathidae	Gnathia cf. maxillaris	1			
BB02	ISOPODA	Parasellidae	Desmosoma sp.				2
BB02	AMPHIPODA	Leucothoidae	Leucothoe liljeborgi			1	
BB02	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula				1
BB02	SIPUNCULIDA		Phascolion (Phascolion) strombus strombus		1	2	
BB02	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera		2	1	1

08.07.2022 13:41:52

7/8

Dokument-ID: 17832. Versjonsnummer: 2



Analysereport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

Vedlegg B Indekser og nEQR (normalized Ecological Quality Ratio)

Bløtbunnsindekser per grabbprøve: S=antall arter, N=antall individer, NQI1=Norwegian Quality Index, H'=Shannons diversitetsindeks, ES100=Hurlberts diversitetsindeks, ISI2012=Indicator Species Index versjon 2012 og NSI=Norwegian Sensitivity Index versjon 2012.

Dato	NR	Stasjon	Grabb	Provens areal (m ²)	S	N	NQI1*	H'	ES100	ISI2012	NSI2012
20220322	5651	BB01	G1	0,1	38	216	0,69	4,05	27,01	8,53	22,73
20220322	5652	BB01	G2	0,1	34	256	0,65	3,75	23,17	8,61	22,66
20220322	5653	BB01	G3	0,1	46	267	0,69	4,14	29,11	9,02	22,69
20220322	5654	BB01	G4	0,1	35	345	0,64	3,51	18,70	8,52	20,93
20220322	5655	BB02	G1	0,1	34	371	0,63	3,38	18,23	8,51	21,12
20220322	5656	BB02	G2	0,1	33	263	0,66	3,85	22,62	8,05	22,16
20220322	5657	BB02	G3	0,1	45	292	0,70	4,00	25,48	8,64	22,40
20220322	5658	BB02	G4	0,1	48	370	0,68	4,20	25,50	9,24	21,67
20220322	5659	105_	G1	0,1	32	252	0,63	3,90	22,15	8,29	21,30
20220322	5660	105_	G2	0,1	31	284	0,61	3,01	17,48	7,61	19,19
20220322	5661	105_	G3	0,1	31	307	0,62	3,56	19,07	7,85	21,64
20220322	5662	105_	G4	0,1	42	485	0,63	3,86	21,37	8,38	21,74

* AMBI er beregnet på grunnlag av AMBI versjon Desember 2020

Gjennomsnittsverdier av de ulike indeksene for hver stasjon:

Stasjon	Dato	S	N	NQI1*	H'	ES100	ISI2012	NSI2012
105_	20220322	34	332	0,62	3,58	20,02	8,03	20,97
BB01	20220322	38	271	0,67	3,86	24,50	8,67	22,25
BB02	20220322	40	324	0,67	3,86	22,95	8,61	21,84

* AMBI er beregnet på grunnlag av AMBI versjon Desember 2020

nEQR (normalized Ecological Quality Ratio) for gjennomsnittsverdier av de ulike indeksene:

Vanntype	Stasjon	Dato	NQI1_nEQR	H_nEQR	ES100_nEQR	ISI2012_nEQR	NSI2012_nEQR
S3	105_	20220322	0,59	0,66	0,60	0,70	0,64
S3	BB01	20220322	0,64	0,72	0,70	0,81	0,69
S3	BB02	20220322	0,64	0,72	0,67	0,80	0,67

Vedlegg E. Miljøgifter



Økernveien 94
0579 Oslo
Tel: 02348 / (+47) 22 18 51 00
E-post: niva@niva.no

ANALYSERAPPORT

RapportID: 16523

Kunde: Hilde Tranum
Prosjektnummer: O 220014/HY - Porsgrunn 2022; Hydrografiske analyser

Analysoppdrag: 1205-11185
Versjon: 1
Dato: 26.04.2022

Provenr.: NR-2022-05342
Provetype: SEDIMENT
Provetakingsdato: 22.03.2022
Prove mottatt dato: 23.03.2022
Analyseperiode: 01.04.2022 - 25.04.2022

Provermerking: F-1.1 Knarrodalstrand RA sediment Kjerne A
Stasjon : F-1.1 Knarrodalstrand RA
KjerneID/Replikat : A
Provetakingsdyb : 0,00 m Smitt: 0,00-10,00 cm
Provetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Analysenavn	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	LOQ	Underlev.
i) Butylbenzylfitalat (BBP)	Internal Method 2060	<0,01	mg/kg TS		Eurofins
i) Di-n-oktylfitalat (DNOP)	Internal Method 2060	<0,01	mg/kg TS		Eurofins
i) Dibutylfitalat (DBP)	Internal Method 2060	<0,01	mg/kg TS		Eurofins
i) Diethylhexyladipate (DEHA)	Internal Method 2060	0,04	mg/kg TS	0,01	Eurofins
i) Diethylfitalat (DEP)	Internal Method 2060	<0,01	mg/kg TS		Eurofins
i) Diethylheksylfitalat (DEHP)	Internal Method 2060	0,54	mg/kg TS	0,01	Eurofins
i) Diäsononyl phthalate isomer mix	Internal Method 2060	0,22	mg/kg TS	0,02	Eurofins
b) Sum HBCD	Internal Method 1	0,893	µg/kg tv		Eurofins
b) alfa-HBCD	Internal Method 1	0,103	µg/kg tv		Eurofins
b) beta-HBCD	Internal Method 1	<0,0571	µg/kg tv		Eurofins
b) gamma-HBCD	Internal Method 1	0,790	µg/kg tv		Eurofins
c) Kvicksølv	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	0,456	mg/kg TS	0,001	Eurofins
c) Arsen	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	10	mg/kg TS	0,5	Eurofins
c) Bly	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	55	mg/kg TS	0,5	Eurofins

Tegnforklaring:

*: Ikke akkreditert, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v.: tverrekt, v.v.: vinkelrett

Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvermerking, er oppgitt av oppdragsgeber.

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 1 av 6

c) Kadmium	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	0,90	mg/kg TS	0,01	Eurofins
c) Kobber	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	25	mg/kg TS	0,5	Eurofins
c) Krom	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	15	mg/kg TS	0,5	Eurofins
c) Nikkel	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	10	mg/kg TS	0,5	Eurofins
c) Sink	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	120	mg/kg TS	2	Eurofins
d) Acenafien	Intern metode	6,25	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Acenafitylen	Intern metode	6,16	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Antracen	Intern metode	67,1	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Benzo[a]antracen	Intern metode	345	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Benzo[a]pyren	Intern metode	599	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Benzo[b]fluoranten	Intern metode	711	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Benzo[g,h,i]perylen	Intern metode	430	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Benzo[k]fluoranten	Intern metode	268	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Dibenzo[a,h]antracen	Intern metode	95,4	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Fenantren	Intern metode	95,5	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Fluoranten	Intern metode	490	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Fluoren	Intern metode	15,7	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Indeno[1,2,3-cd]pyren	Intern metode	434	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Krysen	Intern metode	258	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Nafalen	Intern metode	13,6	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Pyren	Intern metode	376	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Sum PAH 16	Intern metode	4210	µg/kg TS	2	Eurofins
b) BDE:100	Internal Method 1	<0,114	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:119	Internal Method 1	<0,114	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:126	Internal Method 1	<0,114	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:138	Internal Method 1	<0,171	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:153	Internal Method 1	<0,171	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:154	Internal Method 1	<0,171	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:156	Internal Method 1	<0,171	µg/kg tv		Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke akkreditert, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v.: tørvekt, v.v.: vårvekt

Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om bruynet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvemerkang, er oppgitt av oppdragsgjver.

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 2 av 6

b) BDE17	Internal Method 1	<0,0286	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE183	Internal Method 1	<0,286	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE196	Internal Method 1	<0,571	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE197	Internal Method 1	<0,571	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE206	Internal Method 1	1,28	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE207	Internal Method 1	1,78	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE209	Internal Method 1	17,0	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE28	Internal Method 1	<0,0286	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE47	Internal Method 1	<0,0571	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE49	Internal Method 1	<0,0571	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE66	Internal Method 1	<0,0571	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE71	Internal Method 1	<0,0571	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE85	Internal Method 1	<0,114	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE99	Internal Method 1	<0,114	µg/kg tv		Eurofins
c) PCB 101	SS-EN 16167:2018+AC:2019	0,0049	mg/kg TS	0,0005	Eurofins
c) PCB 118	SS-EN 16167:2018+AC:2019	0,0040	mg/kg TS	0,0005	Eurofins
c) PCB 138	SS-EN 16167:2018+AC:2019	0,0047	mg/kg TS	0,0005	Eurofins
c) PCB 153	SS-EN 16167:2018+AC:2019	0,0038	mg/kg TS	0,0005	Eurofins
c) PCB 180	SS-EN 16167:2018+AC:2019	0,0022	mg/kg TS	0,0005	Eurofins
c) PCB 28	SS-EN 16167:2018+AC:2019	0,00071	mg/kg TS	0,0005	Eurofins
c) PCB 52	SS-EN 16167:2018+AC:2019	0,0051	mg/kg TS	0,0005	Eurofins
c) Sum PCB 7	SS-EN 16167:2018+AC:2019	0,025	mg/kg TS		Eurofins
c) Torrstoff %	SS-EN 12880:2000	48,9	%	0,1	Eurofins

Utførende laboratorium / Underleverandør:

- b) Eurofins GEA Lab Service GmbH (Hamburg), DIN EN ISO/IEC 17025:2018 Dakks D-PL-14629-01-00
- e) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125
- d) Eurofins Environment Testing Norway AS (Bergen), ISO/IEC 17025:2017 Norsk Akkreditering TEST 003
- f) Eurofins Miljø, DS EN ISO/IEC 17025 DANAK 168

Tegnforklaring

* : Ikke akkreditert, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v.: tørvekt, v.v.: våtvekt

Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvemerking, er oppgitt av oppdragsgever.

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Provenr.: NR-2022-05343
Provetype: SEDIMENT
Provetakningsdato: 22.03.2022
Prove mottatt dato: 23.03.2022
Analyseperiode: 01.04.2022 - 25.04.2022

Provemerking: BC-1 Friørfjorden sediment Kjerne A
 Stasjon : BC-1 Friørfjorden
 KjerneID/Replikat : A
 Provetakingsdypp : 0,00 m Snitt: 0,00-10,00 cm
 Provetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	LOQ	Underlev.
i) Butylbenzylfitalat (BBP)	Internal Method 2060	0,01	mg/kg TS	0,01	Eurofins
i) Di-n-oktylfitalat (DNOP)	Internal Method 2060	<0,01	mg/kg TS		Eurofins
i) Dibutylfitalat (DBP)	Internal Method 2060	<0,01	mg/kg TS		Eurofins
i) Diethylhexyladipate (DEHA)	Internal Method 2060	0,05	mg/kg TS	0,01	Eurofins
i) Dietylitalat (DEP)	Internal Method 2060	<0,01	mg/kg TS		Eurofins
i) Dietylheksylfitalat (DEHP)	Internal Method 2060	0,47	mg/kg TS	0,01	Eurofins
i) Disononyl phthalate isomer mix	Internal Method 2060	0,35	mg/kg TS	0,02	Eurofins
b) Sum HBCD	Internal Method 1	0,273	µg/kg tv		Eurofins
b) alfa-HBCD	Internal Method 1	0,142	µg/kg tv		Eurofins
b) beta-HBCD	Internal Method 1	<0,0603	µg/kg tv		Eurofins
b) gamma-HBCD	Internal Method 1	0,130	µg/kg tv		Eurofins
c) Kvikksølv	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	0,83	mg/kg TS	0,001	Eurofins
c) Arsen	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	22	mg/kg TS	0,5	Eurofins
c) Bly	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	91	mg/kg TS	0,5	Eurofins
c) Kadmium	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	0,93	mg/kg TS	0,01	Eurofins
c) Kobber	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	34	mg/kg TS	0,5	Eurofins
c) Krom	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	30	mg/kg TS	0,5	Eurofins
c) Nikkel	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	23	mg/kg TS	0,5	Eurofins
c) Sink	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016	200	mg/kg TS	2	Eurofins
d) Acenafien	Intern metode	7,84	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Acenafylen	Intern metode	20,3	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Antracen	Intern metode	77,7	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Benzo[a]antracen	Intern metode	286	µg/kg TS	0,1	Eurofins

Tegnforklaring

* : Ikke akkreditert, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v.: tørvekt, v.v.: våtvekt

Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

All informasjon angående prøvetaking, inkludert provemerking, er oppgitt av oppdragsgjver.

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 4 av 6

d) Benzo[a]pyren	Intern metode	492	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Benzo[b]fluoranten	Intern metode	636	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Benzo[g,h,i]perylene	Intern metode	488	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Benzo[k]fluoranten	Intern metode	244	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Dibenzo[a,b]antracen	Intern metode	96,1	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Fenantren	Intern metode	139	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Fluoranten	Intern metode	265	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Fluoren	Intern metode	21,0	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Indeno[1,2,3-cd]pyren	Intern metode	471	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Krysen	Intern metode	310	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Nafalen	Intern metode	39,9	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Pyren	Intern metode	350	µg/kg TS	0,1	Eurofins
d) Sum PAH 16	Intern metode	3940	µg/kg TS	2	Eurofins
b) BDE:100	Internal Method 1	<0,121	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:119	Internal Method 1	<0,121	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:126	Internal Method 1	<0,121	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:138	Internal Method 1	<0,181	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:153	Internal Method 1	<0,181	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:154	Internal Method 1	<0,181	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:156	Internal Method 1	<0,181	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:17	Internal Method 1	<0,0302	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:183	Internal Method 1	<0,302	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:196	Internal Method 1	<0,603	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:197	Internal Method 1	<0,603	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:206	Internal Method 1	<1,21	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:207	Internal Method 1	1,86	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:209	Internal Method 1	34,5	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:28	Internal Method 1	<0,0302	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE:47	Internal Method 1	0,0886	µg/kg tv		Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke akkreditert, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v.: tørvækt, v.v.: vårvækt

Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvetekning, er oppgitt av oppdragsgjver.

Analysereportoren må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

b) BDE49	Internal Method 1	<0,0603	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE66	Internal Method 1	<0,0603	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE71	Internal Method 1	<0,0603	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE85	Internal Method 1	<0,121	µg/kg tv		Eurofins
b) BDE99	Internal Method 1	0,130	µg/kg tv		Eurofins
c) PCB 101	SS-EN 16167:2018+AC:2019	0,0027	mg/kg TS	0,0005	Eurofins
c) PCB 118	SS-EN 16167:2018+AC:2019	0,0034	mg/kg TS	0,0005	Eurofins
c) PCB 138	SS-EN 16167:2018+AC:2019	0,0028	mg/kg TS	0,0005	Eurofins
c) PCB 153	SS-EN 16167:2018+AC:2019	0,0030	mg/kg TS	0,0005	Eurofins
c) PCB 180	SS-EN 16167:2018+AC:2019	0,0020	mg/kg TS	0,0005	Eurofins
c) PCB 28	SS-EN 16167:2018+AC:2019	<0,00050	mg/kg TS		Eurofins
c) PCB 52	SS-EN 16167:2018+AC:2019	<0,00050	mg/kg TS		Eurofins
c) Sum PCB 7	SS-EN 16167:2018+AC:2019	0,014	mg/kg TS		Eurofins
c) Tørrestoff %	SS-EN 12880:2000	36,6	%	0,1	Eurofins

Utførende laboratorium / Underleverandør:

- b) Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), DIN EN ISO/IEC 17025:2018 Dakks D-PL-14629-01-00
- c) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125
- d) Eurofins Environment Testing Norway AS (Bergen), ISO/IEC 17025:2017 Norsk Akkreditering TEST 003
- i) Eurofins Miljø, DS EN ISO/IEC 17025 DANAK 168

NIVA

Norsk institutt for vannforskning

Kine Bæk

Senioringeniør

Rapporten er elektronisk signert

Tegnforklaring

* : Ikke akkreditert, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense, t.v.: tørvekt, v.v.: vekt

Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvemerkning, er oppgitt av oppdragsgiver.

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 6 av 6

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 · 0349 Oslo
Telefon: 02348 · Faks: 22 18 52 00
www.niva.no · post@niva.no