

7967-2023

Overvåkning for Porsgrunn og Bamble kommune i 2023



Rapport

Løpenummer: 7967-2024

ISBN 978-82-577-7704-3
NIVA-rapport
ISSN 1894-7948

Denne rapporten er
kvalitetssikret iht. NIVAs
kvalitetssystem og

godkjent av:

André Staalstrøm
Prosjektleder/
Hovedforfatter

Elianne Egge
Kvalitetssikrer

Ailbhe Lisette Macken
Forskningsleder

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

www.niva.no

Norsk institutt for vannforskning

Tittel norsk/engelsk

Overvåkning for Porsgrunn og Bamble
kommune i 2023

Monitoring for Porsgrunn and Bamble
municipalities in 2023

Sider

28 + vedlegg

Dato

22.03.2024

Forfatter(e)

André Staalstrøm
Anfisa Berezina

Fagområde

Hydrologi og
oseanografi

Distribusjon

Åpen

Oppdragsgiver(e)

Porsgrunn kommune
Bamble kommune

Kontaktperson hos oppdragsgiver

Petter Hellum
André Lindkjenn Olsen

Utgitt av NIVA

Prosjektnummer 230044

Sammendrag

Det er utført en resipientundersøkelse i Frierfjorden, Eidangerfjorden og Langesundsfjorden i forbindelse med utslipp av kommunalt avløpsvann. Samlet klassifisering for vannmassene i E-1.1 i Eidangerfjorden fikk god tilstand i 2023. På stasjon F-1.1 utenfor Skienselvas utløp i Frierfjorden var det mye planteplankton på sommeren som ga moderat tilstand. Her var det også dårlige oksygenforhold som ville ha trukket tilstanden ned til moderat. På de to stasjonene V01 og V02 i Langesundsfjorden ble samlet tilstanden moderat i 2023 fordi oksygenmetningen ved bunn var rett under grenseverdien for god tilstand. Påvirkning av utslipp fra Knarrdalstrand, Heistad og Salen renseanlegg på næringssaltkonsentrasjoner i vannsøylen nær utslippene var begrenset. Tilførsler direkte til fjorden utgjør anslagsvis en tredjedel av tilførselen med Skienselva oppstrøms for Skien. Med tanke på at dette er en av landes største elver og at den økologiske tilstanden ikke er tilfredsstillende, så viser dette at det fortsatt er behov for å redusere tilførslene til Grenlandssystemet.

Emneord: Overvåkning, Avløpsvann, Økologisk tilstand, Vannforskriften

Keywords: Monitoring, Wastewater, Ecological state, Water framework directive

Innholdsfortegnelse

Forord	4
Sammendrag	5
Summary	6
1 Introduksjon	7
1.1 Bakgrunn og formål	7
1.2 Områdebeskrivelse og dagens tilstand	7
1.3 Utslipp av nitrogen og fosfor til Grenlandsfjordene	9
2 Metode	11
2.1 Overvåkningsprogram	11
2.1 Undersøkelse av vannmassene	11
2.1 Beregninger og klassifisering	13
3 Resultater	14
3.1 Siktdyp på hver stasjon	14
3.2 Temperatur, saltholdighet og oksygenforhold på hver stasjon	15
3.3 Klassifisering av næringssalter og siktdyp	20
3.4 Klassifisering av planteplankton	22
3.5 Samlet klassifisering	23
3.6 Næringssaltkonsentrasjoner i dypvannet	24
4 Oppsummering av resipientenes tilstand	27
5 Referanser	28
Vedlegg A: Tabeller med klassegrenser	29

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 av personell fra NIVA, ved bruk av UiOs fartøy FF Trygve Braarud, og båt tilhørende Porsgrunn kommune. Analyser av vannprøver for næringssalter er foretatt ved NIVAs kjemiske analyselaboratorium i Oslo samt av Eurofins.

Rapporten er utarbeidet av André Staalstrøm og Anfisa Berezina. André Staalstrøm har også 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.

Oslo, 21. februar 2024

André Staalstrøm

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, næringssalter, siktdyp og oksygen i vannmassene.

Samlet klassifisering for vannmassene i E-1.1 i Eidangerfjorden fikk god tilstand i 2023. På stasjon F-1.1 utenfor Skienselvas utløp i Frierfjorden var det mye planteplankton på sommeren som ga moderat tilstand. Her var det også dårlige oksygenforhold som ville ha trukket tilstanden ned til moderat. På de to stasjonene V01 og V02 i Langesundsfjorden ble samlet tilstand moderat i 2023 fordi oksygenmetningen ved bunn var rett under grenseverdien for god tilstand, så tilstanden var altså veldig nær å bli klassifisert som god. En endelig klassifisering basert observasjoner fra treårsperioden 2020-2024 vil bli presentert i neste årsrapport, og her vil det også tas hensyn til biologiske kvalitetselement for fjæresonen og bløtbunn som ble gjennomført i 2022.

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 var ingen indikasjoner på at utslippene fra renseanlegget vesentlig forringer samfunnene på bløtbunn eller på hardbunn, der hvor dette ble undersøkt i 2022. Samtidig er det indikasjoner på økt næringsbelastning i fjordsystemet, som også gjenspeiles i de biologiske samfunnene på hardbunn og bløtbunn.

Når en ser på tilførslene av næringssalter til fjordsystemet, så har renseanleggene en mindre andel enn det industrien har. Det er mye tilførsel som kommer med Skienselva, men det må påpekes at en betydelig andel av dette skyldes renseanlegg oppover i nedbørsfeltet til elva. Tilførsler direkte til fjorden utgjør anslagsvis en tredjedel av tilførselen med Skienselva oppstrøms for Skien. Med tanke på at dette er en av landes største elver, så viser dette at det fortsatt er behov for å redusere tilførslene til Grenlandssystemet.

Summary

A recipient survey has been carried out in Frierfjorden, Eidangerfjorden and Langesundsfjorden in Grenland in connection with the discharge of municipal wastewater. The purpose was to document the current ecological state and degree of impact from the Knarrdalstrand, Heistad and Salen treatment plants. The environmental condition is classified based on the requirements in the water regulations. The survey included phytoplankton, nutrients, secchi depth and oxygen conditions.

Overall classification based on data from 2023 for the water masses at station E-1.1 in the Eidangerfjord was given a good condition. At station F-1.1 outside Skienselva's outlet in the Frierfjord, there was an abundance of phytoplankton in the summer, which gave a moderate condition. There were also poor oxygen conditions here, which would have reduced the condition to moderate. At the two stations V01 and V02 in the Langesundsfjord, the overall condition was moderate in 2023 because the oxygen saturation at the bottom was just below the limit value for good condition. In other words, the condition was very close to being classified as good based on data for 2023. A final classification based on observations from the three-year period 2020-2024 will be presented in the next annual report, and here assessments of other biological quality elements that were carried out in 2022, will also be taken into account.

The influence of discharges from the Knarrdalstrand, Heistad and Salen treatment plants on nutrient concentrations in the water column near the discharges was limited. Some evidence of elevated ammonium values at a depth of 30 m was found at all three stations and nitrate values at a depth of 30 m at the Knarrdalstrand treatment plant. There were no indications that the discharges from the treatment plants are significantly impairing the communities on soft bottoms or on hard bottoms, where this was investigated in 2022. On the other hand, there are indications of increased nutrient loading in the fjord system in general.

Considering supply of nutrients to the fjord system, the sewage treatment plants have a smaller share than the industry. The river Skienselva has a large share, but it must be pointed out that a significant proportion of this is due to treatment plants up in the river's catchment area. Inflows directly to the fjord make up an estimated one-third of the discharge from the river Skienselva upstream of Skien. Bearing in mind that this is one of the country's largest rivers, this shows that there is still a need to reduce the inputs to the Greenland system.

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. Elstrøm renseanlegg har utslipp i Skienselva ovenfor fossen i Skien. Det er i tillegg to små renseanlegg: Herre RA med utslipp til Frierfjorden og Langangen RA med utslipp Langangen (se Figur 1).

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.

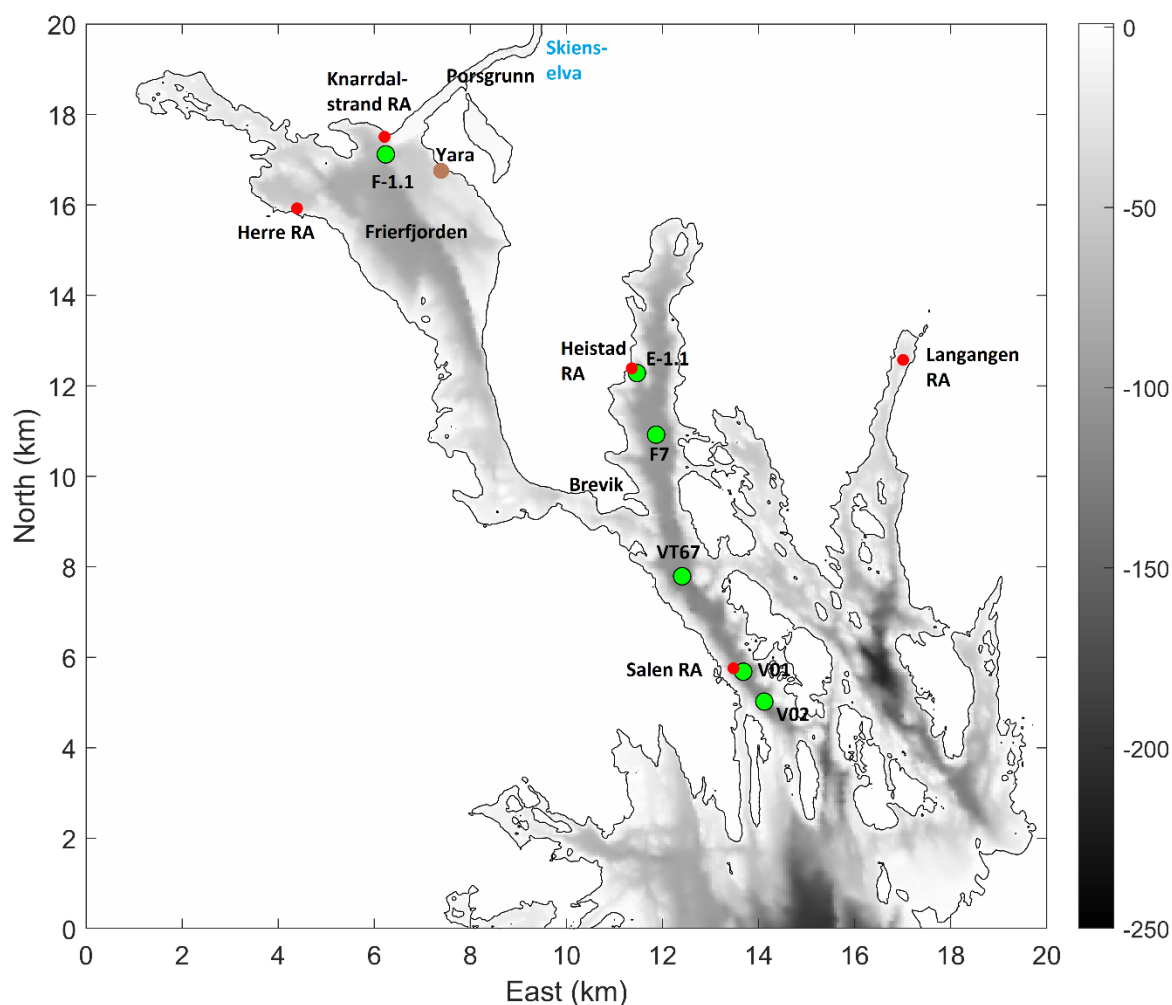
1.2 Områdebeskrivelse og dagens tilstand

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 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 bløtbunnsfauna. 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 (Schaanning m.fl., 2019), men fremdeles klassifiseres kjemisk tilstand som «dårlig».



Figur 1. Kart over undersøkelsesområdet med inntegning av utslippspunkt fra rensenalegg (røde punkter) og stasjoner prøvetatt i 2023 (grønne punkter). Yara Porsgrunn sitt utslippunkt er også tegnet inn (brunt punkt). Fargeskalaen angir vanndybden.

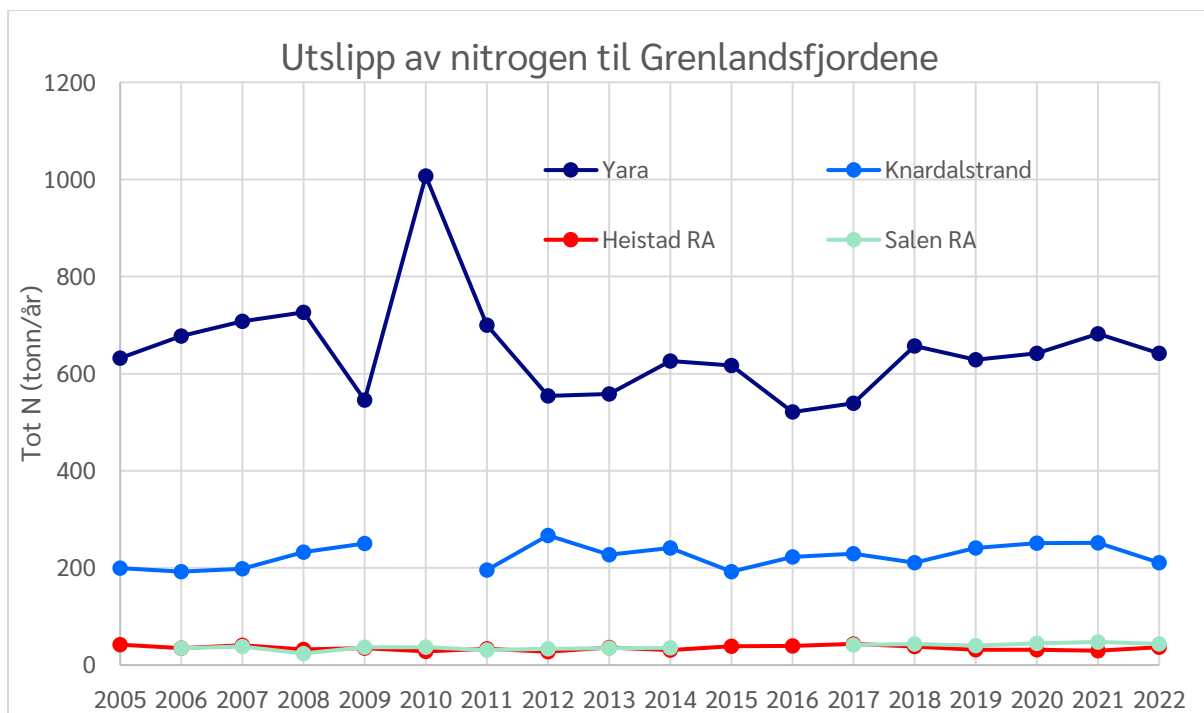
1.3 Utslipp av nitrogen og fosfor til Grenlandsfjordene

Knarrdalstrand renseanlegg i Porsgrunn kommune har utslippstillatelse av avløpsvann, inkludert evt. forurenset overvann, på inntil 82 500 PE. Utslippstillatelsen omfatter behandling av avløpsvann fra Porsgrunn by og avløpsvann overført fra deler av Skien by. Utslipppet omfatter også en rekke metaller og organiske miljøgifter. Utslippspunktet er på ca. 40 m dyp i Frierfjorden. Herre renseanlegg i Bamble kommune har også utslipp til Frierfjorden. Dette er et lite anlegg med ca. 1 500 PE, og slipper ut omtrent 4.6 tonn nitrogen i året. Heistad renseanlegg i Porsgrunn kommune har utslippstillatelse på utslipp av rensed avløpsvann, inkl. evt. forurenset overvann, på inntil 15 000 PE. Utslipppet er på ca. 25 m dyp i Eidangerfjorden. 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. Langangen RA har et utslipp på omtrent 2,2 tonn nitrogen per år, som er lite i sammenligning med de andre renseanleggene.

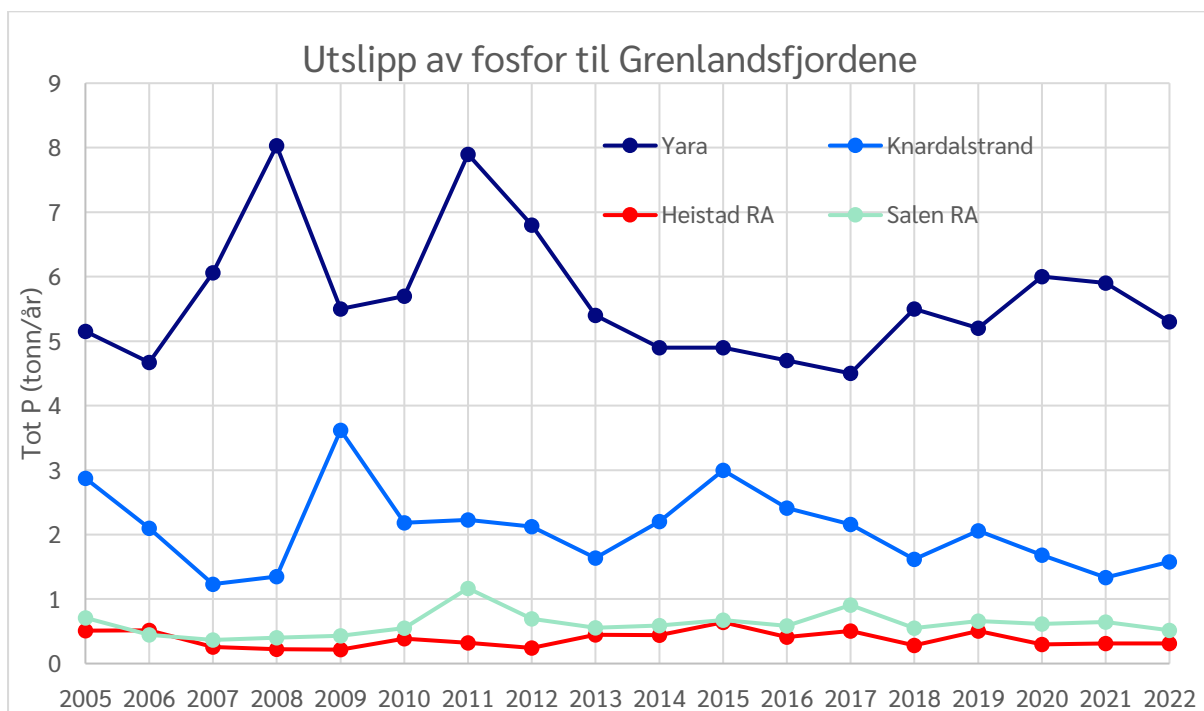
Utvikling over tid for utslipp av totalt nitrogen og totalt fosfor for de tre største renseanleggene er vist i hhv. Figur 2 og Figur 3. Disse utslippene er vist sammenlignet med utslippet fra Yara Porsgrunn som har utslipp i Frierfjorden. Midlet utslipp av Tot-N og Tot-P for perioden 2020 til 2022 er vist i **Tabell 1**. Utslipppet fra Yara Porsgrunn er faktisk over dobbelt så stort som utslippene fra de tre renseanleggene Heistad, Salen og Knarrdalstrand til sammen.

Tabell 1. Store utslipp av totalt nitrogen og fosfor til Grenland midlet for perioden 2020-2022. Tallene for renseanlegg og industri er fra norskeutslipp.no. Tilførsel fra Skienselva er beregnet basert på målepunkt TELESKI i elveovervåkningsprogrammet. Elstrøm RA har utslipp ovenfor fossen i Skien og fanges opp av målepunktet i Skienselva, og er dermed inkludert i beregnet tilførsel med Skienselva.

Kilde	Tot-P (tonn/år)	Tot-N (tonn/år)
Heistad RA	0,31	32,7
Salen RA	0,59	45,2
Elstrøm RA	0,73	69,2
Knarrdalstrand RA	1,53	238,0
Yara Porsgrunn	5,73	655,3
Skienselva	38,83	2247,6



Figur 2. Fire store utslipp av totalt nitrogen til Grenlandsfjordene.



Figur 3. Fire store utslipp av totalt fosfor til Grenlandsfjordene.

2 Metode

2.1 Overvåkningsprogram

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 overvåkningsprogram (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. I 2023 har kun vannmassene vært undersøkt. Oversikt over stasjonene i hver vannforekomst er vist i **Tabell 2**. Plassering av stasjonene er vist i Figur 1. Overvåking i vannmassene vil fortsette i 2024, slik at man får data over en periode på tre år (2022-2024), ettersom klassifisering av pelagiske data setter krav om tre års data (Veileder 02:2018).

Tabell 2. Liste over vannforekomster med overflateareal, vanntype og stasjoner.

Navn på vannforekomst	Overflateareal (km ²)	Vanntype	Stasjoner
Frierfjorden	20,1	S5: Sterkt ferskvannspåvirket fjord (beskyttet)	Vannprøver, oksygen, sikt: F-1.1
Eidangerfjorden	6,6	S3: Beskyttet kyst/fjord	Vannprøver, oksygen, sikt: E-1.1 Oksygen, sikt: F7
Langesundsfjorden	7,8	S3: Beskyttet kyst/fjord	Vannprøver, oksygen, sikt: V01, V02 Oksygen, sikt: VT67

2.1 Undersøkelse av vannmassene

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 frittlevende 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 planteplanktonproduksjon).

Kjemiske og fysiske parametere er i vanndirektivet 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. Innsamling av vannmassene ble foretatt på stasjonene vist i **Tabell 3**. Innsamling ble gjort med F/F Trygve Braarud og Porsgrunn kommunes arbeidsbåt.

Tabell 3. 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	Langesunds-fjorden	59.03908	9.72323

Klorofyll a ble prøvetatt på 5 m dyp på stasjonene V01, V02, F-1.1. og E-1.1. Prøvetakingen ble utført månedlig. 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 prøvetakning i de to første månedene av vekstsesongen. Dette forutsetter at det overvåkes over tre år. Vi anser det også mindre viktig å ta prøver i tre forskjellige dyp, enn å ha en lengre tidsserie.

Prøvene til klorofyll a og næringssalter 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 fluorescence-sensor.

2.1 Beregninger og klassifisering

I Veileder 02:2018 er det ett biologisk kvalitetselement for vannmassene, og det er 90 persentilen av klorofyll a i vekstsesongen (den verdien hvor 10 % av målingene er høyere og 90 % er lavere). I denne rapporten er det i tillegg valgt å benytte indeksen for planteplankton fra den svenske forskriften (HVMFS 2019:25¹), 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. Klassegrenser for klorofyll a i Norge og Sverige er sammenlignet av Walday et al. (2023).

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.

Økologisk tilstand for overflatevann skal vise dagens miljøtilstand i vannforekomsten. 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 styrer»-prinsippet.

I tabellene som følger brukes fargeskala hentet fra Veileder 02:2018² hvor blått betyr «svært god tilstand», grønt «god tilstand», gult «moderat tilstand», oransj «dårlig tilstand» og rødt «svært dårlig tilstand». Ifølge Vann-Nett³ er miljømålet for Frierfjorden, Eidangerfjorden og Langesundfjorden god økologisk tilstand. Det beregnes normaliserte økologiske kvalitetskvotienter (nEQR) for hver parameter, hvor tilstanden er beregnet på en skala fra 0 (svært dårlig) til 1 (svært god) basert på grenseverdier i Veileder 02:2018.

¹ <https://www.havochvatten.se/vagledning-foreskrifter-och-lagar/foreskrifter/register-vattenforvaltning/klassificering-och-miljokvalitetsnormer-avseende-ytvatten-hvmfs-201925.html>

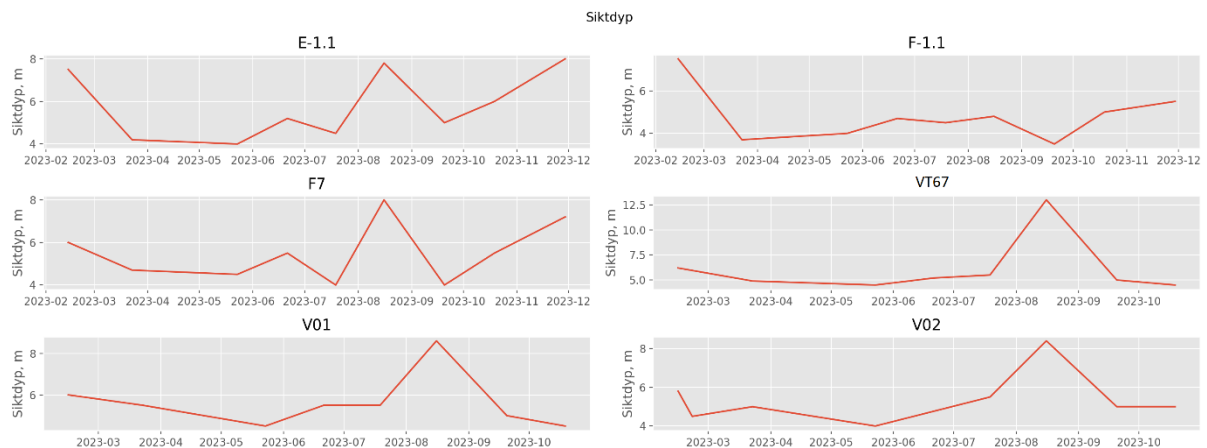
² <https://www.vannportalen.no/veiledere/klassifiseringsveileder/>

³ <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/0110010801-C>

3 Resultater

3.1 Siktdyp på hver stasjon

I Figur 4 vises målt siktdyp i 2023. Det var overraskende at sikten var så god i august 2023, etter at det hadde vært kraftig flom på Østlandet. Men det kraftige regnet i forbindelse med og i etterkant av stormen Hans, påvirket ikke nedbørsfeltet til Skienselva i så stor grad. På stasjon VT67 i Langesundsfjorden ble det faktisk målt et siktdyp på hele 13 m i august 2023.



Figur 4. Målt siktdyp på de seks stasjonene i Grenland gjennom sesongen 2023.

I

Tabell 4 er siktdyp for seks stasjoner i Grenland klassifisert. For stasjon F-1.1 utenfor Skienselva er det brukt klassegrenser for vann med salinitet 5 psu, mens for de andre stasjonene har blitt brukt klassegrenser for vann med salinitet over 18 psu. Stasjon E-1.1 og F7 i Eidangerfjorden hadde dårligst sikt og ble klassifisert til moderat, mens de andre stasjonene ble klassifisert til god eller bedre. Det uvanlig høye siktdypet målt på stasjon VT67 trakk klassifiseringen opp til svært god.

Tabell 4. Klassifisering av siktdyp på hver stasjon, 2023. Også salinitet og siktdypet i meter er vist. Stasjon F-1.1 er klassifisert for salinitet 5 psu, mens de andre stasjonene er klassifisert etter grenser for salinitet større enn 18 psu. Fargeskalaen angir tilstand etter Veileder 02:2018 hvor blått betyr «svært god tilstand», grønt «god tilstand», gult «moderat tilstand», oransj «dårlig tilstand» og rødt «svært dårlig tilstand».

Stasjon	Salt. (psu) 0-5 m	Salt. (psu) 0-10 m	Siktdyp (m) Jun-Aug	Siktdyp nEQR
F-1.1	4,60	14,07	4,67	0,61
E-1.1	18,91	23,30	5,83	0,58
F7	18,02	22,60	5,83	0,58
VT67	17,69	22,51	7,90	0,81
V01	18,05	22,88	6,53	0,67
V02	17,03	22,54	6,47	0,66

3.2 Temperatur, saltholdighet og oksygenforhold på hver stasjon

I Figur 5 til Figur 10 er det tegnet opp konturplott for saltholdighet, temperatur, klorofyll fluorescens og oksygen for de seks stasjonene F-1.1, E-1.1, F7, V67, V01 og V02. Fargeskalaene brukt i figurene angir verdiene til hver parameter, og er ikke knyttet til fargeskalaene i Veileder 02:0218. De sorte stolpene i figurene angir datoene hvor det er tatt målinger.

Stasjon F-1.1 i Frierfjorden hadde pga. Skienselva et ca. 5 m tykt ferskvannslag gjennom hele året. Ferskvannslaget var svakere på de andre stasjonene.

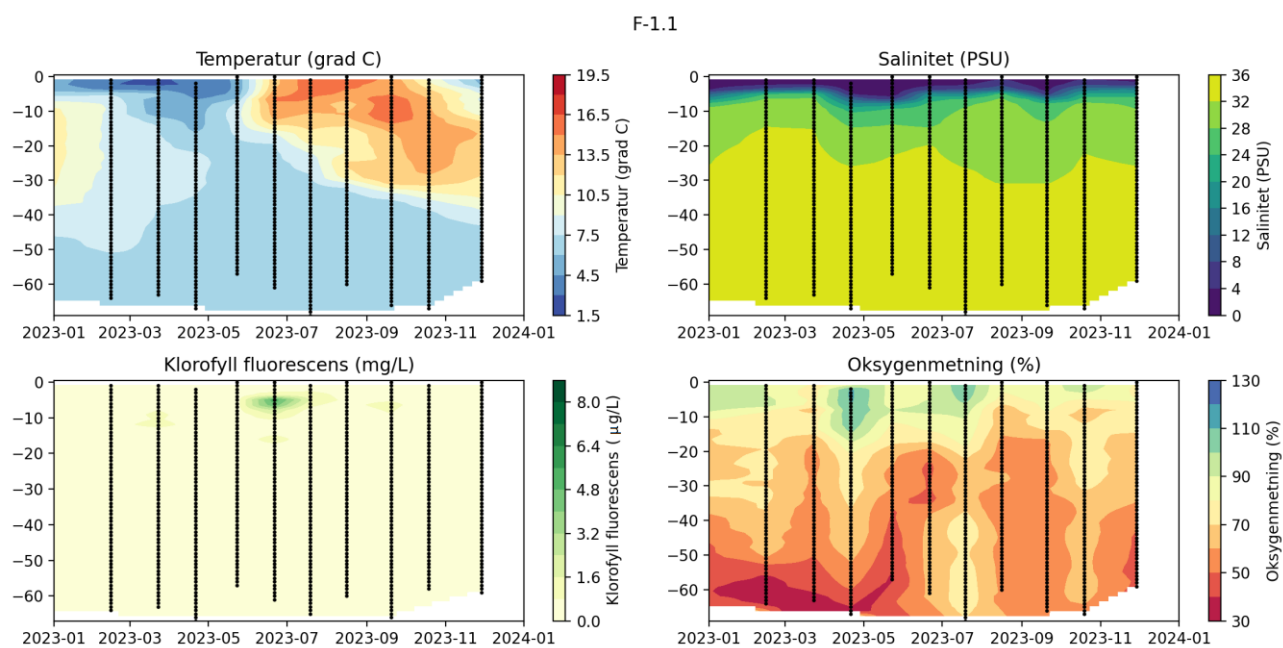
På alle stasjonene er det en tydelig sesongvariasjon i temperaturen, og en kan se hvordan disse sesongvariasjonene brer seg nedover i vannmassen, hvor sesongvariasjonen får en forsinkelse i tid. Det kan legges merke til at i Frierfjorden er det liten sesongvariasjon i temperatur under 40-50 m. Dette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

I Frierfjorden var det i starten av året oksygenmetning rundt 30 % på 60 m dyp. Dette gjør at klassifiseringen på stasjon F-1.1 blir «dårlig» (se

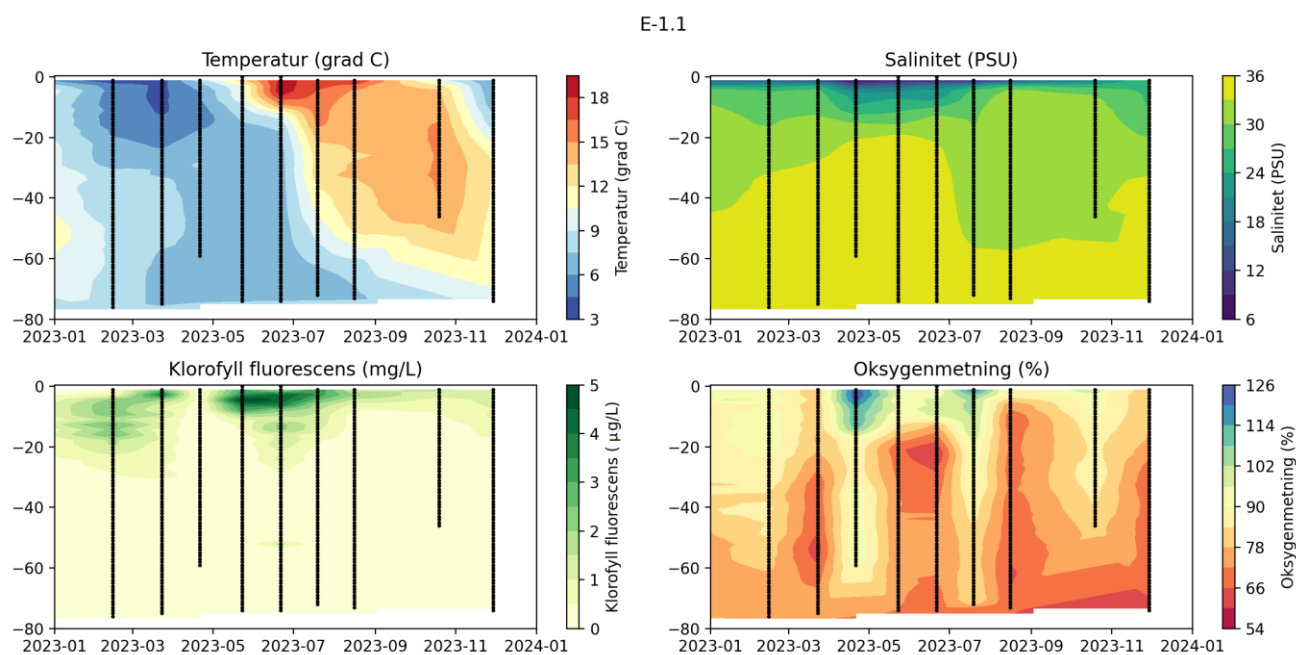
Tabell 5). Oksygenforholdene var gode i Eidangerfjorden i 2023. Lenger ut blir oksygenforholdene klassifisert til moderate, men oksygenmetningen er rett under grenseverdien som skiller moderat» og «god».

Tabell 5. Klassifisering av oksygenforhold, 2023. Også prøvetakingsdato og bunndyp er vist, samt mengden oksygen målt som konsentrasjon (ml/L) og prosent (%).

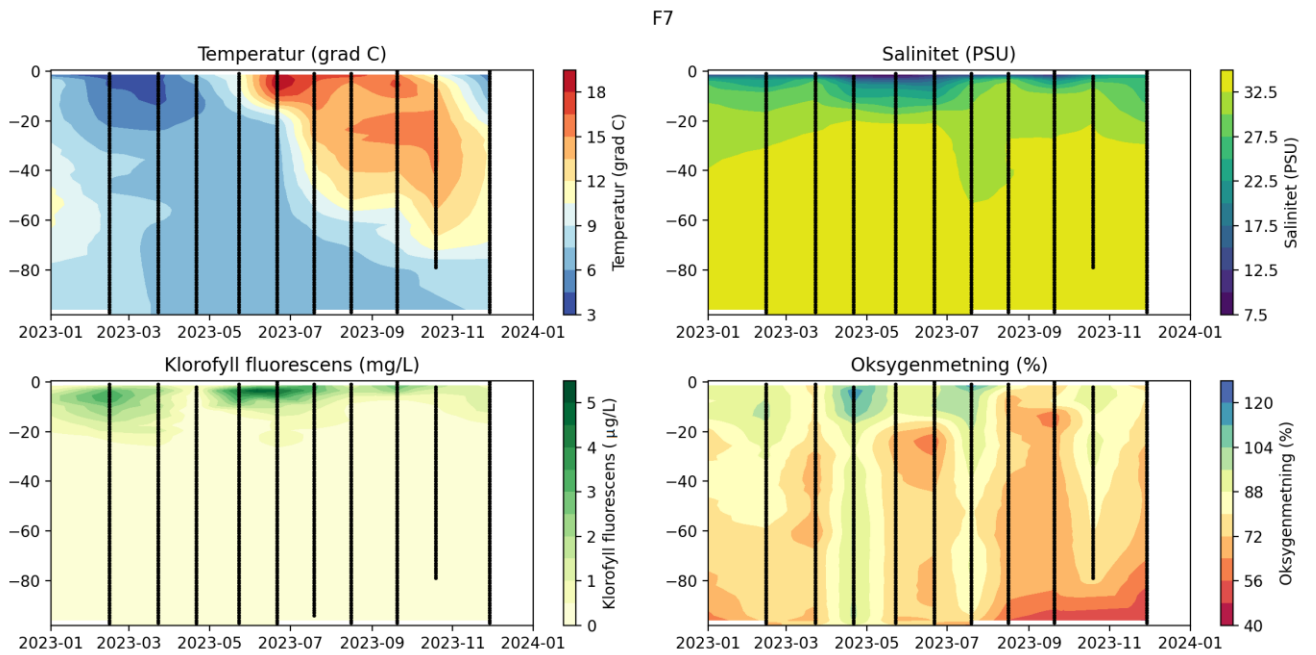
Stasjon	Dato	Dyp	min O ₂ ml/L	min O ₂ %	nEQR
F-1.1	21.04.2023	51	2.29	33.2	0.36
E-1.1	19.10.2023	69	4.66	59.6	0.73
F7	19.07.2023	99	4.03	49.0	0.59
VT67	19.07.2023	103	4.21	46.3	0.55
V01	19.10.2023	107	4.57	49.6	0.59
V02	19.07.2023	112	4.20	48.0	0.57



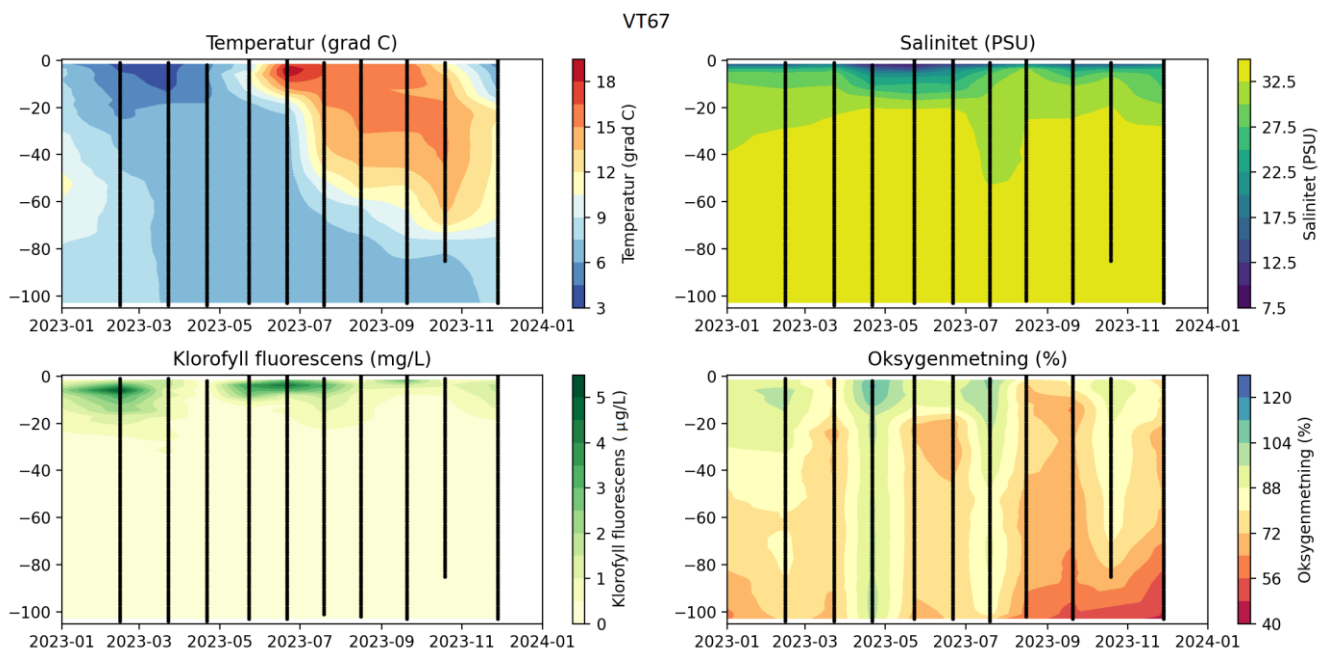
Figur 5. Hydrografiske forhold på stasjon F-1.1 i Frierfjorden, 2023. Øverst vises temperatur og salinitet, og nederst vises fluorescens og oksygenforhold.



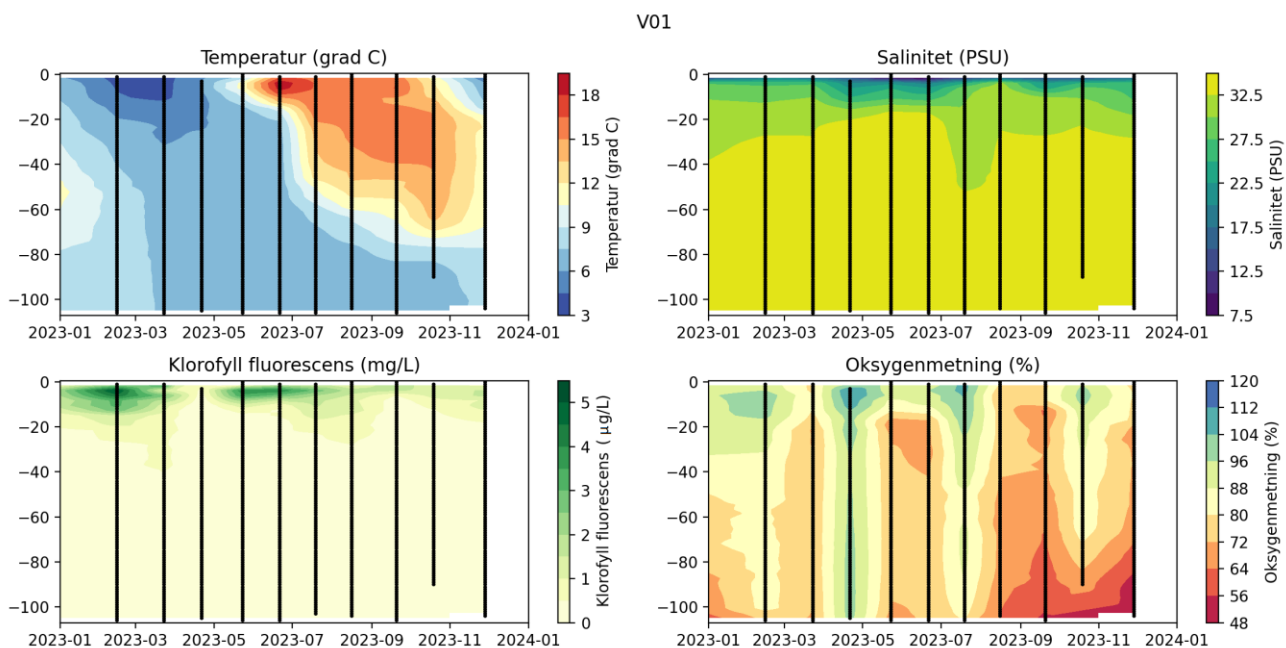
Figur 6. Hydrografiske forhold på stasjon E-1.1 i Eidangerfjorden, 2023. Øverst vises temperatur og salinitet, og nederst vises fluorescens og oksygenforhold.



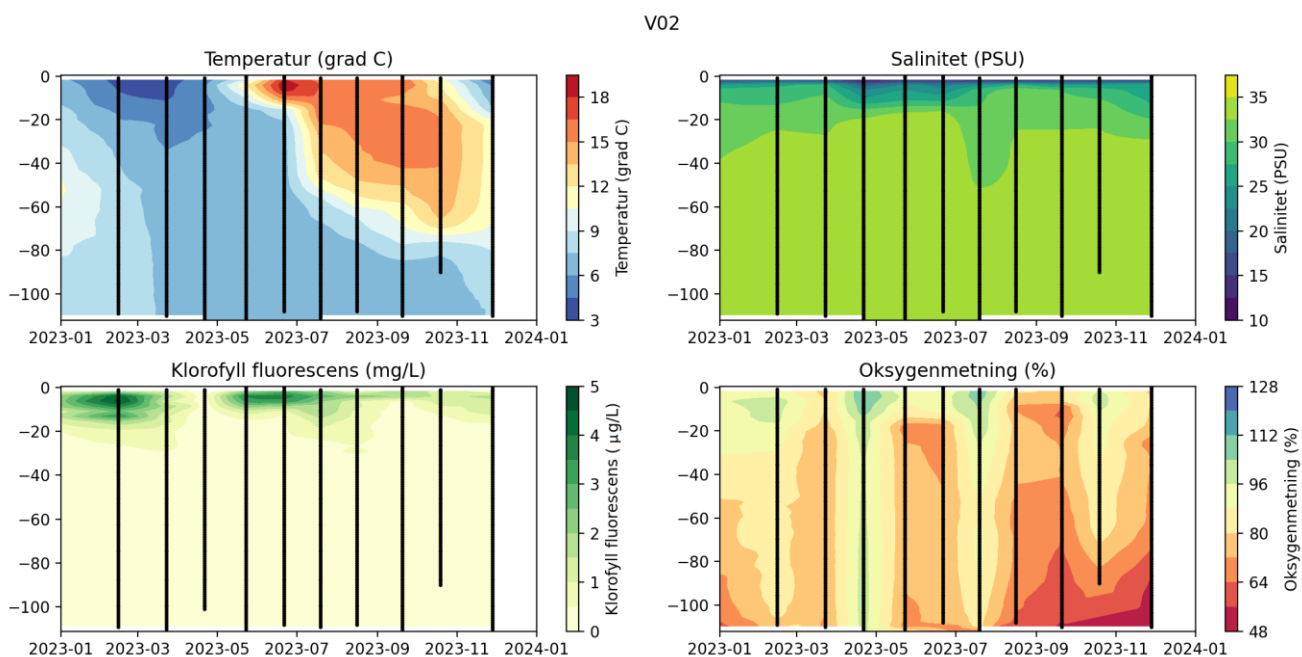
Figur 7. Hydrografiske forhold på stasjon F7 i Eidangerfjorden, 2023. Øverst vises temperatur og salinitet, og nederst vises fluorescens og oksygenforhold.



Figur 8. Hydrografiske forhold på stasjon VT67 i Langesundsfjorden, 2023. Øverst vises temperatur og salinitet, og nederst vises fluorescens og oksygenforhold.



Figur 9. Hydrografiske forhold på stasjon V01 i Langesundsfjorden, 2023. Øverst vises temperatur og salinitet, og nederst vises fluorescens og oksygenforhold.



Figur 10. Hydrografiske forhold på stasjon V02 i Langesundsfjorden, 2023. Øverst vises temperatur og salinitet, og nederst vises fluorescens og oksygenforhold.

3.3 Klassifisering av næringssalter og siktdyp

Her gis først en klassifisering av støtteparameterne i vannmassene. I **Tabell 6** vises klassifisering av næringssaltene 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 12** i Vedlegg B). Målingene er middelerverdier av målinger for dypene 0 og 10 m.

For Knarrdalstrand RA er det brukt klassegrenser for lav saltholdighet, noe som gir mindre strenge⁴ 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, totalt fosfor og ammonium på stasjon F-1.1 som får lavest klasse på vinteren, men midlet klassifisering blir likevel «god». De andre stasjonene får bedre klassegrenser og havner samlet sett i «svært god» eller veldig nær.

Tabell 6. Klassifisering av næringssalter fra vinteren 2022/2023. 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	38.0	164.0	12.3	290.0	16.0	
		nEQR	0.60	0.75	0.51	0.75	0.57	0.64
E-1.1	Vinter (feb 2022)	µg/L	24.3	87.3	10.3	245.0	17.5	
		nEQR	0.73	0.82	0.86	0.83	0.83	0.81
V01	Vinter (feb 2022)	µg/L	25.5	109.5	10.3	247.5	18.0	
		nEQR	0.72	0.71	0.86	0.83	0.82	0.79
V02	Vinter (feb 2022)	µg/L	16.8	77.25	11.50	215.00	19.8	
		nEQR	0.803	0.84	0.84	0.85	0.803	0.83

⁴ «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 2023 er vist i **Tabell 7**. Det er brukt data fra fire prøvetakninger i juni-august 2023. Igjen er det brukt klassegrenser for lav saltholdighet på stasjon F-1.1, og grenseverdier for saltere vann på de tre andre stasjonene. På stasjon F-1.1 får ammonium og fosfat «moderat» klasse, mens på de andre stasjonene er det parameteren nitrat som får «moderat» klasse. Alle de fire stasjonene får samlet klassifisering «god» for støtteparameterne på sommeren.

Tabell 7. Klassifisering av næringssalter og siktdyp fra sommeren 2023. 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	µg/L	29.2	89.0	7.3	218.3	11.5	4.67	
	(jun-aug)	nEQR	0.59	0.82	0.41	0.83	0.62	0.61	0.65
E-1.1	Sommer	µg/L	16.0	50.3	5.5	183.3	12.2	5.83	
	(jun-aug)	nEQR	0.84	0.47	0.69	0.85	0.77	0.58	0.70
V01	Sommer	µg/L	17.0	41.0	3.7	165.0	10.3	6.53	
	(jun-aug)	nEQR	0.83	0.51	0.79	0.87	0.82	0.67	0.75
V02	Sommer	µg/L	19.5	54.3	4.7	171.8	11.2	6.47	
	(jun-aug)	nEQR	0.805	0.45	0.73	0.86	0.805	0.66	0.72

3.4 Klassifisering av planteplankton

Klassifisering av det biologiske kvalitetselementet planteplankton er vist i

Tabell 8. 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 middelverdien 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 11** 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 8). På stasjon E-1.1 blir sommermiddelet klassifisert til «god», mens alle de andre parameterne blir klassifisert til «svært god».

Tabell 8. Klassifisering av planteplankton, basert på målinger fra 2023.

Stasjon	90 persentil feb-nov		Middel jun-aug	
	µg/L	nEQR	µg/L	nEQR
F-1.1	4.06	0.79	2.70	0.56
E-1.1	3.62	0.86	2.00	0.72
V01	5.44	0.70	2.03	0.71
V02	5.20	0.71	1.733	0.80

3.5 Samlet klassifisering

Som nevnt tidligere er miljømålet for Frierfjorden, Eidangerfjorden og Langesundfjorden god økologisk tilstand. Det er bare Eidangerfjorden som oppnår dette miljømålet.

I **Tabell 9** vises den samlede klassifiseringen for vannmassene i 2023. Her tas det først utgangspunkt i det biologiske kvalitetselementet planteplankton (se

Tabell 8). Hvis tilstanden er god eller svært god, får støtteparameterne innvirkning og kan trekke ned tilstanden en klasse. Det er ikke tatt hensyn til andre biologiske kvalitetselement. Dette vil bli gjort i neste årsrapport, når det er tilgjengelig data for hele treårsperioden 2022-2024.

Stasjon E-1.1 utenfor Heistad RA får god tilstandsklasse i 2023, mens de andre tre stasjonene får «moderat». På stasjon F-1.1 utenfor Knarrdalstrand RA er det planteplankton og oksygenforhold som trekker ned tilstanden. På de to stasjonene utenfor Salen RA er det oksygenforholdene som trekker ned tilstanden, men her må det påpekes at oksygenforholdene bare var så vidt under klassegrensen for oksygenmetning.

Tabell 9. Samlet klassifisering av vannmassene basert på data fra 2023.

Stasjon	Planteplankton nEQR	Vinter nEQR	Sommer nEQR	Oksygen nEQR	Samlet nEQR
F-1.1	0.56	0.65	0.65	0.36	0.56
E-1.1	0.72	0.70	0.70	0.73	0.72
V01	0.70	0.75	0.75	0.59	0.59
V02	0.71	0.83	0.66	0.57	0.57

3.6 Næringssaltkonsentrasjoner 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 prøvetakningen 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 11. I første halvdel av 2022 ble det observert høye konsentrasjoner av ammonium på 10 m dyp, og det ble også målt høye verdier i februar 2023. Dette skyldes trolig biologisk aktivitet i overflatelaget. Den høye målingen av ammonium ved 30 m i juli 2022 skyldes mest sannsynlig utslipp fra renseanlegget. Både på sommeren 2022 og 2023 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 tydelige tegn til forhøyede verdier av fosfat på stasjon F-1.1.



Figur 11. 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 12. Det ble observert relativt høye ammoniumverdier på 30 m i juli og august 2022 og også i juli 2023, 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 12. 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 13. Det ble observert relativt høye ammoniumverdier på 30 m i mai til juli i 2022 og i mars og juli 2023, 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 13. Konsentrasjon av ammonium (øverst), nitrat og nitritt (i midten) og fosfat (nederst) på 10, 30 og 50 m på stasjon V01 utenfor Salen RA.

4 Oppsummering av resipientenes tilstand

Samlet klassifisering for vannmassene i 2023 er vist i **Tabell 9**, og E-1.1 i Eidangerfjorden fikk god tilstand. På stasjon F-1.1 utenfor Skienselvas utløp i Frierfjorden var det mye planteplankton på sommeren som ga moderat tilstand. Her var det også dårlige oksygenforhol. På de to stasjonene V01 og V02 i Langesundsfjorden ble samlet tilstand moderat i 2023 fordi oksygenmetningen ved bunn var rett under grenseverdien for god tilstand, så tilstanden var altså veldig nær å bli klassifisert som god. En endelig klassifisering basert observasjoner fra treårsperioden 2020-2024 vil bli presentert i neste årsrapport, og her vil det også tas hensyn til biologiske kvalitetselement for fjæresonen og bløtbunn som ble gjennomført i 2022 (Trannum et al., 2023).

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 var ingen indikasjoner på at utslippene fra renseanlegget vesentlig forringer samfunnene på bløtbunn eller på hardbunn, der hvor dette ble undersøkt i 2022. Samtidig er det indikasjoner på økt næringsbelastning i fjordsystemet, som også gjenspeiles i de biologiske samfunnene på hardbunn og bløtbunn.

Når en ser på tilførslene av næringssalter til fjordsystemet, så har renseanleggene en mindre andel enn det industrien har. Det er mye tilførsel som kommer med Skienselva, men det må påpekes at en betydelig andel av dette skyldes renseanlegg oppover i nedbørsfeltet til elva. Tilførsler direkte til fjorden utgjør anslagsvis en tredjedel av tilførselen med Skienselva oppstrøms for Skien. Med tanke på at dette er en av landes største elver, så viser dette at det fortsatt er behov for å redusere tilførslene til Grenlandssystemet.

Miljøgifter og kjemisk tilstand har ikke blitt vurdert i denne rapporten, men vi henviser til arbeidet som Grenlandsrådet har finansiert som omhandler spredning av dioksiner (Jonsson et al., 2024). Der ble det vist at økt partikkelkonsentrasjon fra skipstrafikk gir en signifikant økning i mengden oppvirkede dioksinforbindelser i vannmassene, noe som utgjør en økt risiko for eksponering og opptak i marine organismer. I overvåkingen for 2024 skal det måles mengde organiske partikler, som vil være viktig bakgrunnsdata for vurdering av spredning av miljøgifter.

5 Referanser

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

Fagerli, C.W., Ruus, A., Borgersen, G., Staalstrøm, A., Green, N., Hjermann, 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.

Jonsson, H., Staalstrøm, A., Eek, E., Norling, M., Ruus, A. & Dillinger, B. 2024. Forprosjekt Ren Frierfjord. NIVA-rapport 7937-2024. 53 s. + vedlegg.

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

Trannum, H. C., Staalstrøm, A., Kile, M. R., & Næss, R. (2023). Resipientundersøkelse for Porsgrunn og Bamble kommune i 2022 i forbindelse med utslipp av kommunalt avløpsvann. NIVA-rapport 7827-2023. 54 sider + 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.

Walday, M., Borgersen, G., Gitmark, J., Engesmo, A., Fagerli, C. W., Staalstrøm, A., Gran, S. & Eikrem, W., 2023. Revisjon av kystvannsdelen av veileder 02:2018. Miljødirektoratet M-2529 I 2022/NIVA-rapport 7856-2023. 57 s. + vedlegg.

Vedlegg A: Tabeller med klassegrenser

I dette vedlegget er de klassegrensene som er benyttet i klassifisering i denne rapporten. Tabellene er noe revidert fra det som fins i Veileder 02:2018, basert på vurderinger i Walday et al. (2022, 2023).

Tabell 10. 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.

Tabell 11. Referanseverdier og klassegrenser for klorofyll a (µg/L).

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

Tabell 12. 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.

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



Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er Norges viktigste miljøforskningsinstitutt for vannfaglige spørsmål, og vi arbeider innenfor et bredt spekter av miljø, klima- og ressurs spørsmål. Vår forskerkompetanse kjennetegnes av en solid faglig bredde, og spisskompetanse innen mange viktige områder. Vi kombinerer forskning, overvåkning, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.