



Miljø-
direktoratet

Økokyst – DP Norskehavet Sør, Årsrapport 2021

Utarbeidet av Norsk institutt for vannforskning (NIVA)



Kolofon

Utførende institusjon (institusjonen er ansvarlig for innholdet i rapporten)

Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

Oppdragstakers prosjektansvarlig

Anne Deininger

Kontaktperson i Miljødirektoratet

Karen Fjøsne

M-nummer

2278

År

2022

Sidetall

124

Miljødirektoratets kontraktnummer

21087323

Utgiver

Norsk institutt for vannforskning
Løpenr. 7746-2022 ISBN- 978-82-577-7482-0

Prosjektet er finansiert av

Miljødirektoratet

Forfatter(e)

Anne Deininger, Trine Bekkby, Hilde C. Trannum, Gunhild Borgersen, Wenche Eikrem, Camilla With Fagerli, Helene Frigstad, Therese Harvey, Thomas Heggem, Caroline Mengeot, Kristina Øie Kvile, Lise Tveiten

Tittel - norsk og engelsk

ØKOKYST – DP Norskehavet Sør, Årsrapport 2021
ØKOKYST – Subprogram Norskehavet Sør, Annual Report 2021

Sammendrag - summary

Overvåkingsprogrammet "Økosystemovervåking i Kystvann - Økokyst" har til hensikt å overvåke miljøtilstanden langs norskekysten i henhold til vannforskriften. Økokyst delprogram Norskehavet Sør dekker kyststrekningen fra Ulsteinvik i sør til Helgeland i nord. Av de 11 vannforekomster som kunne klassifiseres, fikk 1 "svært god" tilstand, 7 «god» tilstand og 3 «moderat» tilstand. Tilstanden var minst "god" for makroalger, bløtbunnsfauna og planteplankton, mens det var støtteparameterne og ålegress som trakk ned tilstanden på stasjonene hvor samlet tilstand kun ble «moderat».

The monitoring program "Ecosystem Monitoring in Coastal Water - Økokyst" aims at monitoring the environmental status along the Norwegian coast according to vannforskriften (the Water Framework Directive). The subprogram Norskehavet Sør covers the coastal area along the Norwegian Sea, from Ulsteinvik in the South to Helgeland in the North. Of the 11 water bodies that could be classified, 1 obtained «very good» state, 7 obtained "good" state and 3 "moderate" state. The state was at least "good" for macroalgae, soft bottom fauna and phytoplankton, while it was the supporting elements and sea grass which reduced the state for the stations classified as "moderate".

4 emneord

Vannforskriften, miljøtilstand, næringssalter, biomangfold

4 subject words

Water Framework Directive, environmental status, nutrients, biodiversity

Forord

Overvåkingsprogrammet "Økosystemovervåking i Kystvann – Økokyst" har som mål å overvåke økosystemer og kartlegge miljøtilstanden i utvalgte kyst- og fjordområder langs norskekysten. Programmet skal avdekke hvordan disse økosystemer og viktige arter deri påvirkes av tilførsler av næringsalter, organisk og partikulært materiale og klimaendringer - på et tidlig stadium. Overvåkingen består av undersøkelser av biologiske forhold (hardbunn, bløtbunn, ålegress og planteplankton) og fysiske-kjemiske støtteparametere i vannmassene (næringsalter, oksygen, siktdyp, temperatur og saltholdighet). Vannforskriften med tilhørende veileder for klassifisering av miljøtilstand i vann er en viktig premissleverandør for overvåkingsprogrammet. For å fange opp klimarelaterte endringer i fysisk/kjemiske variabler og biologi, inngår i tillegg «klimaparametere», herunder også dyreplankton, på enkelte stasjoner i 2021.

«Økosystemovervåking i kystvann – Økokyst» omfatter fem delprogrammer. Samlet dekker disse alle økoregioner langs norskekysten. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har hatt ansvaret for gjennomføringen av ØKOKYST delprogram Norskehavet Sør. Delprogrammet spenner over et stort geografisk område og strekker seg fra Ulsteinvik i sør til Helgeland i nord. Flere vanntyper er representert i programmet. Hydrografi (plankton, fysisk-kjemiske støtteparametere og klimaparametere) prøvetas månedlig hvert år, ålegress årlig, mens resten av bentos (hardbunn, og bløtbunn) prøvetas hvert tredje år i dette delprogrammet. I 2021 ble bentos kartlagt i det sørlige området av delprogrammet (Ulsteinvik og Geirangerfjorden). Ulsteinvik (stasjon VT71 Skinnbrokleia) inngår som klimastasjon i dette delprogrammet.

Følgende personer har vært av stor betydning for gjennomføringen av programmet i 2021 og alle takkes for sitt bidrag:

- Hydrografi/kjemi/plankton: Wenche Eikrem (fagansvarlig planteplankton, rapportering), Caroline Mengeot (fagansvarlig hydrografi, feltkoordinering hydrografi, hydrografi klassifisering, rapportering), Bibiana Crespo (identifisering av planteplankton), August Tobiesen (identifisering av planteplankton), Ann Kathrin Baur (identifisering av planteplankton), Sonja Kistenich (databearbeiding), Elianne Egge (databearbeiding), Elizaveta Protsenko (ferrybox data), Dag Hjermann (kvalitetsikring av hydrografidata) og André Staalstrøm (kvalitetsikring av hydrografi-, og planteplanktonrapportering)
- Bløtbunn: Hilde Cecilie Trannum (fagansvarlig bløtbunn, feltarbeid, rapportering), Gunhild Borgersen (feltarbeid, identifisering, beregning av indekser, kvalitetssikring av bløtbunnsrapportering), Marijana S. Brkljacic (identifisering, kvalitetssikring av indeksberegninger), Eli Johansen (sortering) og Jesper Hansen (identifisering, Akvaplan-niva AS)
- Hardbunn: Camilla With Fagerli (fagansvarlig hardbunn, rapportering, kvalitetssikring av indekser), Janne Gitmark (feltarbeid, beregning av indekser) og Mats Walday (feltarbeid, kvalitetssikring av hardbunnsrapportering)
- Ålegress: Trine Bekkby (fagansvarlig, feltarbeid, beregning av indekser, ålegresskart, rapportering), Lise Tveiten (feltarbeid, rådatahåndtering) og Mats Walday (kvalitetsikring av indekser, kvalitetssikring av ålegressrapportering)
- Kjemi: Tina Bryntesen og Silje Johansson
- Klimaparametere: Helene Frigstad (fagansvarlig klimaparametere, rapportering), Therese Harvey (fagansvarlig CDOM, rapportering), Anne Deininger (fagansvarlig lys, kvalitetssikring av klimarapportering), Thomas Heggem (lysdata), Louise Valestrand (cDOMdata, rapportering), Kristina Øie Kvile (fagansvarlig dyreplankton, rapportering)
- Datahåndtering: Jens Vedal

- Kartproduksjon: Jan Karud
- Kvalitetssikring samlet rapport: Mats Walday

Runde Forsking AS og Aqua kompetanse AS har vært underleverandører for innsamling av hydrografidata, og takkes for et godt samarbeid. Vi vil også takke Terje Kolås (Statens naturoppsyn, Trøndelag) for bidrag med båt og båtførertjenester under ålegresskartleggingen i Indre Fosen.

Miljødirektoratet takkes for et godt samarbeid underveis i prosjektet.

NIVA, mars 2022



Anne Deininger

Forsker, NIVA og programansvarlig for Økokyst Norskehavet Sør

Innhold

| | |
|--|----|
| 1. Om Økokyst..... | 7 |
| 2. Sammendrag | 9 |
| 2.1. Summary | 1 |
| 3. Områdebeskrivelse..... | 3 |
| 4. Metodikk | 3 |
| 4.1. Hardbunnsamfunn | 3 |
| 4.2. Ålegress | 4 |
| 4.3. Bløtbunnsfauna | 7 |
| 4.4. Vannmasser | 8 |
| 5. Biologiske kvalitetselementer | 14 |
| 5.1. Makroalger..... | 14 |
| 5.1.1. Klassegrenser og EQR-verdier | 14 |
| 5.1.2. Klassifiserte resultater | 15 |
| 5.1.3. Forekomst av alger og dyr i fjæresonen | 16 |
| 5.1.4. Utvikling over tid | 18 |
| 5.1.5. Komboindeksen | 19 |
| 5.1.6. Klassifiserte resultater komboindeksen | 20 |
| 5.2. Ålegress | 22 |
| 5.2.1. Klassegrenser og EQR-verdier | 22 |
| 5.2.2. Beskrivelse av forekomstene og klassifiserte resultater | 22 |
| 5.2.3. Diskusjon av svakheter, videre arbeid og annet..... | 26 |
| 5.3. Bløtbunnsfauna | 27 |
| 5.3.1. Klassegrenser og EQR-verdier | 28 |
| 5.3.2. Klassifiserte resultater | 28 |
| 5.3.3. Utvikling over tid | 32 |
| 5.4. Planteplankton | 35 |
| 5.4.1. Klassegrenser og EQR-verdier | 36 |
| 5.4.2. Klassifiserte resultater | 36 |
| 5.4.3. Utvikling over tid- overordnet mønster..... | 37 |
| 5.4.4. Utvikling over tid – stasjonsvis mønster..... | 38 |
| 6. Støtteparametere..... | 67 |
| 6.1. Hydrografi og oksygen..... | 68 |
| 6.1.1. Klassifiserte resultater | 68 |
| 6.1.2. Utvikling over tid | 69 |
| 6.2. Næringssalter | 76 |
| 6.2.1. Klassegrenser og EQR-verdier | 76 |

| | |
|---|-----|
| 6.2.2. Klassifiserte resultater | 76 |
| 6.2.3. Utvikling over tid | 78 |
| 6.3. Siktdyp..... | 81 |
| 6.3.1. Klassegrenser og EQR-verdier | 81 |
| 6.3.2. Klassifiserte resultater | 81 |
| 6.3.3. Utvikling over tid | 82 |
| 7. Klimaparametere | 85 |
| 8. Dyreplankton | 99 |
| 9. Fremmede arter | 102 |
| 10. Konklusjon og samlet vurdering | 103 |
| 11. Referanser | 106 |
| 12. Vedlegg | 109 |
| 12.1. Makroalger..... | 109 |
| 12.1.1. Tabeller med klassegrenser | 109 |
| 12.1.2. Resultater | 113 |
| 12.2. Ålegress | 116 |
| 12.2.1. Tabeller og klassegrenser | 116 |
| 12.3. Bløtbunn | 118 |
| 12.3.1. Tabeller med klassegrenser | 118 |
| 12.3.2. Replikatvise faunaresultater | 118 |
| 12.3.3. Fullstendige kornstørrelsesdata, bløtbunn | 119 |
| 12.4. Planteplankton | 120 |
| 12.4.1. Tabell med klassegrenser | 120 |
| 12.5. Støtteparametere..... | 121 |
| 12.5.1. Tabell med klassegrenser | 121 |
| 12.5.2. Resultater for siktdyp | 121 |
| 12.5.3. Utvikling over tid | 122 |

1. Om Økokyst

Overvåkingsprogrammet Økokyst har som mål å overvåke økosystemer i kyst og fjordområder, og skal avdekke hvordan disse påvirkes av tilførsler av næringssalter, organisk og partikulært materiale og klimaendringer. Vannforskriften med tilhørende veileder for klassifisering av miljøtilstand i vann er en viktig premissleverandør for dette overvåkingsprogrammet. Programmet har følgende hovedmål:

- Dokumentere hvordan tilstanden på økosystemnivå påvirkes som følge av eutrofiering og partikulær forurensning
- Dokumentere hvordan tilstanden på økosystemnivå påvirkes som følge av klimaendringer
- Gi datagrunnlag for videre utvikling av klassifiseringssystemet under vannforskriften

Overvåkingen vil være en del av den nasjonale basisovervåkingen av miljøtilstanden i kystvann og overvåke regionale endringer i kystøkosystemene som følge av næringssalttilførsler, partikulær forurensning og eller storskala klimaendringer.

Økokyst består nå av fem delprogrammer: DP Skagerrak, DP Nordsjøen, DP Norskehavet Sør, DP Norskehavet Nord og DP Barentshavet, i inneværende programperiode for 2021-2025. Alle delprogrammer er relatert til økoregioner; Skagerrak (S), Nordsjøen Sør (N), Nordsjøen Nord (M), Norskehavet Sør (H), Norskehavet Nord (G) og Barentshavet (B). I forrige programperiode var det elleve delprogrammer; DP Klima, DP Skagerrak, DP Nordsjøen Sør og Nord, DP Norskehavet Sør I og II, DP Norskehavet Nord I, II og III, DP Barentshavet og DP Svalbard.

I alle delprogrammer inngår undersøkelser av biologi på hardbunn, bløtbunn, ålegras og planteplankton og fysisk-kjemiske parametere i vannmassene (næringssalter, oksygen, siktdyp, temperatur, saltholdighet og turbiditet). Vi har i noen tilfeller med "klima-parametere" (TSM, dyreplankton, lys og cDOM/DOC) og mikroplast-prøvetaking som opsjoner, men i to delprogram (Skagerrak og Norskehavet Nord) har vi en stasjon med klimaparametere, inklusive dyreplankton, i grunnprogrammet. Undersøkelsene på hardbunn og bløtbunn ruller oftest med prøvetaking hvert tredje år på den enkelte stasjon. Hydrografistasjonene har vanligvis årlige undersøkelser, med prøvetaking hver måned.

Vi har nå omkring 250 stasjoner vi overvåker. I DP Skagerrak og DP Nordsjøen har vi med stasjoner der overvåking har pågått helt siden 1990, men for de fleste stasjonene har overvåkingen pågått siden 2013 eller 2016. Mer om bakgrunnen til Økokyst-programmet finnes her;

<https://www.miljodirektoratet.no/om-oss/roller/miljoovervaking/overvakingsprogrammer/basisovervaking/okokyst/>.

Omfanget av Økokyst-programmet framgår av Tabell 1. Rådata fra undersøkelsene er tilgjengelig i Vannmiljø fra 15. mai året etter at dataene er innsamlet.

Tabell 1. Økokyst. Kvalitetslementer i grunnprogrammene og gjentakfrekvens. X= undersøkelsen skal utføres. (X)= undersøkelse kan settes i gang som opsjon. O = andre typer opsjoner satt igang. Blank = år uten undersøkelse.

| Delprogram | Type undersøkelse | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------------|------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Skagerrak | Hydrografi/kjemi | X | X | X | X | X |
| | Planteplankton (taxa) | X | X | X | X | X |
| | Dyreplankton (taxa) | X | X | X | X | X |
| | Makroalger (RSLA/RSL, Droppkamera) | | | | | |
| | Makroalger (MSMDI) | X | X | X | X | X |
| | Makrovertebrater (bløtbunn) | X | X | X | X | X |
| | Ålegras | X | X | X | X | X |
| | Opsjon - mikroplast | O | O | | | |
| | Opsjon - klimaparametere | O | O | | | |
| Nordsjøen | Hydrografi/kjemi | X | X | X | X | X |
| | Planteplankton (taxa) | X | X | X | X | X |
| | Dyreplankton (taxa)* | O | O | | | |
| | Makroalger (RSLA/RSL, Droppkamera) | X | X | X | X | X |
| | Makroalger (MSMDI) | X | X | (X) | (X) | X |
| | Makrovertebrater (bløtbunn) | X | X | X | X | X |
| | Ålegras | X | X | X | X | X |
| | Opsjon - mikroplast | O | O | | | |
| | Opsjon - klimaparametere | O | O | | | |
| Norskehavet Sør | Hydrografi/kjemi | X | X | X | X | X |
| | Planteplankton (taxa) | X | X | X | X | X |
| | Dyreplankton (taxa)* | O | O | | | |
| | Makroalger (RSLA/RSL, Droppkamera) | X | | X | X | |
| | Makroalger (MSMDI) | | | | | |
| | Makrovertebrater (bløtbunn) | X | | X | X | |
| | Ålegras | X | X | X | X | X |
| | Opsjon - mikroplast | O | | | | |
| | Opsjon - klimaparametere | O | O | | | |
| Norskehavet Nord | Hydrografi/kjemi | X | X | X | X | X |
| | Planteplankton (taxa) | X | X | X | X | X |
| | Dyreplankton (taxa) | X+O | X+O | X | X | X |
| | Makroalger (RSLA/RSL, Droppkamera) | X | X | X | (X) | X |
| | Makroalger (MSMDI) | | | | | |
| | Makrovertebrater (bløtbunn) | X | X | X | | X |
| | Ålegras | X | X | X | X | X |
| | Opsjon - mikroplast | O | O | | | |
| | Opsjon - klimaparametere | O | O | | | |
| Barentshavet | Hydrografi/kjemi | X | X | X | X | X |
| | Planteplankton (taxa) | X | X | X | X | X |
| | Dyreplankton (taxa)* | O | O | | | |
| | Makroalger (RSLA/RSL, Droppkamera) | X | X | X | (X) | X |
| | Makroalger (MSMDI) | | | | | |
| | Makrovertebrater (bløtbunn) | X | X | X | (X) | X |
| | Ålegras | X | X | X | X | X |
| | Opsjon - mikroplast | O | O | | | |
| | Opsjon - klimaparametere | O | O | | | |

*Dyreplankton som en del av opsjon på "klima"-parameter.

2. Sammendrag

Overvåkingsprogrammet "Økosystemovervåking i Kystvann – Økokyst" har som mål å overvåke økosystemer og kartlegge miljøtilstanden i utvalgte kyst- og fjordområder langs norskekysten. Programmet skal avdekke hvordan disse økosystemer, samt viktige arter deri påvirkes av tilførsler av næringsalter, organisk og partikulært materiale og klimaendringer, på et tidlig stadium. Vannforskriften med tilhørende veileder for klassifisering av miljøtilstand i vann er en viktig premissleverandør for overvåkingsprogrammet.

«Økosystemovervåking i kystvann – Økokyst» omfatter fem delprogrammer. Samlet dekker disse alle økoregioner langs norskekysten. Her rapporteres det 2021 overvåking fra delprogrammet Norskehavet Sør, som omfatter økoregionen (H). Delprogrammet spenner over et stort geografisk område og strekker seg fra Ulsteinvik i sør til Helgeland i nord. Flere vanntyper er representert i programmet.

Parametere - Samlet består overvåkingen av undersøkelser av biologiske forhold (hardbunn, bløtbunn, ålegress og planteplankton) og fysiske-kjemiske støtteparametere i vannmassene (næringsalter, oksygen, siktdyp, temperatur og saltholdighet). For å fange opp klimarelaterte endringer i fysisk/kjemiske variabler og biologi, inngår i tillegg «klimaparametere», herunder også dyreplankton, på enkelte stasjoner fra 2021. Dessuten rapporteres det funn av fremmede arter fra programmets hardbunn- og bløtbunnsstasjoner.

Metodikk - Overvåking av hydrografi (plankton, fysisk-kjemiske støtteparametere og klimaparametere) gjennomføres månedlig hvert år, ålegress årlig, mens resten av bentos (hardbunn, og bløtbunn) prøvetas hvert tredje år i dette delprogrammet. I 2021 ble bentos kartlagt i det sørlige området av dette delprogrammet (Ulsteinvik og Geirangerfjorden). Ulsteinvik (stasjon VT71 Skinnbrokleia) inngår som klimastasjon. Programmet bestod i 2021 av fire makroalgestasjoner, to ålegresstasjoner, tre bløtbunnsstasjoner og fem hydrografistasjoner. Fem stasjoner fra FerryBox er også inkludert i programmet. Planteplanktonsammenstilling, klorofyll *a* og fysisk-kjemiske støtteparametere ble analysert på hydrografistasjonene.

Makroalger - Tilstanden basert på fjæreindeksen var minst «god» på de fire undersøkte hardbunnstasjonene i 2021, og fjæreindeksen har vist liten variasjon på lokalitetene gjennom overvåkingsperioden. For sjøsonen ligger indeksverdiene på grensen mellom «moderat» og «god» tilstand (EQR = 0,60) for begge stasjonene i Ulsteinvik og for stasjon HR155 Syltavika i Geiranger. Stasjon HR154 Kvitneset i Geiranger viser «moderat» tilstand for sjøsonen. I Ulsteinvik er det fremtredende trådalgevekst på tareplantene i den grunne delen av sjøsonen som trekker tilstanden i sjøsonen ned. Ved stasjonene i Geirangerfjorden er det fravær av stortare i dypere deler av sjøsonen som medfører dårligere skår for tilstanden i sjøsonen sammenlignet med fjæresonen. Komboindeksen beregnes imidlertid som et gjennomsnitt av tilstanden i fjæresonen og sjøsonen, og samlet oppnår stasjonene dermed «god» tilstand for komboindeksen.

Ålegress - Ålegress inngikk i programmet for første gang. To ålegressenger er inkludert, en av disse var en referansestasjon. Den ene engen fikk «moderat» tilstand, mens referansestasjonen (Sundsbukta) ble regnet som en såpass dårlig lokalitet at det ikke var mulig å beregne EQR-verdi eller vurdert tilstand for denne etter etablert metode. Det finnes ikke referanseverdier for nedre voksegrense, ålegresstetthet eller mengde begroingsalger for Norskehavet. Referanseverdiene fra Nordsjøen nord ble derfor benyttet.

Bløtbunn - Tre stasjoner ble undersøkt på bløtbunn i 2021, plassert i Skinnbrokleia, Herøyfjorden og Geirangerfjorden. Stasjonene i Skinnbrokleia og Geirangerfjorden fikk «svært god» tilstand basert på

bløtbunnsfaunaen. På begge disse lokalitetene har tilstanden vært stabil over tid, selv om den var i øvre sjikt av «god» tilstand i Geirangerfjorden da prøvetakingen startet opp i 2016. Begge lokalitetene har imidlertid forhøyet innhold av organisk karbon og tidvis lavt oksygennivå, tilsvarende «moderat» tilstand, og er derfor ansett som sårbare for en ytterligere økning i det organiske materialet. I Herøyfjorden ble tilstanden i 2021 «god». Her har det vært en negativ utvikling av faunaen fra 2019 til 2021 i form av en stor økning i tettheten av typiske forurensningsindikerende arter, og derav en reduksjon i biomangfoldet. Tidligere år har tilstanden vært «svært god». Utviklingen synes å speile utviklingen i mengden organisk materiale, som også viste en kraftig økning, og for første gang tilsvarte «svært dårlig» tilstand. Det ble observert store mengder tarerester på stasjonen, og antakelig er det disse tarerestene som gir det forhøyede innholdet av organisk materiale og derav økningen i de opportunistiske artene. Den løsrevne taren kommer enten fra naturlige prosesser som stormer eller muligens fra taretråling, som finner sted i området.

Planteplankton (klorofyll a) - For det biologiske kvalitetselementet planteplankton oppnådde fire av stasjonene «svært god» og de øvrige fem stasjoner «god» tilstand. I vintermånedene var det lite planktonalger og lave klorofyll *a* verdier på alle stasjonene. Våroppblomstringen ble registrert på de fleste av stasjonene. Den fant sted i mars og april og var dominert av kiselalger. Sett over hele året var det kiselalgene og gruppen andre flagellater og monader som det var flest av, men målt i biomasse kunne fureflagellatene tidvis og særlig om sommeren og høsten stå for det meste av karbonbiomassen.

Fysiske-kjemiske støtteparameterne - På stasjon VR52 Broemsneset og alle fem FerryBox-stasjonene (VT72 Herøyfjorden, VT80 Djupfest, VT45 Valset, VT22 Biologisk St., VT23 Trondheimsleia) ble tilstanden «god» ut fra støtteparameterne målt i perioden 2019-2021. Dette er en forbedring i tilstanden på Ferrybox stasjonene VT80, VT23, og VT22, som ble klassifisert som «moderat» i 2020. I denne rapporten ble tilstanden klassifisert som «moderat» for stasjon VT71 Skinnbrokleia og VR51 Korsen basert på perioden 2019-2021. På begge stasjonene var det oksygen i bunnvannet som trakk ned tilstanden. Dette var også tilfelle i foregående klassifiseringer for årene 2017-2020. Kun stasjonen VR31 Tilremsfjorden ble klassifisert som «svært god» for perioden 2019-2021. Dette er en forbedring fra tilstand «god» i 2020.

Klimaparametere - Stasjon VT71 Skinnbrokleia, på 70 m dyp i Steinsfjorden, ble valgt ut som en «klimastasjon», hvor det ble målt TSM, partikulært CNP samt lys og dyreplankton i tillegg til de faste parameterne i vannmassene. Her er tidsserien for kort til å kunne tolke variasjon over tid, og se i sammenheng med tilsvarende stasjoner i de øvrige delprogrammene. Dette gjelder også dyreplankton. Man kan likevel se at dyreplanktonsamfunnet fulgte en vanlig trend for norske kystvann. Det totale antallet individer var lavest vinterstid, og med en mangedoblet topp på sommeren.

Tilstand 2021 - Til sammen 19 stasjoner fordelt på 13 vannforekomster ble undersøkt. Tre vannforekomster fikk «moderat» tilstand, syv fikk «god» tilstand og en fikk «svært god» tilstand (stasjon ZR9 Sundsbukta, vanntype H3, ble ikke klassifisert, da lokaliteten ikke egnet seg for utregning av EQR etter etablert metode). Av de tre som kun fikk «moderat» tilstand», var en undersøkt kun for ålegress (Leksvik). De to andre var undersøkt for alle biologiske kvalitetselementer (vannforekomstene Steinsfjorden og Geirangerfjorden) og i begge disse var det oksygen som trakk ned tilstanden. Tabell 2, og Figur 1 illustrerer tilstanden til de ulike kvalitetselementene som inngikk i programmet i 2021. I Tabell 2 er også samlet tilstand på vannforekomstnivå vist.

Tabell 2. Tilstand per stasjon i delprogram Norskehavet Sør, 2021. Farge indikerer tilstandsklasse basert på nEQR-verdi per stasjon og kvalitetselement. Samlet tilstand er basert på dårligste kvalitetselement. Stasjonsnummer er gitt i tabellen. Merk at tilstandsvurderingen i denne tabellen ikke nødvendigvis er reell, ettersom det kan foreligge flere overvåkingsdata for den enkelte vannforekomst enn det som er innhentet gjennom Økokyst. Endelig klassifisering av vannforekomst bør derfor hentes fra Vann-Nett.

| Vannforekomst | Vann-type | Samlet tilstand | Stasjoner og tilstandsklassifisering per kvalitetselement | | | | |
|-----------------------------------|-----------|-----------------|---|----------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | Makroalger | Ålegress | Bløtbunns-fauna | Plante-plankton | Støtte-parametere |
| | | | MSMDI/RSLA /RSL | | nEQR | Klorofyll a | |
| Steinsfjorden | H3 | III | HR49 | | BR12 | VT71 | VT71 |
| Herøyfjorden-Røyrasundet | H2 | II | HR46 | | | VT72** | VT72** |
| Herøyfjorden | H1 | II | | | BR70 | | |
| Geirangerfjorden | H4 | III | HR154 | | BR113 | VR51 | VR51 |
| | | | HR 155 | | | | |
| Trondheimsfjorden - Agdenes | H3 | | | ZR9* | | | |
| Trondheimsfjorden - Levanger | H3 | III | | ZT29 | | | |
| Namsfjorden | H4 | II | | | | VR52 | VR52 |
| Frohavet sør | H1 | | | | | VR61*** | VR61*** |
| Vegafjorden - Ylvingen | H2 | I | | | | VR31 | VR31 |
| Frohavet | H1 | II | | | | VT80** | VT80** |
| Trondheimsfjorden - Agdenes | H3 | II | | | | VT45** | VT45** |
| Trondheimsfjorden - Trondheim | H3 | II | | | | VT22** | VT22** |
| Trondheimsleia - Hemnskjela - Sør | H2 | II | | | | VT23** | VT23** |

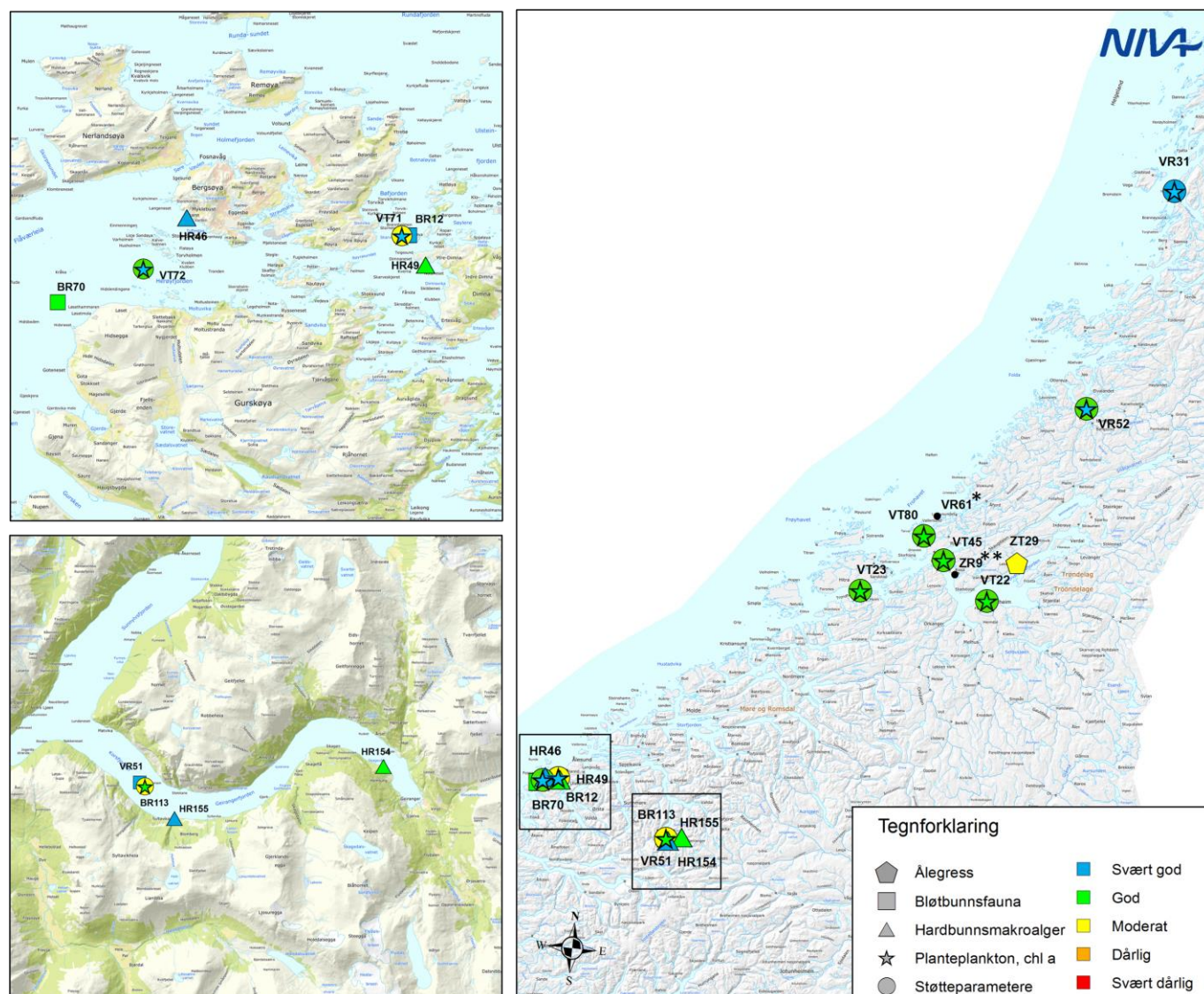
*ZR9 Sundsbukta ble regnet som en såpass lite egnet lokalitet at det ikke ble beregnet EQR-verdi eller vurdert tilstand for denne.

**FerryBox-stasjon

***ny stasjon fra 2021

| Tilstandsklasser |
|------------------|
| I. Svært god |
| II. God |
| III. Moderat |
| IV. Dårlig |
| V. Svært dårlig |

Figur 1. Tilstandsvurdering basert på biologiske kvalitetselementer og fysisk-kjemiske støtteparametere per stasjon i Økokyst delprogram Norskehavet Sør, 2021.



*VR61 Frohavet Sør: Ny stasjon, ikke nok data for klassifisering

**ZR9 Sundsbukta: Ikke egnet som åleggess stasjon.

2.1. Summary

The monitoring programme " Ecosystem Monitoring in Coastal Water - Økokyst " aims to monitor and map the environmental status of selected coastal and fjord areas along the Norwegian coastline. The programme shall, at an early stage, inform how these ecosystems, and important species therein, are affected by inputs of nutrients, organic and particulate matter, as well as climate change. The Water Framework Directive and associated guidelines for classifying environmental conditions in aquatic ecosystems are the premise supplier for this monitoring programme.

The monitoring programme Økokyst includes five sub-programs. Together, these programs cover all ecoregions along the Norwegian coastline. This report presents the results for the 2021 monitoring for the sub-program Norskehavet Sør, covering the ecoregion H (southern Norwegian Sea), and spanning from Ulsteinvik in the south, to Helgeland in the north. Several water types are represented in the program.

Parameters – In summary, the monitoring includes the determination of the biological status (macroalgae, soft bottom, sea grass and phytoplankton), and physico-chemical supporting elements in the water column (i.e., hydrography sampling: nutrients, oxygen, Secchi-depth, temperature, salinity). To monitor the effect of climate change related impacts on physico-chemical conditions, as well as biology, several "climate parameters" have been included at specific stations from 2021. This includes the parameter zooplankton. Lastly, invasive species are reported.

Methods – In total, the program Økokyst Norskehavet Sør includes in 2021: four macroalgae stations, two sea grass stations, three soft bottom stations, and five hydrography stations (including one as climate station). Additionally, five hydrography stations were included via the Ferrybox monitoring program. Hydrography sampling has been conducted monthly (i.e., plankton, physico-chemical supporting elements, climate parameters), and sea grass yearly. Macroalgae, and soft bottom sampling have been conducted every third year; with focus areas Ulsteinvik and Geirangerfjorden in 2021. At the climate station, VT71 Skinnbrokleia, "climate-parameters" included light measurements, zooplankton, TSM, DOC and particulate CNP.

Macroalgae - The condition based on the littoral index (RSL/RSLA) was minimum "good" at the four hard-bottom stations examined in 2021. The index has shown little variation at locations during the monitoring period. For the sublittoral, the index values were between "moderate" and "good" condition (EQR = 0.60) for both stations in Ulsteinvik and for station HR155 Syltavika in Geiranger. Station HR154 Kvitneset in Geiranger showed "moderate" condition for the sublittoral. In Ulsteinvik, it was prominent turf algae growth on kelp laminae in the shallow part of the sublittoral that reduced the condition. In the Geirangerfjord, absence of kelp in deeper areas lead to lower score in the sublittoral compared to the littoral zone. However, as the combo index is calculated as the average state of the littoral and the sublittoral zone, the overall ecological status for the combo index at the stations was "good".

Seagrass - Seagrass was part of the program for the first time. Two meadows were included, one of them a reference station. One was given "moderate" state, while the reference station (ZR9, Sundsbukta) was not possible to classify using the established methods, as most of the seagrass was lost. An EQR value was therefore not estimated, and the state thus not defined. As no reference values exists for the Norwegian sea, reference values from North Sea north were applied.

Soft bottom - Three stations were examined for soft bottom ecological status in 2021. These were located in Skinnbrokleia, Herøyfjorden and Geirangerfjorden. The stations in Skinnbrokleia and

Geirangerfjord were classified as "very good" based on soft-bottom fauna. At both these sites, the condition has been stable since the start in 2016. However, both sites show elevated organic carbon content and occasionally low oxygen levels, corresponding to "moderate" ecological status. Therefore, both sites are considered vulnerable to further increase in supply of organic material. In Herøyfjorden, the ecological status in 2021 has been classified as "good". This corresponds to a negative development of the fauna from 2019 to 2021, with a large increase in the density of pollution-indicating species and a reduction in biodiversity. In previous years, the condition has been "very good". The development appears to correspond to a sharp increase in the amount of organic matter - for the first time classified as "very poor" ecological status in 2021. Large amounts of kelp residues were observed at the station, and these kelp residues may have caused the elevated content of organic matter and hence the increase in the opportunistic species that benefits from such material. The origin of the kelp residue is either natural processes like storm events, or perhaps kelp trawling, which is known to take place in this area.

Phytoplankton - four of the stations achieved "very good" and five of the stations "good" ecological status. During the winter months, phytoplankton was present at low numbers, and chlorophyll *a* values were low at all stations. The spring bloom took place in March and April and was dominated by diatoms. Throughout the year, diatoms, flagellates, and monades dominated in number, whereas dinoflagellates dominated occasionally measured by biomass (i.e., carbon biomass), especially in summer and autumn.

Physico-chemical supporting parameters - At station VR52 Broemsneset and all five FerryBox stations (VT72 Herøyfjorden, VT80 Djupfest, VT45 Valset, VT22 Biological St., VT23 Trondheimsleia), the ecological status was "good" based on the support parameters for the period 2019-2021. This is an improvement in the ecological status for the Ferrybox stations VT80, VT23, and VT22 that were classified as "moderate" in 2020. "Moderate" ecological status was achieved for the stations VT71 Skinnbrokleia and VR51 Korsen for the period 2019-2021, at both stations caused by low oxygen concentrations in the bottom water. This was also the case in the previous classifications. Only the station VR31 Tilremsfjorden reached "very good" status for the period 2019-2021. This is an improvement from "good" state in 2020 (based on 2018-2020 data).

Climate parameters - Station VT71 Skinnbrokleia, with a depth of 70 m in Steinsfjorden, was selected as a "climate station", where TSM, particulate CNP, light and zooplankton were measured in addition to the standard parameters for water masses. The time series is still too short to interpret variation over time and discuss the results in context of climate stations in the other sub-programs. The same applies for zooplankton. Nevertheless, it is evident that the zooplankton community followed a typical trend for Norwegian coastal waters. The total number of individuals was lowest in winter, and with a large peak in summer.

Summary ecological status in 2021 - A total of 19 stations from 13 water bodies were monitored for their ecological status in the Økokyst sub-program Norskehavet Sør in 2021. three water bodies obtained "moderate" state, seven "good" state, and one "very good" state (one water body, Sundsbukt, was not classified). Of the three water bodies that obtained only "moderate condition", one classification was only based on the biological quality element sea grass (Leksvik). The other two stations (Steinsfjorden, and Geirangerfjorden) were examined for all quality elements, and oxygen caused "moderate" state in both. Table 2, and Figure 1 illustrate the state of the various quality elements included in the programme in 2021. Table 2 also lists the overall state at the water body level.

3. Områdebeskrivelse

Økokyst delprogram Norskehavet Sør omfatter økoregionene (H, Figur 2). Delprogrammet spenner over et stort geografisk område som strekker seg fra Ulsteinvik i sør til Helgeland i nord. Totalt 13 vannforekomster inngikk i overvåkingen i 2021 (en til to stasjoner inngikk i hver vannforekomst). Vannforekomstene er igjen fordelt på flere ulike vanntyper, og flere vanntyper er representert i programmet (Tabell 2). En beskrivelse av de ulike vanntypene er gitt i Tabell 3.

Overvåking av hydrografi gjennomføres månedlig hvert år, ålegress årlig, mens resten av bentos (hardbunn, og bløtbunn) prøvetas hvert tredje år i dette delprogrammet. I 2021 ble bentos undersøkt i det sørlige området av dette delprogrammet (Ulsteinvik og Geirangerfjorden). Ulsteinvik (stasjon VT71 Skinnbrokleia) inngår som klimastasjon i dette delprogram. Til sammen ble 19 stasjoner fordelt på 13 vannforekomster undersøkt. En oversikt over stasjonene er gitt i Tabell 4.

Oversikt over området

I sør, med Ulsteinvik og Geirangerfjorden, består området av typiske vestlandske fjorder. I nord, med Trondheimsfjorden/Fosen, Namsfjorden og Helgeland, består området av både eksponert kyst med korte fjordarmer inn fra kysten (Fosenområdet), samt og lange og relativt dype fjorder med store vassdrag som drenerer ut til fjordsystemene og bidrar med betydelig tilførsel av ferskvann til resipientene (Trondheimsfjorden og Namsfjorden). Trøndelags største elv, Namsen, har sitt utløp i Namsfjorden. En ny overvåkingsstasjon i dette delprogrammet introduseres i området Trondheimsfjorden (VR61, Frohavet Sør), mens andre stasjoner er kjent fra tidligere Økokyst-programmene Norskehavet Sør I i sør (Ulsteinvik og Geirangerfjorden), og Norskehavet Sør II i nord (Trondheimsfjorden/Fosen, Namsfjorden og Helgeland).

Ulsteinvik

Steinsfjorden, Herøyfjorden, og Herøyfjorden-Røyrasundet i Ulsteinvikområdet er undersøkt i 2021.

Vannforekomsten Steinsfjorden tilhører vanntypen H3 (beskyttet kyst/fjord). Området Skinnbrokleia ble her undersøkt. Skinnbrokleia ligger på Herøysiden av grensen mellom Herøy og Ulstein, i en seilingsled som omgis av større og mindre øyer, holmer og skjær slik at området blir beskyttet. I området rundt hydrografistasjonen (VT71) er det et dypbasseng med maksdybde i overkant av 60 m. Det er ingen dyprenner som gir dypbassenget forbindelse ut mot havet, hvilket fører til at bunnvannet tidvis kan være stagnerende.

Vannforekomsten Herøyfjorden-Røyrasundet tilhører vanntypen H2 (moderat eksponert kyst). Vannforekomsten har et dypbasseng på om lag 170 m som er ganske åpent fra nordvestlig retning, mens det er mer holmer og et grunnere parti i sørvestlig retning.

Vannforekomsten Herøyfjorden tilhører vanntypen H1 (åpen eksponert kyst). Hele området er åpent og eksponert, med vind og strøm som styrer.

Geirangerfjorden

Geirangerfjorden danner innerste arm av Sunnlyvsfjorden, som i sin tur utgjør en arm av Storfjorden. Fjorden er 15 km lang og 600-1500 m bred. Fjordens største dyp er 258 m, og ved innløpet fra Sunnlyvsfjorden er dypet om lag 160 m. Helt til nesten innerst i fjorden, er dypet minst 150 m. Både elver og fosser drenerer ut til fjorden.

Vannforekomsten Geirangerfjorden har vanntype ferskvannspåvirket beskyttet fjord (H4). Hydrografistasjonen (VR51 Korsen) er plassert ved Korsen. Lokaliteten Korsen representerer et

dyppunkt i denne innerste delen av fjorden som munner ut i den langt større og dypere Storfjorden. Største dyp der er 686 meter (ved Dyrkorn/Stranda). Derfra blir det gradvis grunnere utover til terskelområdet nord for Runde, der det er 131 m dypt. Langs Storfjorden ligger noen større tettsteder som Hareid, Stordal og Stranda. Ålesund grenser til ytre deler av fjorden. I midtre/indre deler er det noen oppdrettsanlegg. Det er betydelig båttrafikk på fjorden i sommerhalvåret, særlig av store cruiseskip, men også av mange ferger og skyssbåter. Noe av denne trafikken kan representere forurensing i form av at det tømmes svartvann og gråvann i fjorden. Sjøfartsdirektoratet har nylig innført innskjerping i forskriftregelverket omkring dette. Det foregår ingen løpende miljøovervåking av Storfjorden.

Fosenområdet

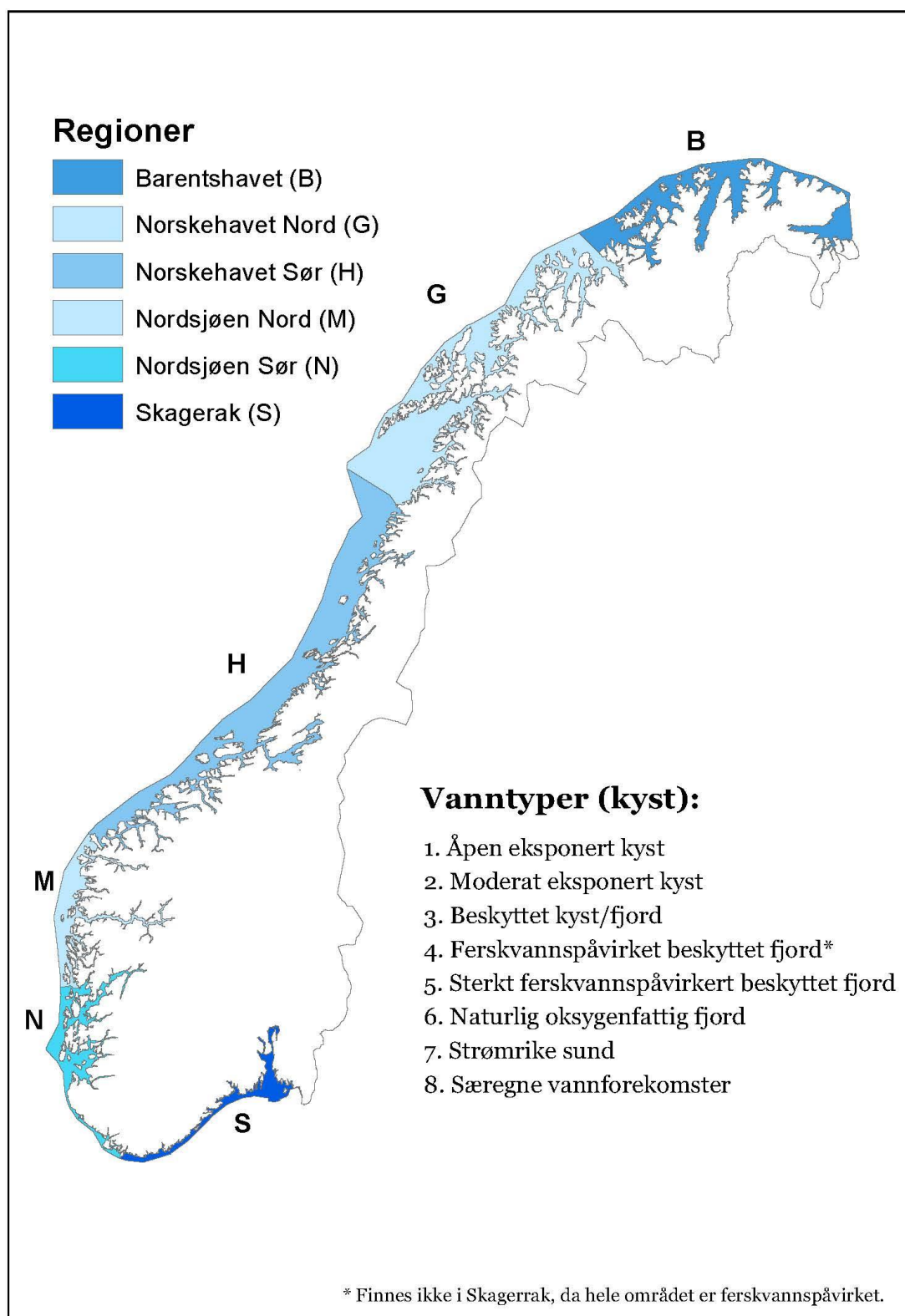
Fosenområdet er lokalisert mot eksponert kyst med korte fjordarmer inn fra kysten. Trondheimsfjorden og Namsfjorden er lange og relativt dype fjorder med store vassdrag som drenerer ut til fjordsystemene og bidrar med betydelig tilførsel av ferskvann til resipientene. Trøndelags største elv, Namsen, har sitt utløp i Namsfjorden.

Indre Fosen

Indre Fosen er en del av Trondheimsfjorden. Her ligger det to ålegresstasjoner, begge to i beskyttet kyst/fjord (vanntype H3). ZR9 Sundsbukta ble kartlagt av NIVA i 2010 som en del av Nasjonalt program og ble da definert som middels tett og noe flekkvis. Dette er et jordbruksområde der jordene går nesten helt ned til vannkanten. Midt i området renner det ut en relativt stor elv. ZT29 Leksvik ble kartlagt av NIVA i 2009. Engen er plassert på sørsiden av bådhavnen.

Helgeland

Den nordlige delen av delprogrammet omfatter området rundt og nord for Vega på Helgelandskysten, hvor kystområdet er preget av vidstrakte, grunne strandflater med et omfangsrikt nettverk av øyer, holmer og skjær.



Figur 2. Oversikt over økoregioner og vanntyper i kystvann (fig 3-2 i Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann).

Tabell 3. Vanntyper i økoregion Norskehavet Sør (H) som inngår i programmet. Saltholdigheten gjelder for de øverste 10 m av vannsøylen. (Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann).

| Vanntyper | Tidevann (m) | Dyp (m) | Saltholdighet (øvre 10m) | Bølgeeksponering Vertikal miksing | Oppholdstid i bunnvann | Strømhastighet (knop) |
|--|--------------|---------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------|
| H1 - Åpen eksponert kyst | >1 | >30 | >30 | Høy Blandet | Dager | 1-3 |
| H2- Moderat eksponert | >1 | >30 | >30 | Moderat Blandet | Dager | 1-3 |
| H3- Beskyttet kyst/fjord | >1 | >30 | >30 | Beskyttet Delvis blandet | Dager til uker | <1-3 |
| H4- Ferskvannspåvirket beskyttet fjord | >1 | >30 | 18-30 | Beskyttet Delvis blandet | Dager til uker | <1-3 |

Stasjonene som inngår i Økokyst-programmene er inndelt i et referansenettverk og et trendnettverk, hvor referansestasjonene er lokalisert i områder med minst mulig påvirkning fra menneskelig aktivitet mens trendstasjonene er plassert i områder som er diffust påvirket av menneskelig aktivitet.

Tabell 4. Stasjoner i Økokyst-delprogram Norskehavet Sør som ble undersøkt i 2021. Frekvens viser antall prøvetakinger i 2021-programmet. Stasjonsnummeret (St nr) indikerer typen prøvetakingen (VT, VR: vannmasse prøvetaking for trend og referansestasjoner; Z: ålgress; B: bløtbunn; H: hardbunn).

| St nr | Stasjonsnavn | Område | Vann-type | Vann-forekomst | Prøve-dyp (maks m) | Frekvens | POS: N (WGS84) | POS: Ø (WGS84) |
|---------|----------------|-----------------------------------|-----------|-----------------|--------------------|----------|----------------|----------------|
| VT71 ** | Skinnbrokeleia | Steinsfjorden | H3 | 0301011206-C | 70 | 9 | 62,32841 | 5,75517 |
| VT72* | Herøyfjorden | Herøyfjorden - Røyrasundet | H2 | 0301011502-C | 4 | 9 | 62,30660 | 5,58770 |
| VR51 | Korsen | Geirangerfjorden | H4 | 0301020900-C | 250 | 9 | 62,0944 | 7,0061 |
| VR31 | Tilremsfjorden | Vegafjorden - Ylvingen | H2 | 0361010100-C | 250 | 9 | 65,6009 | 12,2354 |
| VR52 | Broemsneset | Namsfjorden | H4 | 0341010301-1-C | 330 | 9 | 64,47 | 11,31 |
| VR61 | Frohavet Sør | Nordre Fosen | H1 | 0321000032-10-C | 60 | 9 | 63,86995 | 9,65532 |
| VT80* | Djupfest | Frohavet | H1 | 0321010400-3-C | 4 | 9 | 63,7654 | 9,52296 |
| VT45* | Valset | Trondheimsfjorden - Agdenes | H3 | 0320040500-16-C | 4 | 9 | 63,6501 | 9,77012 |
| VT22* | Biologisk St. | Trondheimsfjorden - Trondheim | H3 | 0320040900-10-C | 4 | 9 | 63,46 | 10,3 |
| VT23* | Trondheimsleia | Trondheimsleia - Hemnskjela - Sør | H2 | 0362040800-2-C | 4 | 9 | 63,4574 | 8,85324 |

| St nr | Stasjonsnavn | Område | Vann- type | Vann- forekomst | Prøve- dyp (maks m) | Frekvens | POS: N (WGS84) | POS: Ø (WGS84) |
|---------|--------------|-------------------------------|---------------|---------------------|------------------------------|----------|-------------------|-------------------|
| ZR9 | Sundsbukta | Indre Fosen | H3 | 0320040500- 16-C | 0-10 | 1 | 63,58125 | 9,91227 |
| ZT29 | Leksvik | Indre Fosen | H3 | 0320040500- 16-C | 0-10 | 1 | 63,6642 | 10,61219 |
| BR70*** | Herøyfjorden | Ulsteinvik | H1 | 0301011502- C | 98 | 1 | 62,2926 | 5,5342 |
| BR12*** | Skinnbrokeia | Ulsteinvik | H3 | 0301011206- C | 50-57 | 1 | 62,3289 | 5,7599 |
| BR113 | Korsen | Geirangerfjorden | H4 | 0301020900- C | 258 | 1 | 62,0955 | 7,0020 |
| HR154 | Kvitneset | Geirangerfjorden | H4 | 0301020900- C | 36 | 1 | 62,11090 | 7,17420 |
| HR155 | Syltavika | Geirangerfjorden | H4 | 0301020900- C | 43 | 1 | 62,08500 | 7,03000 |
| HR46 | Vikane | Herøyfjorden - Røyrasundet | H2 | 0301011700- 3-C | 49 | 1 | 62,32440 | 5,61140 |
| HR49 | Dimanes | Steinsfjorden | H3 | 0301011206- C | 29 | 1 | 62,32050 | 5,77360 |

*FerryBox-stasjon; **klimastasjon; ***mikroplaststasjon 2021

4. Metodikk

Innsamling, opparbeiding og analyse av biologiske kvalitetselementer og deres støtteparametere følger standarder og akkrediterte metoder (der slike er utarbeidet). En oversikt over parameterne som inngår i programmet med tilhørende metodikk, er gitt i Tabell 5 og Tabell 6 for hhv. makroalger, ålegress, bløtbunnsfauna og hydrografi.

4.1. Hardbunnsamfunn

Fire hardbunnstasjoner, HR46 Vikane, HR49 Dimnanes, HR154 Kvitneset og HR155 Syltavika ble undersøkt i september 2021. På stasjonene ble det foretatt registrering av makroskopiske (>1 mm) alger og dyr i fjæresonen og ned til øvre del av sjøsonen i henhold til retningslinjer beskrevet i Veilederen (02:2018), se også Tabell 5.

Undersøkelser av fjæresonen:

Som grunnlag for beregning av fjæresoneindeksen, ble det på alle syv stasjonene foretatt registrering av makroskopiske (>1 mm) alger og dyr i fjæresonen og ned til øvre del av sjøsonen i henhold til retningslinjer beskrevet i klassifiseringsveilederen (02:2018). Ved hver stasjon ble 10 meter av strandlinjen undersøkt ved snorkling.

Fastsittende makroalger og fastsittende/langsamt bevegelige dyr ble mengdebestemt etter en semikvantitativ 6-delt skala basert på organismenes forekomst/prosentvise dekningsgrad:

- 1 = enkeltfunn
- 2 = spredt forekomst (>0 – 10 %)
- 3 = frekvent forekomst (10 – 25 %)
- 4 = vanlig forekomst (25 – 50 %)
- 5 = betydelig forekomst (50 – 75 %)
- 6 = dominerende forekomst (75 – 100 %)

Organismer som ikke kunne identifiseres i felt ble senere undersøkt under lupe/mikroskop. Stasjonenes karakteristika (habitattyper og nøkkelarter med f. eks stor utbredelse eller beiteeffekt) ble registrert på et skjema for verdisetting av fjæra iht. Veileder 02:2018. Det ble tatt oversiktsbilder av alle stasjoner og karakteristiske trekk ved fjæresonen ble dokumentert med undervannsfoto. Beregning av fjæresone indeksen er nærmere beskrevet i kapittel 5.1.1 Klassegrenser og EQR-verdier.

Undersøkelser av sjøsonen med droppkamera:

Det kan forekomme misforhold mellom den økologiske tilstanden i fjæresonen og de biologiske forholdene dypere i sjøsonen som ikke fremkommer av fjæresoneundersøkelser. Komboindeksen er foreslått som en ny indeks der droppkamera-undersøkelser av sjøsonen benyttes som et supplement til fjæresoneundersøkelser (RSL/RSLA) for å kunne avdekke biologiske forhold og eventuelle tilstandsendringer nedenfor fjæresonen. Denne metoden ble første gang testet ut på hardbunnstasjonene under Økokyst-programmet i 2017-2021 og ble også brukt ved undersøkelsene i 2021.

Ved hver stasjon ble det utført droppkamera-registreringer langs transekter innenfor en 200 meter radius av fjæresonestasjonen. Undersøkelsene ble utført med tre replikate transekter på hver stasjon.

Startpunktet for transektene ble lagt til et dyp større enn nedre voksegrense for opprette rødalger (>30 meter) gitt at det var tilstrekkelig dyp i nærheten av fjæresonestasjonen. I transektene ble følgende tre parametere undersøkt:

- Nedre voksedyp for stortare
- Nedre voksedyp for opprette rødalger
- Dybdeutbredelse av masseforekomster (> 50 % dekning) av trådformede alger

Det ble notert GPS-posisjon i start- og stopp-punkt for hvert transekt og ved observasjoner som ble registrert underveis. Bunnens substrat og helningsgrad, og de dominerende organismegrupper som kunne identifiseres fra video, ble notert underveis i transektet. Opptak fra transektene ble lagret for dokumentasjon og grunnlag for klassifisering, samt for videreutvikling av komboindeksen. Felt og beregningsmetodikk for komboindeksen er nærmere beskrevet i kapittel 5.1.5 Komboindeksen og [her](#).

Tabell 5. Metodikk og parametere for de biologiske kvalitetselementene makroalger og bløtbunnsfauna i Økokyst Norskehavet Sør.

| Kvalitets-element | Parameter | Enhet | Metodikk prøvetaking | Metodikk analyser | Frekvens (per år) | Matriks |
|-------------------|---|---|--|--|-------------------|-----------------|
| Makroalger | Fjæreindeks med mengde (RSLA) | Taxa: % dekning | NS-EN ISO 19493:2007 Veileder 02:2018 | Veileder 02:2018 | 1 | Fjæresone |
| | Nedre voksegrense og kvantifisering av trådformede påvekstalger med droppkamera | meter | M-788, samt utsendt dokument | M-788, samt utsendt dokument | 1 | Hardbunn 0->30m |
| Bløtbunnsfauna | Artssammensetning/ Individtetthet | Ant. ind. av hvert taxa/0,1 m ² | NS-EN ISO 16665:2013 | NS-EN ISO 16665:2013 | 1 | Bløtbunn |
| | Kornstørrelse | Full kornfordeling (inkl. % </> 63 µm) med statistiske parametere | NS-EN ISO 16665: 2013, NS-EN ISO 5667-19 | NS-EN ISO 16665:2013, intern Akvaplan-nivametode | 1 | Sediment |
| | TOC og TN | mg/g | NS-EN ISO 16665: 2013, NS-EN ISO 5667-19 | NS-EN ISO 16665: 2013, intern NIVAMetode vha. Carlo Erba element analysator 1106 | 1 | Sediment |

4.2. Ålegress

To ålegressstasjoner ble besøkt 13. august 2021, ZR9 Sundsbukta og ZT29 Leksvik. På hver av stasjonene ble det registrert tetthet av ålegress, tetthet av begroingsalger og nedre voksegrense etter de retningslinjer som er beskrevet i veilederen (02:2018). Registreringene ble gjort fra båt, som punkter på et transekt langs land og på 5-10 transekter fra grunna og ned mot, og rett under, nedre voksegrense. Vi

benyttet undervannskamera med integrert dybdesensor. I de helt grunneste engene ble det tidvis benyttet vannkikkert og håndholdt dybdemåler. I enkelte områder, der det var svært grunt og vanskelig å komme til med båt, ble registreringene utført med vadere. Alle posisjoner ble registrert ved hjelp av en håndholdt GPS.

Klassifiseringsveilederen gir en beskrivelse av hvordan en eng skal defineres, og hvordan punktene skal benyttes til å definere tetthet av ålegress, mengden begroingsalger og nedre voksegrense. For å kunne identifisere dette på en mest mulig etterprøvbar måte har NIVA laget noen kriterier for hvilke punkter som benyttes til å regne ut de ulike parameterne og hvordan dette gjøres, se beskrivelse nedenfor og Vedlegg 9.2.1 for referanseverdier, klassegrenser og poeng iht. klassifiseringsveilederen.

Nedre voksegrense

Nedre voksegrense er en effekt av hvor klart vannet er og dermed ålegressets tilgang til lys som benyttes til fotosyntese. Eutrofi påvirker vannets klarhet og dermed nedre voksegrense. Det er nedre voksegrense for eng som benyttes i beregning av ålegressindeksen. Nedre voksegrense for engen er definert som dypeste observasjon av spredt ålegress (dvs. tetthetsklasse 2), som klassifiseringsveilederen definerer som minimum 10 % dekningsgrad.

Tetthet av ålegress og begroingsalger

I felt ble tettheten av ålegress og begroingsalger registrert på alle punkter i transektet langs land og de 5-10 transektene som gikk fra land og ned til rett nedenfor nedre voksegrense. Tettheten ble definert på en 4-delt skala, gitt i Klassifiseringsveilederen, og på lignende måte som det som har blitt gjort i Nasjonalt program for kartlegging av biologisk mangfold - kyst:

- 1 = enkeltfunn (enkelte planter)
- 2 = spredte planter
- 3 = middels tett, flekkvis tett eng eller middels dekning av begroingsalger
- 4 = tett og heldekkende eng eller tett med begroingsalger

Tilleggsregistreringer

Høyde på ålegresset ble registrert på så mange punkter som mulig, med hovedfokus på midten av engen, der ålegresset hadde sin mest frodige utforming (jfr. klassifiseringsveilederen). Høyden ble målt vha. undervannskameraet, ved å lese av dybden ved bunnen og ved ålegressets topp. Høyden ble delt inn i tre kategorier:

- 1: Ålegress < 20 cm
- 2: Ålegress 20 - 60 cm
- 3: Ålegress > 60 cm

Både absolutt høyeste høyde for ålegresset og høyden der de 20 % høyeste plantene er ekskludert, er registrert for alle engene.

Arealutbredelsen er, som ålegressets høyde, ikke inkludert i gjeldende indeks, men er tenkt benyttet i tiltaks- og trendovervåking for å måle endringer i yttergrenser over tid. Areal er ikke beregnet i denne rapporten, og det er nødvendig med en mer detaljert beskrivelse av metodikk for hvordan areal skal avgrensnes for å kunne benytte resultatene på en presis og etterprøvbar måte. Men NIVA har registrert mange datapunkter for hver eng, også der ålegressengen slutter (og tettheten blir 0), og disse er tilgjengelige og kan senere benyttes til å avgrense areal etter omforent metodikk.

Tilstedeværelse av tang og tare (art er notert der det har vært mulig å fastsette) har blitt registret for punktdataene langs transektene i engen.

Avgrensning av hvilke punkter som hører til engen

Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018) sier at de engene som ligger nærmere hverandre enn 50 m, uten fysiske sperrer, skal defineres som én eng. Dette innebærer at f.eks. to områder med ålegress der vi har bekreftet fravær (0-verdier) mellom to ålegresspunkter som ligger mer enn 50 m fra hverandre vil tilhøre to ulike engene. Tetthet av ålegress i felt registreres som punkter langs transekter, uten at man nødvendigvis vet om alle punkter hører til samme eng etter disse kriteriene, eller om de fordeler seg på flere engene. Dette er noe vi kan avgjøre i etterkant ved å se nærmere på punktene i kartprogrammer (GIS), der vi kan måle avstand mellom punkter og vurdere fysiske sperrer (ved hjelp av flyfoto eller annet bildemateriale). NIVA har i GIS definert en polygon (kalt «minimum convex polygon», MCP1) rundt det som skal defineres som den aktuelle engen. Dette polygonet tegnes med utgangspunkt i to punkter i hver ende av engen (så det danner en tenkt firkant), men trekkes slik at alle ålegresspunkter som ligger nærmere et annet enn 50 m blir inkludert i polygonet. Ålegresspunkter som ligger lenger fra et annet enn 50 m, med bekreftede 0-verdier mellom, samt 0-verdier som faller utenfor engens grenser, tas ikke med videre. Dette betyr at 0-verdier inne i engen blir med videre når andelen av engen med ålegress av ulike tettheter skal regnes ut, men at ikke alle 0-verdiene som har blitt registrert i området i søken etter engen blir med.

Definisjon på nedre voksegrense

Både absolutt nedre voksegrense og nedre voksegrense for eng har blitt registrert i felt. Absolutt nedre voksegrense er definert som dypeste observert ålegress, uansett tetthet. Nedre voksegrense for engen er definert som dypeste observasjon av spredt ålegress (dvs. tetthetsklasse 2), som etter klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018) tilsvarer minimum 10 % dekningsgrad. Det er nedre voksegrense for eng som benyttes videre i beregningen av ålegressindeksen. Dybdeverdiene registrert i felt er vannstandskorrigert relativt til laveste astronomiske tidevann (LAT), som tilsvarer sjøkartnull. Også andre faktorer kan påvirke nedre voksegrense, som f.eks. bølgeeksponering, strøm og substrattype. Substrattype har derfor blitt registrert, spesielt knyttet til registreringene av nedre voksegrense, for å forsikre oss om at denne er knyttet til vannkvalitet og ikke er forårsaket av uegnede substratforhold for ålegress (økt bølgeeksponering vil gi grovere substrats og dermed kunne identifiseres gjennom kartlegging av substrat). Referanseverdiene for nedre voksegrense og poengverdi vises i Vedlegg 9.2.1.

Definisjon på ålegressengens tetthet

I henhold til klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018) skal tetthet av ålegress vurderes i «midten av enga». Dette er en definisjon som åpner for tolking. Vi har valgt å tolke dette som at tettheten skal vurderes i den mest velutviklede delen av engen (klassifiseringsveilederen nevner «hvor ålegresset har sin mest frodige utforming» under beskrivelsen av høyde). Vi har testet ulike framgangsmåter for å operasjonalisere dette på en etterprøvable måte, og har funnet at «den mest velutviklede delen av engen» relativt godt lar seg representere ved å inkludere de 75 % høyeste tetthetene innenfor det som er definert å være en del av engen. Denne definisjonen gjør at det er områdene med de tetteste forekomstene som blir inkludert i vurderingen, men at områdene der engen er lite utviklet ikke tas med videre i beregningen av ålegressets tetthet. 0-verdiene (fravær av ålegress) tas vekk når denne beregningen gjøres. For punktene som tas med videre beregnes % innen hver av tetthetskategoriene. Engens ålegresstetthet defineres nå som beskrevet i klassifiseringsveilederen. Det vil si at engen defineres som tett (tetthetsklasse 4) hvis >50 % av punktene som er definert til å være inkludert i engen er registrert som dette, og engen er heldekkende. Hvis det er tette forekomster av ålegress, men engen har en struktur som er delt i mindre områder, vil engen defineres som markert, flekkvis forekomst (tetthetsklasse 3). Hvis >50 % av registrerte punkter i engen består av spredte planter eller enkeltplanter, vil den defineres som hhv. glissen eng (tetthetsklasse 2) eller enkeltplanter (tetthetsklasse 2), selv om det forekommer enkelte områder med tettere forekomst.

En utfordring vi har støtt på er at det ofte ikke har vært en enkelt tetthetsklasse som har utgjort så mye som 50 % av punktene. Dette har gjort det vanskelig å definere tettheten av ålegress, i og med at «...hvis >50 % av punktene...» er en sentral del av definisjonen i klassifiseringsveilederen. Vi har løst dette ved å starte med høyeste tetthet og så inkludere så mange tetthetsklasser under dette som vi har trengt for at andelen av punktene skal nå 50 %. Dette er i tråd med tanken om «beste styrer» i arbeidet med økologisk kvalitet for lokaliteter (et arbeid som pågår i regi av Miljødirektoratet). Så har vi tatt gjennomsnittlig ålegresstetthet for alle punktene som har disse tetthetene og definert engens ålegresstetthet ut fra det. For å kunne gjøre en helhetlig vurdering av om «engen er heldekkende», om engen er «delt i mindre områder» eller lignende, så har vi sjekket resultatet fra %-beregningene basert på punktene mot inntrykket gitt ved å se punktene plottet på kart i GIS.

Definisjon på mengden begroingsalger

I henhold til klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018) skal parameteren «mengde begroingsalger» inkluderes i den nasjonale indeksen for ålegress. Dette tolker vi dithen at det er mengden trådformede (filamentøse) alger som vokser på ålegresset som inkluderes, men at trådformede som ligger på bunnen eller mellom ålegresset ikke inkluderes. Det må presiseres at når ålegresset er relativt tett så er det vanskelig å se (med undervannskamera) om de trådformede algene vokser på ålegresset eller bare ligger oppå og rundt.

Som for tettheten av ålegress skal tetthet av begroingsalger også vurderes i «midten av enga». Vi bruker derfor de samme punktene som definerte «den mest velutviklede delen av engen» til å vurdere tettheten av begroingsalger. Beskrivelsen i klassifiseringsveilederen er noe upresis og vi definerer en ålegresseng som dominert av begroingsalger (tetthetsklasse 4) når >50 % av punktene er registrert som dette. Dersom > 50 % av de registrerte punktene i engen har vanlig forekomst (15-50 %, tetthetsklasse 3) av begroingsalger, regnes det som vanlig selv om det blir registrert noen enkeltpunkter dominert av begroingsalger. Hvis >50 % av de registrerte punktene i engen består av begroingsalger tetthetsklasse 2 blir engen definert til å ha spredte forekomster av begroingsalger. Ved fravær av begroingsalger og begroingsalger av tetthetsklasse 1 defineres engen til å ha lite eller ingen forekomst av begroingsalger. Tettheten av begroingsalger slik den er registrert i felt (tetthetsklasse 1-4, der 1 er minst og 4 er mest) resulterer i en poenggiving som vist i Vedlegg 9.2.1.

Som for ålegresstetthet har vi for mengden begroingsalger hatt utfordringen med at det ofte ikke har vært en enkelt tetthetsklasse som har utgjort så mye som 50 % av punktene. Vi har løst dette ved å starte med høyeste tetthet av begroingsalger og så inkludere så mange tetthetsklasser under dette som vi har trengt for at andelen av punktene skal nå 50 %. Dette er i tråd med tanken om «verste styrer» i arbeidet med økologisk kvalitet for lokaliteter (et arbeid som pågår i regi av Miljødirektoratet). Så har vi tatt gjennomsnittlig tetthet av begroingsalger for alle de punktene som hadde minimum den tetthetsklassen vi da kom fram til og definerte mengde begroingsalger for engen ut fra det.

4.3. Bløtbunnsfauna

Tre bløtbunnsstasjoner ble prøvetatt i juni 2021; stasjon BR70 Herøyfjorden, stasjon BR12 Skinnbrokleia og stasjon BR113 Korsen.

Innsamling, analyse av fauna og sediment, beregninger og vurderinger og fortolkninger av marin bløtbunn ble utført akkreditert og iht. standardene NS-EN ISO/IEC 17025, NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19, samt internt metodokument (Tabell 5). Bløtbunnsprøvene ble innsamlet med en van Veen-grabb med prøvetakingsareal på 0,1 m². Det ble tatt fire replikate prøver til fauna. Kun grabber med tilstrekkelig volum og en uforstyrret sedimentoverflate ble godkjent. Hver grabbprøve ble visuelt beskrevet mht. sedimentets beskaffenhet, farge, lagdeling, synlige dyr og innslag av for eksempel

terrestrisk materiale, plast eller olje. Fargen beskrives vha. Munsells fargekart for jord og sedimenter. Bunnmaterialet ble siktet med sjøvann gjennom sikter med hullstørrelse på 5 mm og 1 mm, og fiksert i formaldehydløsning i sjøvann. På laboratoriet ble først dyrene sortert i hovedgrupper av fauna, og deretter artsidentifisert av spesialister på de respektive gruppene.

Prøver til analyse av sedimentets kornfordeling (0-5 cm) og innhold av totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN) (0-1 cm) ble tatt fra en grabb med uforstyrret sedimentoverflate. På laboratoriet ble kornfordeling bestemt ved at prøven ble tørket, veid, tilsatt dispergeringsmiddel og våtsiktet slik at alle partikler mindre enn 63 µm ble vasket ut. Den gjenværende prøven ble overført til en sikteoppsats med tarerte sikter med maskevidder (øverst til nederst) 2 mm, 1 mm, 500 µm, 250 µm, 125 µm og 63 µm. Etter sikting i ristemaskin ble hver sikt med sediment veid, og vekt av hver siktefraksjon beregnet i prosent. For analyse av TOC og TN veies tørr prøve inn i tinnkapsler som ble forbrent ved ca. 1800 °C. Forbrenningsgassene passerte deretter en kromatografisk kolonne, og N₂- og CO₂-gassene ble detektert i en varmetrådsdetektor. Arealet under toppene ble integrert, og integralverdiene beregnet. Resultatene regnes ut som prosent av total mengde analysert sediment.

CTD med påmontert oksygensonde ble benyttet på hver stasjon under bløtbunnsprøvetakingen.

For bløtbunnsfauna benyttes flere indekser ut fra artsmangfold og artenes grad av ømfintlighet, som inngår i en samlet nEQR-verdi (se kap. 5.3). Tilstandsvurdering er utført etter klassifiseringssystemet beskrevet i «Klassifisering av miljøtilstand i vann» (Veileder 02:2018). Tilstanden til bløtbunnsamfunn vurderes ut fra siste års resultater.

NIVA stod for innsamlingen og sorteringen av prøvene, og artsidentifiseringen ble foretatt av Akvaplan-Niva AS (enkelte mollusk-prøver) og NIVA (øvrige materiale). Analyse av TOC og TN er utført av NIVA, mens analyse av kornstørrelse er utført av Akvaplan-niva AS. Indeksregninger og vurderinger og fortolkninger er utført av NIVA. Angivelse av måleusikkerhet kan oppgis på forespørsel. Akkrediteringsnr. til NIVA er TEST 009 og Akvaplan-niva AS TEST 079 og TEST 061.

4.4. Vannmasser

I 2021 ble det utført månedlige hydrografiske og vannkjemiske målinger på stasjon VT71 Skinnbrokleia i Steinsfjorden, stasjon VR51 Korsen i Geirangerfjorden, stasjon VR31 Tilremsfjorden i Vegafjorden, stasjon VR52 Broemsneset i Namsfjorden og stasjon VR61 Frohavet Sør i Nordre Fosen. Personell fra Runde Miljøsentre stod for VT71- og VR51-målingene, mens Aqua-Kompetanse stod for VR31-, VR52- og VR61-målingene. Det ble i alt gjennomført 12 prøvetakingsrunder for alle stasjonene, på omtrent samme tidspunkt hver måned. Stasjon VT72 Herøyfjorden er en FerryBox-stasjon som inngår i Havforsuringsprogrammet.

Foreliggende rapport dekker perioden fra desember 2020 til november 2021. Målingene fortsetter i 2022. Data for 2019-2021 er brukt i klassifiseringen.

Tabell 6 viser oversikt over metodikk for parameterne i vannmassene. Med unntak av Tot-N fra vannprøver som ble analysert av Eurofins, er alle nærings salt-, TSM og klorofyll *a* prøver analysert ved NIVAs laboratorium i Oslo, som er akkreditert i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025:2017 (TEST 009). Analyser av oksygen er utført av Runde Miljøsentre AS i henhold til NS-ISO 5813. Referanser til metodikk er angitt i Tabell 5.

Profilerende målinger

Temperatur, saltholdighet, turbiditet og oksygen ble målt gjennom hele vannsøylen med en profilerende CTD-sonde (SAIV) påmontert en oksygensonde. Runde Miljøsenderet bruker en RBR-Concerto CTD-sonde siden oktober 2021. Oksygensonden gir ut både oksygenkonsentrasjon og oksygenmetning (målt i prosent). Løseligheten av oksygen i sjøvann er avhengig av temperatur, saltholdighet og trykk. Oksygenmetningen er vanligvis nær 100 % i overflaten, og lavere nedover i vannmassen. Planteplanktonets primærproduksjon produserer oksygen, og oksygenmetningen kan bli betydelig høyere enn 100 % i forbindelse med algeoppblomstringer.

Beregning av middelvei for dybdeintervallene 0-10 m

Det er tatt vannprøver på 0, 5, 10, 20 og 30 m for næringssalter, klorofyll *a* og TSM (totalt suspendert materiale). For å beregne middelvei av næringssalter og klorofyll *a* konsentrasjoner for dybdeintervallet 0-10 m, C_{0-10} , har denne formelen blitt brukt:

$$C_{0-10} = \frac{1}{3}C_z + \frac{1}{3}C_z + \frac{1}{3}C_z$$

hvor C_z er konsentrasjonen i dypet z (0, 5 og 10 m). Dette betyr at de tre øverste målepunktene får like stor vekt. En kan dermed si at målingen i 0 m representerer vannsøylen fra 0 til 3,3 m, målingen i 5 m fra 3,3 til 6,6 m og målingen i 10 m fra 6,6 til 10 m.

Planteplankton

Prøver samles på fem dyp (0, 5, 10, 20, og 30 m) og mengden klorofyll *a* bestemmes spektrofotometrisk (NS 4767) og er en indirekte metode for angivelse av algebiomasse. Klorofyll *a* mengden i algecellene påvirkes av miljøfaktorer som lysmengde, tilgang på næringssalter samt temperatur og saltholdighet (f.eks Sakshaug 1977), og kan variere med en faktor på 10 innen en art. Mengden klorofyll *a* i cellen varierer også mellom arter (0,1- 9,7 % av våtvekt, Boyer et al 2009).

For klorofyll *a* skal 90 persentilen beregnes for klassifisering av kvalitetselementet planteplankton. Det vil si den verdien hvor 10 % av målingene er høyere og 90 % av målingene er lavere. I Veileder 02:2018 står det at middelveidien fra 0, 5 og 10m skal beregnes ved bruk av formel 1, og at Excel funksjonen «percentile.inc» skal anvendes for å utregne 90 persentilen.

Planteplanktonanalysene har blitt gjort på håvtrekk (maskevidde 10 µm) og vannprøver fiksert i Lugols løsning. Vannprøvene er samlet på 5 m dyp og håvtrekket er et vertikalt trekk fra 20 til 0 m. Artene har blitt identifisert i lysmikroskop (Thronsdén et al. 2003, Tomas 1996, Jensen & Moestrup 1998, Thomsen 1992, Berard-Terriault et al. 2000, Hoppenrath et al. 2009) og kvantifisert i henhold til Utermöhls metode (Utermöhl 1958), som beskrevet i NS-EN 15972:2011. Vi bruker www.algaebase.org som taksonomisk referanse.

Siktdyp

Siktdyp ble målt ved å senke en hvit Secchi-skive ned i vannet på skyggesiden av båten. Det blir gjort ved hjelp av et snøre med meter-markeringer. Secchi-skiven blir senket sakte rett ned, mens den blir observert nøye. Når denne ikke lenger kan sees blir dyp notert. Den blir deretter sakte dratt opp til den blir synlig igjen, og dyp blir notert. Midlere siktdypsverdi rapporteres. Fargen på vannet mot Secchi-skiven ved ½ siktdyp blir også notert.

FerryBox

FerryBox-systemet er montert på tre skip langs kysten, og måler hvert minutt temperatur, salinitet, oksygen, fluorescens av klorofyll *a* og løst organisk materiale (fDOM), og turbiditet på om lag fire meters dyp langs skipets faste rute. Systemene inngår i det nasjonale infrastrukturprosjektet NorSOOP

(<https://www.niva.no/en/projectweb/norsoop>). FerryBox har også muligheter for automatisk prøvetaking av vann for videre analyse i laboratoriet. Dette utføres i Økokyst- FerryBox-prosjektet, som en del av Miljødirektoratets havforsuringsprogram, og gjøres tilgjengelig for alle Økokyst delprogrammene. I dette delprogrammet inngår data fra FerryBox-stasjonen VT72 Herøyfjorden, VT80 Djupfest, VT23 Trondheimsleia, VT45 Valset og VT22 Biologisk stasjon fra M/S Kong Harald for 2021. FerryBox-stasjonen VT72 er tatt i overgangen mellom vannforekomstene H1 og H2, se kap. 3 for nærmere forklaring.

FerryBox-systemet inkluderer sensorer for klorofyll a fluorescens. Signalet fra sensoren er en «proxy» for klorofyll a og en algekultur typisk for kystplanktonet er brukt i kalibreringen av ett masterinstrument. De individuelle sensorene er periodemessig kontrollert med «solid state» standarder mot dette masterinstrumentet. Det foretas så en årskalibrering for å fange opp sesongmessige variasjoner basert på vannprøver tatt for klorofyll a fra FerryBox stasjoner for inneværende år. Målsettingen er at klorofyll a fluorescens dataene på sikt kan brukes for klassifisering i henhold til vannforskriften. Klorofyll a fluorescens-transektene er nyttige for å se på variasjonen og representativiteten til vannprøvestasjonene.

I perioden 2017 til mars 2019 har M/S Trollfjord vært benyttet av NIVA til overvåking langs strekningen Bergen-Kirkenes, men dette skipet ble tatt ut av operasjon på grunn av COVID-19. Derfor i juni 2021 installerte NIVA et mikro-FerryBox-system på M/S Kong Harald som ble benyttet til prøvetakning av stasjoner til Økokyst FerryBox. Ved gjennomgang av data ser vi at vanninntaket på dette skipet må ha vært forurenset av skipets avløpsvann, siden noen målte konsentrasjoner er utenfor naturlig variasjon i kystvannet (rundt 44 prøver totalt). Vi har valgt å fjerne alle målinger som ble utført (både vannprøver fra lab og FerryBox sensormålinger) fra disse tidspunktene hvor det kan være kontaminering, og fra februar 2022 er FerryBox-systemet flyttet tilbake til M/S Trollfjord, og vil bli benyttet til videre prøvetakning. Det var også en hendelse i august hvor M/S Kong Harald fikk motorproblemer og måtte returnere til havn, og de tre stasjonene sør for Trondheim ikke kunne prøvetas (VT23 Blodskytodden, VT72 Herøyfjorden og VT12 Sognesjøen).

Klimaparametere

I programperioden 2021-2025 i Økokyst så er det inkludert følgende klimaparameterne på stasjon VT71 Skinnbrokleia: totalt suspendert stoff (TSM), partikulært organisk karbon, -nitrogen og -fosfor (POC, PN, PP), løst organisk karbon (DOC), farget løst organisk stoff (cDOM), lysmålinger og dyreplankton. Parameterne TSM, POC/PN/PP og DOC ble prøvetatt på fem dyp (0, 5, 10, 20 og 30 m) fra juni til november 2021. Disse parameterne analyseres akkreditert ved NIVAs laboratorium i Oslo.

Farget løst organisk stoff (cDOM) prøvetas fra samme dyp som øvrige støtteparametere (0, 5, 10, 20,30m). Vannprøven filtreres (0.2 µm) samme dag som prøvetakning og lagres mørkt og kjølig frem til analysering. NIVA analyserer cDOM spektrofotometrisk etter internasjonal anerkjent prosedyre fastsatt av International Ocean Color Coordination Group (IOCCG, 2019). Absorpsjonen av cDOM (a cDOM) bestemmes i en 10 cm kuvette mot MilliQ vann som referanse (blank) på et Cary 300 spektrofotometer, skannet mellom 350 og 900 nm og med en oppløsning på 1 nm. Måleusikkerhet for cDOM er beregnet fra tidligere studier, der den relative feil for cDOM absorpsjon er mellom 3-6 % (Harvey et al. 2015).

Lysmålingene blir utført med et hyperspektral radiometer (TriOS RAMSES) som gir data for hele lysspekteret fra 350-900 nm (med oppløsning på 3 nm), og følger internasjonalt anerkjente metoder som beskrevet av Kirk et al., 2011. Målingene gjøres samtidig med den vanlige hydrografiprøvetakningen. Undervannsensoren er montert på en ramme som senkes i sjøen på solsiden og rundt 2-3 meter fra akterenden av skipet for ikke å få skyggeeffekter fra båten. Det blir målt kontinuerlig gjennom vannsøylen ned til ca. 1 % av overflatelystet eller minimum ved 0, 2, 5, 10, 15, 20, 25 og 30 m dyp. En sensor er montert på dekk eller i masten for å måle variasjonen i lysinstrålingen under profileringen. Dette blir brukt for å normalisere lysprofilen til lik innstråling. Begge sensorer blir kalibrert mot en NIST-

standard ved NIVAs radiometriske kalibrerings-laboratorium. Lysspekteret blir integrert mellom 400 og 700 nm for å få verdien for «Photosynthetically Active Radiation» (PAR) i mikromol fotoner per kvadratmeter per sekund, som er den mengden lys som er tilgjengelig for fotosyntese for planteplankton, makroalger og ålegress. Fra lysprofilen for PAR vil vi beregne den vertikale svekningskoeffisienten til diffust nedoverrettet lys beregnet for hele vannsøylen ned til 1 % lysdypet (K_d PAR). I tillegg beregnes eufotisk dyp (Zeu) definert som 1 % lysmengde av maksimum lysinnstråling ved overflaten. K_d for andre bølgelengder av spekteret kan også beregnes.

Tabell 6. Metodikk og parametere som inngår for hydrografiundersøkelser inkl. støtteparametere og «klimaparametere» i programmet.

| Kvalitets-element | Parameter | Enhet | Metodikk prøvetaking | Metodikk analyser | Frekvens (per år) | Måletidspunkt | Matriks |
|--------------------|--|----------------------|--------------------------------|--|-------------------|---------------|--|
| Temperaturforhold | Temperatur | °C | In situ | NS 9425-3 sonde | 12 | Månedlig | Vannmasser : ICES standard-dyp (se kapittel 6) |
| Salinitet | Salinitet | | In situ | NS 9425-3 sonde | 12 | Månedlig | |
| Oksygenforhold | Oppløst oksygen | ml O ₂ /l | In situ | NS-ISO 5813/sonde | 12 | Månedlig | |
| Turbiditet | Turbiditet | FNU | In situ | NS 9425-3 sonde | 12 | Månedlig | |
| Næringssaltforhold | Total fosfor (Tot-P) | µg P/l | OSPAR 1997-2 (JAMP guidelines) | Skalar autoanalysator, Intern metode basert på NS 4725 | 12 | Månedlig | |
| | Fosfat (PO ₄ -P) | µg P/l | | Skalar autoanalysator, Intern metode basert på NS 4724 | 12 | Månedlig | |
| | Total nitrogen (Tot-N) | µg N/l | NS-ISO 5667-9:1992 | Skalar autoanalysator, automatisert NS 4743 | 12 | Månedlig | |
| | Nitrat + Nitritt (NO ₃ +NO ₂ -N) | µg N/l | | Skalar autoanalysator, Intern metode basert på NS 4745 | 12 | Månedlig | |
| | Ammonium (NH ₄ -N) | µg N/l | | Skalar autoanalysator, Intern metode | 12 | Månedlig | |
| | Silikat (SiO ₃ -Si) | µg Si/l | | Skalar autoanalysator, Intern metode basert på NS-EN ISO 16264 | 12 | Månedlig | |
| Siktdyp | Siktdyp | Meter | Secchi-skive | | 12 | Månedlig | |
| POC/PN* | Partikulært organisk karbon, partikulært nitrogen | µg C/l µg N/l | NS-ISO 5667-9:1992 | Intern metode | Opsjon | Opsjon | |
| PP* | Partikulært fosfor | µg P/l | | Skalar autoanalysator, Intern metode basert på NS 4725 | Opsjon | Opsjon | |

| Kvalitets-element | Parameter | Enhet | Metodikk prøvetaking | Metodikk analyser | Frekvens (per år) | Måletids-punkt | Matriks |
|-------------------|--------------------------------|---|---|--|-------------------|----------------|---|
| TSM* | Totalt suspendert materiale | mg/l | NS-ISO 5667-9:1992 | Intern metode basert på NS 4733 | Opsjon | Opsjon | Vannmasser: ICES standard-dyp (se kapittel 6) |
| DOC* | Løst organisk karbon | mg/l | | NS-EN ISO 1484 | Opsjon | Opsjon | |
| cDOM* | Farget løst organisk materiale | m ⁻¹ | | IOCCG, 2019 | Opsjon | Opsjon | |
| Lys* | Lyssvekningskoeffisient | m ⁻¹ | In situ | Måling med TriOS RAMSES lyssensorer | Opsjon | Opsjon | Profil |
| Planktonalger | Klorofyll <i>a</i> | µg/l | NS 4767 | Spektrofotometer, NS 4767 | 12 | Månedlig | 5 dyp (0, 5, 10, 20, 30 m) |
| Planktonalger | Arts-sammensetning | Taxa, antall celler/l | NS-EN 15972:2011 | NS-EN 15972:2011 | 12 | Månedlig | 1 dyp (5m), vertikalt håvtrekk 30-0 m |
| Dyreplankton* | Arts-sammensetning | Taxa, antall dyr/m ² og m ³ . Biovolum (mL/m ²) | Planktonhåv (WP2 utstyrt med 180 µm nett) | Identifikasjon og telling av arter i lupe. | 12 | Månedlig | 200 m – 0m og 1300 m – 0 m vertikalt |

*Målt på en stasjon

Dyreplankton

For 2021 har det blitt innsamlet og opparbeidet dyreplanktonprøver ved stasjon VT71 Skinnbrokleia f.o.m april t.o.m. november. Dyreplanktonprøvene opparbeides etter en standard metode (Harris m.fl. 2000, Hassel m.fl. 2013) slik at det er mulig å sammenligne trendene ikke bare innad på stasjonen, men også med de andre klimastasjonene til Økokyst, og andre tidsserier i Europa. Dyreplanktonet blir identifisert til laveste taksonomiske nivå slik at mulige fremmede arter også kan plukkes opp.

I felt tas dyreplankton-prøver med en WP2-håv med 180 µm maskevidde (HydroBios, Kiel, 0,57m² åpningsring). Håven senkes til ønsket dyp (60 m for stasjonen VT71 Skinnbrokleia) og trekkes til vannoverflaten med en hastighet på 0,5 m/s. Om bord blir enden av håven forsiktig skylt med saltvann og innholdet overført til en bøtte. Store ribbemaneter og maneter plukkes ut og dokumenteres med bilder og måles til volum. Resten av prøven blir filtrert på 180 µm, overført til en eller flere prøveflasker og fiksert på sjøvann med 4 % formaldehyd. På laben skylles prøvene i minimum én time på en 180 µm sil for å fjerne formalin før man måler biovolum av hele prøven. Eventuelle store individer plukkes ut og måles separat (hydrozoer, krill, amfipoder, osv.). Målesylinderen med dyreplankton står på et rolig og stabilt sted i 20-24 timer før biovolum avleses i milliliter.

Når prøven skal identifiseres og telles splittes spesielt tykke prøver med en Motoda-planktonsplitter. Hele prøven eller splittet prøve fortynnes så til et kjent volum (200-1800 mL) i et målebeger. Grad av fortykning avhenger av tykkelsen på prøven. Av fortynnet prøve tas det ut randomiserte underprøver på 4 mL med en finn-pipette. Underprøver tas frem til minst 600 individer er talt (se beskrivelse nedenfor).

Alle dyrene i underprøven identifiseres og telles under stereolupe. Telling og identifisering av dyrene skjer i en stereolupe ved bruk av standard nomenklatur i World Register of Marine Species (WoRMS, <https://wormbase.org/>). Det telles minst 300 individer av de mest dominante organismene, og 300 av de

mindre vanlige organismene. Deretter tas det 3-5 sub-samples til for å registrere sjeldne organismer. Antall organismer ble standardisert til ind./m² med den antagelsen at håven filtrerte fullstendig effektivt.

5. Biologiske kvalitetselementer

Vannforskriftens klassifiseringssystem er beskrevet i Veileder 02:2018. Hovedprinsippet er at økologisk tilstand i vann skal klassifiseres på grunnlag av biologiske kvalitetselementer. For marint miljø er de biologiske kvalitetselementene planteplankton, bunndyr, makroalger og ålegress. Fysisk-kjemiske parametere skal benyttes som støtteparametere. For hvert kvalitetselement er det utviklet metoder som angir i hvor stor grad den økologiske tilstanden avviker fra naturtilstanden, og klassifiseringen gjøres på grunnlag av graden av avvik. Planteplankton og støtteparametere har blitt undersøkt årlig i Ulsteinvikområdet siden 2013 og i Geirangerfjorden siden 2017, mens bløtbunnsfauna og makroalger i hovedsak har fulgt den treårige syklusen, riktignok med noe hyppigere prøvetaking enkelte år.

5.1. Makroalger

Makroalger er synlige, fastsittende alger som vokser på fast substrat eller på andre alger eller dyr. De har ikke mulighet for å forflytte seg dersom miljøtilstanden skulle bli dårlig og er derfor gode indikatorer på forholdene de lever under. Fastsittende alger vokser på steder hvor miljøforholdene tillater det og der de klarer seg i konkurranse med andre arter. De finnes i soner fra øvre del av fjæresonen og ned til nederste voksedyp, normalt begrenset av tilgang på lys. Artssammensetning og sonering varierer med forhold som lys, temperatur, saltholdighet, bølgeeksponering, strøm og næringstilgang. Økning i konsentrasjonen av næringssalter påvirker algeveksten og artssammensetning i fjordens algesamfunn. En situasjon med overgjødning kan føre til at hurtigvoksende trådformede alger, som raskt kan ta opp og utnytte næringssalter til vekst, får større utbredelse på bekostning av flerårige alger (Moy og Christie 2012). Økt mengde partikler i vannet reduserer lystilgangen slik at alger ikke kan vokse like dypt som i klart vann. Høy tilførsel av organisk materiale og partikler som sedimenterer på bunnen vil hindre alger i å bunnslå og spire.

Artssamfunnene av makroalger ligger til grunn for beregningen av indekser og klassifisering av økologisk tilstand (Veileder 02:2018). For makroalger har vi per i dag to indekser (Fjæresamfunn – RSLA/RSL og Nedre voksegrenseindeksen – MSMDI) som benyttes i forskjellige regioner og vanntyper (Veileder 02:2018) samt kombinasjonsindeksen (komboindeksen) som per i dag er under utvikling og enda ikke tatt inn i klassifiseringen av tilstand. Fjæresamfunn – RSLA/RSL-indeksen er godkjent for Norskehavet Sør og benyttet for vurdering av økologisk tilstand i dette delprogrammet. Indeksverdier er beregnet for hver stasjon, og sammenliknet med resultatene for 2017.

5.1.1. Klassegrenser og EQR-verdier

Fjæreindeksen, RSLA/RSL (Reduced Species List with Abundance/Reduced Species List), er en multimetrisk indeks som inneholder informasjon om antall arter som forekommer i fjæra, forhold mellom grupper og typer av arter, samt en normalisering av artsrikheten mot fjæras fysiske egenskaper ved hjelp av en normaliseringsfaktor (fjærepotensialet). Normaliseringen gjøres ut fra kunnskapen om at det på stasjoner med glatt fjell kan forventes å finne færre arter enn på stasjoner med f.eks. oppsprukket fjell, store steiner osv., det vil si stasjoner med et høyere habitatmangfold (Veileder 02:2018). Det er utviklet forskjellige klassegrenser for indeksene avhengig av vanntype. For RSLA er det utarbeidet klassegrenser og artslistene for bruk i vanntypene 1 (Åpen eksponert kyst), 2 (Moderat eksponert kyst/fjord) og 3 (Beskyttet kyst/fjord). Her inngår også abundans, som defineres som prosent dekningsgrad eller forekomst etter en semikvantitativ skala. Klassegrenser er gitt i Vedlegg (kapitel 12.1).

I ferskvannspåvirkete fjorder gjelder foreløpig en eldre indeks, RSL, med noen andre klassegrenser og artslistene for vanntype 4 (Ferskvannspåvirket beskyttet fjord) og 5 (Sterkt ferskvannspåvirket fjord). Abundans inngår ikke som parameter i RSL-indeksen (Veileder 02:2018).

Prosedyren for å beregne tilstand på en stasjon er å beregne EQR (Ecological Quality Ratio) for flere parametere, som til slutt går inn i en samlet nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) for stasjonen. EQR og nEQR-verdier beregnes etter en gitt metode (se Veileder 02:2018) og varierer fra 0 («svært dårlig») til 1 («svært god»). For å tilfredsstille kravene i vannforskriften må det oppnås en nEQR over 0,6 (grenseverdien mellom «god» og «moderat» tilstand). Ett års data er tilstrekkelig for klassifisering av makroalger (Veileder 02:2018).

5.1.2. Klassifiserte resultater

Overvåking av bunnsamfunn er rullerende med undersøkelser hvert tredje år. Hardbunnstasjonen HR154 Kvitneset og HR155 Syltavika i Geirangerfjorden ble sist undersøkt i 2018, mens hardbunnstasjonene HR46 Vikane og HR49 Dimnanes ved Ulsteinvik ble sist undersøkt i 2019.

For de to stasjonene i Geiranger viser beregning av fjæreindeksen (RSL) «god» tilstand på stasjon HR154 Kvitneset og «svært god» tilstand på stasjon HR155 Syltavika i 2021 (Tabell 7). Artssamfunnet på stasjon HR154 Kvitneset var fattig. Delparameteren som reflekterer det totale artsantallet («sum antall alger») på stasjonen er i «moderat» tilstandsklasse og derfor trekkes samlet tilstand ned fra «svært god» til «god».

For de to stasjonene ved Ulsteinvik viser beregning av fjæreindeksen (RSLA) «svært god» tilstand på stasjon HR46 Vikane og «god» tilstand på grensen til «svært god» på stasjon HR49 Dimnanes i 2021 (Tabell 7). Forekomsten av grønnalger var noe høy på stasjon HR49 Dimnanes og gir «moderat» tilstand for delparameteren «sum forekomst grønnalger». Øvrige delparametere er innenfor tilstandsklasse «svært god» eller «god».

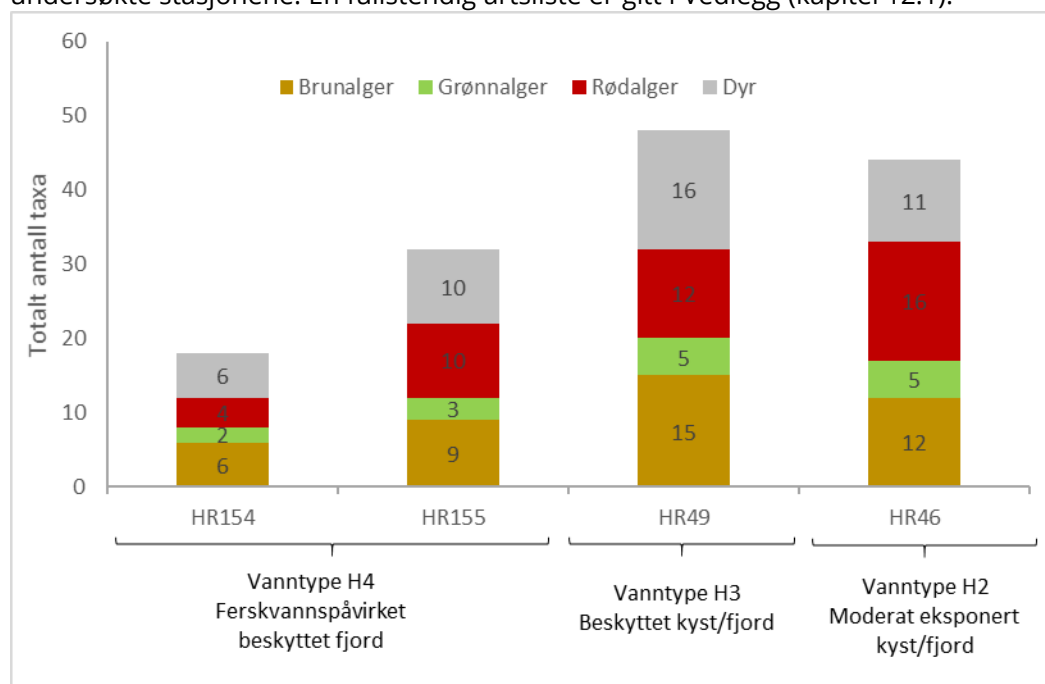
Klassegrenser benyttet for klassifiseringen er vist i Vedlegg (kapitel 12.1).

Tabell 7. RSL/RSLA-indeks for makroalger i fjæresonen i 2021 (Veileder 02:2018). Skraverte felt betyr at det ikke er utarbeidet klassegrenser for tilstandsklassifisering av de delparameterne i disse vanntypene. Blanke felt betyr at antall arter registrert på stasjonen var lavere enn nedre grense for beregning av delparameteren.

| Stasjonsnummer og navn | År | EQR | | | | | | | | | nEQR | Tilstandsklasser |
|------------------------|------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|--|------|------------------|
| | | Sum antall alger | % andel rød-alger | forhold ESG1/EGS2 | % andel grønn-alger | % andel opport-unister | sum forekomst grønnalger | sum forekomst brunalger | % andel brun-alger | | | |
| HR154 Kvitneset | 2021 | 0,51 | | | 0,87 | 0,9 | | | | | 0,76 | I. Svært god |
| HR155 Syltavika | 2021 | 0,81 | 0,85 | 0,86 | 0,89 | 0,71 | | | | | 0,82 | II. God |
| HR46 Vikane | 2021 | 0,75 | 0,83 | 0,82 | 0,89 | 0,74 | 0,89 | 0,85 | | | 0,82 | III. Moderat |
| HR49 Dimnanes | 2021 | 0,78 | 0,76 | 0,89 | 0,83 | 0,89 | 0,49 | 0,83 | 0,82 | | 0,79 | IV. Dårlig |
| | | | | | | | | | | | | V. Svært dårlig |

5.1.3. Forekomst av alger og dyr i fjæresonen

Figur 3 viser stasjonsvis fordeling av antall taxa alger (brun-, grønn-, og rødalger) og dyr registrert i fjæreundersøkelser i 2021. Til sammen er det registrert 48 taxa makroalger og 22 taxa dyr på de undersøkte stasjonene. En fullstendig artsliste er gitt i Vedlegg (kapitel 12.1).

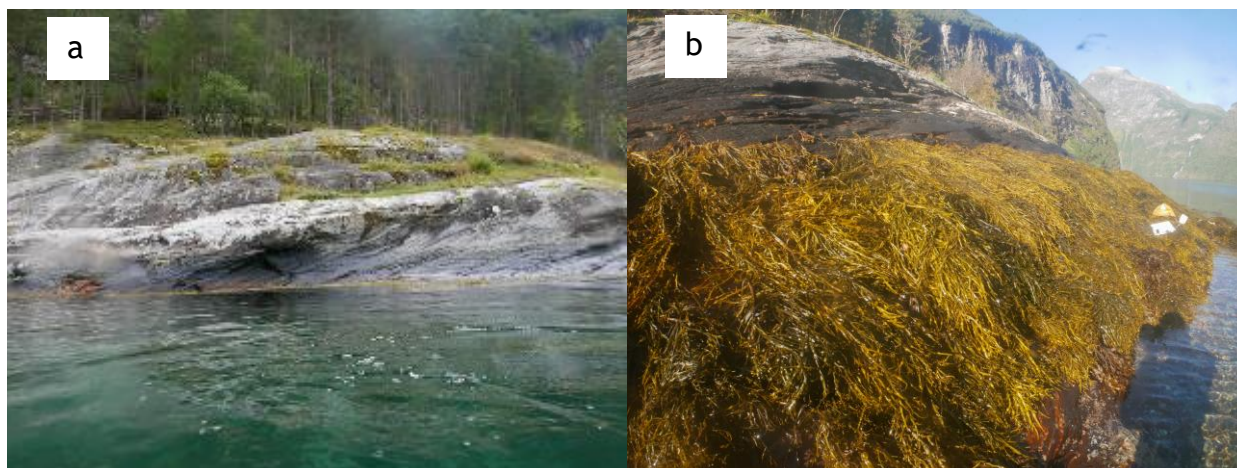


Figur 3. Forekomst av makroalger og bentiske dyr på fjæresonestasjonene undersøkt i 2021. Stolpene er delt opp i brunalger (brun), grønnalger (grønn), rødalger (rød) og dyr (grå). Tallene i midten av stolpene viser antall arter/taxa registrert innen hver gruppe.

En beskrivelse av fjæresonen på de fire stasjonene følger nedenfor. Der det ble registrert dominerende vegetasjonssoner i fjæra, er vertikalutbredelsen av sonene oppgitt i antall centimeter.

HR154 Kvitneset (Geirangerfjorden)

Stasjonen ligger i vanntype H4 Ferskvannspåvirket fjord innerst i Geirangerfjorden og er nordvendt. Fjæresonen består av skrånende, glatt fjell med ca. 60 graders helning. Blæretang (*Fucus vesiculosus*) er å finne i spredte forekomster, mens grisetang (*Ascophyllum nodosum*) dominerer innenfor et ca. 330 cm bredt belte ned mot sjøsonen. Dyresamfunnet var relativt fattig og fjærerur (*Semibalanus balanoides*) og blåskjell (*Mytilus* sp.) hadde høyest forekomst blant dyrene. Substratet nedenfor tangbeltet var bart og antagelig beitet av kråkeboller. Totalt ble det registrert 12 algetaxa (fire rød-, seks brun- og to grønnalgetaxa) og seks dyretaxa på stasjonen. Figur 4 viser bilder fra stasjon HR154 Kvitneset.



Figur 4a. Oversiktsbilde av HR154 Kvitneset med bratt skrånende fjell i fjæresonen. b. Et bredt belte av grisetang dominerer fjæresonen (foto: NIVA).

HR155 Syltavika (Geirangerfjorden)

Stasjonen ligger i vanntype H4 Ferskvannspåvirket fjord ved Syltavika i Geirangerfjorden og er nordvendt. Fjæresonen er slakt skrånende (ca. 30 graders helning) og er dekket av kampestein og mindre stein på fjell. Grisetang dominerte sammen med blæretang innenfor et 290 cm bredt belte. Dyresamfunnet var variert, men artene forekom hovedsakelig kun med spredte forekomster. Strandsnegl (*Littorina saxatilis* og *L. littorea*), blåskjell (*Mytilus* sp.) og fjærerur (*Semibalanus balanoides*) var blant dyrene som ble observert. Totalt ble det registrert 22 algetaxa (10 rød-, 9 brun- og 3 grønnalgetaxa) og 10 dyretaxa på stasjonen i 2021. Figur 5a og b viser bilder fra stasjonen.

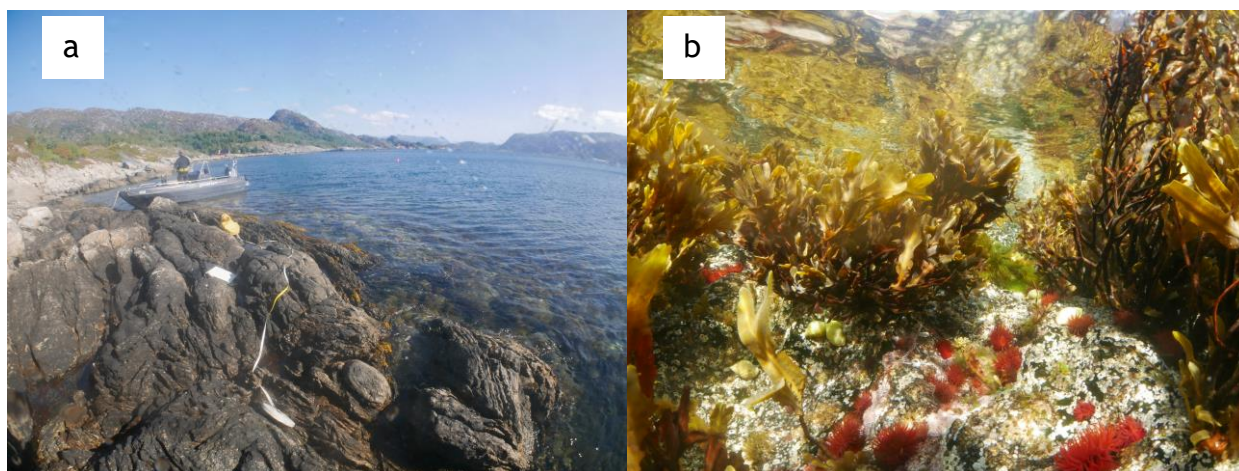


Figur 5a. Oversiktsbilde av HR155 Syltavika med store stein i fjæresonen. b. Et bredt belte med grisetang dominerte i nedre del av fjæresonen (foto: NIVA).

HR46 Vikane (Herøyfjorden)

Stasjonen er sørvestvendt og ligger i vanntype H2 Moderat eksponert kyst/fjord. Fjæresonen består av skrånende (ca. 30 graders helning) oppsprukket fjell med små fjærepytter. Fjærerur (*Semibalanus balanoides*) dominerte i supralittoralen (øverst i fjæresonen) avløst av tangbelter med tydelig sonering. Sauetang (*Pelvetica caniculata*) dominerte i et 90 cm bredt belte øverst i supralittoralen, etterfulgt av en 270 cm bred vegetasjonssone med blæretang (*Fucus vesiculosus*). Dominerende forekomster av sagtang (*Fucus serratus*) var å finne i nedre del av tidevannssonen og øvre sublittoral (sjøsonen) og utgjorde et ca. 250 cm bredt belte.

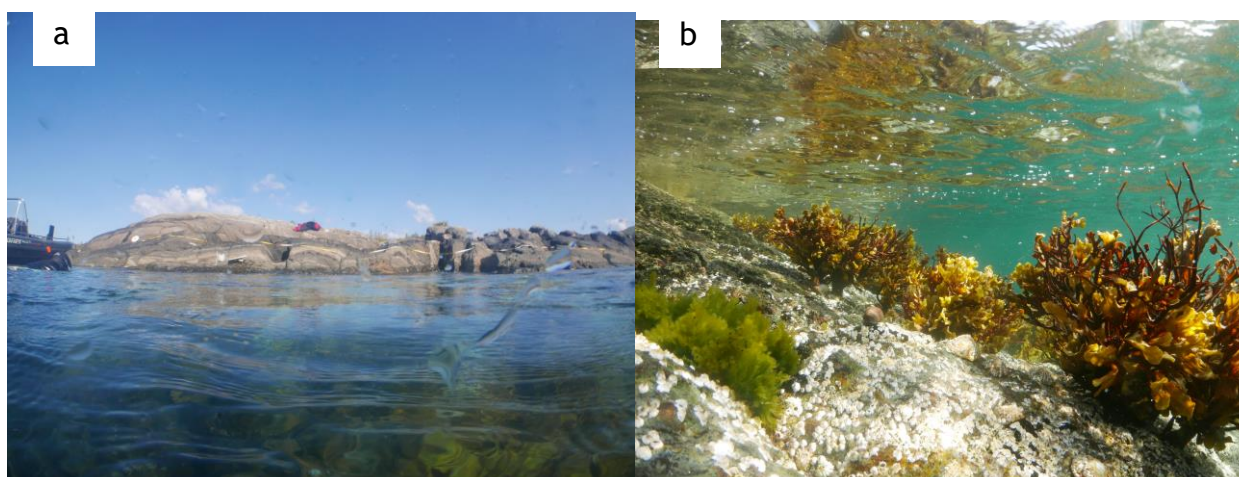
Figur 6a og b (neste side) viser bilder fra stasjon HR46. Totalt ble det registrert 33 algetaxa (16 rød- 12 brun- og 5 grønnalgetaxa) og 11 dyretaxa på stasjonen.



Figur 6a. Oversiktsbilde av HR46 Vikane med oppsprukket, skrånende fjell i fjæresonen. b. Dominerende forekomster av fjærerur, røde sjøroser (*Hesteaktinier / Actinia equina*), purpursnegl (*Nucella lapillus*) og blæretang er blant artene som kan sees på bildet (foto: NIVA).

HR49 Dimnanes (Steinsfjorden)

Stasjonen ligger i vanntype H3 Beskyttet kyst/fjord og er sørvendt. Substratet består av oppsprukket fjell med ca. 40 graders helning og med små fjærepytter. I supralittoralen dannet fjærerur og juvenil rur dominerende forekomster. Tangbeltene i fjæresonen var dominert av blæretang som utgjorde et ca. 170 cm bredt belte, og sagtang som utgjorde et ca. 120 cm bredt belte. Sauetang (*Pelvetica canaliculata*), grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og sukkertare (*Saccharina latissima*) ble observert i spredte forekomster. Figur 7a og b viser bilder fra stasjon HR49. Totalt ble det registrert 32 algetaxa (12 rød- 15 brun- og fem grønnalgetaxa) og 16 dyretaxa på stasjonen.



Figur 7a. Oversiktsbilde av HR49 Dimnanes med oppsprukket, skrånende fjell i fjæresonen. b. Littoralsonen er tydelig dominert av fjærerur. Spredte forekomster av blæretang, grønnalgen vanlig grønn dusk (*Cladophora rupestris*), purpursnegl og albuesnegl kan sees på bildet (foto: NIVA).

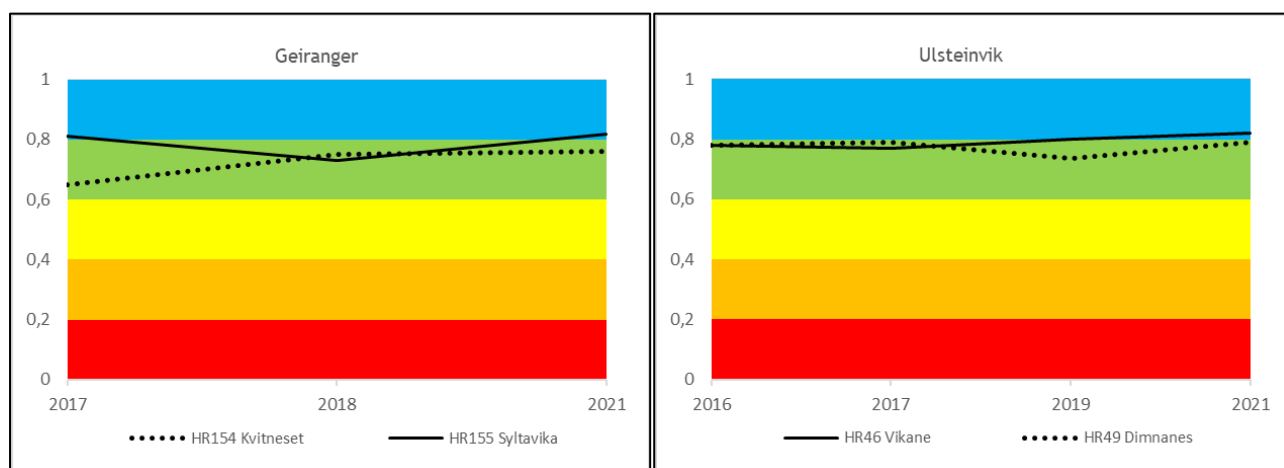
5.1.4. Utvikling over tid

Stasjonene HR154 Kvitneset og HR155 Syltavika i Geirangerfjorden har blitt undersøkt to ganger tidligere; i 2017 og 2018. Tilstanden i fjæresonen har variert lite gjennom undersøkelsesperioden. Ved HR154 Kvitneset har fjæresonen vist uforandret «god» tilstand med en svak bedring (økning i nEQR-

verdi) gjennom overvåkingsperioden. Ved stasjon HR155 Syltavika har nEQR-verdien for fjæreindeksen ligget på grensen mellom «god» og «svært god» tilstand gjennom overvåkingsperioden og tilstanden har variert mellom disse to tilstandsklassene.

Stasjonene HR46 Vikane og HR49 Dimnanes i Ulsteinvik har blitt undersøkt tre ganger tidligere; i 2016, 2017 og 2019, og nEQR-verdiene for fjæreindeksen har variert lite gjennom undersøkelsesperioden. Tilstanden ved stasjon HR49 Dimnanes har vært uforandret «god» over tid, mens tilstanden ved stasjon HR46 Vikane har blitt klassifisert som «svært god» i 2019 og 2021, med nEQR-verdier på grensen mot «god» tilstand.

Tidsutviklingen for fjæreindeksen (RSL/RSLA) for de fire hardbunnstasjonene er vist i Figur 8.



Figur 8 Tidsutvikling for fjæreindeksen for stasjonene HR154, HR155, HR46 og HR49 i tidsrommet 2016-2021. Linjene viser variasjon i nEQR-verdi over tid og farge angir tilstandsklasse (veileder 02:2018).

5.1.5. Komboindeksen

I 2017 ble det lansert et forslag om en ny klassifiseringsindeks for makroalger, komboindeksen, se rapport M-788 (Gundersen et al. 2017). Siden dette er en ny indeks som ikke er utprøvd i tilstrekkelig grad ennå, er det besluttet at den ikke skal tas inn i klassifiseringssystemet, men prøves ut gjennom Miljødirektoratets overvåkingsprogram ØKOKYST. Komboindeksen gjelder for påvirkningstypen eutrofi, og baserer seg på registreringer i fjæresonen i kombinasjon med enkle registreringer i sjøsonen med droppkamera. Undersøkelser hvor tilstandsklassifisering av lokaliteter gjøres på bakgrunn av kun fjæresoneundersøkelser (RSL/RSLA) har vist at indeksen kan klassifisere bedre tilstand på lokaliteten enn de biologiske forholdene litt dypere i sjøsonen tilsier.

I komboindeksen skal fjæreindeksen (RSLA/RSL) beregnes, samt tre uavhengige parametere for sjøsonen:

1. nedre voksedyp for stortare (*Laminaria hyperborea*)
2. nedre voksedyp for opprette rødalger
3. dybdeutstrekning/dybdeomfang av eventuelle masseforekomster av trådformete alger.

Fra droppkameraregistreringen benyttes det dypeste enkeltfunn fra replikatene til å beregne delparameterne «Nedre voksedyp for stortare» og «Nedre voksedyp for opprette rødalger». Det replikaket med størst dybdeutstrekning av trådformete alger benyttes for å beregne delparameteren «Dybdeutstrekning av masseforekomster av trådformete alger». En felles EQR for sjøsonen beregnes som et gjennomsnitt av de tre delparameterne. Dersom én eller to av delparameterne i sjøsonen ikke er målbar, kan komboindeksen fremdeles beregnes på bakgrunn av den/de eksisterende, men utsagnskraften vil da bli mindre.

5.1.6. Klassifiserte resultater komboindeksen

Tre replikate registreringer ble gjennomført på hver stasjon og dypeste nedre voksedyp for stortare og opprette rødalger ble benyttet for beregning av komboindeksen. Det ble korrigert for tidevannsforskjeller ved undersøkelsestidspunktet ved at sjøkartnull (som tilsvarer laveste astronomiske tidevann) er benyttet som referansedyp og vannstand over sjøkartnull er trukket fra ved beregning av komboindeksen.

Stasjonene HR155 Syltavika og HR154 Kvitneset er begge lokalisert i vanntype H4 «Ferskvannspåvirket beskyttet fjord». Ettersom det ikke er utarbeidet klassegrenser for «nedre voksedyp for stortare» i vanntype 4 i økoregion Norskehavet Sør, er klassegrenser for Nordsjøen Nord benyttet for beregning av EQR stortare. For parameteren «opprette rødalger» er det kun utarbeidet klassegrenser for vanntype 1-3, og klassegrenser for Norskehavet Sør (vanntype 3) er benyttet for beregning av EQR opprette rødalger.

Ved stasjon HR155 Syltavika var det lite algevegetasjon dypere enn 20 meter. Nedre voksedyp for rødalger ble registrert ved 28 meters dyp og tyder på at andre faktorer enn lys begrenser algeveksten. Kun enkeltfunn av stortare ble observert mens sukkertare ble observert med spredt forekomst fra ca. 13 meters dyp og er antagelig bedre tilpasset de fysiske forholdene ved lokaliteten. Fra ca. 10 meters dyp ble det observert spredte forekomster av fintrådige alger på bunnen og på sukkertaren, men det ble ikke registrert masseforekomster (>50 % dekke) av trådalger. Mens fjæresonen ved stasjonen oppnår «svært god» tilstand ved beregning av fjæreindeksen, vurderes tilstanden basert på komboindeksen kun som «god» og det er delparameterne «EQR stortare» og «EQR nedre voksedyp for rødalger» som trekker tilstanden ned. Isolert for sjøsonen ligger EQR-verdien på grensen mellom «god» og «moderat» tilstand (EQR = 0,60, Tabell 8)

Algevegetasjon var svært glissen i sjøsonen ved stasjon HR154 Kvitneset, trolig som resultat av beitetrykk fra kråkeboller. Tettheten av den langpiggede kråkebollen *Echinus acutus* var stedvis høy. Det ble kun gjort noen få observasjoner av rødalger gjennom transektene, og stortare ble kun observert enkeltvis ved en av de tre droppkameratransektene. Nedre voksedyp for rødalger og stortare ble registrert ved hhv. 21 og 16 meters dyp. Det ble ikke observert masseforekomster av trådalger ved stasjonen. Tilstandsberegning for sjøsonen er basert på delparameterne «EQR stortare» og «EQR nedre voksedyp for rødalger» og viste «moderat» tilstand (se EQR sjøsoner i Tabell 8). Ettersom komboindeksen beregnes som gjennomsnittsverdien av EQR-verdien for sjøsoner og fjæresoner, viser komboindeksen samlet «god» tilstand for stasjonen (Tabell 8). Tilstanden beregnet for komboindeksen samsvarer dermed med tilstanden som ble beregnet for stasjonens fjæresone, som også viste «god» tilstand basert på fjæreindeksen (Tabell 7).

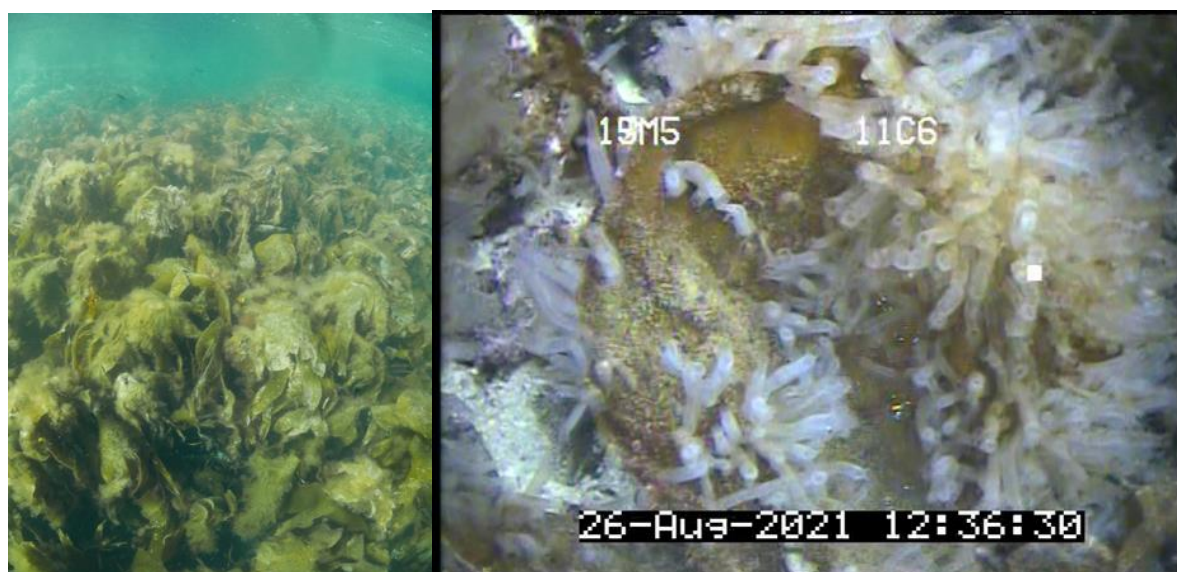
Ved HR46 Vikane ble voksedypet for rødalger registrert dypere enn 30 meter og tilsier at lysforholdene ved stasjonen er «svært gode». Det ble funnet tette forekomster av stortare, men plantenes biologiske kvalitet fremstod som «dårlig». Tarebladene var dekket av et tett teppe med påvekstorganismer og var delvis nedslammet (Figur 9). Dybdeintervallet hvor masseforekomster av trådalger (>50 % dekke) ble registrert utgjorde ca. 13 meter, og stasjonen viser dermed «svært dårlig» tilstand for delparameterne «EQR trådalger». For de to øvrige delparameterne («EQR stortare» og «EQR nedre voksedyp for rødalger») oppnår stasjonen «svært god» tilstand. Isolert for sjøsonen ligger EQR-verdien på grensen mellom «god» og «moderat» tilstand (EQR = 0,60, Tabell 8) mens samlet vurderes tilstanden som «god» basert på komboindeksen (EQR = 0,71, Tabell 8). Stasjonen havner dermed i en lavere tilstandsklasse for komboindeksen enn for fjæreindeksen, som viser «svært god» tilstand (Tabell 7).

Også ved stasjon HR49 Dimnanes ble det registrert betydelig trådalgevekst på tareplantene fra ca. 6 m dyp og inn mot tangbeltet (1-2 m dyp). Dypere i sjøsonen var tareplantene også begrodd, men i større grad av filtrerende dyr, som sekkedyr, mosdyr og hydroider (Figur 9). Høye forekomster av filtrerende

organismer kan tyde på at partikkelkonsentrasjonen i vannet er høy, mens trådalgevekst i større grad indikerer høye næringssaltnivåer. På tross av at stasjonen HR49 Dimnanes viser «svært dårlig» tilstand for delparameteren «EQR trådalger», oppnår stasjonen samlet «god» tilstand basert på komboindeksen og "god" tilstand i fjæresonen basert på fjæreindeksen (Tabell 7). I likhet med stasjonene HR155 Syltavika og HR49 Dimnanes ligger EQR-verdien for sjøsonen på grensen mellom «moderat» og «god» tilstand (EQR = 0,60, Tabell 8) og det er de dype observasjonene av stortare og rødalger som trekker opp tilstanden i sjøsonen på stasjon HR49 Dimnanes, til tross for masseforekomster av trådalger i de grunne delene av stasjonen.

Tabell 8. Komboindeksen for makroalger i 2021. Skraverte felt betyr at det ikke er utarbeidet klassegrenser som er godkjent i klassifiseringssystemet.

| Stasjonsnummer og navn | År | EQR | | | | nEQR Komboindeks | Tilstandsklasser |
|------------------------|------|--------------|-----------------------|---------------|-------------|------------------|------------------|
| | | EQR stortare | EQR opprette rødalger | EQR trådalger | EQR sjøsone | | |
| HR154 Kvitneset | 2021 | 0,40 | 0,60 | | 0,50 | 0,63 | I. Svært god |
| HR155 Syltavika | 2021 | 0,40 | 0,80 | | 0,60 | 0,71 | II. God |
| HR46 Vikane | 2021 | 0,80 | 1,00 | 0,00 | 0,60 | 0,71 | III. Moderat |
| HR49 Dimnanes | 2021 | 1,00 | 0,80 | 0,00 | 0,60 | 0,69 | IV. Dårlig |
| | | | | | | | V. Svært dårlig |



Figur 9. Stortare nedgrodd av trådalger ved 1 m dyp på stasjon HR46 Vikane (venstre bilde) og stortare nedgrodd av sekkedyr ved 19,5 m dyp på stasjon HR49 Dimnanes.

Klassegrenser og referanseverdier for komboindeksen er oppgitt i Tabell 21-24 i Vedlegg, mens fullstendig beskrivelse av felt- og beregningsmetodikk er gitt [her](#). Registrerte feltobservasjoner er oppsummert i Tabell 25 i Vedlegg.

5.2. Ålegress

Sjøgress er angiospermer (frøplanter) som i mange land benyttes som indikator på tilstanden i bløtbunnsområder med relativt lav vannutskiftning (pga. lav bølgeeksponering). I Norge er det vanlig ålegress (*Zostera marina*) som er regnet som mest egnet, da dette er den sjøgressarten som lager store enger og vokser i alle økoregioner. Ålegress vokser på bløtbunn, på alt fra sandbunn til områder med mer mudder, i relativt bølgebeskyttede områder. Ålegress skiller seg fra tang og tare ved at de har et rotsystem i sedimentet til næringsopptak. Arten kan danne store eller små enger, har viktig økologisk funksjon (Christie m. fl. 2017) av stor betydning for produksjon og biologisk mangfold langs kysten, inkludert for fisk og sjøfugl. Ålegress leverer også en rekke økosystemtjenester, inkludert beskyttelse mot erosjon, karbonbinding- og lagring, oksygenering av bunnen og næringsopptak.

I Nasjonalt program for kartlegging av biologisk mangfold – kyst ble ålegressenger prioritert feltkartlagt i perioden 2007-2019 (Bekkby m. fl. 2020) og engene slik de er avgrenset i dette kartleggingsprogrammet ligger tilgjengelig i fagsystemet Naturbasen. Ålegress er også inkludert på listen over forvaltningsrelevante naturtyper (Bekkby m. fl. 2021) og er på OSPARs liste over truede og nedadgående naturtyper. En av de største truslene mot ålegress er eutrofi, noe som fører til økt vekst av fintrådig alger og dårlige forhold for både ålegresset og alle de tilhørende artene. I Vannforskriften benyttes ålegressenger som en indikator på eutrofiering og organisk belastning, da den vokser på områder/vann typer med lav vannutskiftning, noe som potensielt gjør disse engene følsomme for eutrofiering. Ålegress kan anses på ha en rolle på bløtbunn tilsvarende den rollen makroalgene har på hardbunn.

5.2.1. Klassegrenser og EQR-verdier

Klassifiseringsindeksen for ålegress inneholder tre parametere:

1. Nedre voksegrense
2. Tetthet av ålegress
3. Mengden begroingsalger

Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018) beskriver disse parameterne og hvordan disse skal måles. Tolkningen (der det har vært behov for det) og operasjonaliseringen av disse parameterne er beskrevet i metodekapittelet.

Basert på disse parameterne beregnes ålegressindeksen (EQR, vannkvalitet) etter formelen (hentet fra klassifiseringsveilederen):

$$EQR = \left\{ \left[\frac{0,5 \times \text{poeng nedre voksegrense}}{5} \right] + \left[\frac{0,3 \times \text{poeng tetthet}}{4} \right] + \left[\frac{0,2 \times \text{poeng areal uten filamentøse alger}}{4} \right] \right\}$$

5.2.2. Beskrivelse av forekomstene og klassifiserte resultater

Tabell 9 viser feltregistrering av nedre voksegrense, ålegressets tetthet, ålegressets høyde, mengden begroingsalger, EQR-verdier og tilstandsklassifisering for de to stasjonene i Indre Fosen i Region Norskehavet sør. Det er viktig å notere at ålegressengen i Sundsbukta (ZR9) ikke kunne defineres som en eng, da den kun besto av små flekker med ålegress i et område med stein, grus, tang og tare. Tabell 9 viser feltregistrerte egenskaper ved denne engen. I og med at vi mener at denne ikke er egnet som referansestasjon eller for videre overvåking er ikke EQR regnet ut for denne. Vedlegg (Kapittel 12.2) viser %-andel av punktdataene med ulik tetthet av ålegress og begroingsalger. Disse verdiene er benyttet til å definere tettheten av ålegress og mengden begroingsalger for en eng. Det foreligger ikke referanseverdier og klassegrenser for Norskehavet sør. EQR for Leksvik (ZT29) er derfor beregnet med referanseverdiene for vanntype 3 i Nordsjøen nord (M3).

Tabell 9. Feltregistrering av nedre voksegrense, både absolutt (uansett tetthet) og for eng (minimum spredt med ålegress), ålegressets tetthet, ålegressets høyde (både høyeste høyde registrert og høyde der de 20 % høyeste er fjernet, slik det er beskrevet i klassifiseringsveilederen) og mengden begroingsalger. Tabellen viser også utregnet EQR-verdi og tilstandsklassifisering for Leksvik. Legg merke til at tetthetsklassene for ålegress er tilsvarende poenggivingen, men at mengden begroing (klasse 1-4, der 1 er minst og 4 er mest) resulterer i poenggiving der 4 poeng gis der det er lite eller ingen forekomst av begroingsalger og 1 poeng gis der det er dominerende med begroingsalger, se klassifiseringsveileder og Vedlegg 9.2.1. Engen i Sundsbukta (ZR9) er ikke en god referansestasjon og vi mener at denne ikke egner seg for videre overvåking. Det er derfor ikke beregnet EQR-verdi for stasjonen.

| Stasjonsnavn | Sundsbukta | Leksvik |
|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Stasjonskode | ZR9 | ZT29 |
| Vanntype | H3 | H3 |
| Område | Indre Fosen | Indre Fosen |
| Vannforekomst | Trondheimsfjorden - Agdenes | Trondheimsfjorden - Levanger |
| LAT | 63,58125 | 63,6642 |
| LONG | 9,91227 | 10,61219 |
| Dato | 13.08.2021 | 13.08.2021 |
| Nedre voksegrense (meter) | 0,87 | 3,11 |
| Nedre voksegrense, eng (meter) | 0,71 | 3,11 |
| Referanse nedre voksegrense | * | * |
| Tetthet ålegress (skala) | 2 | 2 |
| Høyde ålegress (skala) | 2 | 3 |
| Mengde begroingsalger (skala) | 1 | 3 |
| EQR-2021 | - | 0,525 |
| Tilstand 2021 | - | Moderat |

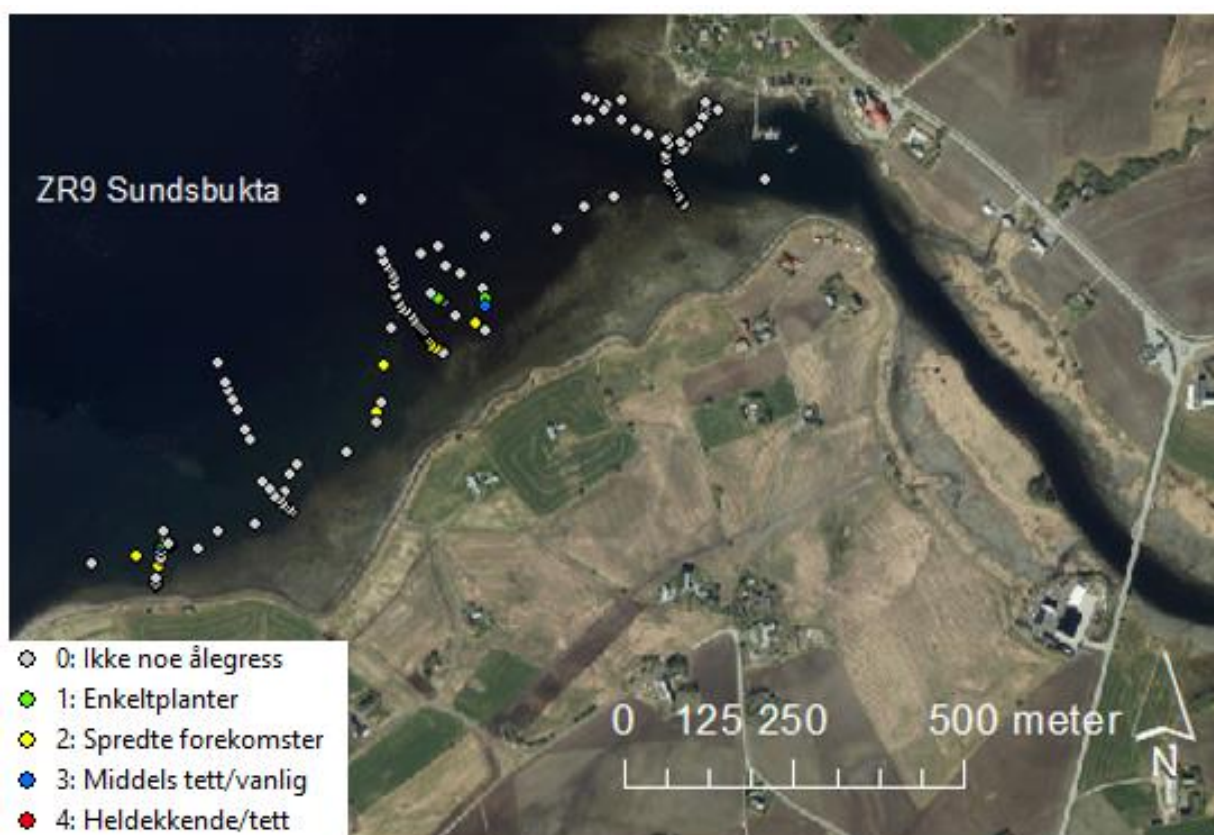
* Det foreligger ikke referanseverdier og klassegrenser for Norskehavet sør. EQR for Leksvik er derfor beregnet med referanseverdiene for vanntype 3 i Nordsjøen nord (M3), se referanseverdier i Vedlegg 9.2.1.

ZR9 Sundsbukta, vannforekomst Trondheimsfjorden - Agdenes

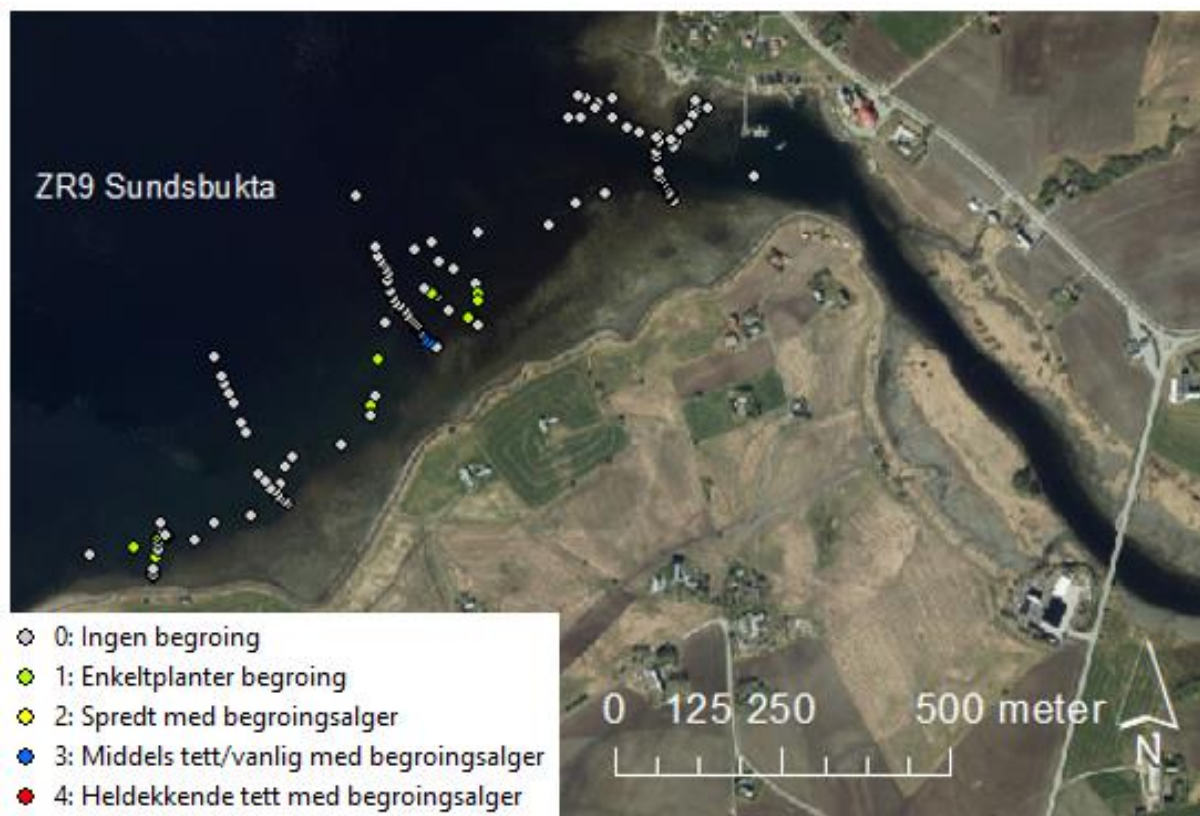
Ålegressengen ligger i beskyttet kyst/fjord i Region Norskehavet sør (vanntype H3). Vi fant svært lite ålegress i dette området. Dette er et jordbruksområde der jordene gikk nesten helt ned til vannkanten. Det var mye byggearbeid i området og beboere opplyste at det ble mudret for 10-12 år siden. Midt i området ligger Straumen, en relativt stor kanal mellom sjøen og fjordpollen Botn. Området hadde mye grus og stein med tang og tare, men også sand og mudder innimellom. Kun noen få flekker med ålegress ble funnet, ikke noe som etter vår vurdering kunne defineres som eng. De grunneste delene av området ble sjekket med vadere (Figur 10). Det ble observert mye sedimenter på både tangen, tareplantene og ålegresset, mest sannsynlig med opphav fra kanalen, men kanskje også fra byggearbeidet som pågikk helt ned mot vannkanten. De dypest voksende ålegressplantene ble funnet på 0,87 m dyp, nedre grense for spredte forekomster (som er definisjonen på eng) var 0,71 m. Dette er ikke regnet som et skikkelig mål på nedre voksegrense, da det var alt for mye uegnet substrat og kun små flekker med ålegress. De små flekkene av ålegress som ble observert var i all hovedsak spredte forekomster (Figur 11), med middels høye planter og kun enkelte forekomster av begroing (Figur 12). I og med at vi mener at Sundsbukta (ZR9) verken er egnet som referansestasjon eller for videre overvåking er ikke EQR regnet ut for denne.



Figur 10. Sundsbukta (ZR9) hadde mye grus og stein med tang og tare, men også områder med sand og mudder innimellom. De grunneste områdene ble kartlagt med vadere. Foto: venstre: Trine Bekkby (NIVA), høyre: Lise Tveiten (NIVA).



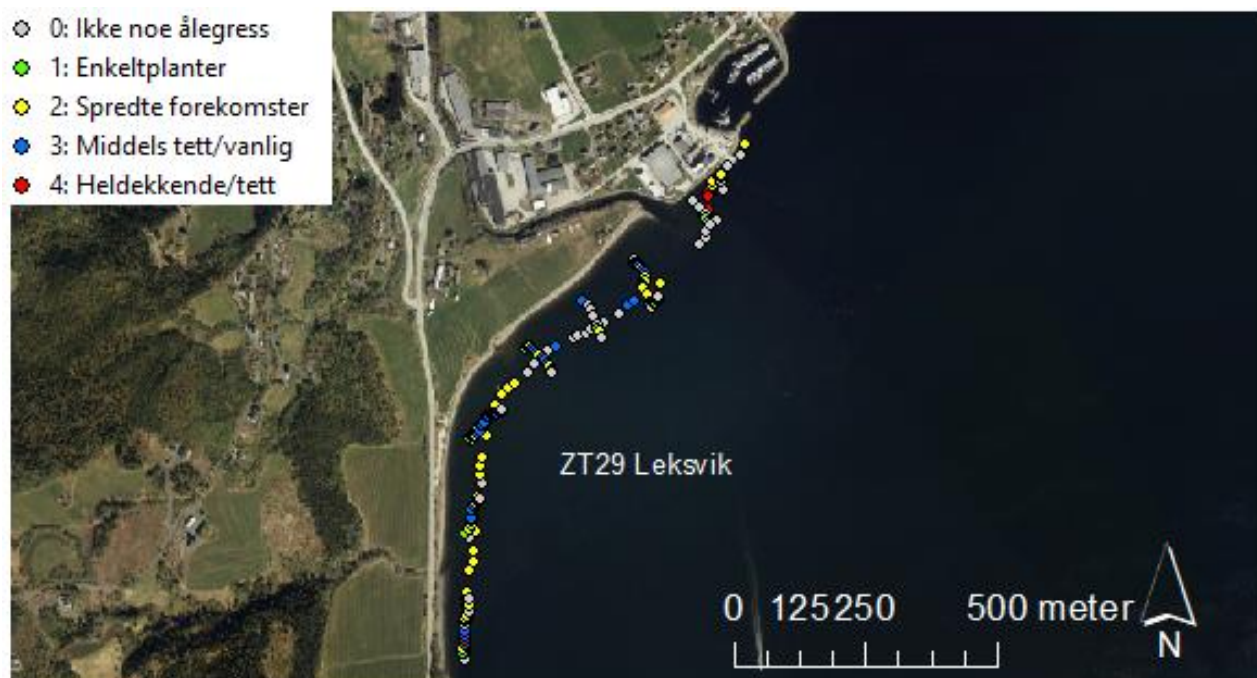
Figur 11. Kart over tettheten av ålegress i Sundsbukta (ZR9), vannforekomst Trondheimsfjorden – Agdenes.



Figur 12. Kart over tettheten av begroingsalger i Sundsbukta (ZR9), vannforekomst Trondheimsfjorden – Agdenes.

ZT29 Leksvik, vannforekomst Trondheimsfjorden – Levanger

Ålegressengen ligger i beskyttet kyst/fjord i Norskehavet sør (vanntype H3). Engen var plassert på sørsiden av båthavnen (Figur 13). Området hadde en del grus og stein med tang og noe sukkertare øverst, med ålegresseng lenger ned. Nedre voksegrense, både nederste observerte ålegress uansett tetthet og nedre voksegrense for eng (dvs. med minimum spredte forekomster) ble registrert til 3,11 m. Det foreligger ikke referanseverdier for Norskehavet sør, men referanseverdien for dyp for vanntype 3 i Nordsjøen nord (M3) er 7 m. Engen hadde spredte forekomster av ålegress, selv om det enkelte steder var flekker med middels tette forekomster (Figur 13). Plantene var høye, og det var middels tett/vanlig med begroingsalger (Figur 14). Basert på registrerte parametere (Tabell 1), utregningene og poenggivingen fra Vedlegg (Kapitel 12.2) får denne ålegressforekomsten EQR-verdi 0,525 og tilstandsklasse «moderat». I og med at det ikke foreligger referanseverdier og klassegrenser for Norskehavet sør er EQR-verdien og tilstandsklassifiseringen for Leksvik basert på referanseverdiene for vanntype 3 i Nordsjøen nord (M3).



Figur 12. Kart over tettheten av ålegress i Leksvik (ZT29), vannforekomst Trondheimsfjorden – Levanger.



Figur 14. Kart over tettheten av begrøingsalger i Leksvik (ZT29), vannforekomst Trondheimsfjorden – Levanger.

5.2.3. Diskusjon av svakheter, videre arbeid og annet

Ålegresseng ZR9 (Sundsbukta) er foreslått som referansestasjon for vanntypen i denne regionen. Det er den ikke egnet som. Engen har gått fra å være noe som virker som en relativt stor eng middels tett med ålegress i 2010 til å være et område med kun små flekker av ålegress i 2021. Området har en del påvirkning fra jordbruk og mye bygningsarbeid tett inntil, i tillegg til at det renner en relativt stor elv ut i området. På Fosen-siden av Trondheimsfjorden er det ikke registrert noen ålegresslokaliteter som kan ta over rollen som referansestasjon. Men engene i Tautraområdet ligger i beskyttet kyst/fjord i

Norskehavet sør (H3, samme som Leksvik ZT29) og er muligens egnede lokaliteter. Ålegressengene BM00120512 (Sør-Tautra) og BM00120535 (Skulsvikbukta) ligger i kystvannforekomst Trondheimsfjorden – Trondheim og ålegressengene BM00120514 (Nordhamna), BM00120511 (Nordfjærabukta) og BM00120505 (Sørhamna) ligger i kystvannforekomst Trondheimsfjorden – Levanger. BM00120512 og BM00120505 ligger på hver sin side av moloen/Tautrabrua, det samme gjør BM00120535 og BM00120511. Det finnes også noen enger lenger inn i fjorden, ved Falstadbukta og innover. Men disse ved vi fra gjenbesøk i 2016 (Bekkby m. fl. 2017, kartlegging i Innherred) at er en del redusert, så disse mener vi ikke er egner seg som referanse-eng. Engene i Tautra-området besøkes i 2022 før man avgjør hvilke man går videre med i overvåkingen.

En sårbarhet i de parameterne som benyttes til å klassifisere tilstand med metoden som er valgt for ålegress er at størrelse på engen ikke er med, men det er åpenbare problemer med å inkludere størrelse i klassifisering. Et problem er at man må finne en omforent måte å presist og etterprøvbart avgrense forekomsten. I Nasjonalt program for kartlegging av biologisk mangfold – kyst har det blitt etablert en prosedyre for hvordan en ålegresseng avgrenses. Men dette er ikke utviklet med tanke på overvåking, og metoden er ikke presis nok og presist nok beskrevet til at en avgrensing garantert blir gjort likt hvert år. En annen utfordring er at det vil være nærmest umulig å vite hva som skal være en referanseverdi for ålegressengens størrelse. Problemet med at størrelse ikke er med er at vi mister mulighet til å fange opp tap eller vekst i ålegressengens størrelse hvis dette skyldes endring i utbredelse i bredden, altså som ikke påvirker nedre voksegrense. NIVA har lagret alle punkter som er registrert i engen (som vist i de ulike figurene presentert i denne rapporten), både tilstedeværelse (med ulike tettheter) og fravær. Det vil derfor være mulig å illustrere eventuelle endringer som skjer i breddeutbredelse av engen hvis dette skulle bli aktuelt.

5.3. Bløtbunnsfauna

Bløtbunnsfauna omfatter små dyr som lever på overflaten av leire-, mudder- og sandbunn eller graver i bunnen. De fleste artene er relativt stasjonære og må være tilpasset miljøforholdene på stedet hvor 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.

Bløtbunnsfaunaundersøkelser (Figur 15) gjøres på lokaliteter med sedimentbunn, fortrinnsvis der det er flat bunn med finkornet sediment (høy andel av leire og silt), og fokuserer på virvelløse dyr større enn 1 mm. Bløtbunnsfauna påvirkes av flere typer miljøbelastninger. Organisk anrikning fra for eksempel avløpsvann, akvakultur, avrenning fra land eller annen forurensning kan medføre at arter som er tolerante for forurensningen øker, samtidig som artsmangfoldet avtar ved at ømfintlige arter blir borte. For å klassifisere tilstand hos bløtbunnsfaunaen brukes ulike indekser, hvorav noen er basert på artsmangfold, mens andre også tar i betraktning graden av ømfintlighet til artene som er til stede.



Figur 15. Bløtbunnsfaunaundersøkelse (Geirangerfjorden, 2021). Foto: NIVA.

5.3.1. Klassegrenser og EQR-verdier

På grunnlag av artslister og individtall beregnes følgende indekser for bløtbunnsfaunaens artsmangfold og ømfintlighet:

- artsmangfold ved indeksene H' (Shannons diversitetsindeks) og ES100 (Hurlberts diversitetsindeks)
- ømfintlighet ved indeksene ISI₂₀₁₂ (Indicator Species Index) og NSI₂₀₁₂ (Norwegian Sensitivity Index)
- den sammensatte indeksen NQ11 (Norwegian Quality Index), som kombinerer både artsmangfold (ved parameteren SN) og ømfintlighet (ved AMBI-indeksen)

Faunatilstanden klassifiseres ut fra indeksene etter vannforskriftens system med fem tilstandsklasser fra «svært god» (klasse I) til «svært dårlig» tilstand (klasse V), ut fra Veileder 02:2018. Klassegrensene er differensiert mellom ulike vanntyper. I dette tilfellet er stasjonen BR12 plassert i vanntype H3, BR70 i vanntype H1 og BR113 i vanntype H4. Klassegrensene for de ulike vanntypene er vist i vedleggskapittel 12.3.1. Ut fra de enkelte indeksene beregnes så en normalisert EQR-verdi, som gir en samlet tilstand basert på alle indeksene (iht. Veileder 02:2018).

Totalt organisk karbon (TOC) er en støtteparameter som kan gi informasjon om graden av organisk belastning, men den inngår ikke i den endelige klassifiseringen av stasjonen (Veileder 02:2018). Også totalt nitrogen (TN) er analysert ettersom forholdet mellom TOC og TN kan brukes til å få informasjon om opphavet til det organiske materialet. Det foreligger ingen klassifisering av TN. Til klassifisering av TOC benyttes SFT-veileder 97:03, som er inkludert i Veileder 02:2018, og vist i vedleggskapittel 12.3.1. Til beregning av normalisert TOC inngår informasjon om sedimentets kornstørrelse, og denne informasjonen er også til hjelp for tolkning av artssammensetning ettersom sedimentets fysiske struktur har stor betydning for faunaens artssammensetning. I tillegg til sedimentets finfraksjon (% < 63 µm) ble også fraksjoner grovere enn 63 µm beregnet, se angivelse i vedleggskapittel 12.3.3.

I henhold til Veileder 02:2018 skal det også måles temperatur og salinitet i vannmassene på hver stasjon samtidig med prøvetaking av bløtbunnsfauna. Det bør også være påmontert en oksygensensor på sonden for å måle oksygenforholdene i dypprofilen. Innhold av oksygen i bunnvann skal ikke benyttes direkte i klassifiseringen av økologisk tilstand, men en slik enkeltmåling av oksygen kan likevel bidra til grunnlaget for å tolke resultatene for bløtbunnsfaunaen. CTD med oksygensonde ble derfor benyttet under bløtbunnsprøvetakingen. Dette er særlig verdifullt i Herøyfjorden, hvor det ikke måles oksygen for øvrig siden det er en FerryBox-stasjon.

5.3.2. Klassifiserte resultater

Faunaindeksene med tilhørende klassifisering og beregnet normalisert EQR (nEQR) er vist i Tabell 10. Data for de enkelte replikate prøvene er gitt i Vedleggskapittel 12.3.2. En oversikt over de ti mest dominerende artene per stasjon er vist i Tabell 11. Innholdet av sedimentets finstoff (% < 0,063 mm), totalt nitrogen (TN), totalt organisk karbon (TOC) og normalisert organisk karbon er vist i Tabell 12. Fullstendige kornstørrelsesdata er presentert i Vedleggskapittel 12.3.3.

Stasjon BR70 Herøyfjorden på 98 m dyp (vanntype H1, Åpen eksponert kyst) var artsrik, og svært individrik med over 1300 individ i snitt per grabb (Tabell 10). Det var imidlertid stor variasjon mellom prøvene, og antall individ varierte fra 700 til hele 2700 per grabb (se Vedlegg 12.3.2 og bilde i Figur 16, 17). Indeksene gikk fra «moderat» til «svært god», og samlet tilstand ble «god». Den forurensningsindikerende børstemarken *Capitella capitata* utgjorde nesten halvparten av individene (Tabell 11), og dette er i seg selv en sterk indikasjon på påvirkning. Det var også innslag av andre opportunistiske og tolerante/forurensningstolerante arter som børstemarkene *Malacoceros fuliginosus* og *Ophryotrocha* sp. og muslingen *Thyasira sarsi*. Også børstemarken *Ophryotrocha craigsmithi* var til stede (ikke blant de ti mest dominerende artene), og denne arten ble opprinnelig beskrevet fra funn på

hvalkadavre. En annen svært tolerant art som ble registrert i en av grabbprøvene, var børstemarken *Prionospio plumosa*. Dette er en art som ofte forekommer med høye individtall når det er svært mye næring, og har blitt observert for eksempel i nærheten av akvakulturanlegg. Både *Ophryotrocha craigsmithi* og *Prionospio plumosa* mangler sensitivetsverdier for NSI og ISI2012, og har heller ikke økologisk gruppe for AMBI. Disse artene vil derfor ikke inngå i beregning av sensitivetsindeksene. Dersom disse artene hadde inngått, ville antakelig nEQR vært lavere enn den er nå ettersom dette er ansett som svært opportunistiske arter, selv om det er usikkert om tilstanden hadde blitt endret. Det var uansett det høye artsantallet og innslag av flere taksonomiske grupper som trakk tilstanden opp, og gjorde at den ikke ble dårligere enn «god». Sedimentet var grovkornet, og ble karakterisert som fin sand (se 12.3.3 i Vedlegg). Innholdet av normalisert organisk karbon var høyt, tilsvarende «svært dårlig» tilstand. I felt ble det observert svært mye tarester på stasjonen. Det er nærliggende å anta at det er taren som er årsaken til det forhøyede innholdet av organisk materiale og påvirkningseffektene på faunaen. Tare inneholder relativt sett mer karbon i forhold til nitrogen sammenliknet med plankton, og det høye C/N-forholdet som ble observert kan støtte en slik forklaring. Likevel måtte det vært utført mer detaljerte analyser rundt opphavet til det organiske materialet for å bekrefte dette. Det nevnes også at det er taretråling i området, og at den løsrevne taren muligens kan komme fra slik aktivitet, men det kan også skyldes naturlige prosesser gjennom stormer. Muligens kan slik stormaktivitet henge sammen med klimaendringer, og kan tenkes å øke i fremtiden. Det var rikelig med oksygen i bunnvannet, tilsvarende «svært god» tilstand. Den gode tilgangen på oksygen har trolig medført at det organiske materialet ikke ga vesentlig grad av oksygenvinn i sedimentet, selv om en av prøvene luktet noe av hydrogensulfid. Bilder fra sikterest med tare og den store mengden børstemark på stasjonen er vist i Figur 16, 17.



Figur 16, 17. Bilde av sikterest (Figur 16, til venstre) og en prøve børstemark (Figur 17, til høyre) på stasjon BR70 Herøyfjorden.

Stasjon BR12 Skinnbrokleia på ca. 50-57 m dyp (vanntype H3 Beskyttet kyst/fjord) var artsrik og individrik. Indeksene ga «god» eller «svært god» tilstand, og samlet tilstand ble «svært god». Børstemark dominerte faunaen (Tabell 11). Blant disse var det noe innslag av tolerante og opportunistiske arter (eksempelvis *Mediomastus fragilis* og *Prionospio* spp.), men fordi tetthetene var beskjedne, og det også var innslag av nøytrale og dels sensitive arter (for eksempel børstemarkene *Sosane wahrbergi* og *Diplocirrus glaucus*), ble tilstanden likevel «svært god». Sedimentet var også her grovt, bestående av fin sand (Tabell 12). Mengden næring tilsvarte «moderat» tilstand for normalisert organisk karbon. Oksygenivået i bunnvannet tilsvarte «svært god» tilstand på enkeltmålingen som ble

foretatt under feltarbeidet i juni. God tilgang på oksygen bidrar til at tilførselen av organisk materiale ikke gir vesentlige negative effekter i form av oksygenvinn, men her må det også nevnes at oksygenivået periodevis er dårligere enn det som ble målt ved enkeltmålingen (se kapittel 6.1). Likevel synes ikke dette å virke negativt inn på bunnfaunaen. Så lenge det er tilstrekkelig med oksygen i bunnvannet, kan det forhøyede næringsinnholdet ha en berikingsseffekt på faunaen, i tråd med det høye individ- og artstallet. C/N-forholdet var på 8,4, som indikerer at det sedimenterende materialet på stasjonen i hovedsak har marint, planktonisk opphav. For denne stasjonen kan det merkes at det var svært mange bomskudd pga. stein og tomme kuskjell, og vanskelig å få tette grabber. Punktene ble derfor spredd rundt, som forklarer dybdespennet på sju meter. Antakelig forklarer det også det store spennet mellom prøvene i antall arter og antall individ i 2021 (Figur 19). Stasjonsplasseringen bør derfor vurderes justert til neste prøvetaking.

Stasjon BR113 Korsen på 258 m dyp i Geirangerfjorden (vanntype H4 Ferskvannspåvirket fjord) hadde et relativt lavt artstall, men normalt individtall for vestlandske fjorder (Borgersen m. fl., 2019). Samtlige indekser og samlet tilstand ble «svært god» (Tabell 10). Snabelormen *Ochnesoma steenstrupii* var den mest dominerende arten (Tabell 11), og er ansett som en sensitiv art. Den lille muslingen *Thyasira equalis* var til stede og er ansett som tolerant, men tettheten var beskjeden. De øvrige dominerende artene var alle sensitive/nøytrale, i tråd med de høye indeksverdiene. Sedimentet var finkornet, med finfraksjon på nesten 90 %. Innholdet av normalisert, organisk karbon var også her forhøyet, og tilsvarte «moderat» tilstand. Samtidig var innholdet av oksygen høyt, i nedre sjikt av «svært god» tilstand, som generelt motvirker negative effekter av mye organisk materiale. Også her må det nevnes at oksygenivået periodevis var dårligere enn det som ble målt under bløtbunnsfeltarbeidet (se kapittel 6.1), og muligens kan dette ha hatt noe betydning for at det var noe lavt individtall. Sedimentet var jo også svært finkornet, som tyder på stillestående vann og lite strøm ved bunnen. C/N-forholdet var på 10,4, som indikerer sedimentering av hovedsakelig marint materiale, muligens med noe mer terrestrisk innslag enn i Skinnbrokleia. Observasjonen av bladrester i sikteresten er i tråd med dette.

Tabell 10. Økologisk tilstand for det biologiske kvalitetselementet bløtbunnsfauna for stasjonene i Økokyst Norskehavet Sør, 2021. Indekser med tilhørende nEQR-verdi og tilstandsklasser (blå = svært god, grønn = god, gul = moderat) er gjennomsnittet av de fire parallelle grabbprøvene (0,1 m²). Antall arter (S) og individer (N) er også vist. NQI1=Norwegian Quality Index; H'=Shannons diversitetsindeks; ES₁₀₀=Hurlberts diversitetsindeks; NSI₂₀₁₂=Norwegian Sensitivity Index; ISI₂₀₁₂=Indicator Species Index.

| Økologisk tilstand for bløtbunnsfauna | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------|----|------|------|------|-------------------|---------------------|---------------------|------|
| Stasjon | Grabb | S | N | NQI1 | H' | ES ₁₀₀ | NSI ₂₀₁₂ | ISI ₂₀₁₂ | nEQR |
| BR70 Herøyfjorden | Grabbverdi | 78 | 1369 | 0,64 | 3,73 | 26,4 | 17,2 | 8,90 | |
| | nEQR (grabb) | | | 0,63 | 0,80 | 0,83 | 0,49 | 0,81 | 0,71 |
| BR12 Skinnbrokleia | Grabbverdi | 61 | 419 | 0,77 | 4,68 | 34,1 | 23,7 | 8,65 | |
| | nEQR (grabb) | | | 0,86 | 0,91 | 0,90 | 0,75 | 0,79 | 0,84 |
| BR113 Korsen | Grabbverdi | 28 | 131 | 0,80 | 3,95 | 24,7 | 25,7 | 9,36 | |
| | nEQR (grabb) | | | 0,88 | 0,83 | 0,81 | 0,83 | 0,83 | 0,83 |

Tabell 11. Antall individ av de ti mest dominerende artene på bløtbunnstasjonene i Økokyst Norskehavet Sør, 2021 (0,1 m²). Prosent av totalt antall individ er også vist. Faunagruppe er gitt i parentes etter artsnavnet: B=Børstemark, S=Slimorm, M=Musling, P=Pigghud, Sn=Snabelorm, Sg=Snegl. EG=Ecological Group for arten for NSI/AMBI, hvor I=sensitiv, II=nøytral («indifferent»), III=tolerant, IV=opportunistisk, V=forurensningsindikerende.

| BR70 Herøyfjorden | EG | N | % | BR12 Skinnbrokleia | EG | N | % |
|-------------------------------------|---------|-----|----|---------------------------------|---------|----|----|
| <i>Capitella capitata</i> (B) | V/V | 654 | 48 | <i>Sosane wahrbergi</i> (B) | II/II | 65 | 15 |
| <i>Galathowenia oculata</i> (B) | III/III | 105 | 8 | <i>Owenia</i> sp. (B) | n.a. | 42 | 10 |
| Irregularia juvenil (P) | I/n.a. | 61 | 4 | <i>Pholoe baltica</i> (B) | III/I | 38 | 9 |
| <i>Malacoceros fuliginosus</i> (B) | V/V | 52 | 4 | <i>Prionospio fallax</i> (B) | II/IV | 20 | 5 |
| <i>Pholoe baltica</i> (B) | III/I | 45 | 3 | <i>Mediomastus fragilis</i> (B) | IV/III | 18 | 4 |
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> (B) | III/III | 34 | 2 | Irregularia juvenil (P) | I/n.a. | 16 | 4 |
| <i>Thyasira sarsii</i> (M) | IV/III | 32 | 2 | <i>Diplocirrus glaucus</i> (B) | II/I | 16 | 4 |
| <i>Galathowenia fragilis</i> (B) | I/III | 29 | 2 | <i>Prionospio cirrifera</i> (B) | III/IV | 15 | 4 |
| <i>Ophryotrocha</i> sp. (B) | IV/IV | 28 | 2 | <i>Galathowenia oculata</i> (B) | III/III | 15 | 4 |
| <i>Spiophanes kroyeri</i> (B) | III/III | 22 | 2 | <i>Nemertea indet</i> (S) | III/III | 15 | 4 |
| BR113 Korsen | EG | N | % | | | | |
| <i>Onchnesoma steenstrupii</i> (Sn) | I/I | 21 | 16 | | | | |
| <i>Thyasira equalis</i> (M) | III/III | 19 | 15 | | | | |
| <i>Mendicula ferruginosa</i> (M) | I/II | 13 | 10 | | | | |
| <i>Amphiura chiajei</i> (P) | II/II | 11 | 8 | | | | |
| <i>Kelliella miliaris</i> (M) | III/I | 10 | 8 | | | | |
| <i>Pholoe pallida</i> (M) | I/I | 8 | 6 | | | | |
| Ophiuroidea juv. (P) | II/II | 8 | 6 | | | | |
| <i>Amythasides macroglossus</i> (B) | I/I | 7 | 6 | | | | |
| <i>Yoldiella lucida</i> (M) | II/I | 4 | 3 | | | | |
| <i>Haliella stenostoma</i> (Sg) | II/I | 3 | 2 | | | | |

Tabell 12. Innhold av finstoff, organisk karbon, normalisert organisk karbon, totalt nitrogen, C/N-forhold og oksygen i bunnvannet på bløtbunnstasjonene i Økokyst Norskehavet Sør, 2021. Også dyp og sedimentkarakteristikk er vist (pelitt betyr finstoff, dvs. leire/silt). Klassifiseringen av oksygen er kun tentativ, og derfor skravert.

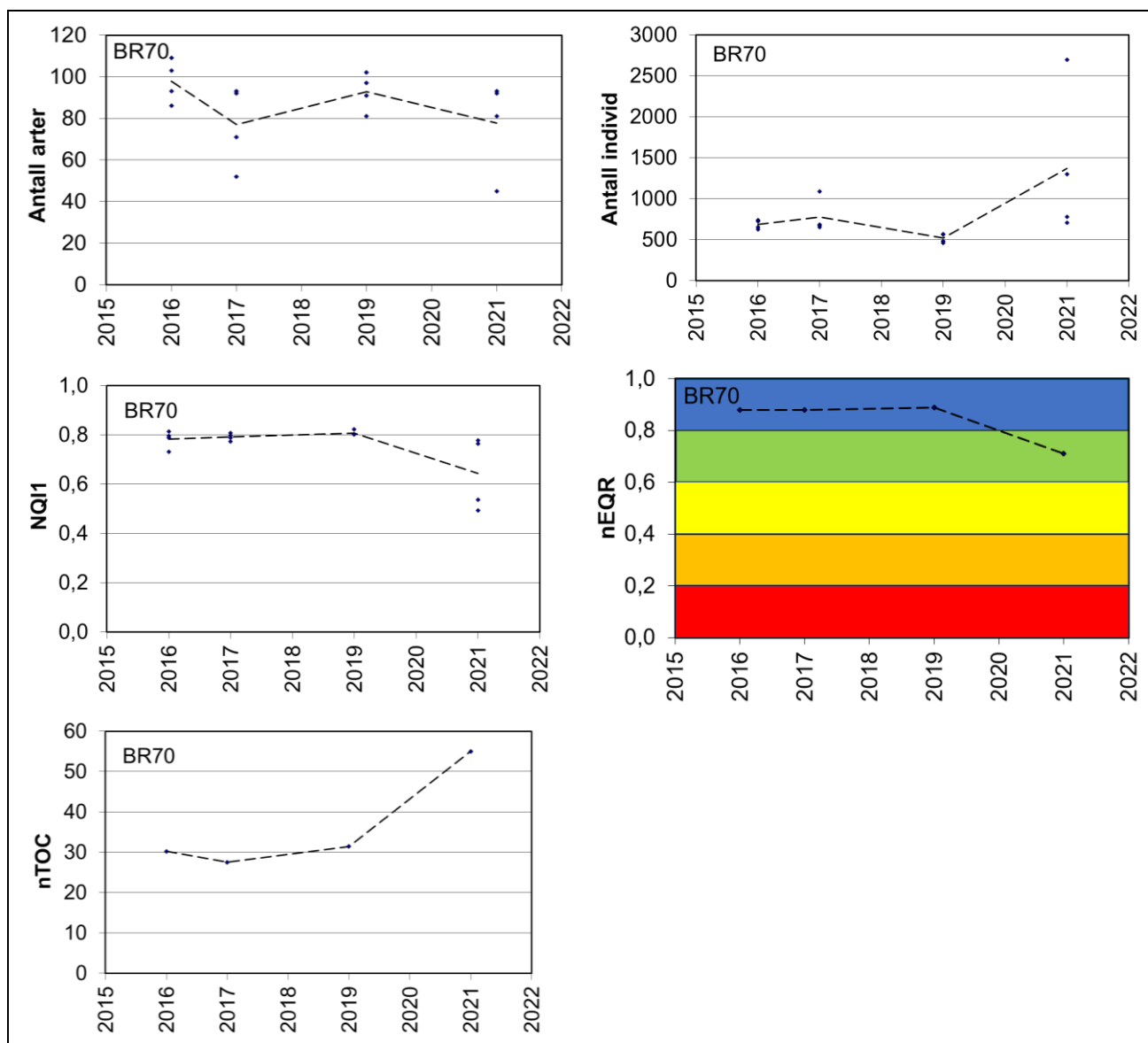
| Stasjonsnummer og navn | BR70 Herøyfjorden | BR12 Skinnbrokleia | BR113 Korsen | Tilstandsklasser |
|--------------------------|-------------------|--------------------|--------------|------------------|
| Dyp | 98 | 50-57 | 258 | I. Svært god |
| %<0,063mm | 28,8 | 19,4 | 88,6 | II. God |
| Sediment-karakterisering | Fin sand | Fin sand | Pelitt | III. Moderat |
| TOC (mg/g) | 42,2 | 16,2 | 31,1 | IV. Dårlig |
| Norm. TOC (mg/g) | 55,0 | 30,7 | 33,2 | V. Svært dårlig |
| TN (mg/g) | 2,05 | 1,92 | 2,99 | |
| C/N-forhold | 20,6 | 8,4 | 10,4 | |
| Oksygen (ml/l) | 5,78 | 5,32 | 4,54 | |

5.3.3. Utvikling over tid

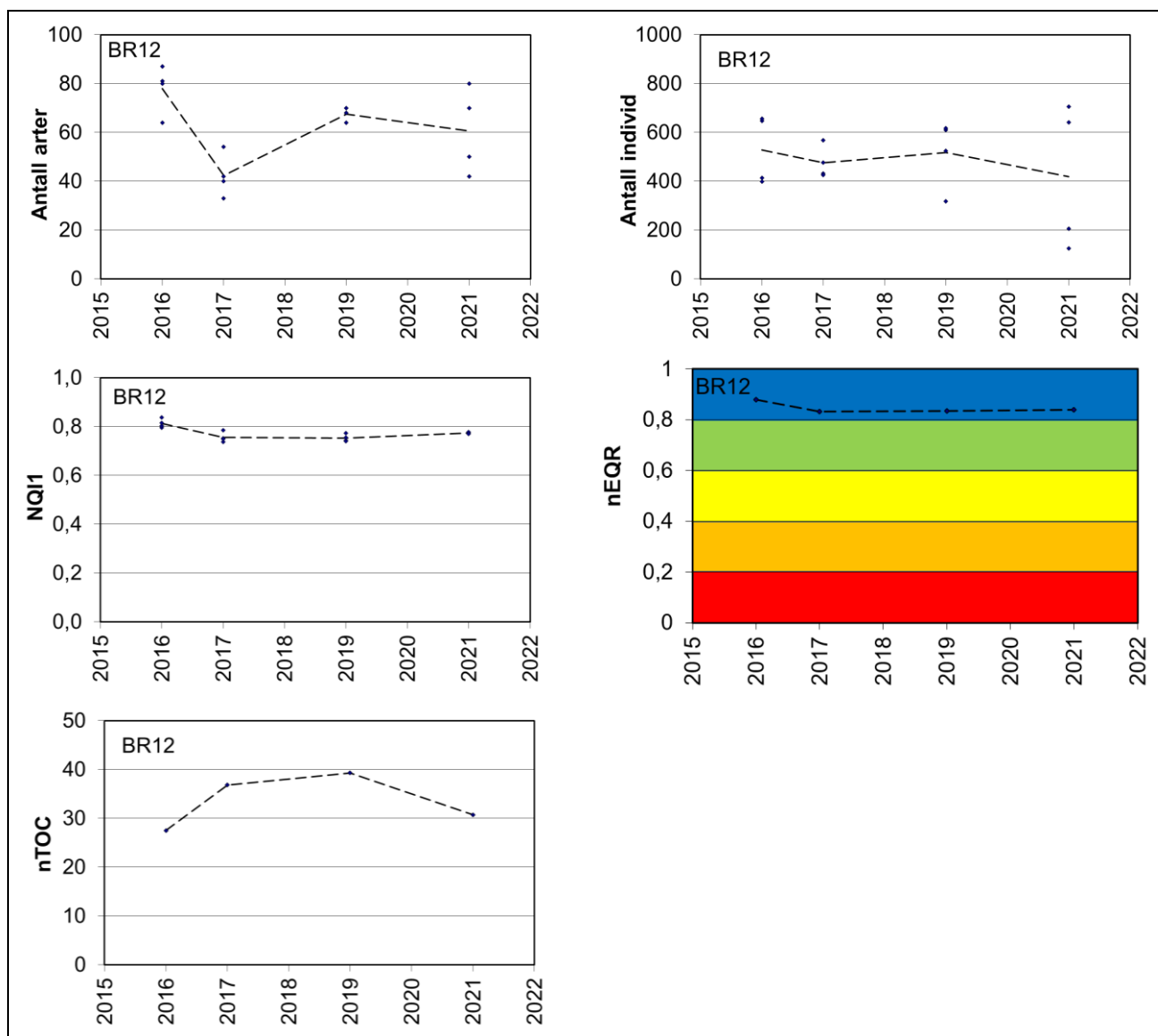
Stasjon BR70 Herøyfjorden og BR12 Skinnbrokleia har blitt undersøkt tre ganger tidligere; i 2016, 2017 og 2019. Stasjon BR113 Korsen har blitt undersøkt to ganger tidligere; i 2017 og 2018. Tidsutvikling til stasjonene for antall arter, antall individ, indeksen NQ11, nEQR og normalisert innhold av organisk karbon (nTOC) er vist i Figur 18 for stasjon BR70 Herøyfjorden, Figur 19 for stasjon BR12 Skinnbrokleia og Figur 20 for stasjon BR113 Korsen.

På stasjon BR70 Herøyfjorden har antall arter hele tiden vært høyt, se også kap. 5.3.2. Dette har vært den mest artsrike stasjonen av samtlige ØKOKYST-stasjoner, med opptil 100 arter per grabb. Antallet gikk litt ned fra 2016 til 2017, økte igjen i 2019 og gikk ned igjen i 2021 (Figur 18). For antall individ var mengden på samme nivå de tre første årene, for så å øke vesentlig i 2021, selv om det var stor variasjon mellom grabbene. Innholdet av normalisert organisk karbon gikk også kraftig opp i 2021, hvilket indikerer at det er organisk beriking som ligger til grunn for den økte faunatettheten. Opphavet til det organiske karbonet er som nevnt ovenfor antakelig tareakkumulering. Det var tidligere rapportert at antall individ var høyt, og at det var innslag av opportunistiske arter, og denne tendensen økte altså i 2021. Dette resulterte i at også tilstanden gikk ned, fra midt i «svært god» tilstand til midt i «god tilstand». En vedvarende økning i det organiske materiale forventes naturlig nok å redusere tilstanden ytterligere.

På stasjon BR12 Skinnbrokleia har antall arter svingt fra rundt 40 (2016) til 80 arter per grabb (2017) (Figur 19). I 2019 og 2021 lå snittet mellom dette, og var på rundt 60 arter per prøve. Antall individ har vært mer konstant relativt sett, og vært på rundt 400 til drøyt 500 individ i snitt per grabb. Det må merkes at det som nevnt ovenfor var stor variasjon mellom prøvene i både antall arter og antall individ i 2021 sammenliknet med tidligere år, som antakelig henger sammen med utfordringer med å få godkjennbare prøver og at man måtte flytte seg en del rundt i felt for å lykkes. Svingningene spilte imidlertid ikke inn på indeksene, og NQ11 var svært stabil både over tid og mellom replikat. Også nEQR har vært stabil, selv om den gikk svakt ned fra 2016 til 2017, hvorpå den har ligget i nedre sjikt av «svært god» tilstand de siste årene. Mengden normalisert, organisk karbon har variert en del, med lavere verdier i 2016 og 2021 enn i 2017 og 2019, og det er ingen korrelasjon mellom TOC og faunatettheten.

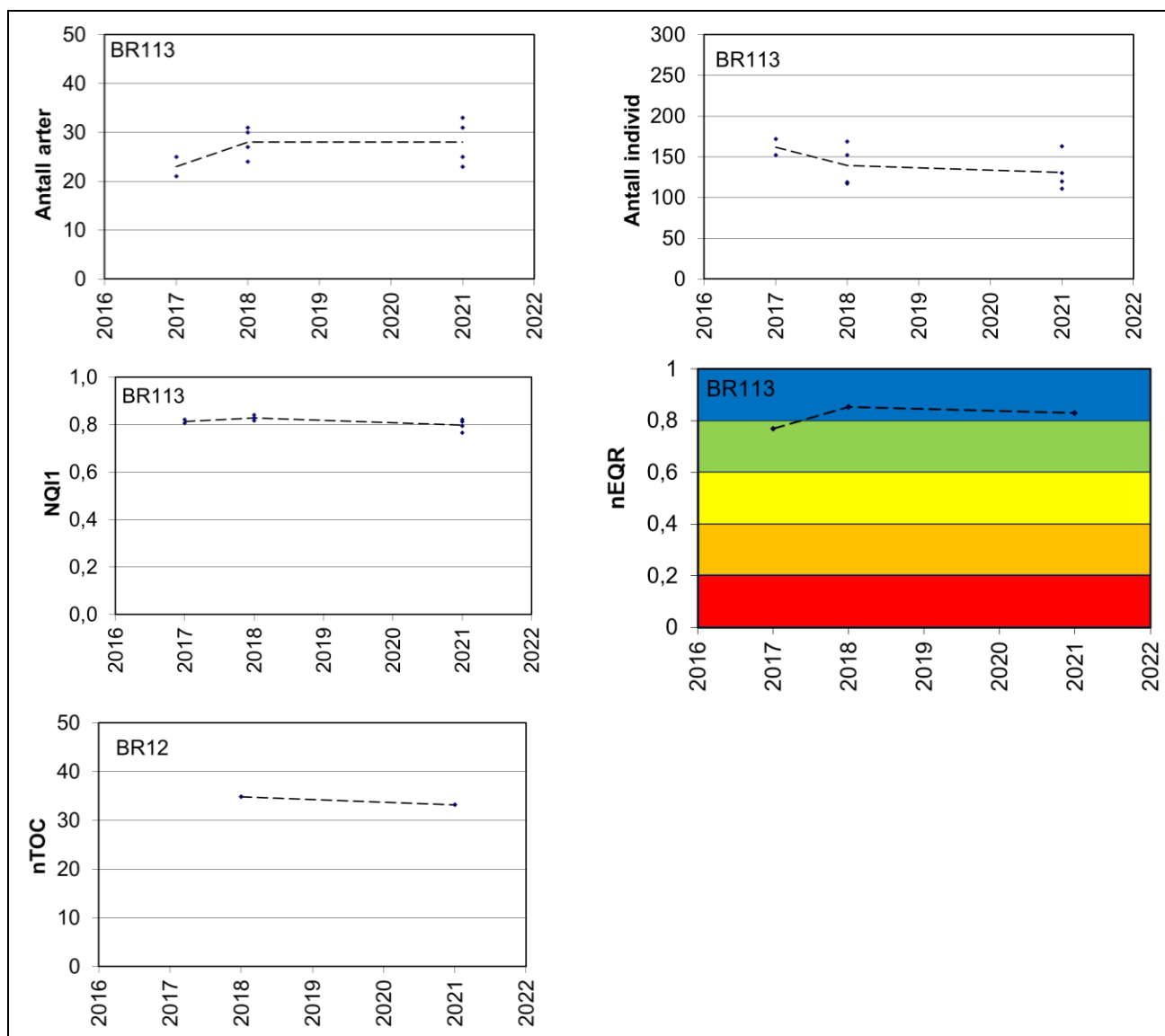


Figur 18. Antall arter, individ, norsk kvalitetsindeks (NQI1), nEQR og innhold av normalisert organisk karbon (nTOC) for bløtbunnsfauna (per grabb) i tidsrommet 2016-2021 for stasjon BR70 Herøyfjorden. Punkter: verdier per grabb. Linjer: gjennomsnitt for alle parallelle grabber. Fargen for nEQR angir tilstandsklasse (Veileder 02:2018).



Figur 19. Antall arter, individ, norsk kvalitetsindeks (NQI1), nEQR og innhold av normalisert organisk karbon (nTOC) for bløtbunnsfauna (per grabb) i tidsrommet 2016-2021 for stasjon BR12 Skinnbrokleia. Punkter: verdier per grabb. Linjer: gjennomsnitt for alle parallelle grabber. Fargen for nEQR angir tilstandsklasse (Veileder 02:2018).

Stasjon BR113 Korsen har generelt hatt mye lavere verdier for antall arter og antall individ enn de to ytre stasjonene, og et slikt mønster er normalt. Antall arter gikk noe opp fra 2017 til 2018, mens antall individ gikk noe ned (Figur 20). Begge viste så helt lik verdi i 2021 som i 2018. NQI1 har vært nærmest uendret gjennom perioden, mens nEQR økte noe fra 2017 til 2018 og 2021, fra øvre del av «god» tilstand til nedre del av «svært god» tilstand. For nTOC er det ikke data for 2017, men verdien var nærmest konstant fra 2018 til 2021. Det synes altså å være svært stabile forhold på denne stasjonen.



Figur 20. Antall arter, individ, norsk kvalitetsindeks (NQI1), nEQR og innhold av normalisert organisk karbon (nTOC) for bløtbunnsfauna (per grabb) i tidsrommet 2017-2021 for stasjon BR113 Korsen. Punkter: verdier per grabb. Linjer: gjennomsnitt for alle parallelle grabber. Fargen for nEQR angir tilstandsklasse (Veileder 02:2018).

5.4. Planteplankton

Planteplankton er frittlevende mikroskopiske alger, og hoved-primærprodusenter i havet. De vokser hurtig når bl.a. næringstilgang, lys, og stabilitet i vannsøylen er gunstig. Som for andre planter er tilgangen på næring viktig, og for planteplanktonet betyr det i hovedsak tilgang på nitrat og fosfat. I tillegg er silikat viktig for algeklassen kiselalger. Planteplankton reagerer hurtig på endringer i vekstforholdene, og ved økt tilførsel av næringssalter, svarer algene med å vokse raskt hvis lys og andre nødvendige vekstbetingelser er til stede.

Planteplanktonet går gjennom en naturlig suksesjon i løpet av året med våroppblomstring tidlig på året. Våroppblomstringen er et viktig næringsgrunnlag for dyrelivet i havet. Etter oppblomstringen må planteplanktonet tilføres næringssalter fra *in situ* regenerering av organisk materiale, underliggende

vannmasser eller via avrenning for igjen å kunne bygge høy biomasse. Ved tilførsel av næringsalter utover naturlig konsentrasjon, kan resultatet bli det som ofte kalles eutrofiering (økt planteproduksjon). Under slike forhold får en gjerne masseoppblomstringer som kan påvirke artsmangfoldet, og også siktdypet.

Endringer i artssammensetning og mengdefordeling mellom de ulike algeartene registreres gjennom prøvetakinger med identifisering og kvantifisering av artene, mens en endring i algebiomassen tradisjonelt har vært målt ved kvantifisering av pigmentet klorofyll *a*. For hvert takson beregner vi også cellekarbon som registreres i henhold til Olenina (2006) og Menden-Deuer & Lessards (2000). Artsbestemmelse av planteplankton inngår i programmet, mens klassifiseringen av selve tilstanden er basert på klorofyll *a*. Undersøkelsene gjøres i henhold til beste praksis (NS-EN 15972:2011) og mye av planteplanktonet kan identifiseres til slekt og art i lysmikroskop. Morfologiske detaljer som er viktige for artsbestemmelse, kan ikke alltid observeres fordi lysmikroskop har for dårlig oppløsning. I tillegg er det arter som har få morfologiske karakterer og som ikke kan identifiseres i mikroskop, men krever molekylærbiologiske metoder. Samtidig gjøres det nye undersøkelser av etablerte arter som påvirker identifikasjon og artsavgrensninger. Det oppdages og beskrives nye mikroalger hele tiden og den overordnede taksonomien endrer seg også. Sist, men ikke minst er erfaringen til den som gjør mikroskopanalysene viktig. Klorofyll *a* og planteplanktonets artssammensetning ble analysert på alle stasjoner.

5.4.1. Klassegrenser og EQR-verdier

I Veileder 02:2018 er det kun parameteren klorofyll *a* for kvalitetselementet planteplankton som benyttes og det er spesifisert at det skal samles vann gjennom hele vekstsesongen fra 0, 5 og 10 m dyp for klorofyll *a* analyser (tidligere veileder (02:2013-rev 2015) oppga det som tilstrekkelig å analysere klorofyll *a* fra 5 m dyp gjennom hele vekstsesongen). Klorofyll *a* er et indirekte mål for algebiomassen, og mengden klorofyll *a* i algecellene vil variere med miljøforholdene. FerryBox måler klorofyll *a* fluorescens, som gir et overslag på mengde klorofyll *a* i algene, med høyere målefrekvens enn i det ordinære programmet. Disse dataene kan derfor bidra til å vurdere hvorvidt det ordinære måleprogrammet klarer å fange opp algeoppblomstringer.

I Veileder 02:2018 er det krav om at målefrekvensen for klorofyll *a* skal være to uker i de første to månedene av vekstsesongen, og det kreves videre at det skal samles inn data over minst tre vekstsesonger for at vannmassen skal kunne klassifiseres. I Økokyst er målefrekvensen i hovedsak hver fjerde uke gjennom hele året. Datasettet innsamlet i Økokyst blir likevel benyttet til å klassifisere vannforekomsten, men kravet til å samle inn data over minst tre vekstsesonger blir desto viktigere. Videre benyttes data fra FerryBox for å evaluere hvorvidt oppblomstringene ble tilstrekkelig detektert. Klassegrenser for klorofyll *a* er gitt i Vedlegg (Kapittel 12.4.)

5.4.2. Klassifiserte resultater

Basert på klorofyll *a* fikk alle faste hydrografistasjoner «svært god» tilstand, mens VR51 Korsen fikk «god» tilstand (Tabell 13). Alle FerryBox stasjoner fikk «god» tilstand bortsett fra VT72 Herøyfjorden som fikk «svært god» tilstand.

Fjorårets klassifisering var identisk med årets for stasjonene VT71 Skinnbrokleia, VR31 Tilremsfjorden, VR52 Broemsneset, VT80 Djupfest, VT45 Valset og VT22 Biologisk Stasjon (Trannum et al. 2021), mens VR51 Korsen, VT72 Herøyfjorden og VT23 Trondheimsleia har gått en klasse opp. Stasjon VR51 Korsen, VT23 Trondheimsleia og VT45 Valset ligger på grensen til tilstandsklasse «moderat», med nEQR-verdier rett over 0,6.

Tabell 13. Klassifisering av miljøtilstand for biologisk kvalitetselement planteplankton (klorofyll *a*) og normalisert EQR verdi. Klorofyll *a* verdiene ($\mu\text{g/L}$) er 90-persentiler beregnet over hele vekstsesongen (mars 2019 til september 2021). * FerryBox stasjoner.

| Stasjonsnummer og navn | 90-persentil hele vekstperioden | | | Tilstandsklasser |
|-------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------|------------------|
| | År | Chl <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$) | nEQR | |
| VT71 Skinnbrokleia | 2019-2021 | 1,40 | 1,00 | I. Svært god |
| VR51 Korsen | 2019-2021 | 3,70 | 0,63 | II. God |
| VR31 Tilremsfjorden | 2019-2021 | 2,06 | 0,98 | III. Moderat |
| VR52 Broemsneset | 2019-2021 | 1,23 | 1,00 | IV. Dårlig |
| VR61 Frohavet Sør | 2021- | ** | ** | V. Svært dårlig |
| VT72 Herøyfjorden* | 2019-2021 | 2,10 | 0,97 | |
| VT80 Djupfest* | 2019-2021 | 3,27 | 0,77 | |
| VT23 Trondheimsleia* | 2019-2021 | 4,34 | 0,63 | |
| VT45 Valset* | 2019-2021 | 3,22 | 0,62 | |
| VT22 Biologisk stasjon* | 2019-2021 | 3,60 | 0,73 | |

** ikke nok data.

5.4.3. Utvikling over tid- overordnet mønster

Generelt varierer mengden klorofyll *a* i planteplanktonet varierer med årstidene og er lavest om vinteren når det er lite lys. Prøvetakingen er månedlig, og planteplanktonet kan forandre seg raskt på kort tid. At utviklingen gjennom året er forskjellig mellom årene, kan gjenspeile tidspunkt for prøvetaking og er ikke nødvendigvis en reell forandring. Etter vinterblandingen, som tilfører næringssalter og når daglengden øker utover våren, blir det mer planteplankton. Vanligvis finner våroppblomstringen sted mellom midten av mars og midten av mai i Norskehavet Sør. Den er over på noen uker, og kan være vanskelig å treffe hvis innsamlingen ikke er hyppig nok.

Møre- og Romsdalskysten (Steinsfjorden, Geirangerfjorden)

Det registreres lave klorofyll *a* verdier hele året på kysten, mens de var høyere inne i fjorden ved VR51 Korsen. På VT72 Herøyfjorden registreres det ingen våroppblomstring i 2021, men den fanges opp i slutten av mars på VT71 Skinnbrokleia. Også på VR51 Korsen registreres den høyeste klorofyll *a* verdien i mars. Det ble registrert forekomster av skjelligiftige *Pseudo-nitzschia*-, *Alexandrium*-, *Azadinium*- og *Dinophysis*-arter og potensielt fiskegiftige arter som *Karenia mikimotoi* og *Alexandrium pseudogonyaulax*.

Trøndelags- og Nordlandskysten

Det måles relativt lave klorofyll *a* verdier gjennom året. Våroppblomstringen ble registrert i april, bortsett fra på VR31 Tilremsfjorden der den høyeste klorofyll *a* verdien ble notert i juni. Det ble registrert forekomster av skjelligiftige *Pseudo-nitzschia*-, *Dinophysis*- og *Alexandrium*-arter og potensielt fiskegiftige arter som *Alexandrium pseudogonyaulax*, cf. *Karenia mikimotoi* og *Pseudochattonella* spp.

Trondheimsfjorden

Våroppblomstringen ble registrert i april samtidig med årets høyeste klorofyll *a* verdier. Det ble registrert forekomster av de skjelligiftige *Pseudo-nitzschia*-, *Alexandrium*- og *Dinophysis*-artene og den potensielt fiskegiftige cf. *Karenia mikimotoi*.

Sammendrag - Utviklingen av planteplanktonet gjennom 2021 varierte en del mellom lokalitetene, og det som ble observert regnes som innenfor normalen for alle stasjonene, både med hensyn til mengder av planteplankton, suksesjon og forekomst av arter. Også klorofyll *a* og klorofyll *a* fluorescens lå innenfor det som kan forventes. Det var flest av kiselalgene og gruppen andre flagellater og monader,

fureflagellatene var ofte i mindretall, men utgjorde tidvis en betydelig del av biomassen fordi de er store. Særlig om sommeren og høsten var fureflagellatene viktige. Sett over hele perioden 2017-2021 var det kiselalgene og gruppen andre flagellater og monader som det var flest av i denne regionen, men målt i biomasse kunne fureflagellatene til tider og særlig om sommeren og høsten dominere karbonbiomassen (Figurene 23, 27, 30, 33, 36, 42, 46, 50, 54).

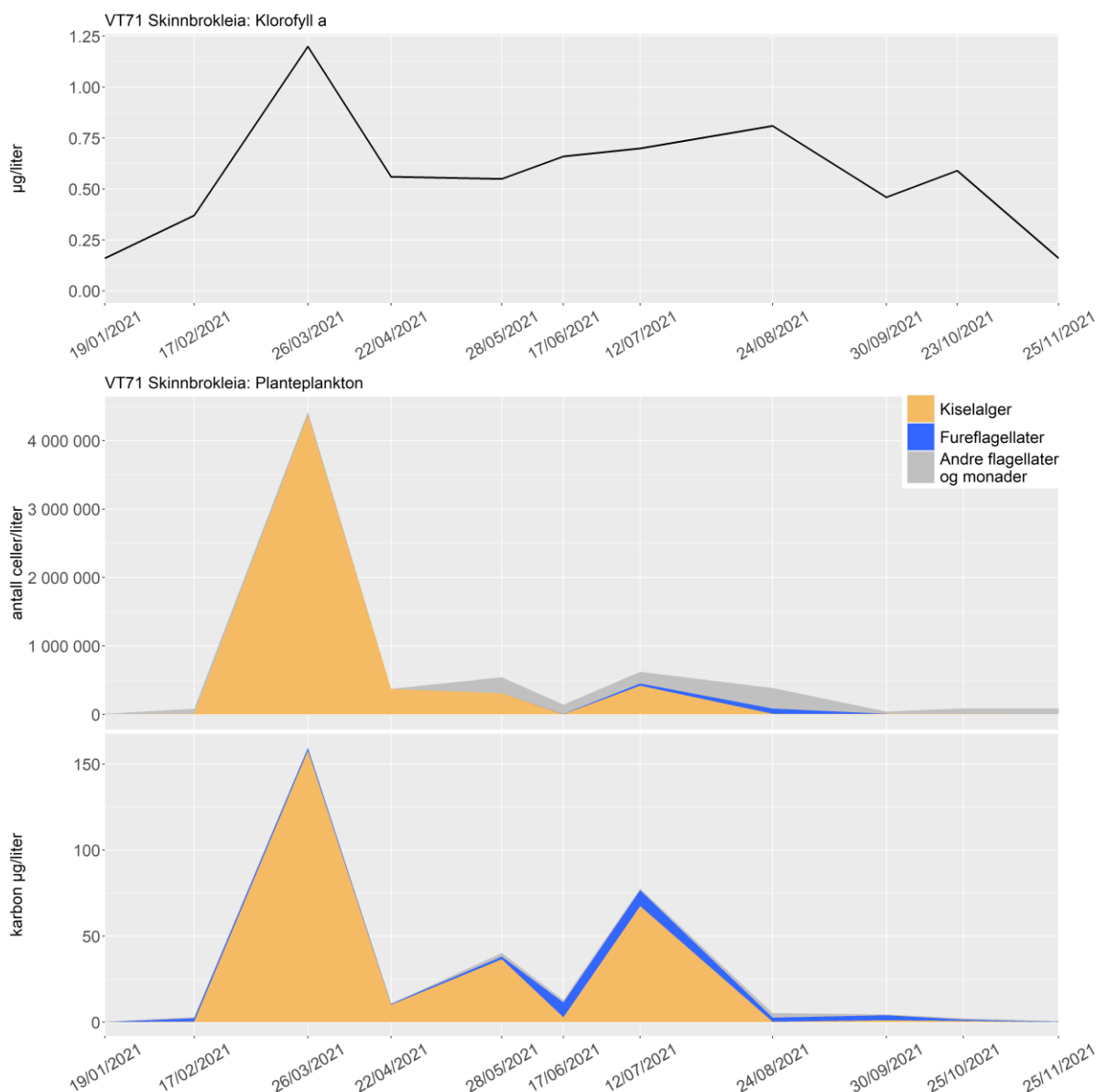
Rådata for planteplankton rapporteres til Vannmiljø, og er ikke presentert i Vedlegg.

5.4.4. Utvikling over tid – stasjonsvis mønster

Steinsfjorden

VT71 Skinnbrokleia 2021

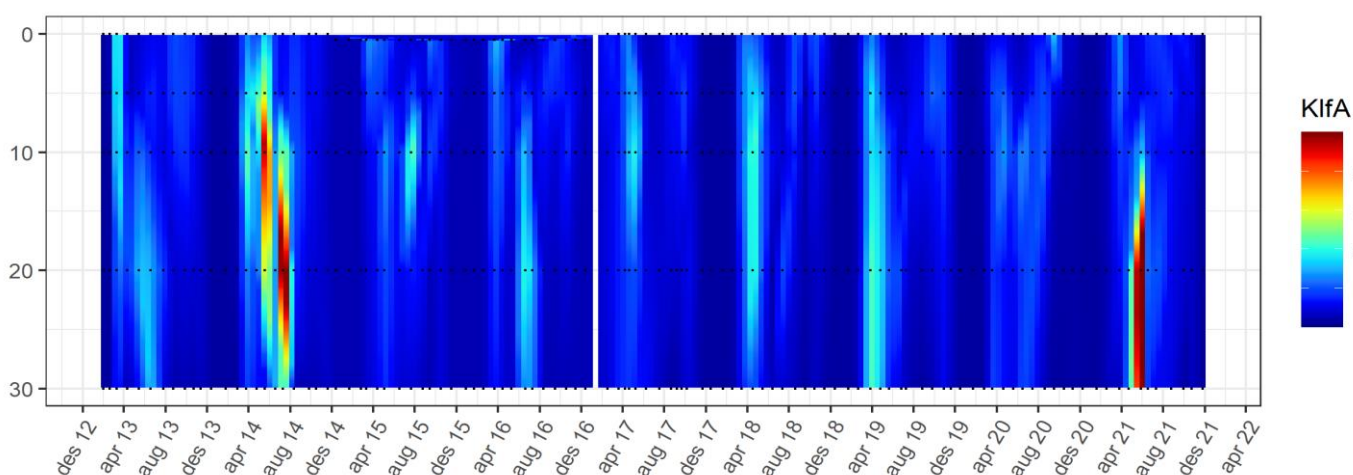
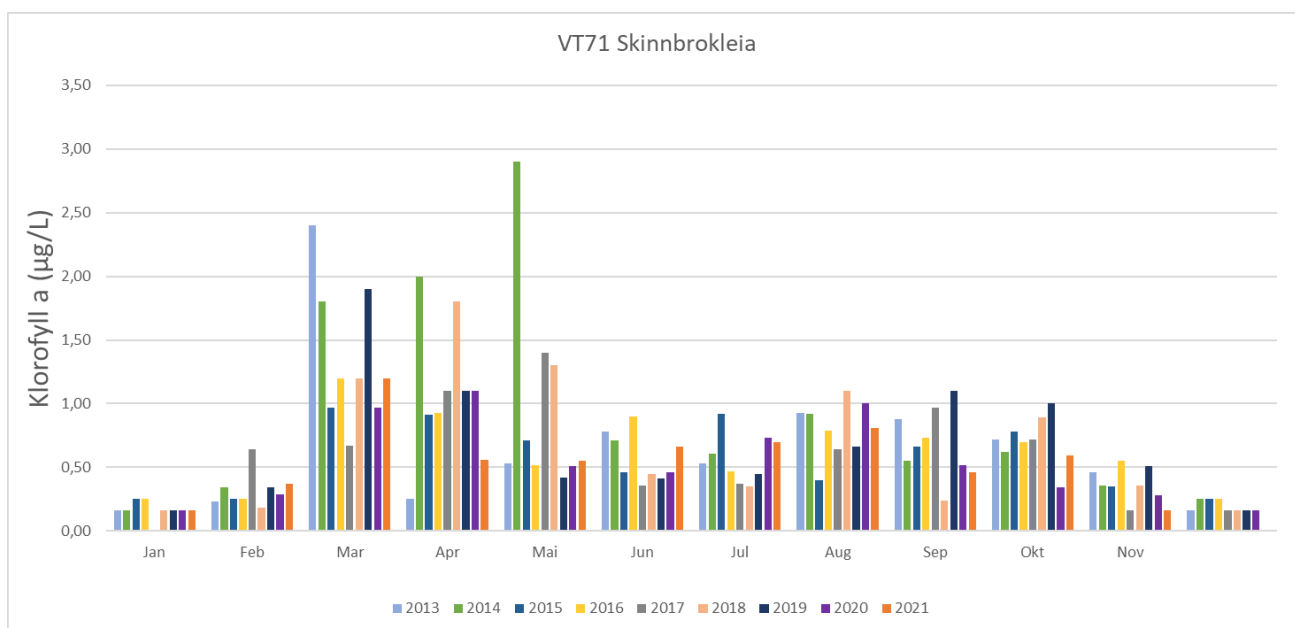
I slutten av mars 2021 registreres årets høyeste klorofyll *a* verdi samtidig med årets høyeste algeforekomst (Figur 21). Den domineres av kiselalger som *Skeletonema* spp., *Thalassiosira nordenskiöldii* og *Chaetoceros debilis*, *C. curvisetus* og *C. gelidus*, vanlige arter i våroppblomstringen. Det observeres litt kiselalger også i slutten av mai og i juli, men svært lite i juni og resten av året. Små forekomster av gruppen andre flagellater og monader registreres i prøvene fra mai til august. I mai er det en forekomst av gullalgen *Dinobryon* spp. Kalkflagellaten *Emiliana huxleyi* er til stede i brorparten av prøvene, men i lave antall.



Figur 21. VT71 Skinnbrokleia, 5 m dyp. Utvikling av klorofyll a gjennom 2021 (øverst), antall celler (i midten) og beregnet mengde karbon (nederst) i perioden desember 2020 til november 2021. Planktonet er inndelt i tre hovedgrupper; kiselalger (oransje), fureflagellater (blå) og andre flagellater og monader (grå). Gruppen andre flagellater og monader består av kiselflagellater, svelgflagellater, grøninalger, olivengrøninalger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.

VT71 - Utviklingen av klorofyll a i perioden 2013-2021

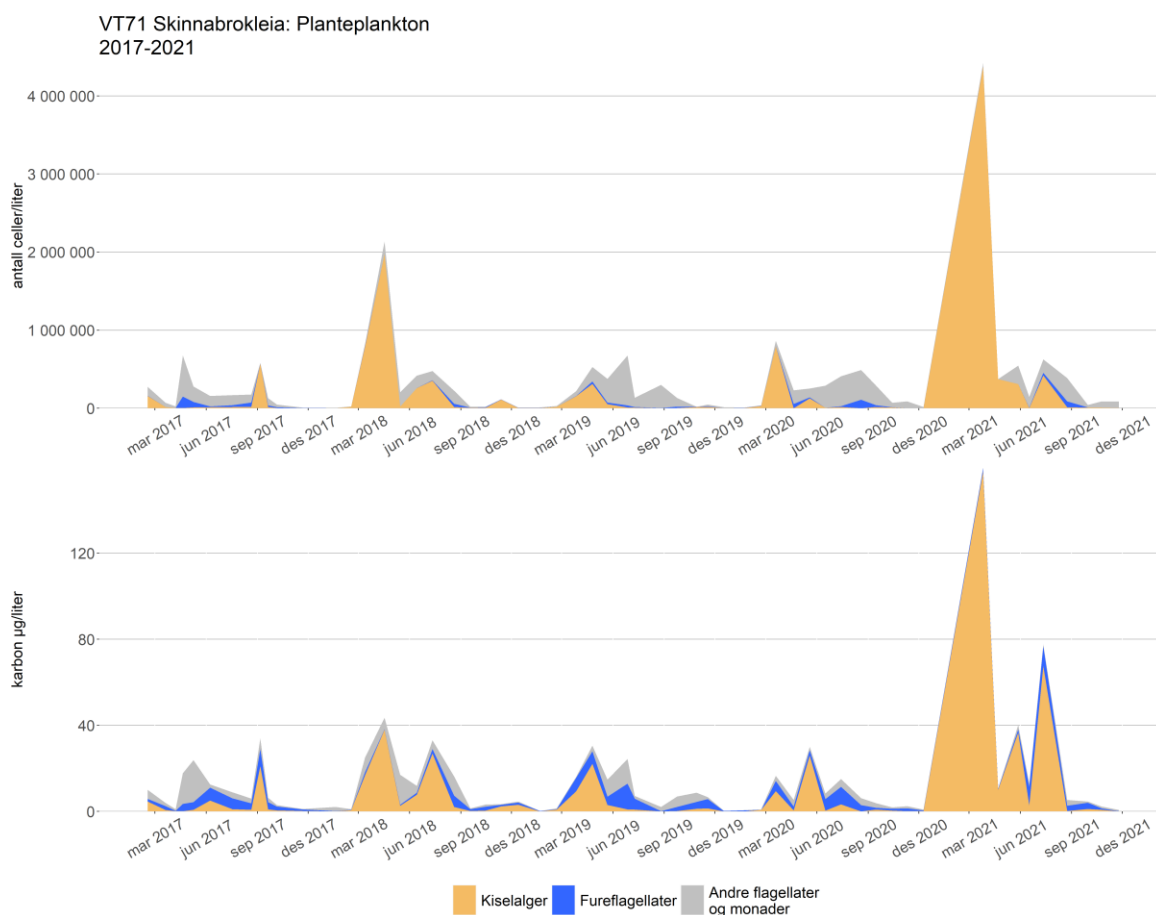
2021-målingene for klorofyll a ligger innenfor de verdiene som har blitt målt i perioden 2013-2021 (Figur 22 øverst). Dybdefordelingen for klorofyll a viser at maksimumsverdiene kan forekomme nede i vannsøylen, fra 10 m og ned til 20-30 meters dyp. De høyeste klorofyll a verdiene i 2021 ble målt i juni på 15-30 m (Figur 22 nederst). FerryBox-målingene (fra september 2021), som måler klorofyll a fluorescens langs transekter, dekket ikke hele perioden pga. Covid-pandemien, men viser også lave verdier på sensommeren og vinteren (Figur 25), i tråd med de øvrige målingene.



Figur 22. Øverst: Utvikling av klorofyll a på stasjon VT71 Skinnbrokleia gjennom året for perioden 2013-2021 (4 m dyp). Nederst: Klorofyll a fra den månedlige vannprøvetakingen ved VT71 Skinnbrokleia 2013-2021 fra overflaten til 30 m dyp.

VT71 - Utviklingen av planteplankton målt i antall celler og karbonbiomasse i perioden 2017-2021

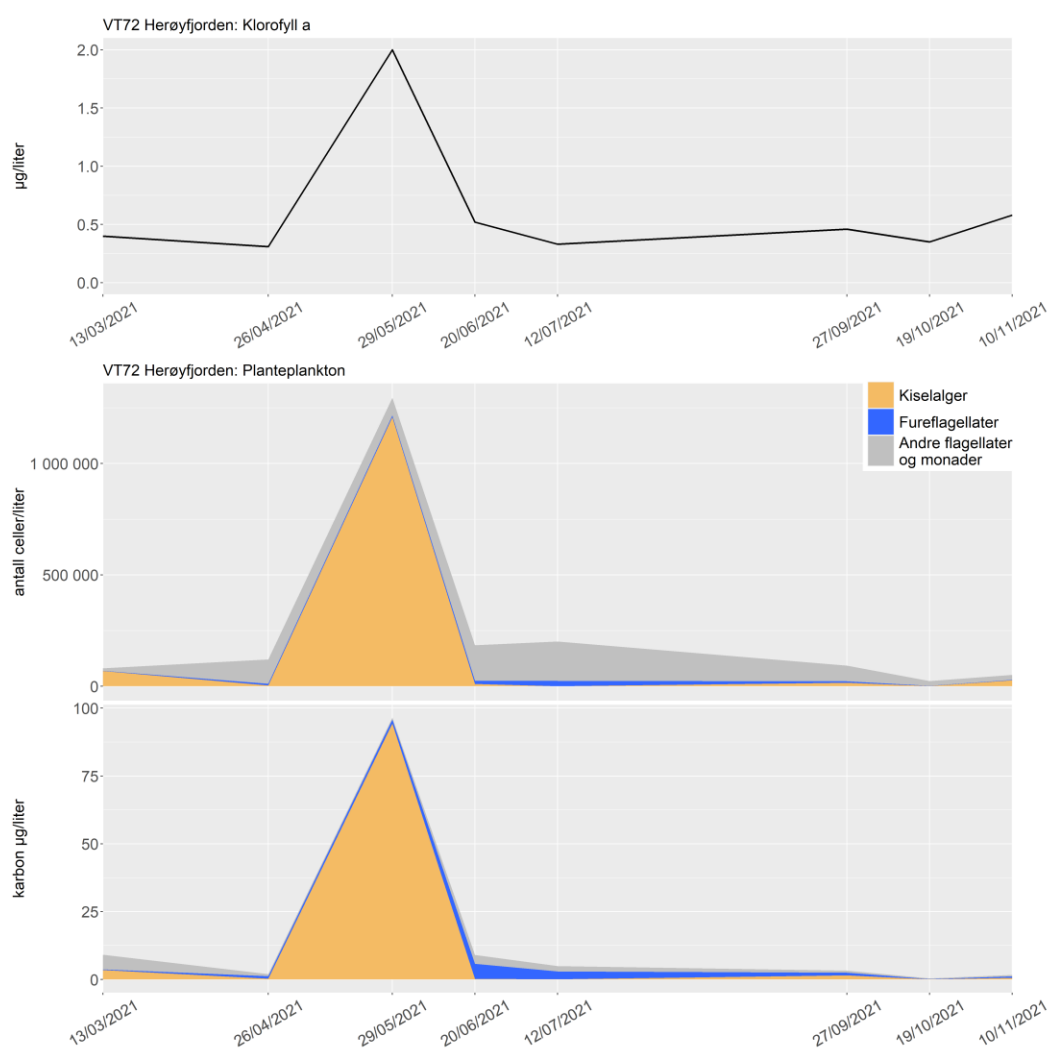
Det er flest av kiselalgene og gruppen andre flagellater og monader, men fureflagellatene kan tidvis bidra med mye karbonbiomasse. I perioden så registreres det sjelden over 1 million celler og 40 mikrogram karbon i en liter sjøvann bortsett ifra på våren 2018 og i 2021 (Figur 23).



Figur 23. Fordelingen av planteplankton på grupper fra 2017 til 2021 på 5 m dyp. Øverst: antall celler. Nederst: karbonbiomasse. Gruppen andre flagellater og monader består av kiselflagellater, svelgflagellater, grøninalger, olivengrøninalger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.

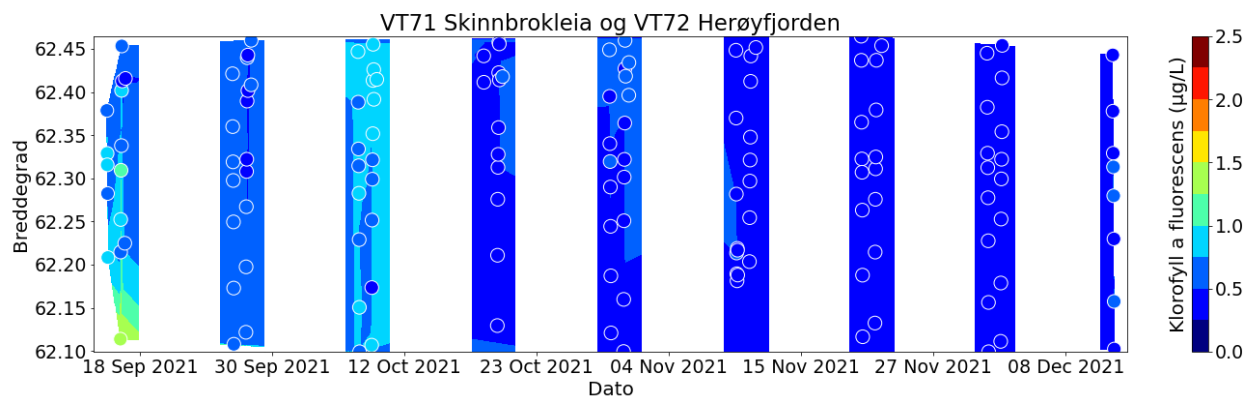
VT72 Herøyfjorden 2021

I mars og april ble det registrert lite klorofyll *a* og lite alger (Figur 24). I slutten av mai var det en oppblomstring av kiselalger dominert av *Chaetoceros*-arter og en forekomst av *Guinardia delicatula* samtidig med at årets høyeste klorofyll *a* verdi registreres. Resten av året observeres det lite alger og lave klorofyll *a* verdier, men i juni og juli var det en liten forekomst av kalkflagellaten *Emiliana huxleyi*. Fureflagellatene observeres i lave antall hele året og det er mest av dem om sommeren og høsten. FerryBox-målingene av klorofyll *a* fluorescens dekket ikke hele perioden, men viser også lave verdier på sensommeren og vinteren (Figur 25), hvilket samsvarer med de øvrige målingene.



Figur 24. VT72 Herøyfjorden, 5 m. Utvikling av klorofyll a gjennom 2021 (øverst), antall celler (midten) og beregnet mengde karbon (nederst) i perioden januar 2020 til november 2021. Planktonet er inndelt i tre hovedgrupper; kiselalger (oransje), fureflagellater (blå) og andre flagellater og monader (grå). Gruppen andre flagellater og monader består av kiselflagellater, svelgflagellater, grønnauger, olivengrønnauger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.

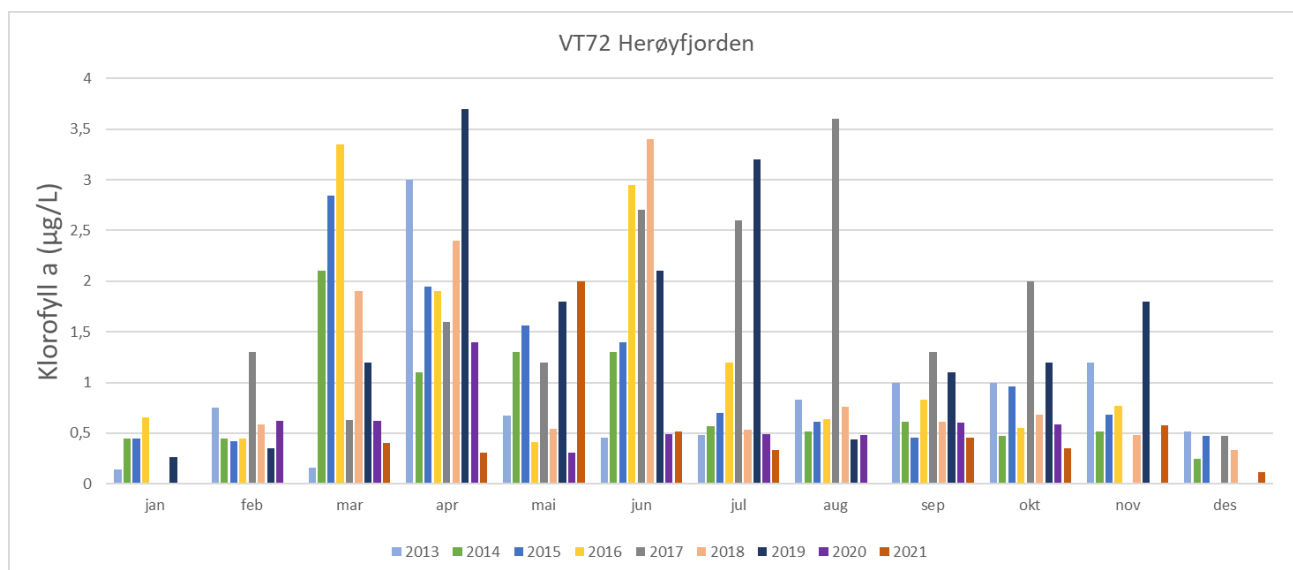
De lave klorofyll a fluorescens verdiene fra september til desember (Figur 25) stemmer med klorofyll a målingene på 5 m (Figurene 21 og 24 øverst).



Figur 25. Klorofyll a fluorescens målt med FerryBox fra M/S Trollfjord, september-desember 2021 innenfor området som omfatter stasjonen VT72 Herøyfjorden (breddegrad 62.306) og VT71 Skinnbrokleia (breddegrad 62.328).

VT72 - Utviklingen av klorofyll a i perioden 2013-2021

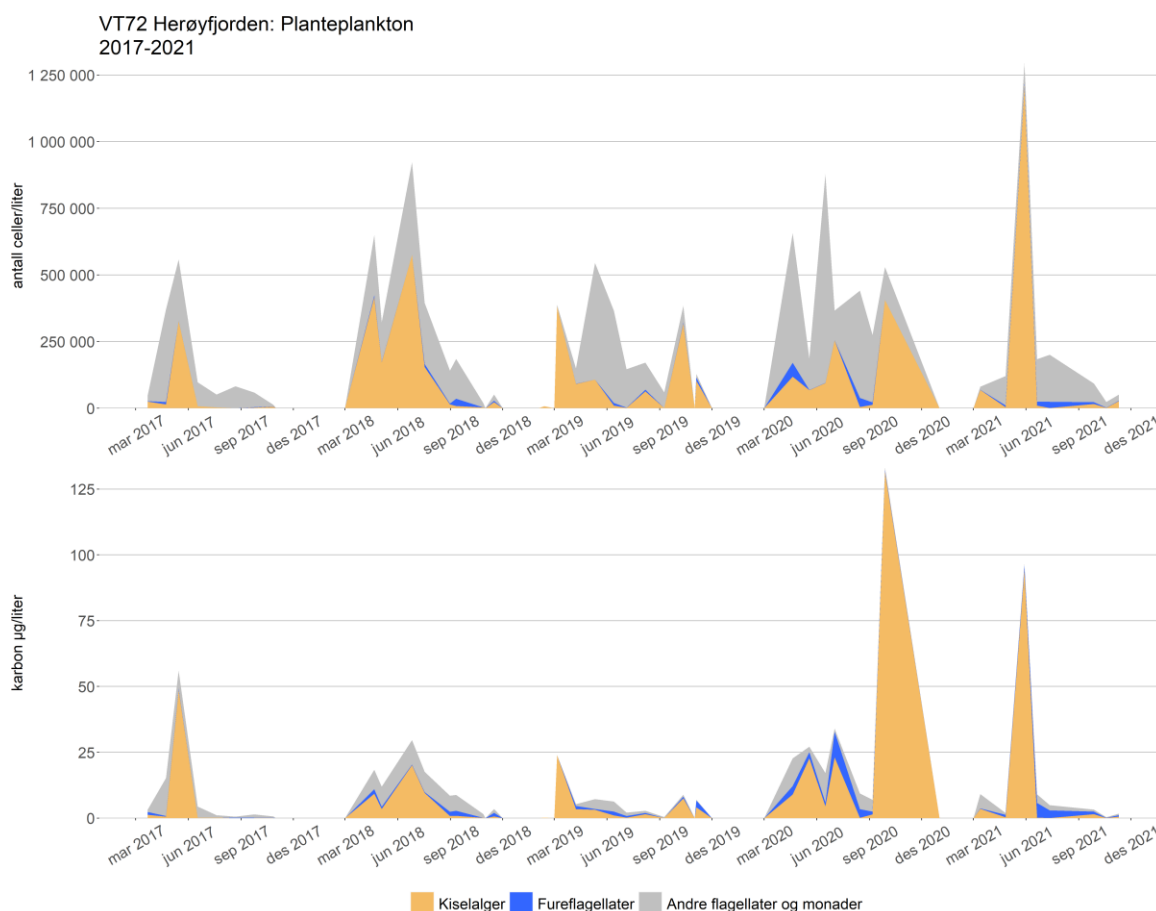
I 2013 ble den høyeste klorofyll a verdien registrert i april, mens det resten av året ble målt lave verdier. Den høyeste konsentrasjon i 2014 ble registrert i mars. I 2015 og 2016 var det høye klorofyll a verdier i mars som til dels falt sammen med våroppblomstringen. I 2016 var det i tillegg en sommeroppblomstring i juni, som ble satt i forbindelse med høye nivåer av næringssalter. Tilsvarende årsforløp var tilfelle i 2017, 2018 og 2019, men 2017 skilte seg ut ved høye verdier gjennom hele sommeren fra juni til august. Også i 2019 ble det målt høye klorofyll a verdier i juli. 2019 hadde også vesentlig høyere klorofyll a verdi i november enn de foregående årene. Periodens aller høyeste klorofyll a verdi ble registrert i april 2019, men var ikke vesentlig høyere enn andre års maksimumsverdier. I 2021 ble det ikke observert noen tydelig våroppblomstring. Generelt viste vannprøvene fra 2021 et liknende forløp som årene før. Årets høyeste klorofyll a verdi ble registrert i mai (Figur 24 og 26).



Figur 26. Utvikling av klorofyll a på stasjon VT72 Herøyfjorden gjennom året for perioden 2013-2021 (ca. 5 m dyp).

VT72 - Utviklingen av planteplankton målt i antall celler og karbonbiomasse i perioden 2017-2021

Det var mest av kiselalgene og gruppen andre flagellater og monader. Fureflagellatene ga i perioder viktige bidrag til karbonbiomassen selv om antallet celler var lavt (Figur 27).

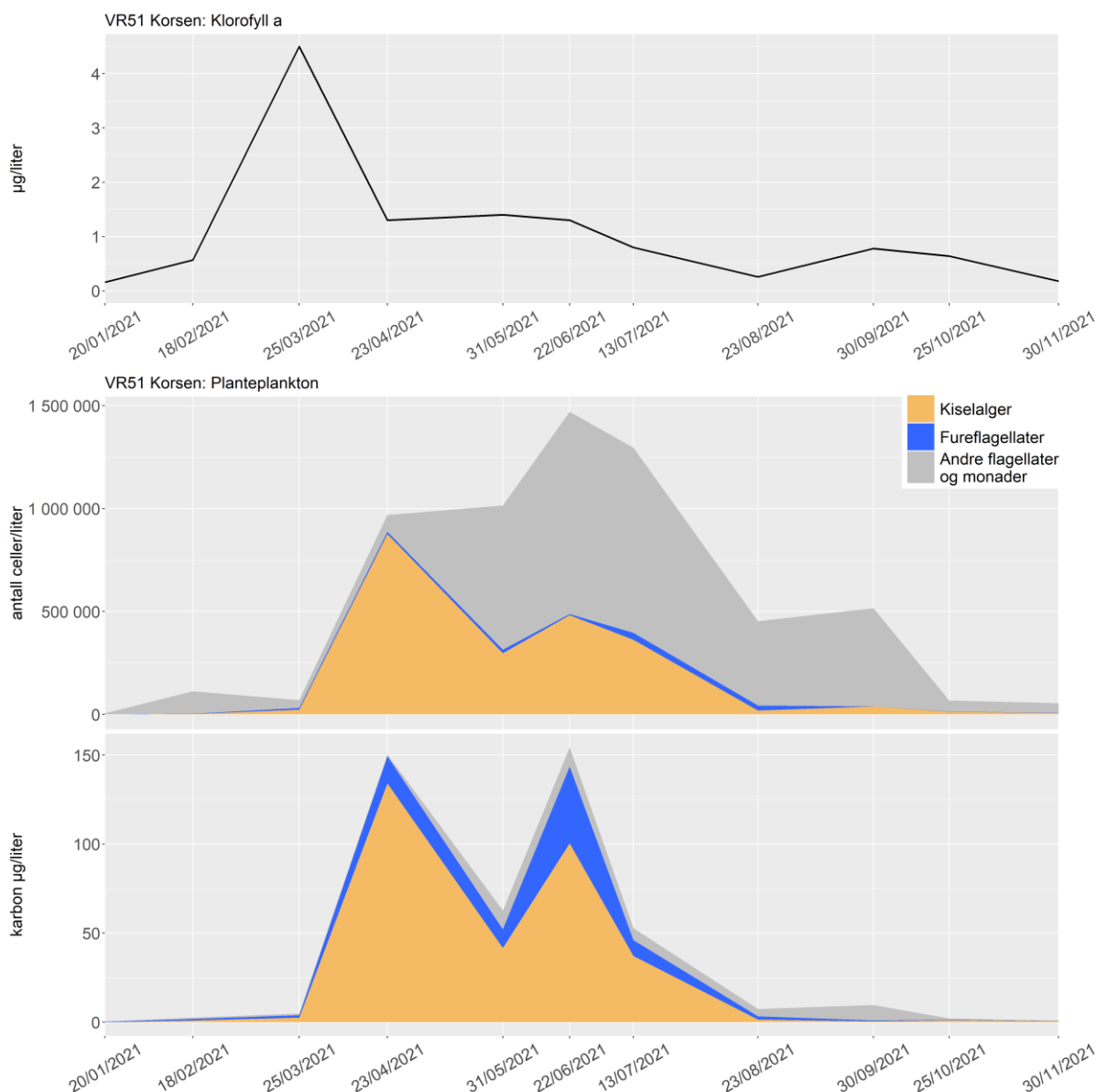


Figur 27. Fordelingen av planteplankton på grupper fra 2017 til 2021 på 5 m dyp. Øverst: antall celler. Nederst: Karbonbiomasse. Gruppen andre flagellater og monader består av kiselflagellater, svelgflagellater, grøninalger, olivengrøninalger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.

Geirangerfjorden

VR51 Korsen 2021

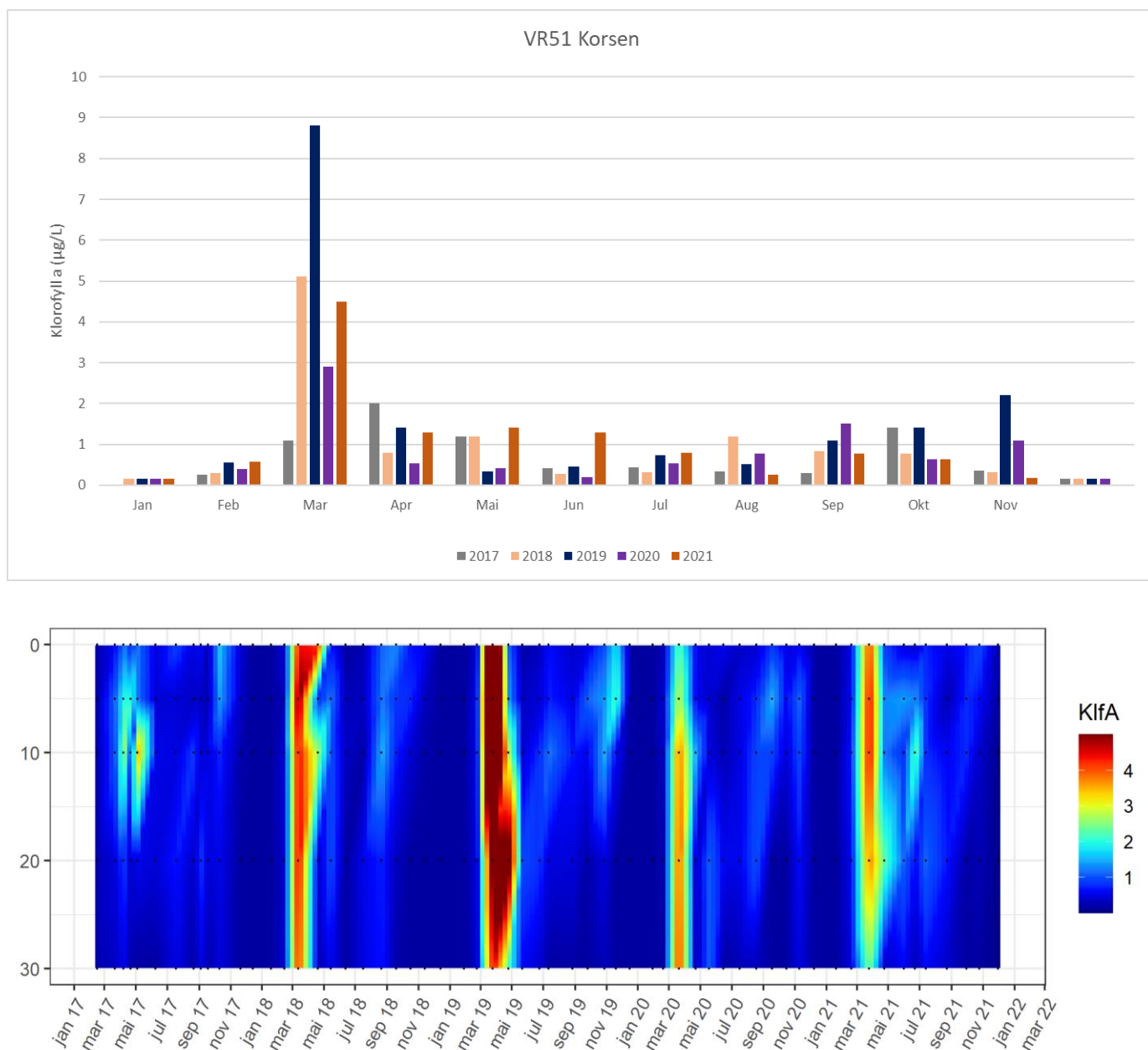
I mars var det høy klorofyll *a* verdi, men det ble registrert veldig få alger (Figur 28) (dette er uvanlig og kan ikke forklares, men det var svært dårlig vær og vanskelige forhold for prøvetagning). I april var planteplanktonet dominert av kiselalgen *Chaetoceros curvisetus*, *C. debilis* og *Skeletonema* spp., alle vanlige under våroppblomstringen. *Chaetoceros curvisetus* dominerte kiselalgeforekomstene i sommermånedene. I april, mai og juni var det en del fureflagellater og mest av de tekate, i juni var det en del *Tripes muelleri* som bidro med mye karbonbiomasse selv i lave antall. Det ble registrert lite kiselalger og fureflagellater om høsten. Gruppen andre flagellater og monader var tallrike i de fleste av prøvene, men bidro med lite karbonbiomasse. Det var flest av ubestemte monader og *Emiliania huxleyi*. I september var det en forekomst av *Crysotila carterae*.



Figur 28. VR51 Korsen, 5 m dyp. Utvikling av klorofyll a gjennom 2021 (øverst), antall celler (i midten) og beregnet mengde karbon (nederst) i perioden mars 2020 til november 2021. Planktonet er inndelt i tre hovedgrupper; kiselalger (oransje), fureflagellater (blå) og andre flagellater og monader (grå). Gruppen andre flagellater og monader består av kiselflagellater, svelgflagellater, grønnalger, olivengrønnalger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.

VR51 - Utviklingen av klorofyll a i perioden 2017-2021

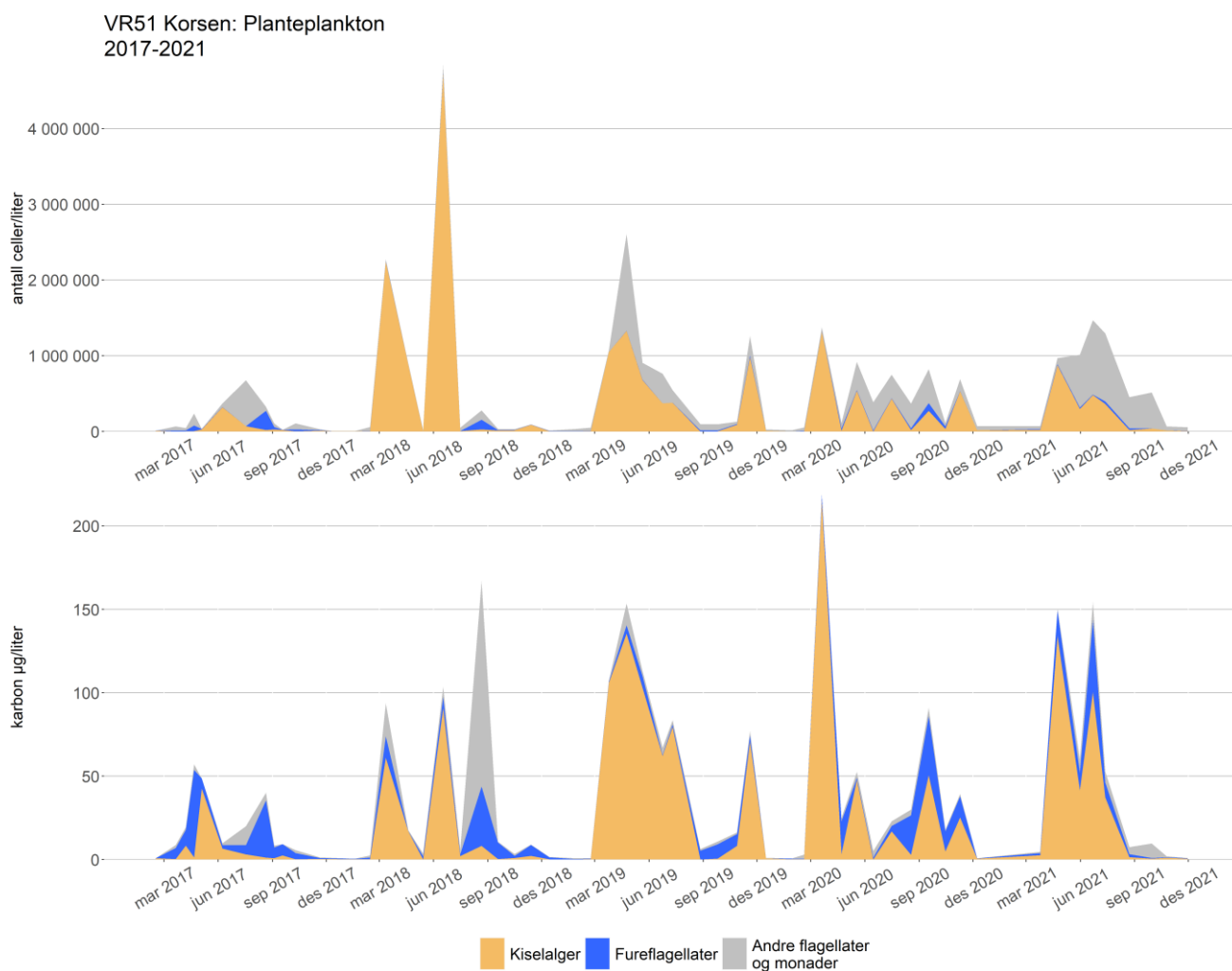
2021-målingene for klorofyll a på 5 m ligger innenfor de verdiene som har blitt målt i perioden 2017-2021. De høyeste verdiene registreres som regel i mars i forbindelse med våroppblomstringen (Figur 29 øverst). Dybdefordelingen for klorofyll a viser at maksimumsverdiene kan forekomme nede i vannsøylen, fra 10 m og ned til 20-30 meters dyp. Det var tydelige konsentrasjoner av klorofyll a fra overflaten og helt ned til 30 m dyp med de høyeste verdiene i 0-15 m dyp om våren. Utviklingen på stasjon VR51 Korsen fra 2017 til 2019 viste en tendens til økende mengde klorofyll a, men fra 2019 til 2020 var det en nedgang og så økte det noe igjen i 2021 (Figur 29 nederst).



Figur 29. Øverst: Utvikling av klorofyll a på stasjon VR51 Korsen gjennom året for perioden 2017-2021 (4 m dyp). Nederst: Klorofyll a fra den månedlige vannprøvetakingen 2017 – 2021 fra overflaten til 30 m dyp.

VR51 - Utviklingen av planteplankton målt i antall celler og karbonbiomasse i perioden 2017-2021

Det er flest av kiselalgene og artene i gruppen andre flagellater og monader, men fureflagellaten kan tidvis dominere karbonbiomassen. Det ble sjelden registrert flere enn fire millioner celler eller mer enn 150 µg karbon i en liter sjøvann (Figur 30).

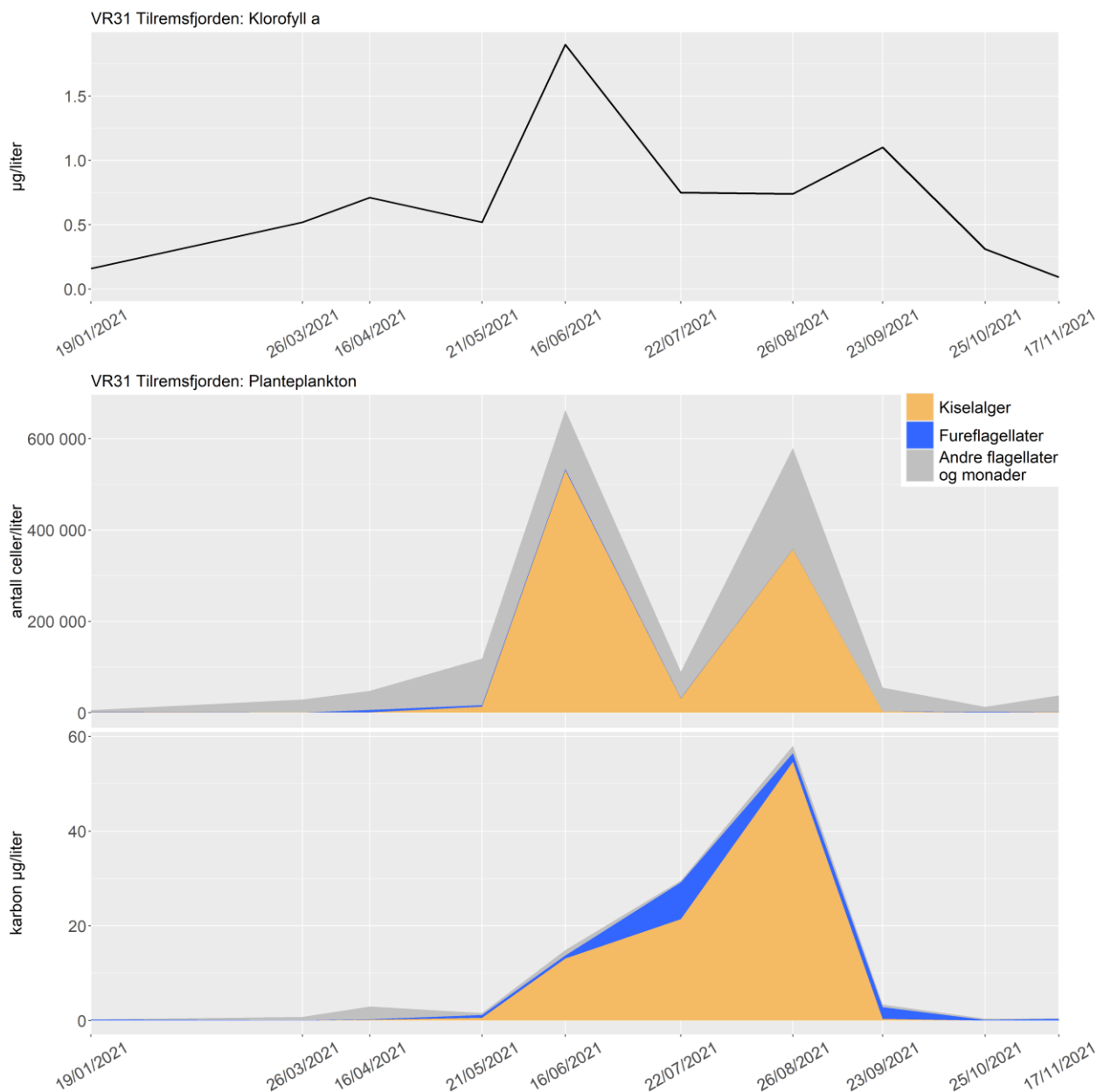


Figur 30. Fordelingen av planteplankton på grupper fra 2017 til 2020 på 5 m dyp. Øverst: antall celler. Nederst: karbonbiomasse. Gruppen andre flagellater og monader består av kiselalger, svelgflagellater, grønnalger, olivengrønnalger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.

Trøndelags- og Nordlandskysten

VR31 Tilremsfjorden

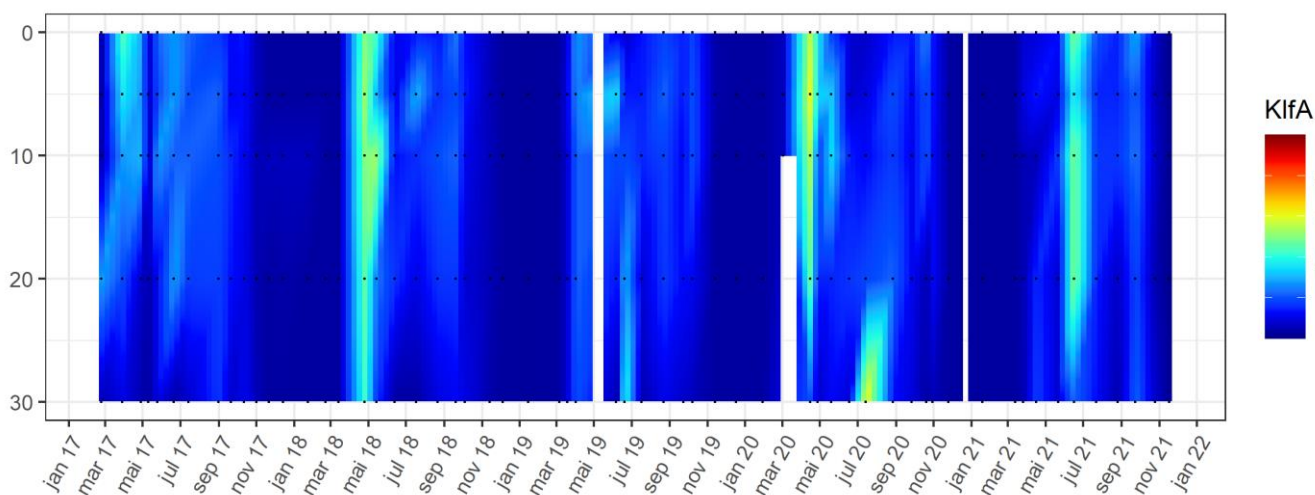
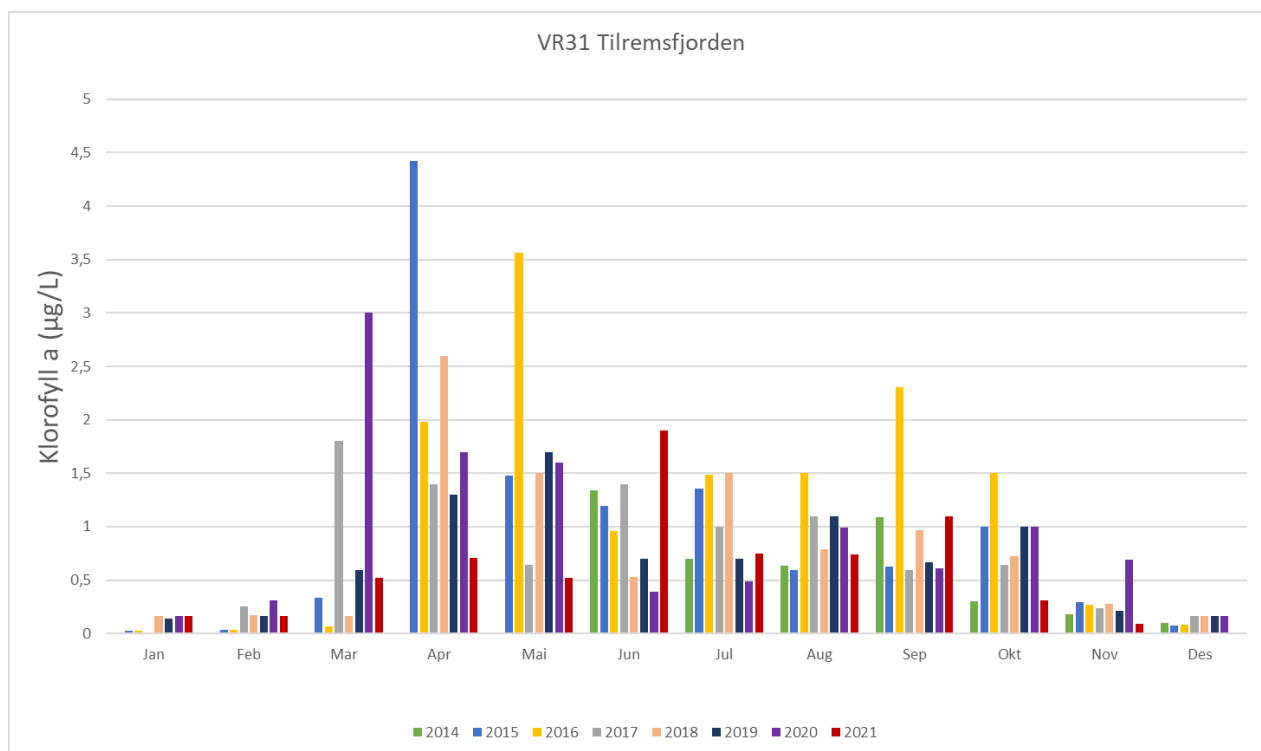
Det ble observert lite alger i mars, april og mai (Figur 30). Det var mest av små alger i gruppen andre flagellater og monader. I juni måles årets høyeste klorofyll *a* verdi og planktonet domineres av kiselalgen *Skeletonema* spp. I juli er det en forekomst av store fureflagellater i *Tripos*-slekten og kiselalgen *Proboscia alata*. Årets høyeste karbonbiomasse registreres i slutten av august og er dominert av kiselalger som *Dactyliosolen fragilissimus*, *Guinardia delicatula* og *Skeletonema* spp. som er vanlige arter i sommerplanktonet. Da er det også en del av kalkflagellaten *Emiliania huxleyi*, men fordi den er så liten bidro den lite i biomasse. I september var det en forekomst av store *Tripos* spp., mens det i oktober og november observeres lite alger.



Figur 31. VR31 Tilremsfjorden, Utvikling av klorofyll a gjennom 2021 (øverst), antall celler (i midten) og beregnet mengde karbon (nederst) i perioden mars 2020 til november 2021. Planktonet er inndelt i tre hovedgrupper; kiselalger (oransje), fureflagellater (blå) og andre flagellater og monader (grå). Gruppen andre flagellater og monader består av kiselflagellater, svelgflagellater, grønnaelger, olivengrønnaelger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.

VR31 - Utviklingen av klorofyll a i perioden 2014-2021

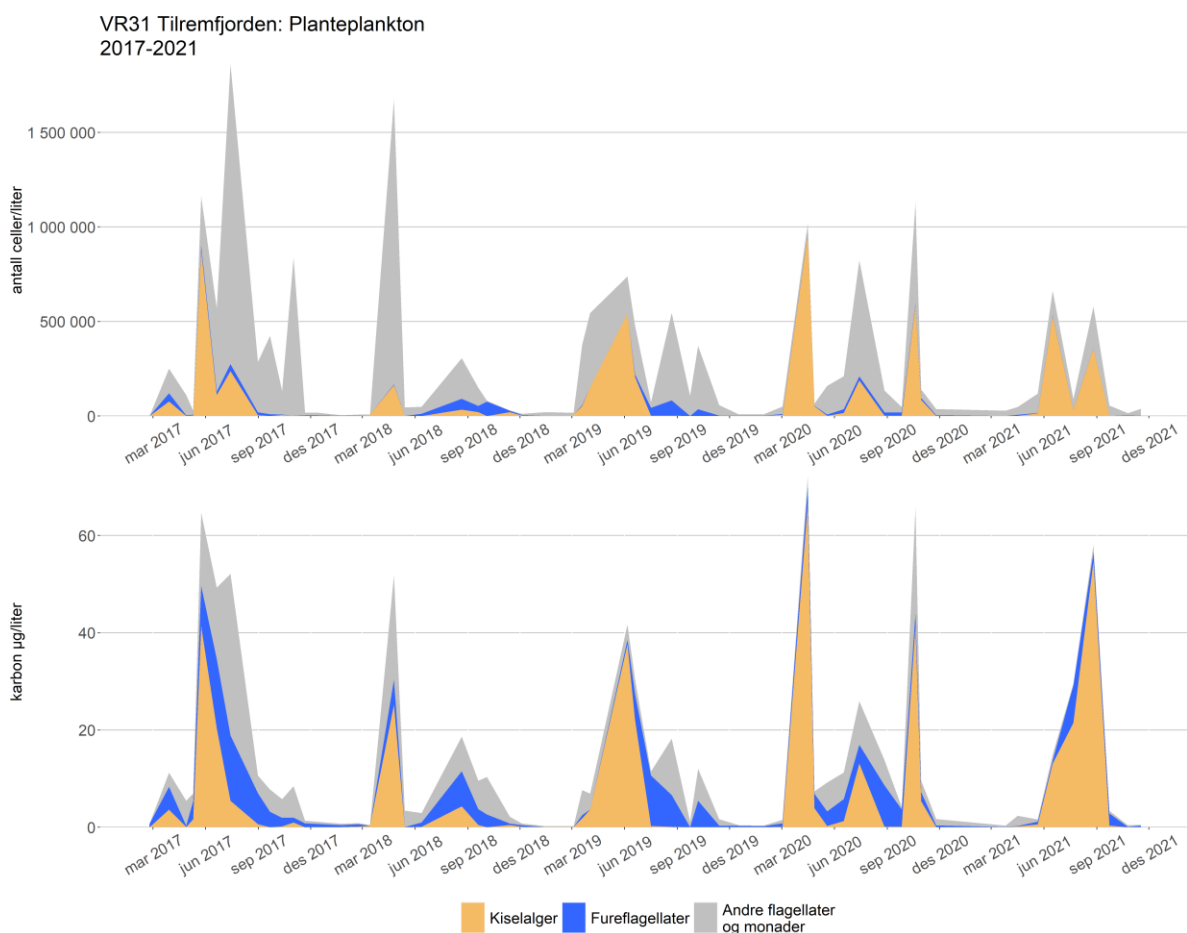
Den høyeste klorofyll a verdien ble registrert i april 2015, og i hovedsak var verdiene høyere på våren enn om sommeren og høsten (Figur 32 øverst). Våroppblomstringen ble registrert i perioden mars til mai. I desember, januar og februar ble det registrert lave verdier. Dybdefordelingen for klorofyll a viser at verdiene kan være like høye eller høyere enn i overflaten lenger ned i vannsøylen. I perioder var det tydelige konsentrasjoner av klorofyll a fra overflaten og helt ned til 20-30 m dyp (Figur 32 nederst).



Figur 32. Øverst. Utvikling av klorofyll a på stasjon VR31 Tilremsfjorden gjennom året for perioden 2014-2021 (ca. 5 m dyp). Nederst: Klorofyll a fra den månedlige vannprøvetakingen 2017 - 2021 fra overflaten til 30 m dyp.

VR31 - Utviklingen av planteplankton målt i antall celler og karbonbiomasse i perioden 2017-2021

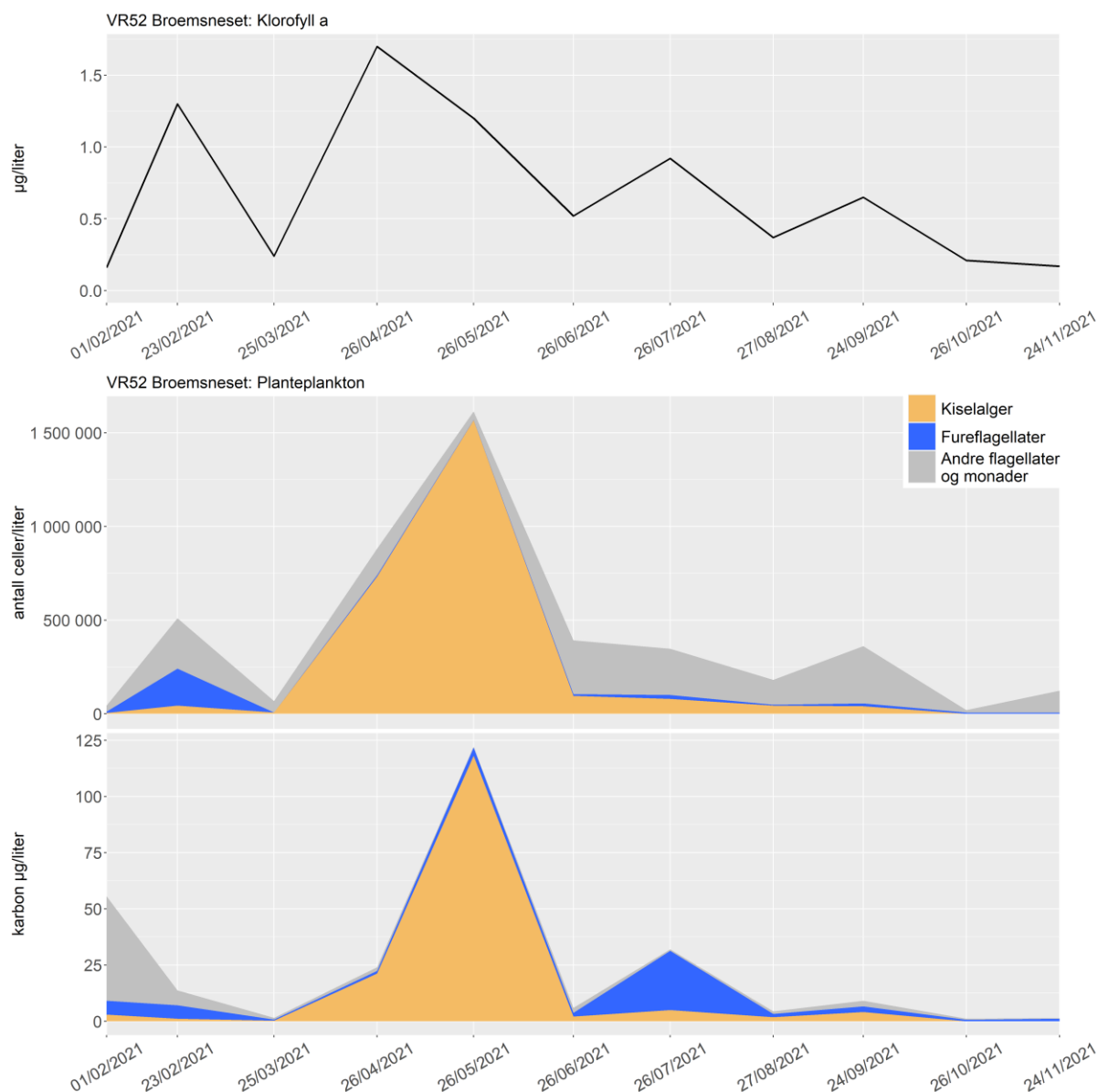
Det er flest av kiselalgene og gruppen andre flagellater og monader, men fureflagellatene kan utgjøre en stor andel av karbonbiomassen. Det var sjelden mer enn 150 millioner celler og 60 µg karbonbiomasse i en liter sjøvann (Figur 33).



Figur 33. Fordelingen av planteplankton på grupper fra 2017 til 2020 på 5 m dyp. Øverst: antall celler. Nederst: karbonbiomasse. Gruppen andre flagellater og monader består av kiselflagellater, svelgflagellater, grøninalger, olivengrøninalger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.

VR52 Broemsneset

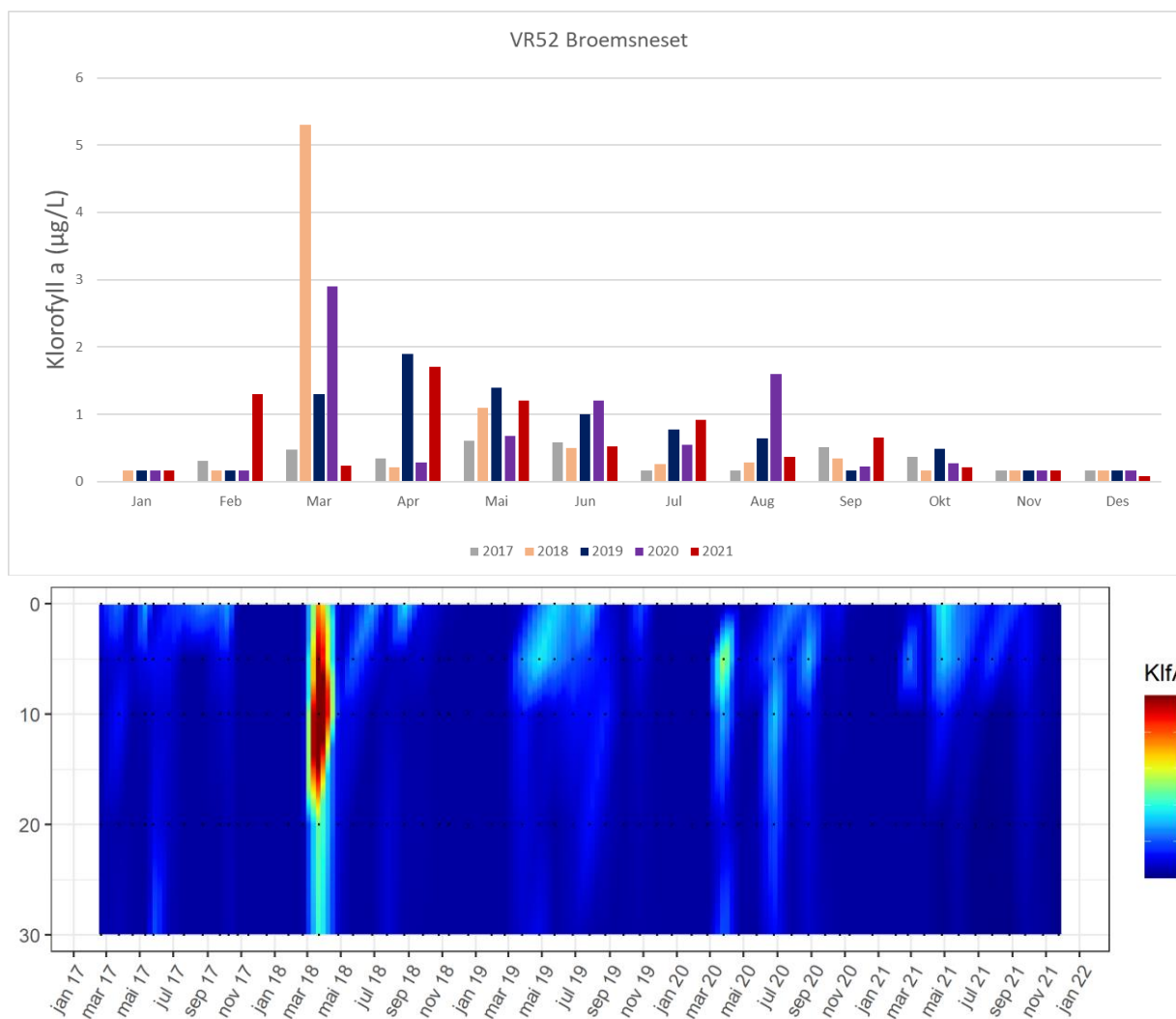
I slutten av mars var det lite alger mens det i slutten av april var mest av kiselalgene *Chaetoceros* spp samt *Thalassiosira nordensskioeldii*, *Navicula vanhoeffenii*, *Thalassionema nitzschioides* og *Skeletonema* spp. som er vanlige i våroppblomstringen. Det var en stor oppblomstring av *Skeletonema* spp. i slutten av mai og veldig lite andre alger. Resten av året registreres det få kiselalger. Fureflagellatene observeres hele året, men i lave antall. I juli er det en forekomst av *Tripes muelleri* som står for det meste av algebiomassen. Gruppen andre monader og flagellater er mest tallrik i sommer- og høstprøvene, de fleste er uidentifiserte og utgjør en liten del av algebiomassen (Figur 34).



Figur 34. VR52 Broemsneset, Utvikling av klorofyll a gjennom 2021 (øverst), antall celler (i midten) og beregnet mengde karbon (nederst) i perioden mars 2020 til november 2021. Planktonet er inndelt i tre hovedgrupper; kiselalger (oransje), fureflagellater (blå) og andre flagellater og monader (grå). Gruppen andre flagellater og monader består av kiselflagellater, svelgflagellater, grønnaelger, olivengrønnaelger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.

VR52 - Utviklingen av klorofyll a i perioden 2017-2021

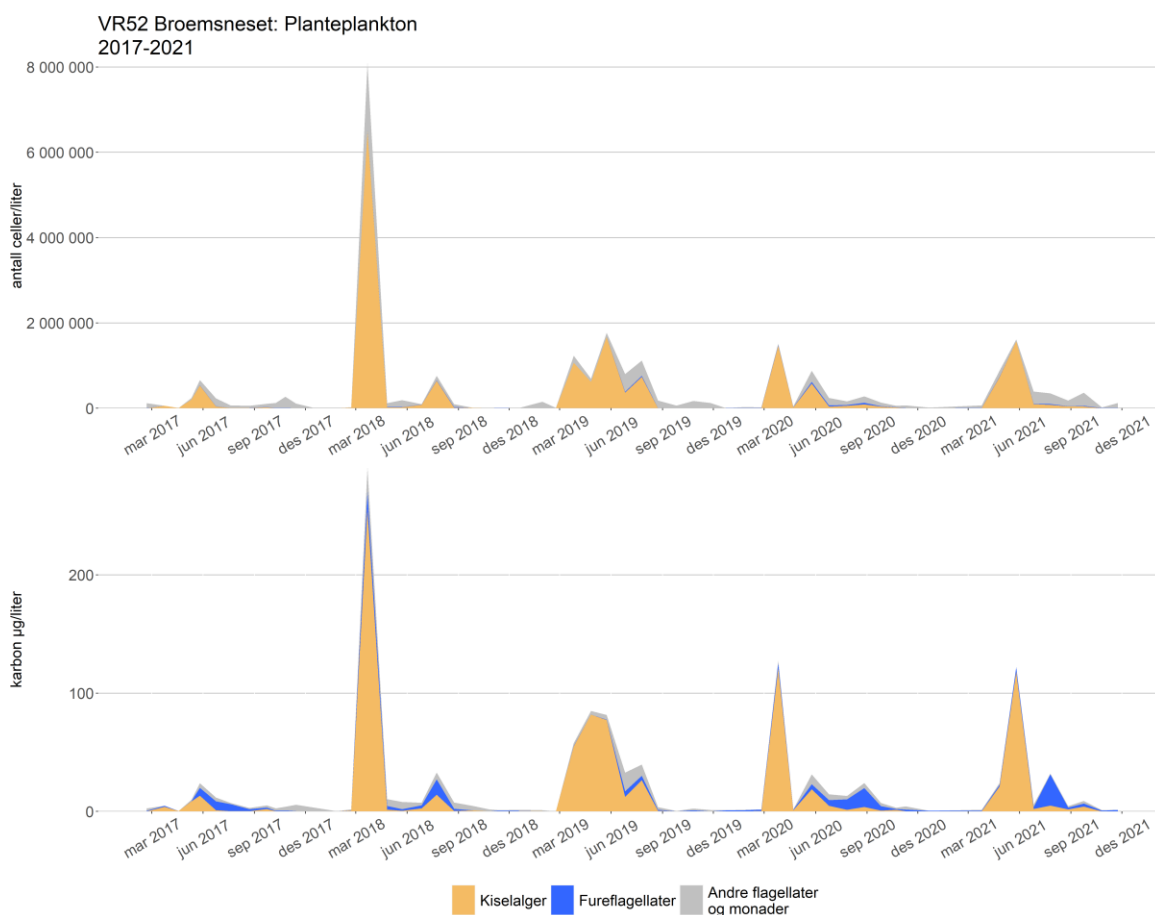
Dybdefordelingen for klorofyll a viser at maksimumsverdiene kan forekomme nede i vannsøylen, fra 5 m og ned til 20 meters dyp (Figur 35 nederst), men i 2021 ble de målt i overflaten i slutten av april (Figur 34 øverst, 35).



Figur 35. Øverst; Utvikling av klorofyll a på stasjon VR52 Broemsneset gjennom året for perioden 2017-2021 (ca. 5 m dyp). Nederst; Klorofyll a fra den månedlige vannprøvetakingen 2017 - 2021 fra overflaten til 30 m dyp.

VR52 - Utviklingen i planteplanktonet av antall celler og karbonbiomasse i perioden 2017-2021

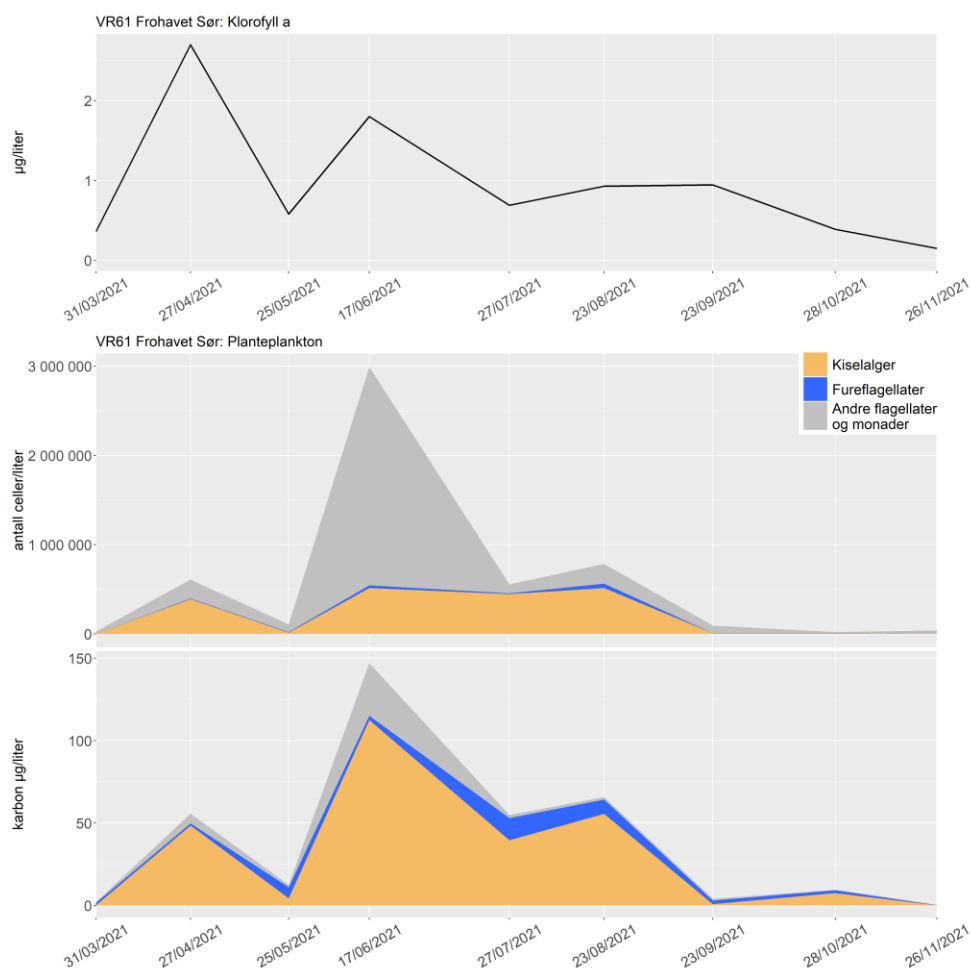
Det var flest av kiselalgene og gruppen andre flagellater og monader, men fureflagellatene bidro til tider til mesteparten av karbonbiomassen. Det ble sjelden registrert flere enn to millioner celler og 150 µg karbon i en liter sjøvann (Figur 36), bortsett fra våren 2018 da det var en stor våroppblomstring med kiselalger.



Figur 36. Fordelingen av planteplankton på grupper fra 2017 til 2020 på 5 m dyp. Øverst: antall celler. Nederst: karbonbiomasse. Gruppen andre flagellater og monader består av kiselflagellater, svelgflagellater, grønnalger, olivengrønnalger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.

VR61 Frohavet sør 2021

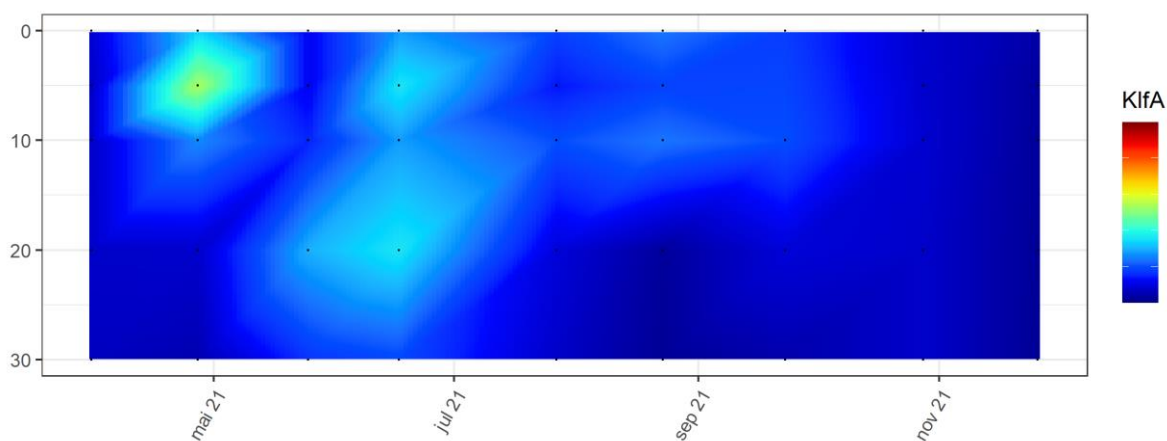
Det var lite alger i slutten av mars, men i april registreres årets høyeste klorofyll *a* verdi samtidig med en forekomst av våroppblomstrings-arter som kiselalgene *Thalassiosira nordenskiöldii*, *Thalassionema nitzschioides* samt *Chaetoceros gelidus*, *C. debilis* og *C. diadema*. I mai var det igjen lite alger, mens det i juni var en oppblomstring av kalkflagellaten *Emiliana huxleyi* og mye av kiselalgene *Guinardia delicatula* og *Dactyliosolen fragilissimus* som er vanlige om sommeren. I juli var det mest av kiselalgene og det var *Skeletonema* spp. som dominerte. Det var også forekomster av *Tripos*-arter både i juli og august, store celler som bidro til biomasse selv i lave antall. Fra september og ut året ble det observert få alger. Alger i gruppen andre flagellater og monader som svelgflagellater og svepeflagellater samt mange uidentifiserte var til stede gjennom hele perioden, men i små mengder, bortsett fra i juni da *E. huxleyi* var tallrik (Figur 37).



Figur 37. VR61 Frohavet, Utvikling av klorofyll a gjennom 2021 (øverst), antall celler (i midten) og beregnet mengde karbon (nederst) i perioden mars 2021 til november 2021. Planktonet er inndelt i tre hovedgrupper; kiselalger (oransje), fureflagellater (blå) og andre flagellater og monader (grå). Gruppen andre flagellater og monader består av kiselflagellater, svelgflagellater, grønnauger, olivengrønnauger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.

VR61 - Utviklingen av klorofyll a i 2021

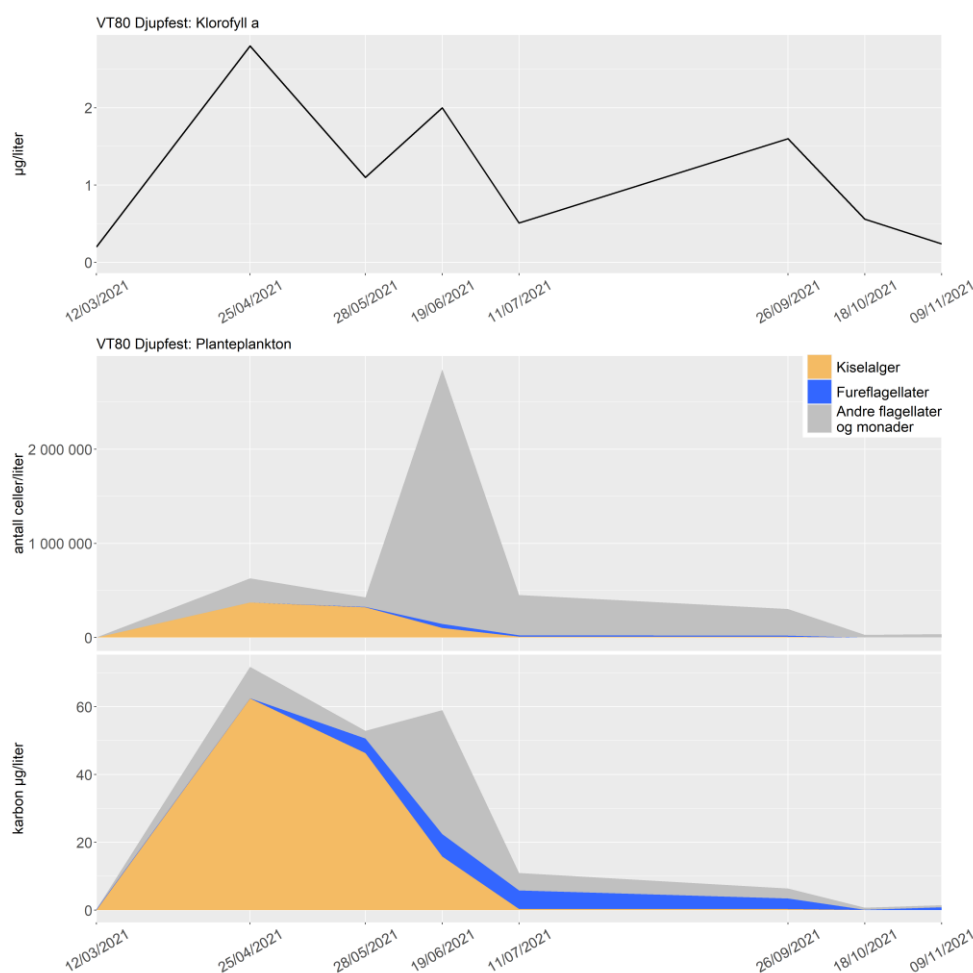
2021 var første år med prøvetagning på stasjon VR61 Frohavet sør. Maksimumsverdien av klorofyll a ble registrert i april på 5 m (Figur 38).



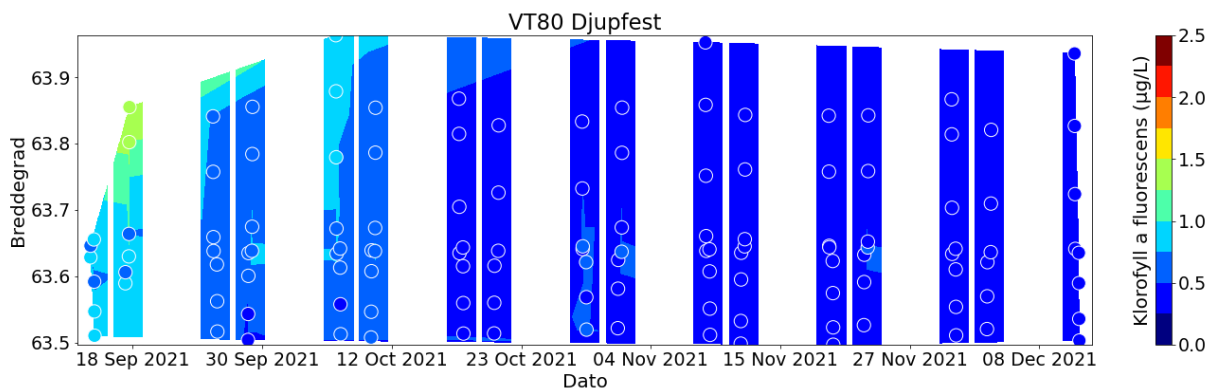
Figur 38. VR61 Frohavet. Klorofyll *a* fra den månedlige vannprøvetakingen 2021 fra overflaten til 30 m.

VT80 Djupfest

Det var få alger og lite klorofyll *a* i mars (Figur 39). Våroppblomstringen ble registrert i slutten av april og var dominert av kiselalger som *Skeletonema spp.*, *Thalassiosira spp.* og *Chaetoceros socialis*. I mai var det fremdeles mye kiselalger og *Skeletonema spp.* og *Guinardia delicatula* dominerte planteplanktonet. I juni var det en oppblomstring av *Emiliania huxleyi* sammen med en del ubestemte alger i gruppen andre flagellater og monader. Det var en del av øyealgen *Eutreptiella spp.* i april, mai, juni og juli. Ellers var det spredte og små forekomster av svelgalger. Det var til dels høye antall av ubestemte flagellater og monader, men siden de er små utgjorde de lite i biomasse. Fureflagellatene var til stede hele året, men i lave antall. Det var mest i mai, juni, juli og august, og det var flest av de nakne, men også innslag av store *Tripos*-arter. I oktober ble det registrert lite alger og lite klorofyll *a*, og i november enda mindre. I august ble det ikke tatt prøver grunnet tekniske problemer med innsamlingsenheten (ISCO sampler) om bord på MS Kong Harald. I september ble det registrert en liten topp i klorofyll *a* og klorofyll *a* fluorescens (Figur 39, 40).



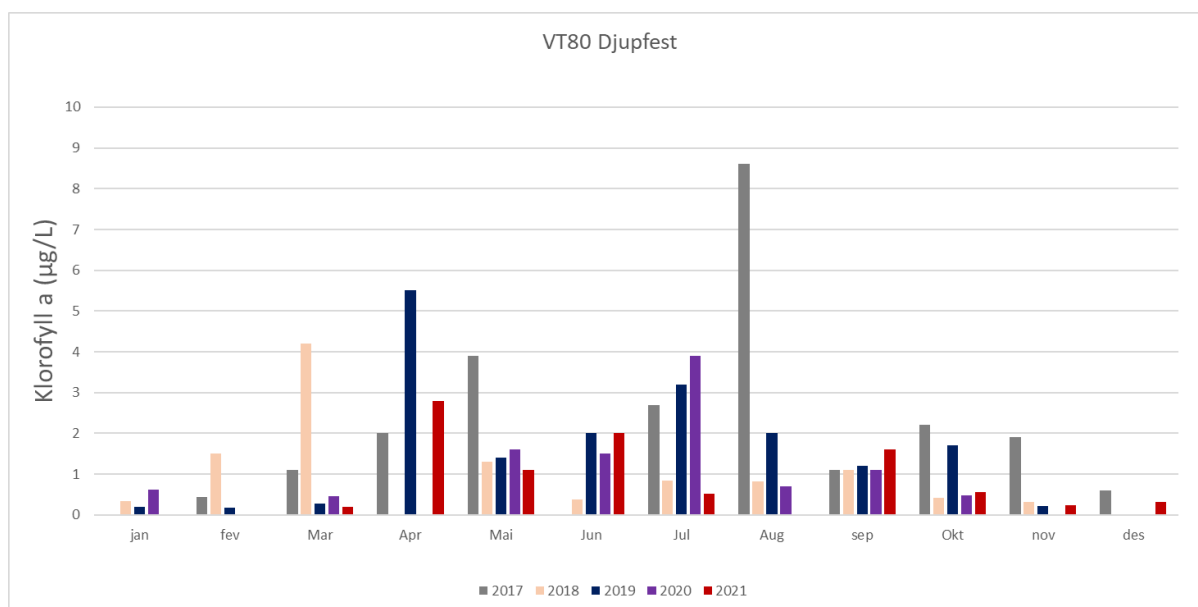
Figur 39. VT80 Djupfest, Utvikling av klorofyll *a* gjennom 2021 (øverst), antall celler (i midten) og beregnet mengde karbon (nederst) i perioden mars 2020 til november 2021. Planktonet er inndelt i tre hovedgrupper; kiselalger (oransje), fureflagellater (blå) og andre flagellater og monader (grå). Gruppen andre flagellater og monader består av kiselflagellater, svelgflagellater, grøninalger, olivengrøninalger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.



Figur 40. Klorofyll a fluorescens 2021 målt ved VT80 Djupfest (breddegrad 63,8) med FerryBox fra M/S Trollfjord på ca. 5 m dyp.

VT80 - Utviklingen av klorofyll a i perioden 2017-2021

De høyeste verdiene ble registrert mellom mars og august, men variasjonen er stor mellom årene (Figur 41).



Figur 41. Utvikling av klorofyll a på stasjon VT80 Djupfest gjennom året for perioden 2017-2021 (ca. 5 m dyp).

VT80 - Utviklingen i planteplanktonet av antall celler og karbonbiomasse i perioden 2017-2021

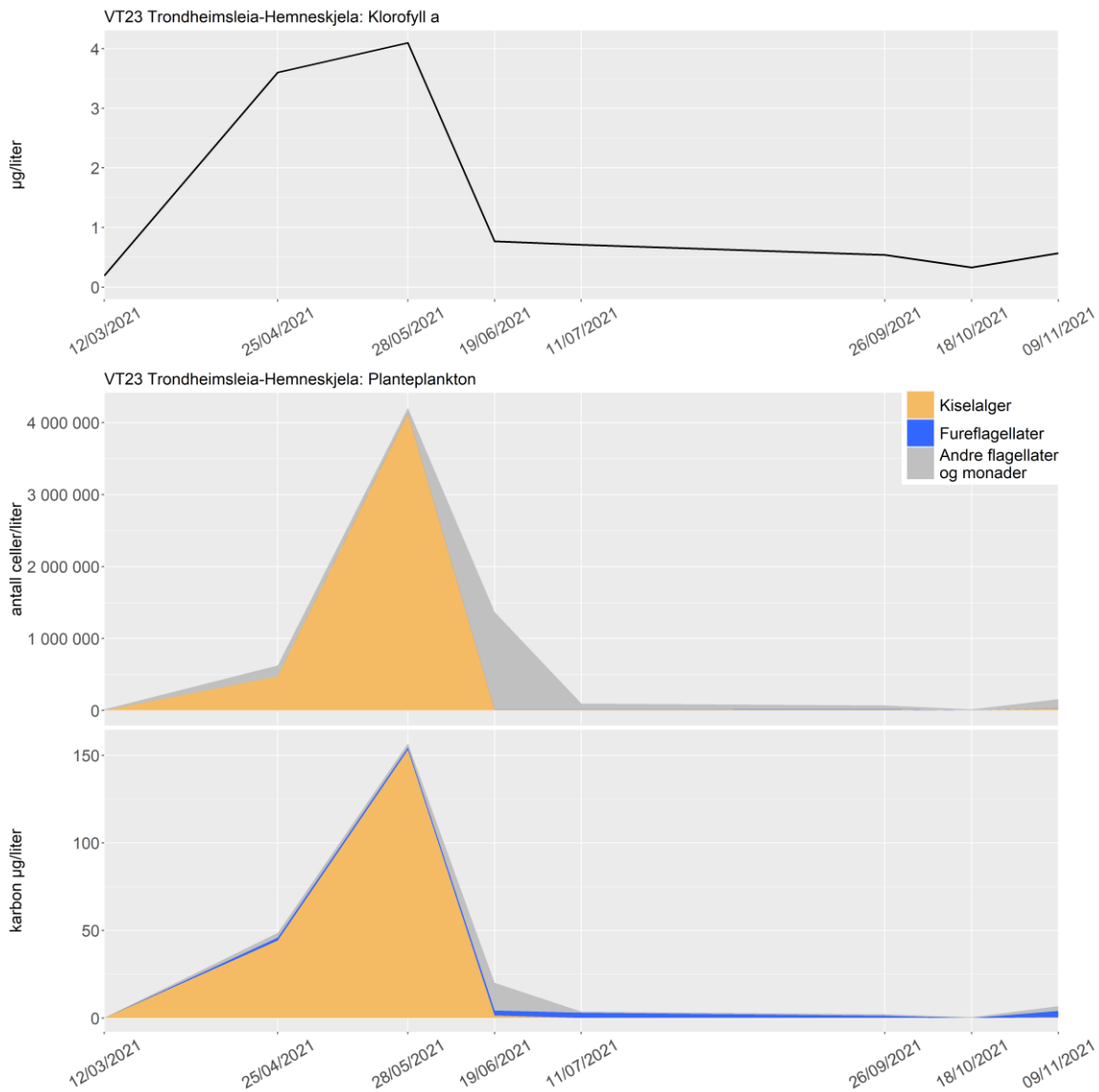
Det var flest av kiselalgene og gruppen andre flagellater og monader. Fureflagellatene er i fåtall, men kan i perioder bidra til mye av karbonbiomassen. Det var sjelden mer enn tre millioner celler og 120 µg karbon i en liter sjøvann (Figur 42).



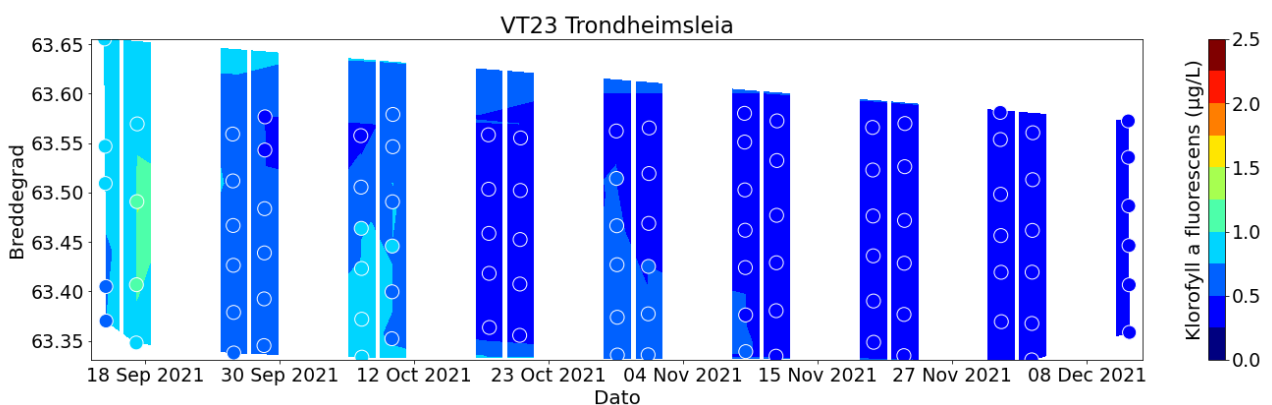
Figur 42. Fordelingen av planteplankton på grupper fra 2017 til 2020 på 5 m dyp. Øverst: antall celler. Nederst: Karbonbiomasse.. Gruppen andre flagellater og monader består av kiselflagellater, svelgflagellater, grønnaelger, olivengrønnaelger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.

VT23 Trondheimsleia- Henneskjela 2021

Det var lite alger i mars. Våroppblomstringen ble registrert i april og kiselalgene *Chaetoceros curvisetus*, *Thalassiosira angulata* og *Skeletonema* spp. var vanlige. I slutten av mai har kiselalgebestanden økt ytterligere og det er en oppblomstring av *Skeletonema* spp. Også *Guinardia delicatissima* og *Dactyliosolen fragilissimus* bidrar med mye karbonbiomasse. I juni registreres det en del *Emiliana huxleyi*. I juli og utover høsten var det lite alger, det var en liten økning i november av få, men store *Tripos furca* (Figur 43, 44).



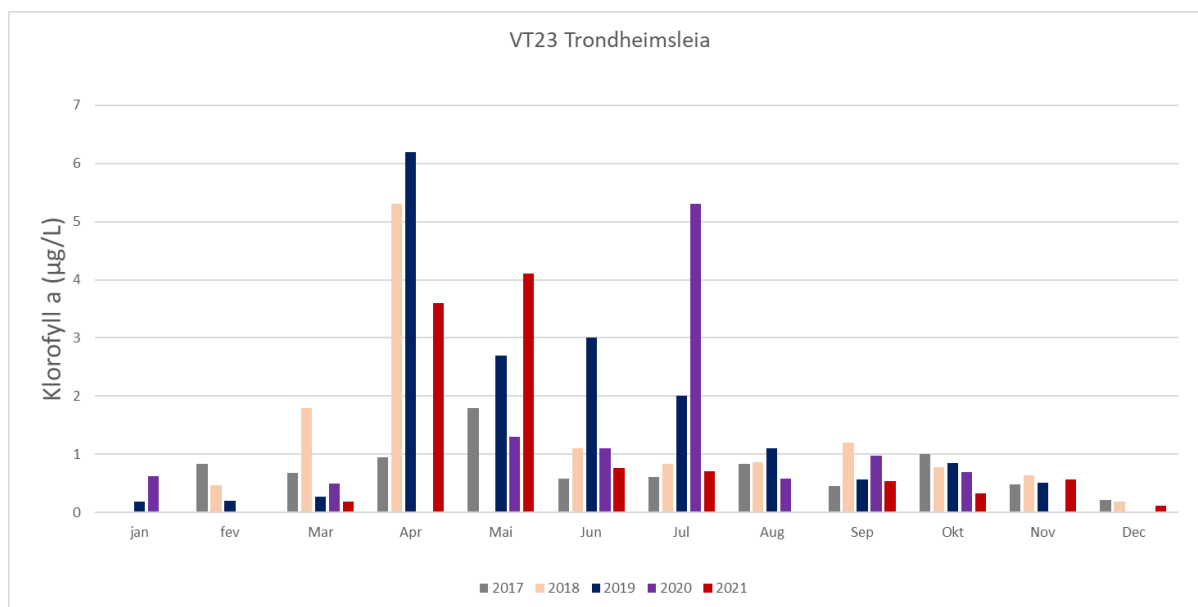
Figur 43. VT23 Trondheimsleia-Hemneskjela, Utvikling av klorofyll a gjennom 2021 (øverst), antall celler (i midten) og beregnet mengde karbon (nederst) i perioden mars 2020 til november 2021. Planktonet er inndelt i tre hovedgrupper; kiselalger (oransje), fureflagellater (blå) og andre flagellater og monader (grå). Gruppen andre flagellater og monader består av kiselflagellater, svelgflagellater, grøninalger, olivengrøninalger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.



Figur 44. Klorofyll *a* fluorescens 2021 målt ved VT23 Trondheimsleia-Hemneskjela (breddegrad 63,46) med FerryBox fra M/S Trollfjord på ca. 5 m dyp.

VT23 - Utviklingen av klorofyll *a* i perioden 2017-2021

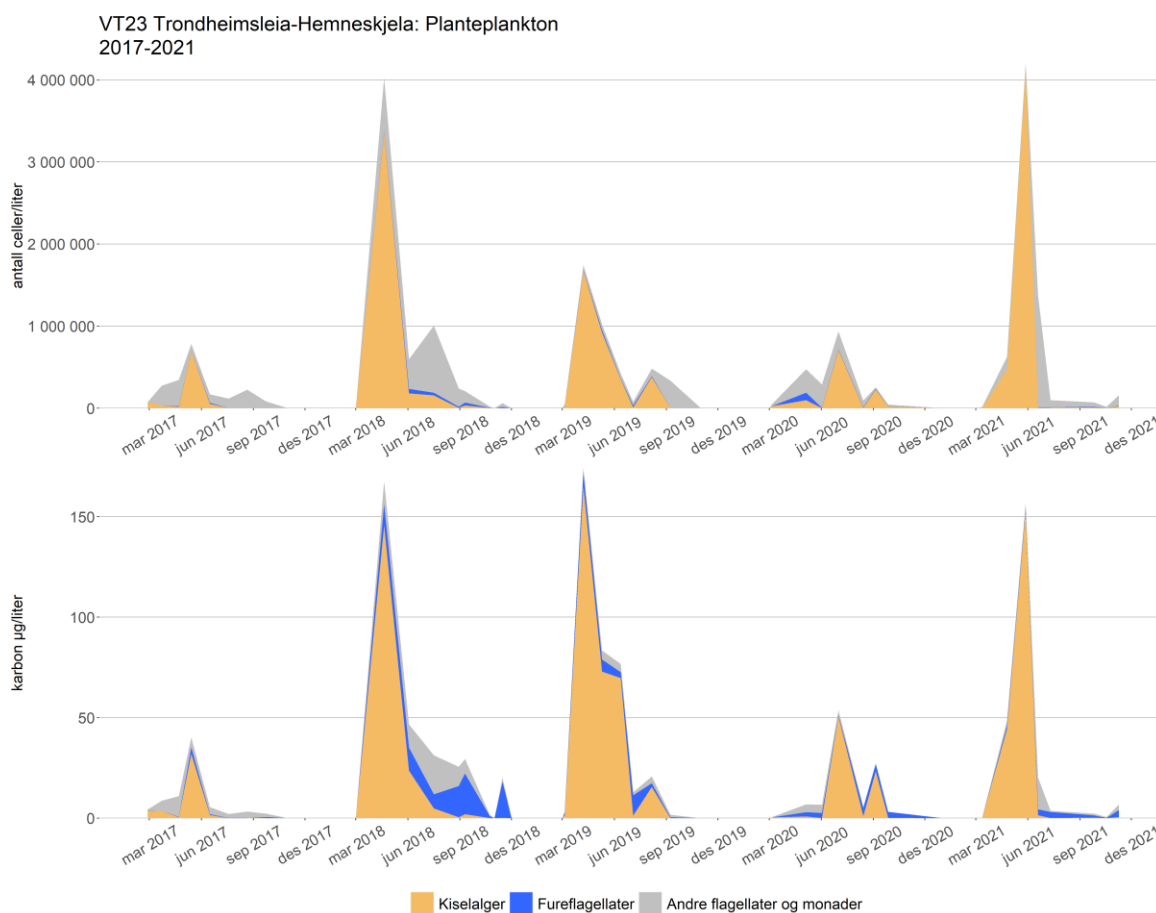
De høyeste klorofyll *a* verdiene ble registrert mellom mars og juli, mens det var lavere verdier på høsten og vinteren.



Figur 45. Utvikling av klorofyll *a* på stasjon VT23 Trondheimsleia-Hemneskjela gjennom året for perioden 2017-2021 (ca. 5 m dyp).

VT23 - Utviklingen i planteplanktonet av antall celler og karbonbiomasse i perioden 2017-2021

Det er flest av kiselalgene og gruppen andre flagellater og monader, men fureflagellatene bidrar med en del karbonbiomasse og kan til tider stå for det meste av karbonbiomassen. Det var sjelden mer enn 2 millioner celler og 150 µg karbon i en liter sjøvann (Figur 46).

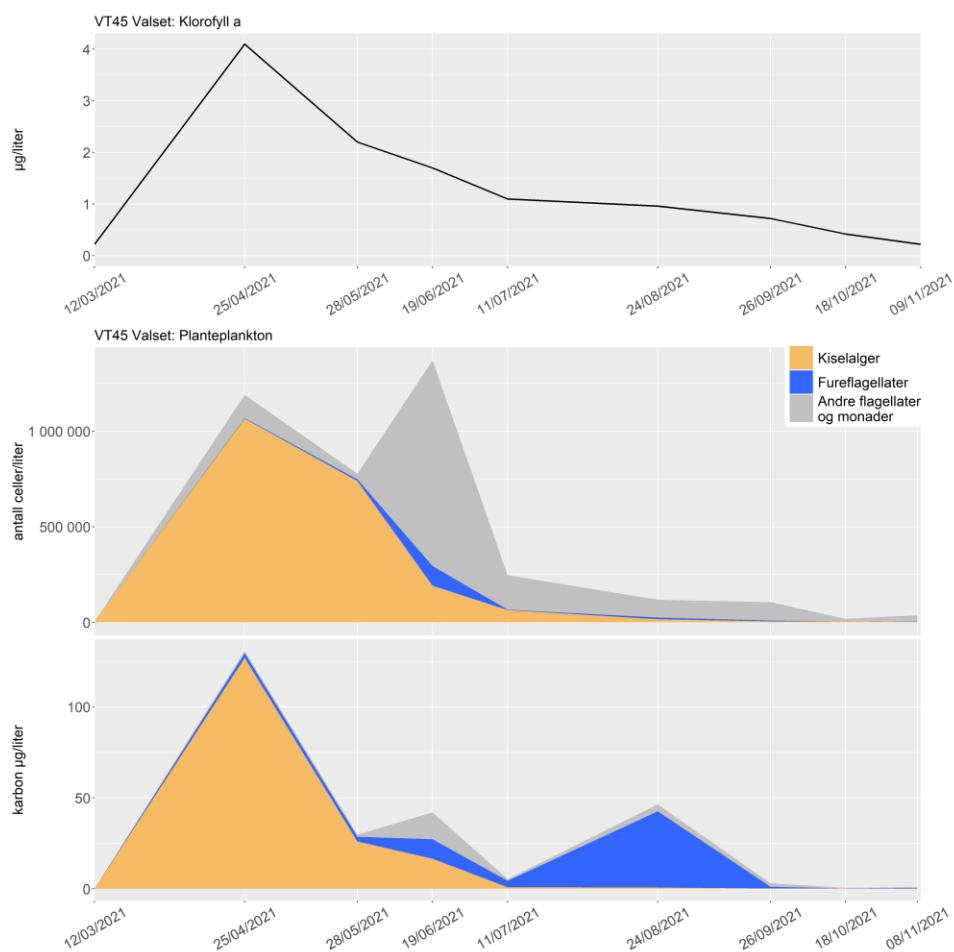


Figur 46. Fordelingen av planteplankton på grupper fra 2017 til 2020 på 5 m dyp. Øverst: antall celler. Nederst: karbonbiomasse. Gruppen andre flagellater og monader består av kiselflagellater, svelgflagellater, grønnalger, olivengrønnalger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.

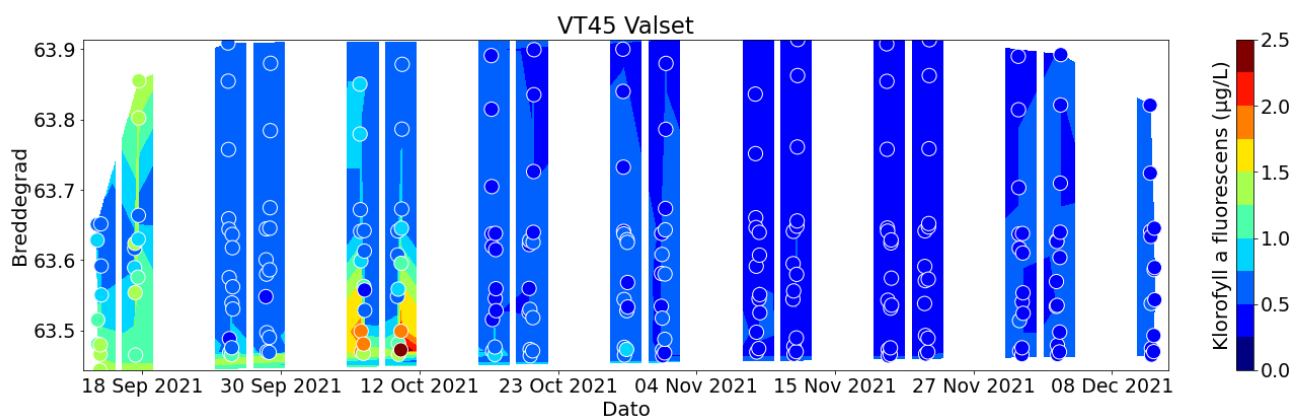
Trondheimsfjorden

VT45 Valset

I mars var det lite alger og lav klorofyll *a* verdi. Våroppblomstringen registreres i slutten av april og det mye av kiselalgene *Chaetoceros debilis*, *C. socialis*, *Thalassionema nitzschioides* og *Thalassiosira gravida*. I mai var det fremdeles en del kiselalger og det var mest av *Pseudo-nitzschia delicatissima*-gruppen og *Skeletonema* spp. I juni er det flest av gruppen andre flagellater og en del av øyealgen *Eutreptiella* spp., kalkflagellaten *Emiliana huxleyi*, grønnalgen *Pyramimonas* spp., svelgflagellater og ubestemte monader. Samtidig er det en forekomst av nakne fureflagellater. Det registreres få alger i juli og august, men en forekomst av *Tripes muelleri* bidrar med mye karbonbiomasse (Figur 47). I september, oktober og november var det lite alger og det var også lave klorofyll *a* fluorescens-verdier. Lenger inn i Trondheimsfjorden var de litt forhøyet i midten av oktober (Figur 48).



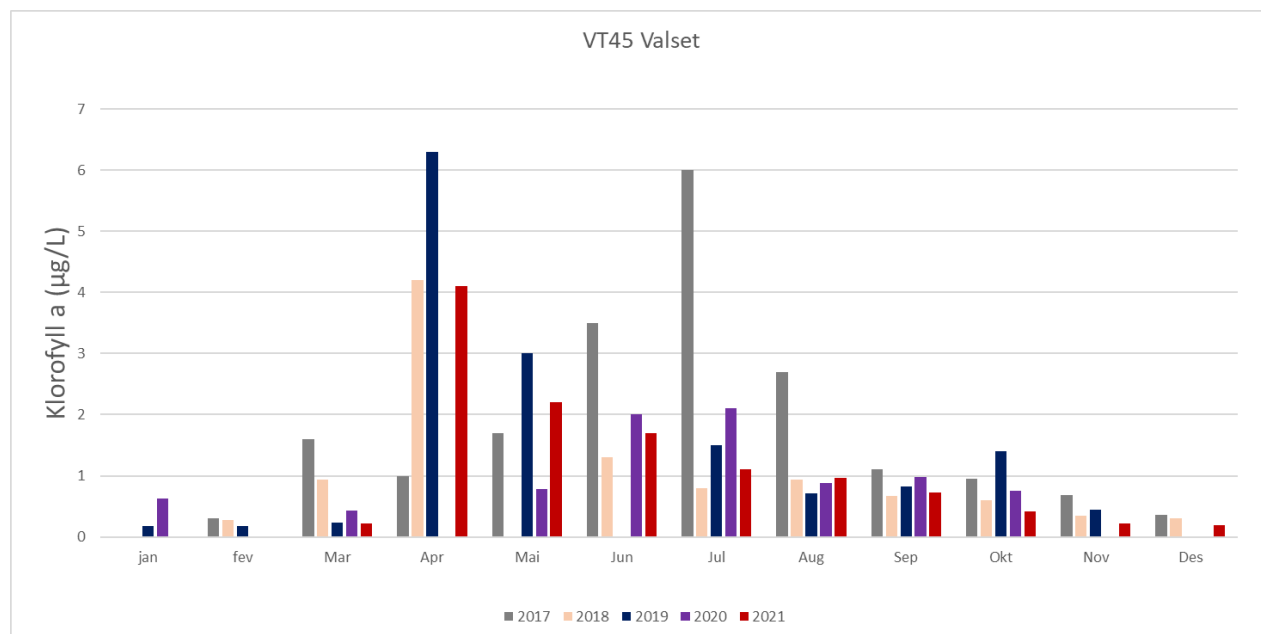
Figur 47. VT45 Valset, Utvikling av klorofyll a gjennom 2021 (øverst), antall celler (i midten) og beregnet mengde karbon (nederst) i perioden mars 2021 til november 2021. Planktonet er inndelt i tre hovedgrupper; kiselalger (oransje), fureflagellater (blå) og andre flagellater og monader (grå). Gruppen andre flagellater og monader består av kiselflagellater, svelgflagellater, grøninalger, olivengrøninalger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.



Figur 48. Klorofyll a fluorescens 2021 målt ved VT45 Valset (breddegrad 63,65) med FerryBox fra M/S Trollfjord på ca. 5 m dyp.

VT45 - Utviklingen av klorofyll a i perioden 2017-2021

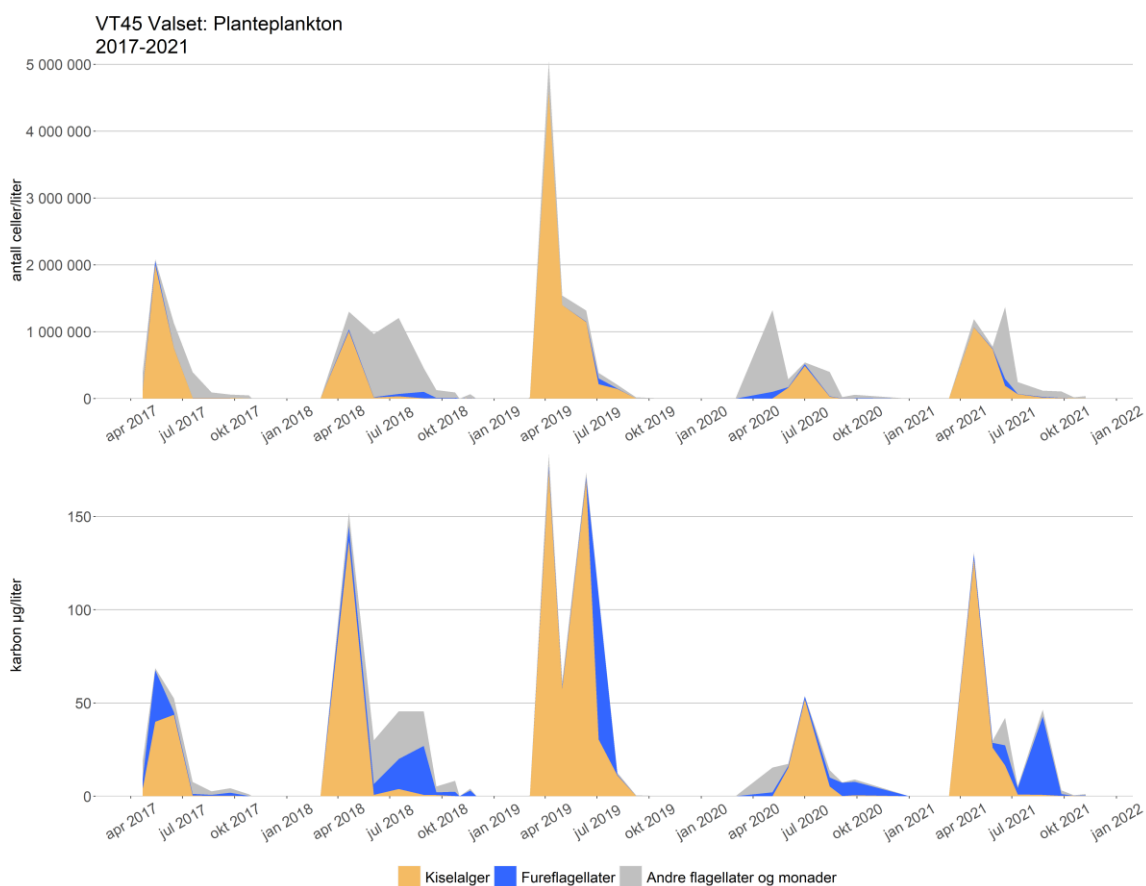
De høyeste verdiene ble som regel registrert mellom mars og august. Våroppblomstringen ble registrert i april med unntak for 2017 da året høyeste verdi ble registrert i juli (Figur 49).



Figur 49. Utvikling av klorofyll a på stasjon VT45 Valset gjennom året for perioden 2017-2021 (ca. 5 m dyp).

VT45 - Utviklingen i planteplanktonet av antall celler og karbonbiomasse i perioden 2017-2021

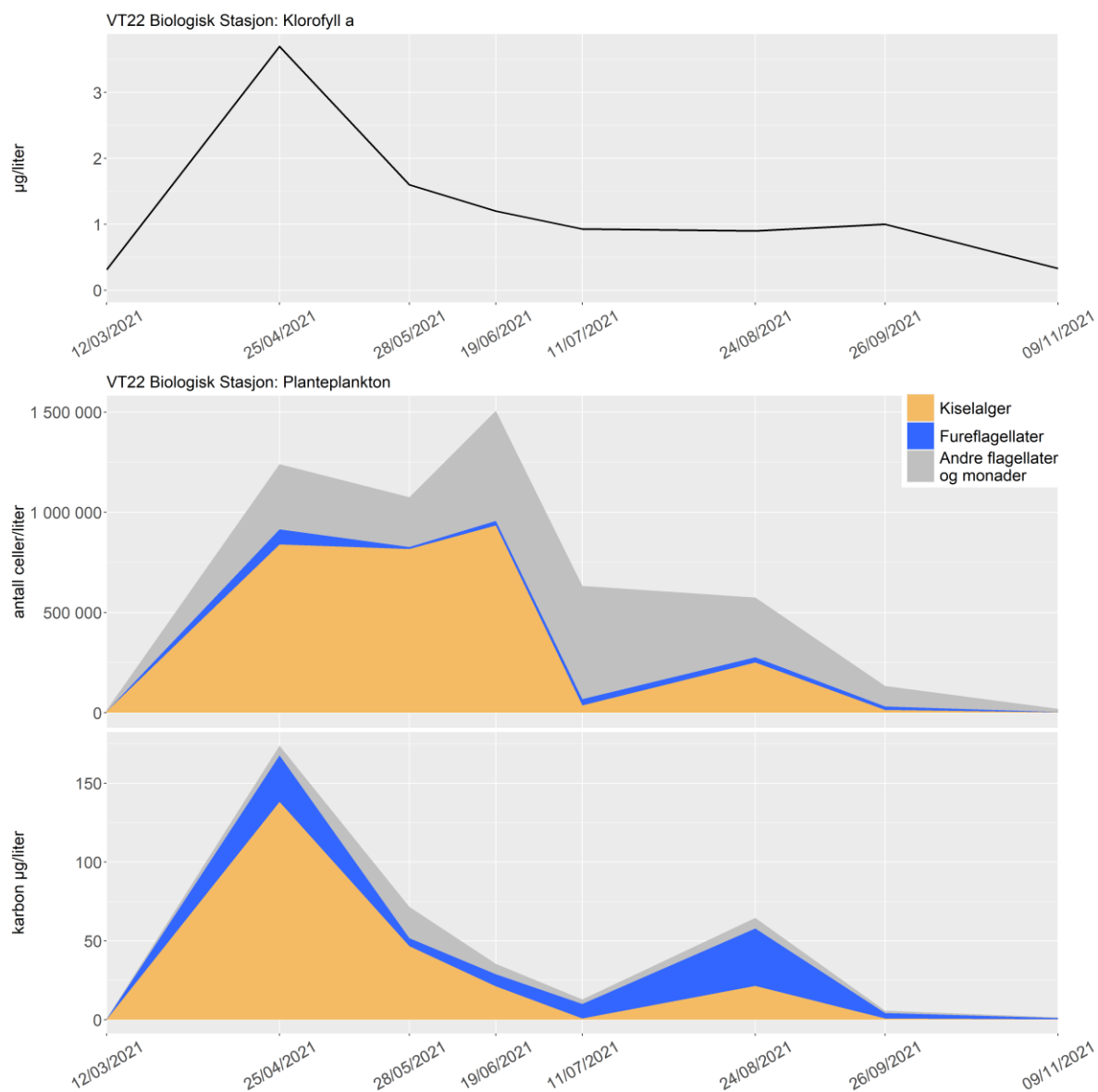
Det er flest av kiselalgene og gruppen andre flagellater og monader. Fureflagellatene er i fåtall, men bidro i perioder med mesteparten av karbonbiomassen. Det var sjelden flere enn to millioner celler og 150 µm karbon i en liter sjøvann (Figur 50).



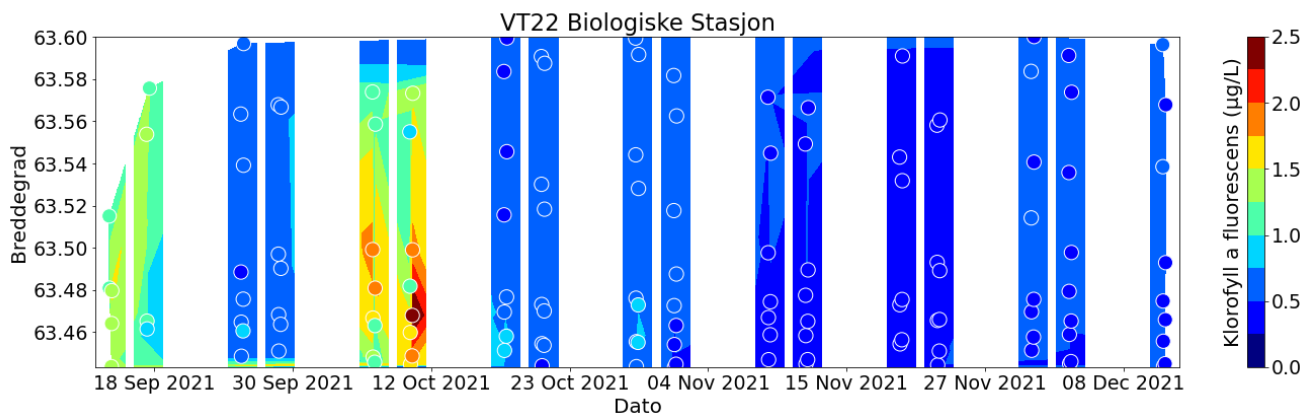
Figur 50. Fordelingen av planteplankton på grupper fra 2017 til 2020 på 5 m dyp. Øverst: antall celler. Nederst: karbonbiomasse. Gruppen andre flagellater og monader består av kiselflagellater, svelgflagellater, grønnalger, olivengrønnalger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.

VT22 Biologisk stasjon

Det var lite alger og klorofyll *a* i mars. Våroppblomstringen ble registrert i april samtidig med årets høyeste klorofyll *a* verdi, den var dominert av kiselalger og det var særlig mye av *Chaetoceros curvisetus*. Samtidig var det en forekomst av fureflagellaten *Prorocentrum balticum*. I mai og juni var det også mest av kiselalgene. Det var fremdeles mye *C. curvisetus* i mai, mens *Pseudo-nitzschia delicatissima*-gruppen dominerte i juni. Det ble registrert lite alger i juli. Mens planteplanktonet i august var dominert av kiselalgen *Cerataulina pelagica* og et mindre antall nakne fureflagellater, og *Tripas*-arter som bidro med en del karbonbiomasse fordi de er store. I november var det lite alger. Fra april til september ble det registrert en del alger i gruppen andre flagellater og monader. Mange av disse er uidentifiserte. Grønnalgen *Pyramimonas* spp. og øyealgen *Eutreptiella* spp. var til stede nesten hele perioden. I august var det en forekomst av kiselflagellaten *Octactis speculum* og i juni var det en del av kalkflagellaten *Emiliana huxleyi*. Gullalgen *Dinobryon* spp. ble registrert i mai og juni (Figur 51). I midten av oktober var det en økning i klorofyll *a* fluorescens målt med Ferrybox (Figur 52) som ikke ble fanget opp av klorofyll *a* prøvetagningsprogrammet. Det ble ikke samlet prøver i oktober grunnet storm og tekniske problemer med innsamlingsenheten ombord MS Trollfjord.



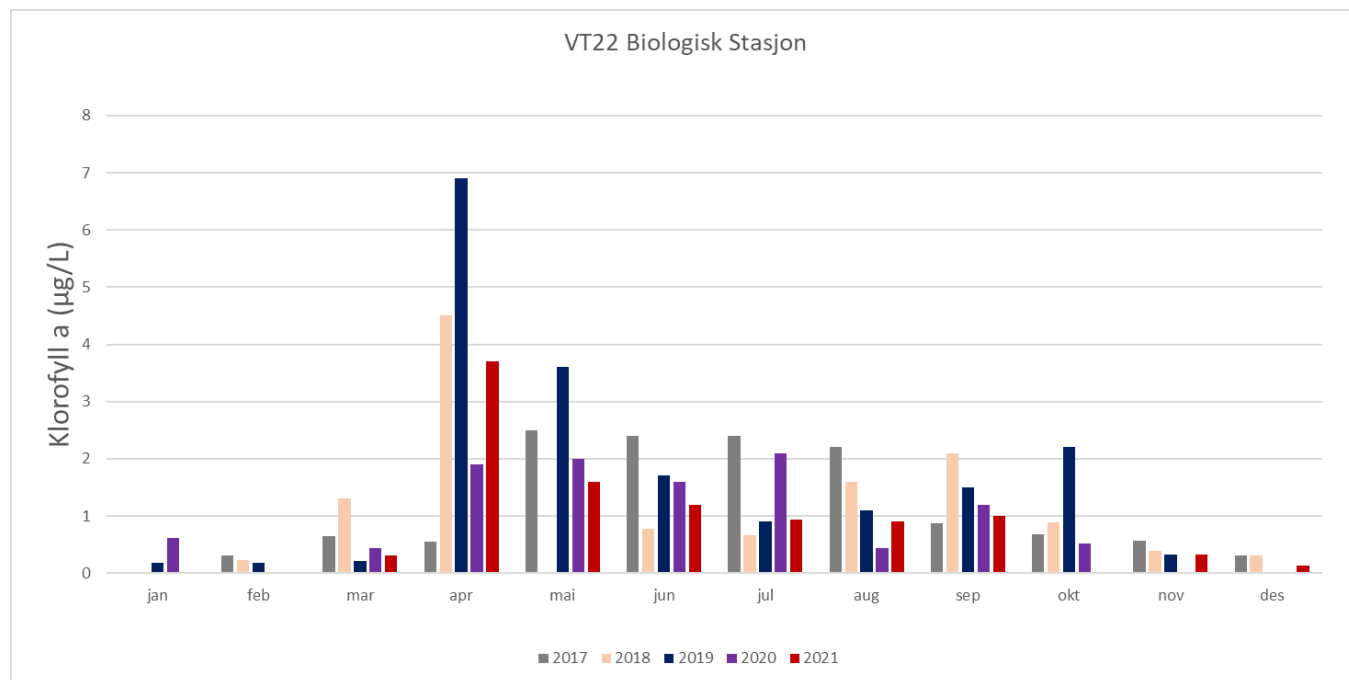
Figur 51. VT22 Biologisk stasjon, Utvikling av klorofyll a gjennom 2021 (øverst), antall celler (i midten) og beregnet mengde karbon (nederst) i perioden mars 2021 til november 2021. Planktonet er inndelt i tre hovedgrupper; kiselalger (oransje), fureflagellater (blå) og andre flagellater og monader (grå). Gruppen andre flagellater og monader består av kiselflagellater, svelgflagellater, grønnaalger, olivengrønnaalger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.



Figur 52. Klorofyll a fluorescens 2021 målt ved VT22 (breddegrad 63,46) med FerryBox fra M/S Trollfjord på ca. 5 m dyp.

VT22 - Utviklingen av klorofyll a i perioden 2017-2021

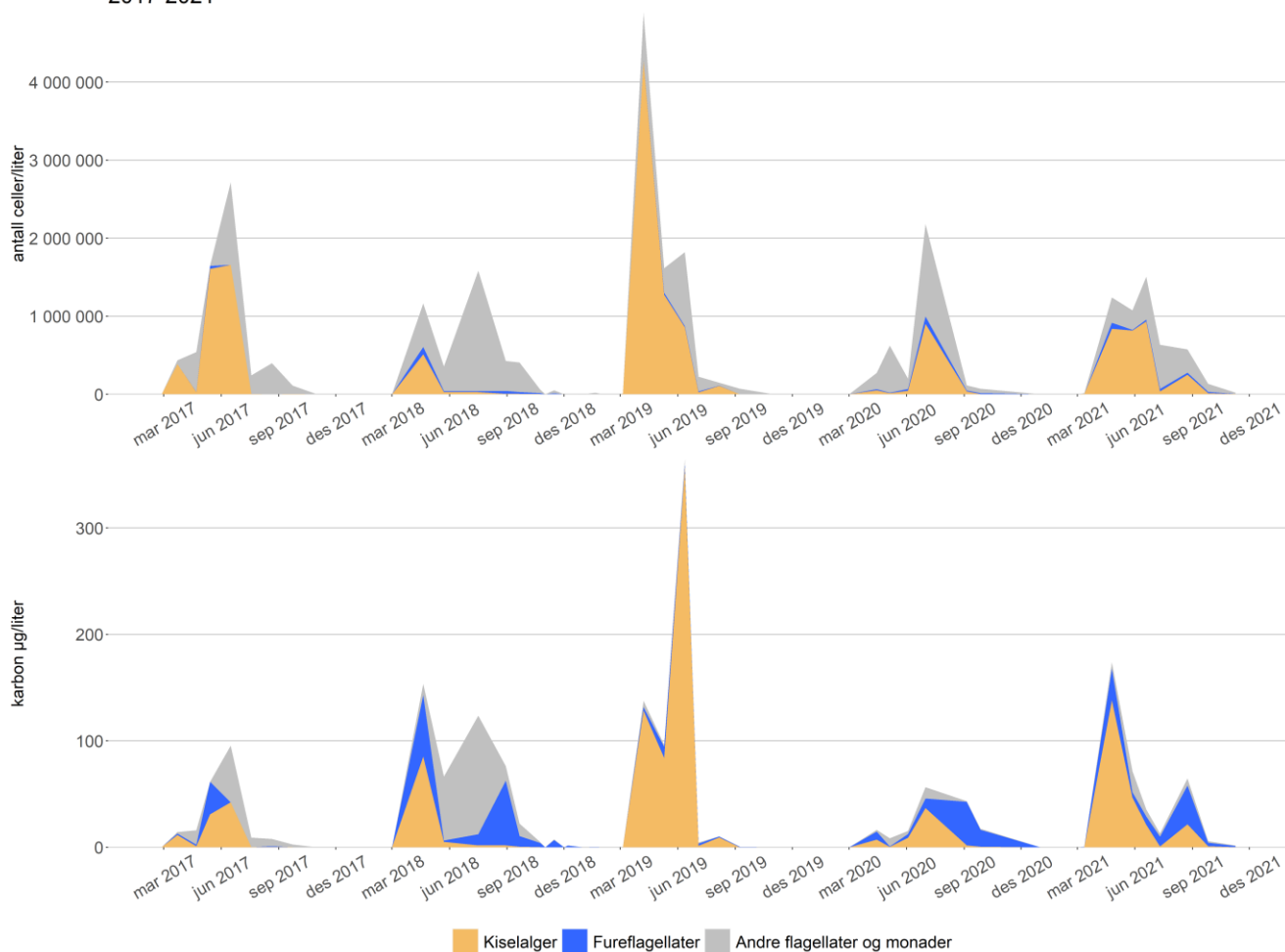
De høyeste klorofyll a verdiene ble registrert i april og mai, ofte i forbindelse med våroppblomstringen. Det ble målt lave klorofyll a verdier mellom november og februar (Figur 53).



Figur 53. Utvikling av klorofyll a på stasjon VT22 Biologisk stasjon gjennom året for perioden 2017-2021 (ca. 5 m dyp).

VT22 - Utviklingen i planteplanktonet av antall celler og karbonbiomasse i perioden 2017-2021

Det er flest av kiselalgene og gruppen andre flagellater og monader. Fureflagellatene er i mindretall, men bidrar i perioder med mesteparten av karbonbiomassen (Figur 54).

VT22 Biologisk Stasjon: Planteplankton
2017-2021

Figur 54. Fordelingen av planteplankton på grupper fra 2017 til 2020 på 5 m dyp. Øverst: antall celler. Nederst: karbonbiomasse. Gruppen andre flagellater og monader består av kiselalger, sveltflagellater, grønnealger, olivengrønnealger, øyealger, svepeflagellater, kalkflagellater, ubestemte monader og ubestemte flagellater.

6. Støtteparametere

Fysiske og kjemiske parametere beskriver mye av miljø- og vekstvilkårene for marin flora og fauna. De kalles støtteparametere, men representerer egentlig forklaringsvariabler for tilstand og eventuelle påviste endringer hos de biologiske kvalitetselementene. De kan også gi viktig informasjon i seg selv med hensyn til forurensingsepisoder, sesongvariasjon og grad av organisk belastning samt evt. oksygenvinn i bunnvannet. De hydrografiske dataene benyttes først og fremst for å beskrive området med henblikk på vannutskifting, temperaturutvikling og sjikting av sjøvannet.

Som støtteparametere benyttes konsentrasjonen av fosfor og nitrogen som parametere for å angi tilstand for «næringssalter», mens oksygen i bunnvannet og siktdyp er angitt som «fysiske» kvalitetselementer (Veileder 02:2018). Disse parametere kan benyttes til tilstandsvurdering av miljøforholdene basert på klassifiseringssystem gitt i veilederen. Oksygenmengden i bunnvannet kan gi informasjon om organisk belastning og oksygenforbruk, og brukes også for å tolke tilstanden på bløtbunn. Det er observert avtakende oksygenkonsentrasjon både i fjordene og i verdenshavene (Schmidt m. fl., 2017). Havvann som blir tilført utenfra i samband med utskiftninger i fjordene kan derfor være noe mindre oksygenrikt enn tidligere. Inntil videre er ikke denne trenden synlig i dette området, men noe som det er viktig å følge med på. Man ser i tillegg økende tilførsler av organisk materiale fra land, som også kan resultere i en nedgang i oksygenivået i kystvannet.

Støtteparametere koples ofte sammen med data for lokale tilførsler av organisk stoff og topografisk informasjon om området, der grunne terskler og vannets oppholdstid vil ha stor betydning. I Norge er det således klare tendenser til markert nedgang i oksygenkonsentrasjon i noen fjorder der lokale forurensningskilder er hovedårsak (Aksnes m fl. 2019). Siktdyp er en parameter som gir informasjon om vannets klarhet, som påvirkes av faktorer som planteplanktonproduksjon og partikler i vannet. Redusert klarhet i vannet kan negativt påvirke organismer som er avhengig av lys for å vokse.

Tilstandsklasse for støtteparametere for stasjonene VT71 Skinnbrokleia, VR51 Korsen, VR31 Tilremsfjorden, VR52 Broemsneset, samt også FerryBox-stasjonene VT72 Herøyfjorden, VT80 Djupfest, V45 Valset, VT22 Biologisk stasjon og VT23 Trondheimsleia er vist i Tabell 14. Utslagsgivende parameter og tidsperiode er også vist. VR61 Frohavet Sør er en ny stasjon (2021) og kan derfor ikke klassifiseres.

Samlet tilstand basert på støtteparametere ble «moderat» for de to stasjonene VT71 Skinnbrokleia og VR51 Korsen. I 2019-2021 perioden er oksygen utslagsgivende parameter, om høsten i Skinnbrokleia og om våren på Korsen. Stasjon VT31 Tilremsfjorden fikk derimot «svært god» tilstand, med bedre verdier for TotP og PO₄ en i fjor (2018-2020 perioden). VR52 fikk «god» tilstand, med høy nEQR (0,80). Siktdyp er fortsatt utslagsgivende parameter. Tot-P sommer og vinter er dårligste støtteparameter på VT72 Herøyfjorden (FerryBox), men likevel klassifisert til «god» tilstand. Stasjonene VT45 Valset, VT80 Djupfest, VT23 Trondheimsleia, VT22 Biologisk stasjon har «god» tilstandsklasse. Vi kan si at alle Ferrybox-stasjoner har forbedret sine vannkvalitets- og tilstandsklasser i 2021.

Tabell 14. Samlet tilstandsvurdering basert på støtteparametere. Dårligste parameter er utslagsgivende (angitt i kolonne «Utslagsgivende parameter/ årstid»). Data for perioden 2019-2021 er lagt til grunn for alle stasjonene. Verdien i parentes er nEQR-verdien. * FerryBox-stasjoner, oksygen eller siktdyp inngår ikke der. **ikke nok data.

| Stasjonsnummer og navn | År | Tilstands klasse | Utslagsgivende parameter/ årstid | Tilstandsklasser |
|-------------------------|-----------|------------------|----------------------------------|--|
| VT71 Skinnbrokleia | 2019-2021 | III (0,50) | Oksygen / høst (M) | I. Svært god (SG) II. God (G) III. Moderat (M) IV. Dårlig (D) V. Svært dårlig (SD) |
| VR51 Korsen | 2019-2021 | III (0,50) | Oksygen / vår (M) | |
| VT72 Herøyfjorden* | 2019-2021 | II (0,78) | Tot-P sommer / vinter (M) | |
| VR31 Tilremsfjorden | 2019-2021 | I (0,82) | Alt SG | |
| VR52 Broemsneset | 2019-2021 | II (0,80) | Siktdyp (M) | |
| VR61 Frohavet Sør | 2021- | ** | ** | |
| VT80 Djupfest* | 2019-2021 | II (0,74) | Tot-P / sommer (M) | |
| VT23 Trondheimsleia* | 2019-2021 | II (0,63) | Tot-P / sommer (M) | |
| VT45 Valset* | 2019-2021 | II (0,77) | Alt G eller SG | |
| VT22 Biologisk stasjon* | 2019-2021 | II (0,73) | Nitrat-nitrogen / vinter (M) | |

Klassegrensene og data for støtteparameterne er gitt i vedlegg (Kapitel 12.5).

6.1. Hydrografi og oksygen

Målinger av oksygen i dypvannet over tid gir informasjon om oksygenforbruk, vannutskifting og organisk belastning. Resultatene kan sammenholdes med informasjon om forurensingstilførsler og topografien i området, dvs. informasjon om terskler og hyppigheten av vannutskiftninger. Klassifiseringen basert på oksygen skal bruke laveste målte konsentrasjon i dypvannet. Den perioden på året hvor man forventer lavest konsentrasjon, skal være med i datagrunnlaget. Hvilken periode dette er varierer fra område til område, da tidspunkt for bunnvann-utskifting er avhengig av topografi og terskler, og hvordan egenvekten på vannmassene i havet på utsiden av eventuelle terskler varierer. Klassegrensene for oksygen er oppgitt i Veileder 02:2018, her vist i Vedlegg (Kapitel 12.5). For alle stasjonene er det brukt data fra 2019 til 2021 for enklere sammenligning, unntatt stasjon VR61 Frohavet Sør hvor det kun er data fra 2021.

6.1.1. Klassifiserte resultater

Klassifisering basert på oksygen i dypvannet på alle stasjoner er vist i Tabell 15. Den laveste oksygenverdien i løpet av perioden 2019-2021 er utslagsgivende, samme periode som er brukt for å vurdere de andre støtteparameterne. Siste tre år er valgt selv om det kan ha blitt målt lavere oksygenverdier tidligere. Stasjonene VT71 Skinnbrokleia og VR51 Korsen oppnår «moderat» tilstand, og holder seg i samme tilstandsklasse som i forrige rapporteringsperiode (Trannum et al. 2021). VT71 Skinnbrokleia ligger fortsatt på grensen til klassen «dårlig» som for 2018-2020 perioden. Derimot var laveste verdi 3,65 ml/l og 55,34 % metning i 2021(71 m, 12.07.2021), som begge faller i klasse «god». I 2021 hadde VR51 Korsen laveste verdi 3,75 ml/l og 57,06 % metning (249 m, 25.03.2021), som begge også faller i klasse «god». VR31 Tilremsfjorden og VR52 Broemsneset oppnår fortsatt «svært god» tilstandsklasse som i forrige rapporteringsperiode (Trannum et al. 2021). VR61 Frohavet Sør har ikke klassifisering ennå fordi vi ikke har nok data, men vil bli klassifisert senere når datagrunnlaget er tilstrekkelig.

Tabell 15. Tilstandsvurdering basert på lavest målt oksygeninnhold i dypvann (ml/l og %-metning fra CTD sonde).

| Stasjonsnummer og navn | År | Oksygen (ml/l) | O ₂ %-metning | Date (dyp) | Tilstandsklasser |
|------------------------|-----------|----------------|--------------------------|----------------------|------------------|
| VT71 Skinnbrokleia | 2019-2021 | 2,70 | 40,66 | 14.10.2020 (74m) | I. Svært god |
| VR51 Korsen | 2019-2021 | 2,94 | 44,75 | 21.05.2019 (251m) | II. God |
| VR31 Tilremsfjorden | 2019-2021 | 5,70 | 88,90 | 29.01.2020 (249m) | III. Moderat |
| VR52 Broemsneset | 2019-2021 | 5,13 | 78,10 | 29.01.2019 (322m) | IV. Dårlig |
| VR61 Frohavet Sør | 2021- | * | * | * | V. Svært dårlig |

*ikke nok data

6.1.2. Utvikling over tid

Utviklingen for oksygen og hydrografi på de fem hovedstasjonene er vist som konturplott for perioden 2017 – 2021. Merk at fargeskalaen varierer fra plott til plott.

VT71 Skinnbrokleia og VR51 Korsen

Utviklingen i sjøens salinitet, temperatur og oksygen på de 2 lokalitetene VT71 Skinnbrokleia og VR51 Korsen er vist i isolinjeplott i hhv. Figur 55 og Figur 56. Ved Skinnbrokleia var mønsteret i utviklingen for hydrografi i 2021 ganske likt de fire foregående årene, med innslag av saltere vann i dypet fra sommeren og utover, og temperaturmaksimum som forplantet seg fra overflaten om sommeren til dypere nede sent på høsten, spesielt i 2021 med høyere temperaturer enn de foregående årene.

Stasjonen ved VR51 Korsen ligger i enden av en lang fjord (Geiranger) og er vesentlig dypere enn Skinnbrokleia. Dynamikken i vannmassene vil derfor være forskjellig for de to stasjonene. Saltholdighet viser det samme mønster som i 2021 som i 2020. Det er en ganske konstant saltholdighet i hele vannsøylen bortsett fra i sommerperioden i overflaten, hvor vi ser stor ferskvannstilførsel med saltholdighet <10 PSU. Det ser ut til at disse ferskvannstilførselene er blitt mer og mer betydelige i løpet av de siste fire årene (Figur 56). En sterk termoklin dannet seg på omtrent 20 meters dyp hele sommerperioden juni til august, i 2021.

2021-verdiene av oksygen i vannsøylen ved VR51 Korsen var stort sett tilfredsstillende gjennom året med nesten 60 % metning ved bunnen (Figur 56). Her inntraff laveste oksygenverdi i 2021 i januar (3,69 ml/l, 54,65 % metning). Året før inntraff minimumet i mars (3,76 ml/l, 56 % metning). Oksygenforholdene nær bunnen ved Korsen var dermed lik med eller noe bedre i 2021 relativt til de fire foregående årene (Figur 56). Under 100 m dyp lå oksygenmetningen vedvarende rundt 60-70 % til nær bunnen. I 2021 var minimum på senvinteren, mens det året før var på våren. Dette er forskjellig fra Skinnbrokleia der det alltid er målt oksygenminimum om høsten.

Korsen og Geirangerfjorden er del av den langt større Storfjorden. Vannutskiftingen ved Korsen avhenger av tilstand og prosesser i Storfjorden. Det dynamiske samspillet mellom Storfjorden og de mindre sidefjordene er i liten grad kartlagt, siden data kun fra stasjonene VT71 Skinnbrokleia og VR51 Korsen ikke gir mulighet til dette.

VR31 Tilremsfjorden

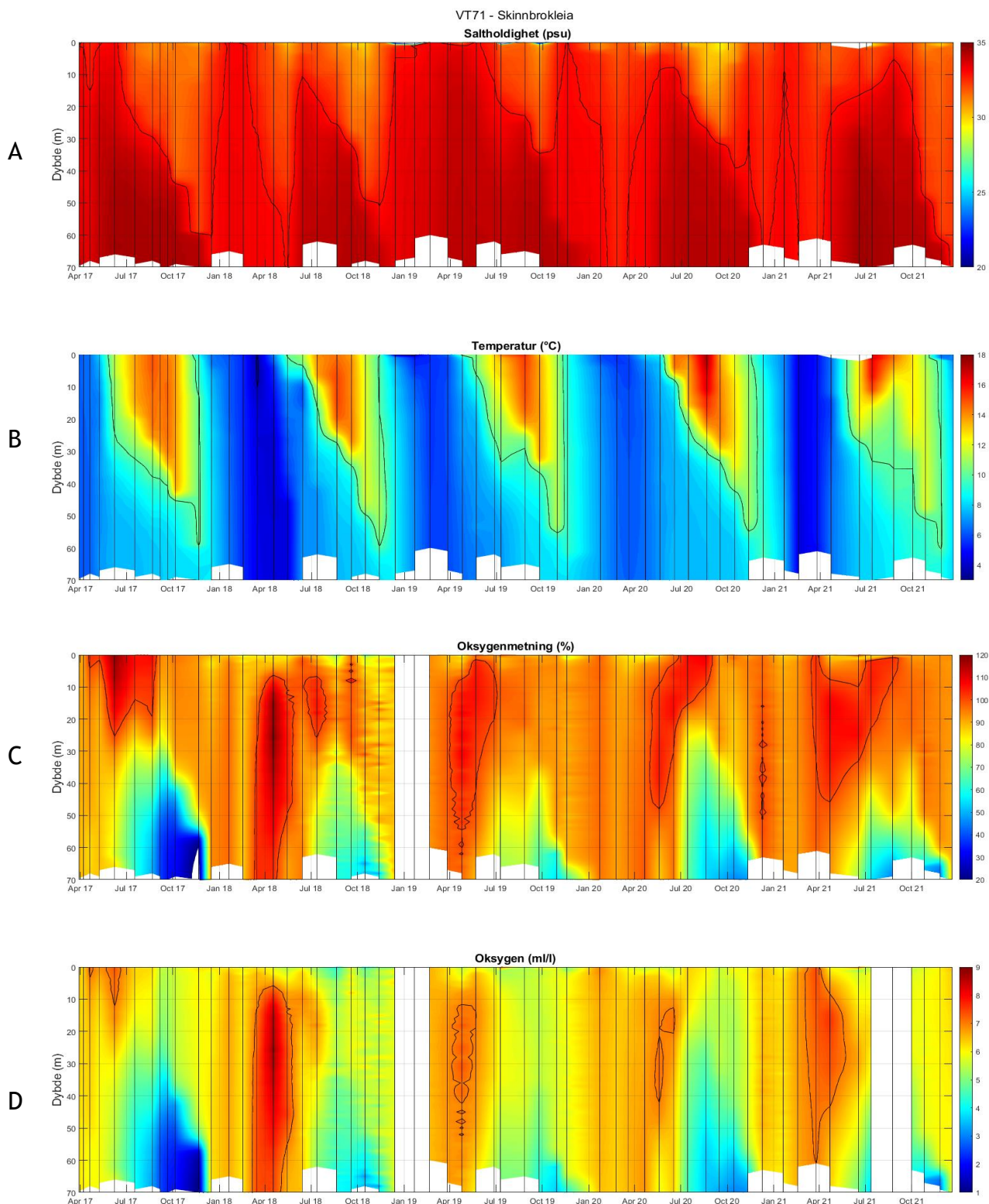
Stasjon VR31 i Tilremsfjorden i Nordland er direkte eksponert mot åpent hav, og hydrografien gjenspeiler dette også i 2021 med relativt høy temperatur og salinitet i dyp under 100 m (Figur 57).

Vannet i overflaten blir gradvis ferskere fra mai 2021 og ut året som en følge av avrenning fra elver, samt at økt stratifisering kan forhindre blanding mellom overflatevann og vann dypere nede. Sprangsjiktet på stasjonen ligger mellom 50-100 m dyp. Ved sin beliggenhet har stasjon VR31 Tilremsfjorden en stor utskiftning av vann i dypet, «moderat» produksjon av oksygen i overflatelaget om sommeren fra planteplanktonproduksjon, og god nedblanding av oksygenrikt vann til dypvannet. I juni 2021 kan man se høy turbiditet i de øverste 20 m av vannsøylen som samsvarer med planteplanktonoppblomstringen. Resten av året har ganske lav turbiditet, bortsett fra noe høyere verdier i september ned til 10m (kan være den andre oppblomstringen), og i desember i overflaten (kan skyldes bølge/vindblanding).

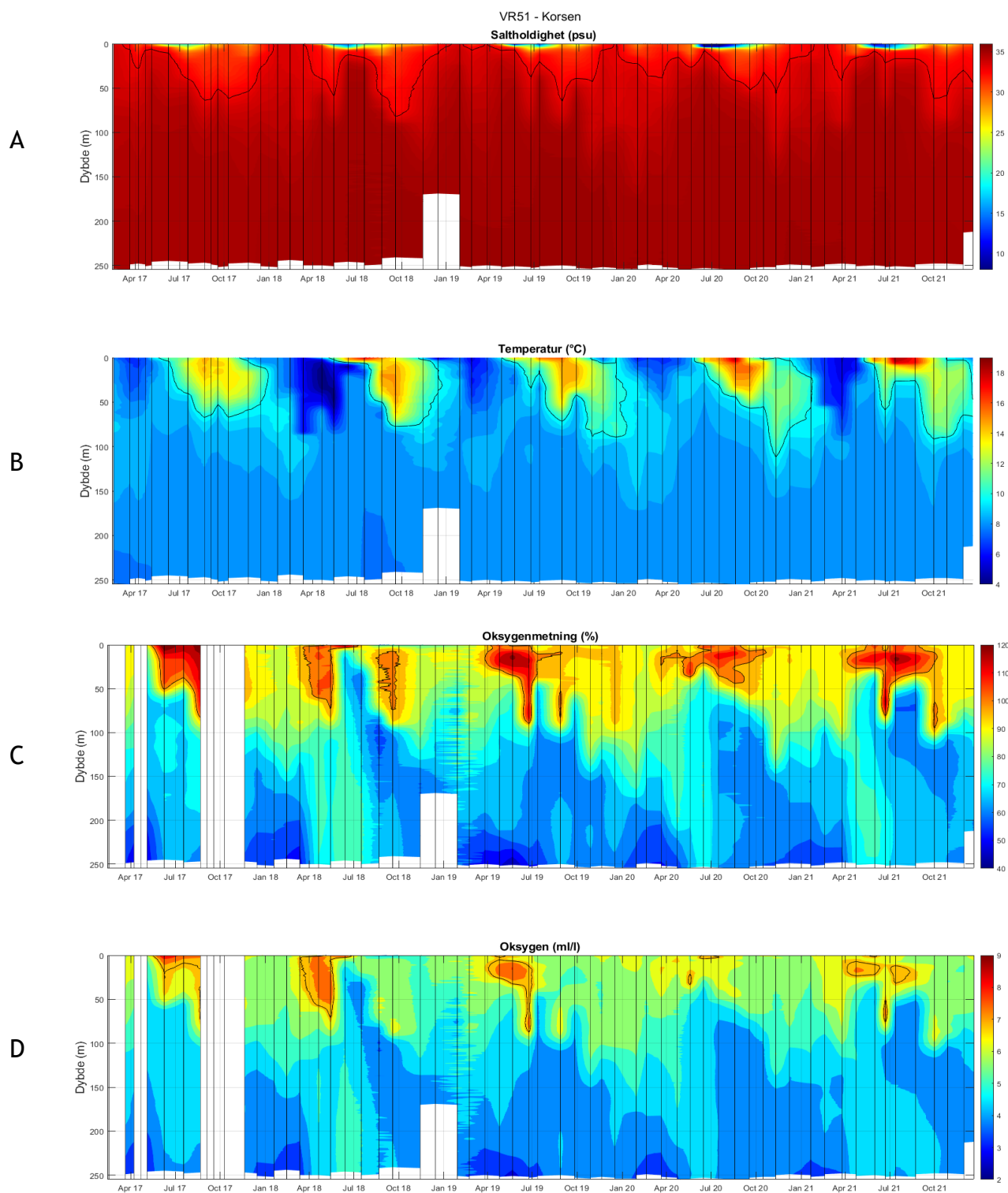
For stasjon VR31 Tilremsfjorden var det gode oksygenforhold gjennom 2021 i hele vannsøylen, med over 90 % metning hele året, samme som i 2021 og 2019. Gjennom tidsserien på fire år ser vi et markant mønster i dypvannet om vinteren hvor oksygen blir lavere og lavere, fra 100m til bunnen i 2019 og 2020, og fra 60m til bunnen i 2021. Oksygenkonsentrasjonen viser at 2021 hadde lavere verdier på høsten (rundt 6 til 6,5 ml/l) enn 2020 for den samme perioden (rundt 7ml/l). Samlet sett fortsatte metningen å være høy mellom 80-100 % i perioden 2017-2021.

VR52 Broemsneset

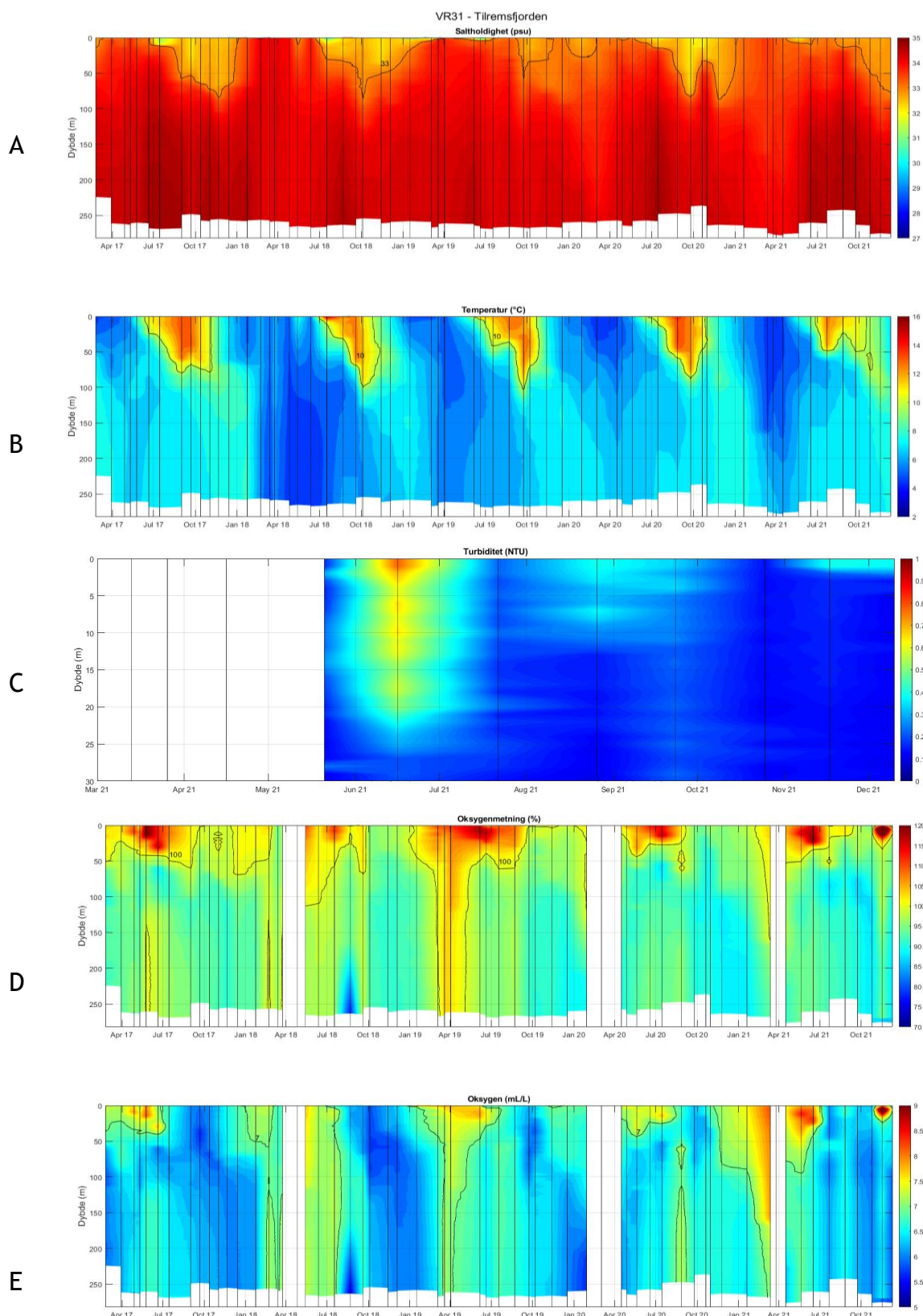
Stasjonen ligger i Nord-Trøndelag (Namsfjorden). Salinitetsverdiene i 2021 var sammenlignbare med foregående år. I 2021 var det et vedvarende tynt ferskvannslag (<15 psu), fra februar til desember. Dette kan skyldes de store nedbørsmengdene i denne regionen, spesielt om våren og høsten. Den sesongmessige oppvarmingen rekker ned til om lag 120 m dyp. I 2020 startet den i juni med temperaturmaksimum i juli - august. Deretter blandes varmen gradvis dypere i vannsøylen til nesten 140 m utover høsten (Figur 58). Under dette dypet er vannmassene saltere og med en ganske lik temperatur på rundt 7-8 grader gjennom året. I 2021 finner vi en lav oksygenepisode på dypt vann, om vinteren og tidlig på våren, samme som i 2017 og 2018, men fortsatt med metning rundt 80 % dypere enn 100 m. Samlet sett er verdiene i 2021 bedre enn i 2020, og betraktes som gode, noe som reflekteres i klassifiseringen i 2021. Oksygenkonsentrasjonen varierte stort sett mellom 5-6 ml/l i perioden 2017-2018. På vårsiden 2019 økte den til rundt 6,5 ml/l (95 % metning), og dette nivået holdt seg inn i 2020. I 2021 er verdiene litt lavere, tilsvarende som i 2017-2019-perioden. I april 2021 var det en tydelig økning av oksygenmetningen under 150 m dyp (Figur 58).



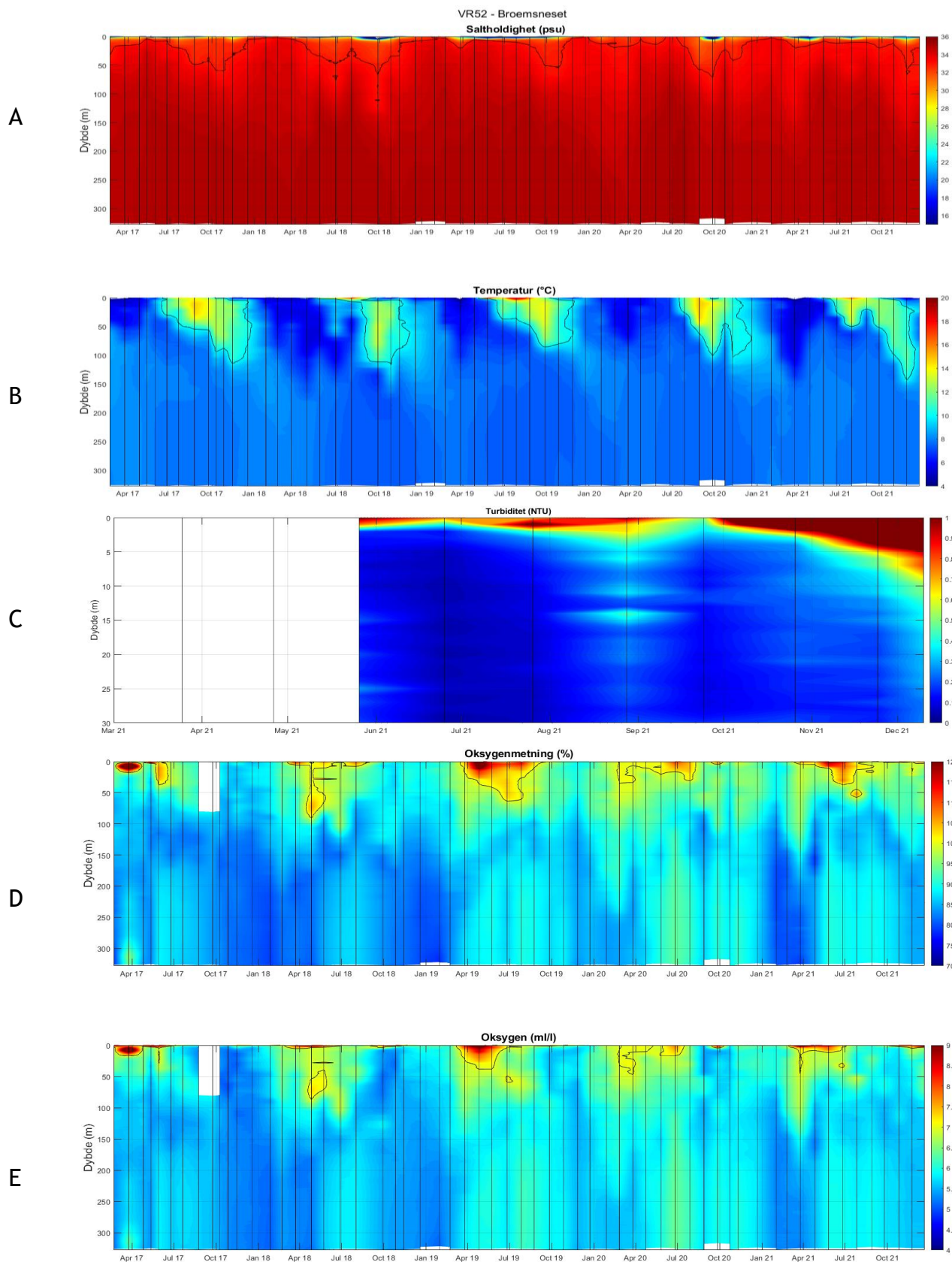
Figur 55. Data fra CTD målinger på stasjon VT71 Skinnbrokleia for årene 2017-2021. A) vises konturplott av salinitet med en fargeskala fra 10 til 35 psu og isolinje 33 psu. B) vises temperatur med en fargeskala fra 3 til 18°C og isolinjen for 10°C. De to nederste plottene C) & D) viser oksygen; oksygenmetning med en fargeskala fra 50 til 120 %, og isolinjen 100 %, og oksygenkonsentrasjon helt nederst, med fargeskala 3 til 9 ml/l, og isolinjen 7 ml/l. For januar 2019 og september 2021 mangler det oksygendata pga. feil med CTD-sensoren.



Figur 56. Data fra CTD målinger på stasjon VR51 Skinnbrokleia for årene 2017-2021. A) vises konturplott av salinitet med en fargeskala fra 10 til 35 psu og isolinje 33 psu. B) vises temperatur med en fargeskala fra 4 til 18°C og isolinjen for 10°C. De to nederste plottene C) og D) viser oksygen; oksygenmetning med en fargeskala fra 40 til 120 %, og isolinjen 100 %, og oksygenkonsentrasjon helt nederst, med fargeskala 2 til 9 ml/l, og isolinjen 7ml/l.



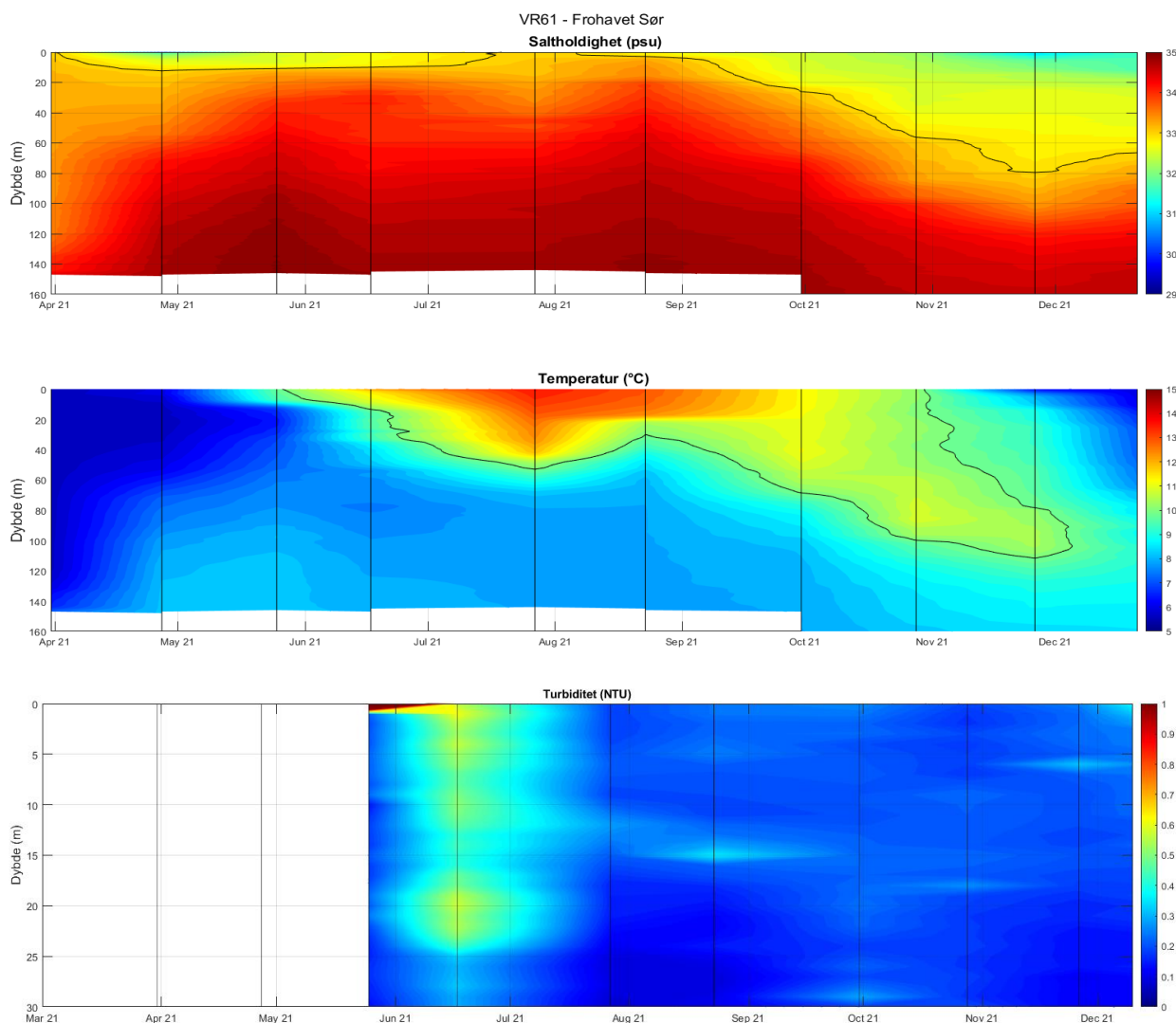
Figur 57. CTD data på stasjon VR31 Tilremsfjorden (Vegafjorden) 2017-2021. A) Konturplott av salinitet med en fargeskala fra 27 til 35 psu og isolinje 33 psu. B) Temperatur med en fargeskala fra 2 til 16°C og isolinjen for 10°C. C) Turbiditet for perioden mai – desember 2021, 0-30 m. D) og E): Oksygen og oxygenmetning med en fargeskala fra 70 til 120 %, og isolinjen 100 %, og oksygenkonsentrasjon helt nederst, med fargeskala 5 til 9 ml/l, og isolinjen 7 ml/l.

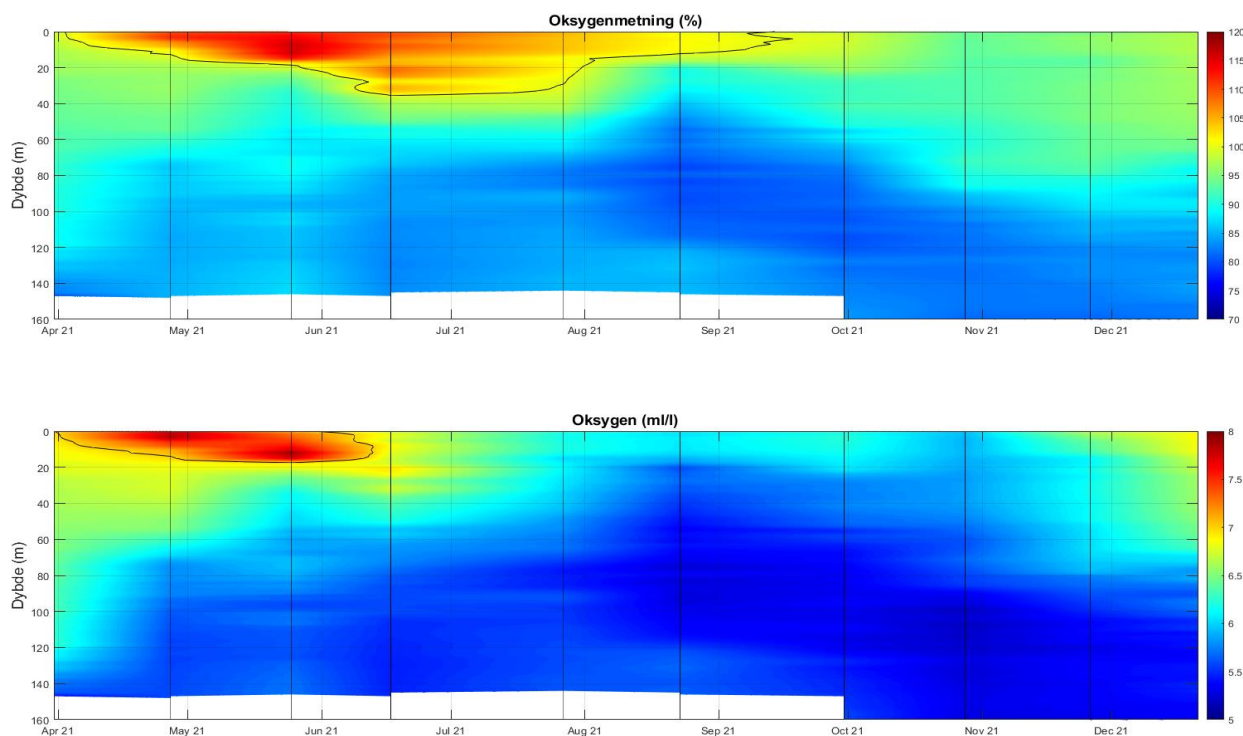


Figur 58. Data fra CTD målinger på stasjon VR52 Broemsneset (Namsfjorden) for årene 2017-2021. A) vises konturplott av salinitet med en fargeskala fra 15 til 36 psu og isolinje 33 psu. B) vises temperatur med en fargeskala fra 4 til 20°C og isolinjen for 10°C. C) er turbiditet for perioden mai – desember 2021, 0-30 m. D) og E) plottene viser oksygen; oksygenmetning med en fargeskala fra 70 til 120 %, og isolinjen 100 %, og oksygenkonsentrasjon helt nederst, med fargeskala 4 til 9 ml/l, og isolinjen 7 ml/l.

VR61 Frohavet Sør

Stasjon VR61 Frohavet Sør i Trøndelag (Nordre Fosen) ligger i åpen eksponert kyst, og målingene fra 2021 gjenspeiler dette med relativt høy salinitet (29-35 psu) gjennom hele året (mars- til desember-data). Den sesongmessige oppvarmingen rekker ned til om lag 40 m dyp, og startet i juni med maksimum i august. Deretter blandes varmen gradvis dypere i vannsøylen til nesten 100 m utover senhøsten. Oksygenmetningen viser overmetning, som varer fra april til september, med et maksimum i slutten av mai, til en dybde på 40 m, samme som temperaturen. Det var høye oksygenkonsentrasjoner, fra 5 til 8ml/l gjennom hele året, som reflekteres i klassifiseringen i 2021. Våren viser en topp i konsentrasjon, med et maksimum i mai-juni, ved 20 m dyp.





Figur 59. Data fra CTD målinger på stasjon VR61 Frohavet Sør (Trondheimsfjorden) for årene 2021. Paneler fra øverst til nederst: (Side 74) Konturplott av salinitet med en fargeskala fra 29 til 35 psu og isolinje 33 psu. Temperatur med en fargeskala fra 5 til 15°C og isolinjen for 10°C. Turbiditet for perioden mai – desember 2021, 0-30 m. (Side 75) Oksygenmetning med en fargeskala fra 70 til 120 %, og isolinjen 100 %. Oksygenkonsentrasjon med fargeskala 5 til 9 ml/l, og isolinjen 7 ml/l.

6.2. Næringsalter

6.2.1. Klassegrenser og EQR-verdier

Næringsalter er målt gjennom hele året, men klassifiseringen baseres kun på vinter- og sommerkonsentrasjoner, hvor vinterkonsentrasjonene skal gi informasjon om overkonsentrasjoner utover naturlig konsentrasjon (dvs. før planteplanktonets vekst har påvirket næringsaltene), mens sommerkonsentrasjoner kan gi mer informasjon om tilførsler fra avrenning eller utslipp. Også for næringsalter skal tilstanden bedømmes etter minimum tre års datainnsamling. Klassegrensene for de støtteparameterne som inngår i klassifiseringen, er vist i Vedlegg (Kapitel 12.5).

6.2.2. Klassifiserte resultater

Klassifiserte resultater er vist i Tabell 15 og Tabell 16 for henholdsvis vinterperioden (desember – februar) og sommerperioden (juni – august). Alle stasjonene har nå minst tre års sammenhengende tidsserier (unntatt VR61), og data for de tre siste årene er lagt til grunn for tilstandsklassifiseringen. Verdier for silikat er også oppgitt, selv om denne parameteren ikke klassifiseres.

For perioden 2019-2021 falt de tre faste stasjonene VT71 Skinnbrokleia, VR51 Korsen og VR52 Broemsneset sine vinterverdier stort sett i klasse «svært god» (Tabell 16), for alle parametere. Sommerkverdiene på VT71 var klasse «god» for fosfat og TotP, mens parametere for VR51 og VR52 var i klasse «svært god» også på sommeren (Tabell 17). Dette er en forbedring fra fjorårets klassifisering basert på data fra 2018-2020. VR31 har den samme klassen som i fjor (2018-2020), med «god» tilstandsklasse for fosfat og TotP, og «svært god» for nitrat, TotN og ammonium, både i sommer- og

vinterperioden. Ferrybox-stasjonene har generelt litt dårligere tilstandsklassifisering, spesielt for Tot P, nitrat og ammonium.

VT72 Herøyfjorden beholder samme klasse for støtteparametere om vinteren, men ikke for sommeren: TotP gikk fra «moderat» til «god» og ammonium fra «svært god» til «god» for perioden 2019-2021. For øvrig «svært god» tilstand for nitrat, ammonium og Tot N. VT80 Djupfest og VT45 Valset har «god» tilstand for fosfat, TotP og nitrat og «svært god» for ammonium og TotN for vinterperioden, samme som i 2020-rapporten. Om sommeren er det litt forskjell med TotP som er «moderat» for VT80 Djupfest og ammonium som er «god» for begge stasjonene. VT22 Biologisk stasjon fikk samme tilstandsklasse som i 2018-2020 vinter- og sommerperioden: «god» for fosfat og TotP, «moderat» for nitrat, og «svært god» for ammonium og TotN. VT23 Trondheimsleia stasjon fikk også samme tilstandsklasse som i 2018-2020 vinterperioden: «god» for fosfat og TotP, og «svært god» for nitrat, ammonium og TotN. Men om sommeren gikk fosfat fra «moderat» til «god» tilstand for perioden 2019-2021. Tot P er fortsatt klassifisert som «moderat», samme som ammonium fremdeles er «god» og nitrat og TotN «svært god».

Tabell 16. Klassifisering av miljøtilstand for kjemiske støtteparametere basert på **vinterverdier** ($\mu\text{g/l}$), Norskehavet Sør. Data for perioden 2019-2021 er benyttet for alle stasjonene. * FerryBox-stasjoner. **ikke nok data. *** klimastasjon

| Stasjonsnummer og navn | Klassifisering vinterverdier (des - feb) konsentrasjoner i $\mu\text{g/l}$ | | | | | | | Tilstands-klasser |
|-------------------------|--|--------|-------|--------|----------|--------|--------|-------------------|
| | År | Fosfat | Tot P | Nitrat | Ammonium | Tot N | Si | |
| VT71 Skinnbrokleia*** | 2019-2021 | 13,50 | 19,58 | 72,72 | 17,67 | 208,61 | 221,48 | I. Svært god |
| VR51 Korsen | 2019-2021 | 12,24 | 18,17 | 70,08 | 18,39 | 192,78 | 233,70 | II. God |
| VT72 Herøyfjorden* | 2019-2021 | 17,43 | 23,86 | 71,14 | 8,86 | 151,43 | 223,33 | III. Moderat |
| VR31 Tilremsfjorden | 2019-2021 | 15,57 | 21,60 | 87,73 | 9,31 | 194,69 | 210,37 | IV. Dårlig |
| VR52 Broemsneset | 2019-2021 | 13,04 | 18,56 | 76,63 | 10,19 | 169,26 | 424,44 | V. Svært dårlig |
| VR61 Frohavet Sør | 2021- | ** | ** | ** | ** | ** | ** | |
| VT80 Djupfest* | 2019-2021 | 18,57 | 23,43 | 99,43 | 11,11 | 191,43 | 266,67 | |
| VT23 Trondheimsleia* | 2019-2021 | 16,86 | 22,14 | 80,00 | 12,86 | 181,43 | 248,33 | |
| VT45 Valset* | 2019-2021 | 19,57 | 24,43 | 117,29 | 9,93 | 211,43 | 381,67 | |
| VT22 Biologisk stasjon* | 2019-2021 | 19,14 | 24,71 | 127,86 | 11,14 | 214,29 | 538,33 | |

Tabell 17. Klassifisering av miljøtilstand for kjemiske støtteparametere basert på **sommerverdier** ($\mu\text{g/l}$), Norskehavet Sør. Data for perioden 2019-2021 er benyttet for alle stasjonene. * FerryBox stasjoner. *ikke nok data. *** klimastasjon

| Stasjonsnummer og navn | Klassifisering sommerverdier (juni - aug) konsentrasjoner i $\mu\text{g/l}$ | | | | | | | Tilstands-klasser |
|-------------------------|---|--------|-------|--------|----------|--------|--------|-------------------|
| | År | Fosfat | Tot P | Nitrat | Ammonium | Tot N | Si | |
| VT71 Skinnbrokleia*** | 2019-2021 | 5,22 | 13,31 | 3,31 | 18,31 | 144,94 | 60,78 | I. Svært god |
| VR51 Korsen | 2019-2021 | 3,03 | 9,94 | 2,19 | 15,83 | 134,25 | 247,48 | II. God |
| VT72 Herøyfjorden* | 2019-2021 | 6,25 | 14,25 | 2,89 | 22,50 | 144,25 | 91,62 | III. Moderat |
| VR31 Tilremsfjorden | 2019-2021 | 3,70 | 13,96 | 1,48 | 6,70 | 140,41 | 72,78 | IV. Dårlig |
| VR52 Broemsneset | 2019-2021 | 8,81 | 10,96 | 4,26 | 13,37 | 134,93 | 308,04 | V. Svært dårlig |
| VR61 Frohavet Sør | 2021- | ** | ** | ** | ** | ** | ** | |
| VT80 Djupfest* | 2019-2021 | 6,50 | 17,13 | 5,38 | 20,38 | 143,75 | 109,37 | |
| VT23 Trondheimsleia* | 2019-2021 | 6,75 | 16,50 | 3,88 | 23,25 | 138,00 | 88,87 | |
| VT45 Valset* | 2019-2021 | 6,56 | 12,22 | 9,44 | 22,89 | 137,33 | 129,56 | |
| VT22 Biologisk stasjon* | 2019-2021 | 5,67 | 14,56 | 7,89 | 22,33 | 191,11 | 91,63 | |

6.2.3. Utvikling over tid

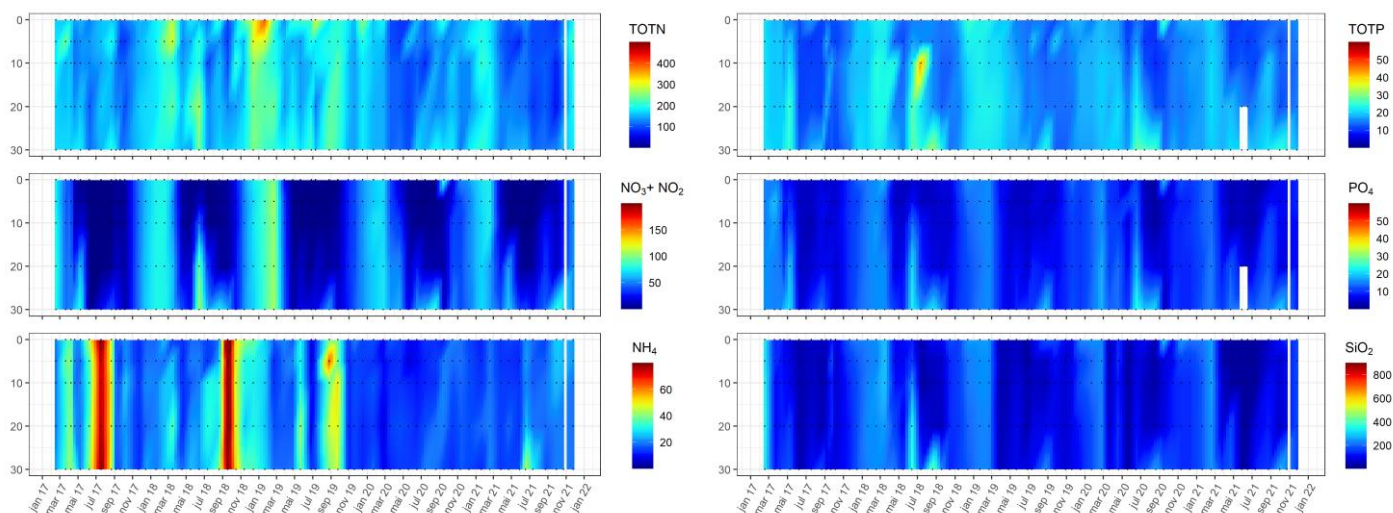
I figur 60 til figur 65 vises variasjonen i næringssaltene på de fire stasjonene med data fra 0-30 m for perioden februar 2017 til desember 2021, samt utviklingen i 2021 fra stasjon VR61. Alger tar opp nitrogen enten som nitrat/nitritt eller som ammonium. Planktonalger foretrekker å ta opp ammonium ettersom dette er mindre krevende, siden nitrat/nitritt først må reduseres. Silikat er næring for enkelte grupper av planktonalgene, og da spesielt kiselalger (diatoméer). Et typisk forløp for næringssaltene nitrat (NO_3), fosfat (PO_4) og silikat (SiO_2) gjennom året er høy konsentrasjonen i forkant av en vekstsesong. Ettersom sjiktningen er lav om vinteren, vil nitrat kunne tilføres den eufotiske sonen (der fotosyntese kan forekomme) fra større dyp i tillegg til tilførsel fra nedbør og fra land gjennom elvevann. Når algeoppblomstringen starter, vil næringssaltkonsentrasjonen gå gradvis ned og deretter holde seg lav gjennom perioden med planteplanktonproduksjon. Konsentrasjon av ammonium, tilført den eufotiske sonen som «avfall» fra den biologiske aktiviteten vil være lav ettersom algene tar dette opp raskt. Derfor er det ofte lav konsentrasjon av nitrat og ammonium gjennom primærproduksjonsperioden. I etterkant av en vekstsesong vil konsentrasjonen øke igjen.

VT71 Skinnbrokleia og VR51 Korsen

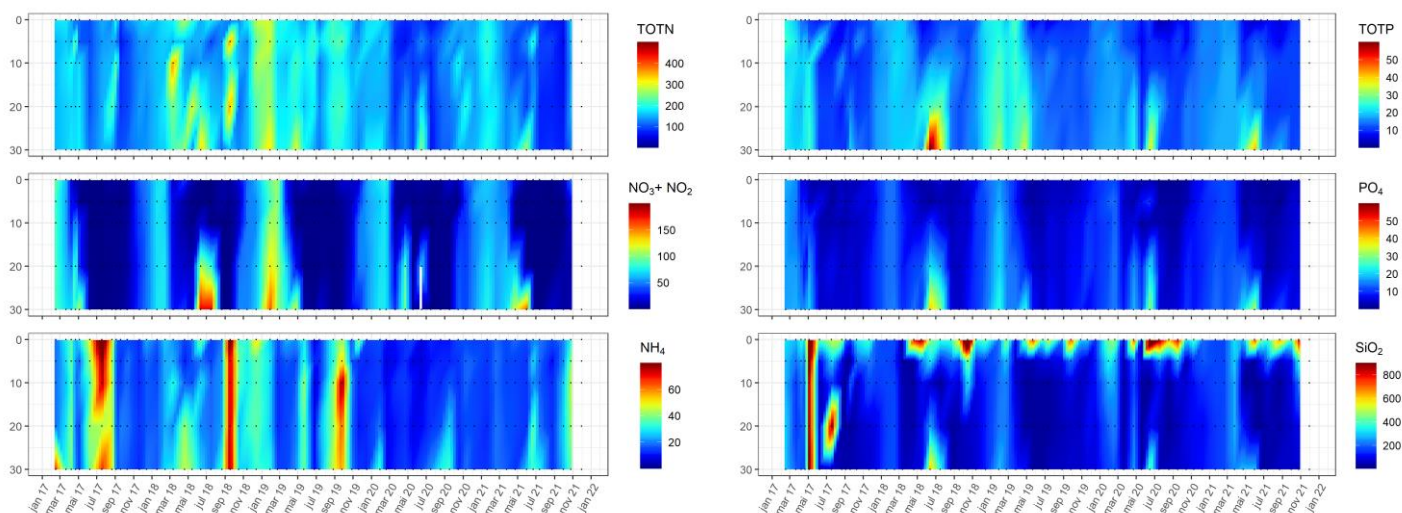
Tidsutviklingen for næringsalter på stasjon VT71 Skinnbrokleia for 2017-2021 for dyp ned til 30 m er vist i figur 60, og tilsvarende for VR51 Korsen er vist i figur 61. Nitrat og fosfat viser den normale utviklingen med høye vinterverdier som avtar mot sommeren etter hvert som algene forbruker næringssaltene i vannmassene. Den registrerte økningen i næringssaltkonsentrasjonen sen vinter favoriserer forholdene for planteplanktonvekst, fra april for VT71 (Figur 60) og fra mars for VR51 (Figur 61). Den samme økningen ble rapportert forrige år. Det er en bemerkelsesverdig økning i NH_4 på 30 m dyp i sommerperioden, som også tilsvarer en nedgang i oksygenkonsentrasjonen i samme periode for begge stasjonene. Dette kan indikere en nedbrytningsprosess hvor ammoniakk dannes og oksygen forbrukes.

Silikat inngår som nevnt ikke i klassifiseringen, men er likevel presentert i tabell 16 og tabell 17 ovenfor, samt i figur 60 og figur 61. Sommerverdierne er lavere enn vinterverdierne på begge stasjonene, med unntak av overflatelaget på stasjon VR51 Korsen hvor verdiene er ganske høye. Dette har trolig

sammenheng med lokal avrenning (mineralutvasking). Sammenlignet med verdiene for 2020 (Tranum et al. 2021) viser de siste målingene generelt en liten nedgang, spesielt i vårsesongen.



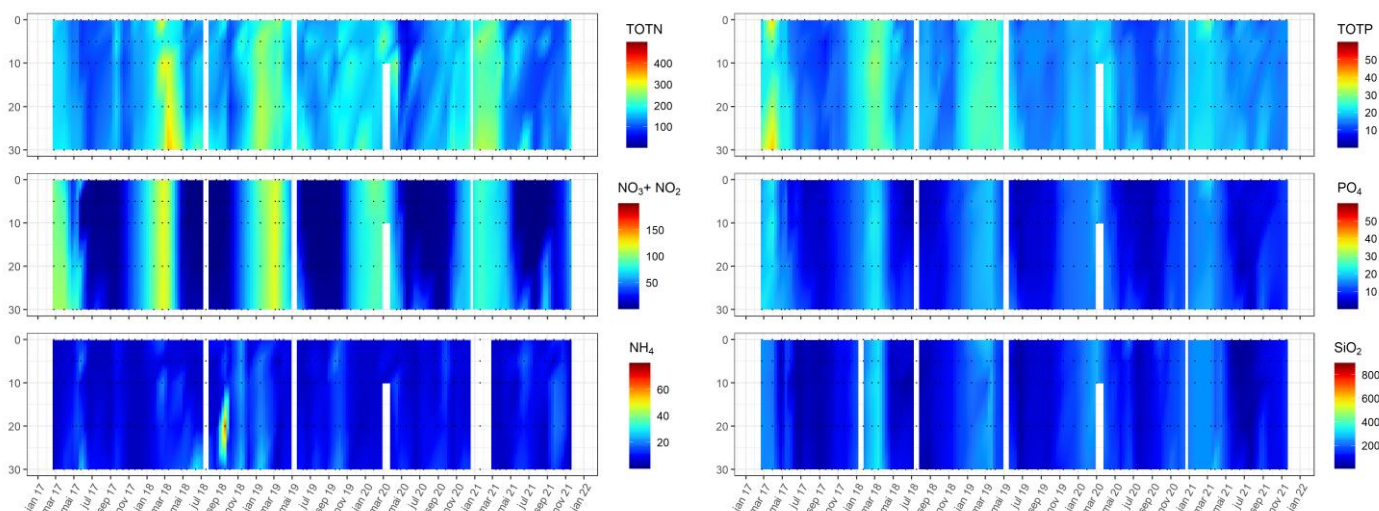
Figur 60. Resultat fra vannprøver på stasjon VT71 Skinnbrokleia, fra overflaten til 30 m dyp, for perioden 2017-2021. Fra øverst venstre vises utvikling av Tot-N, nitrogen (NO₂+NO₃), ammonium. Høyre Tot-P, fosfat og silikat, i µg/l.



Figur 61. Resultat fra vannprøver på stasjon VR51 Korsen, fra overflaten til 30 m dyp, for perioden 2017-2021. Fra øverst venstre vises utvikling av Tot-N, nitrogen (NO₂+NO₃), ammonium. Høyre Tot-P, fosfat og silikat, i µg/l.

VR31 Tilremsfjorden

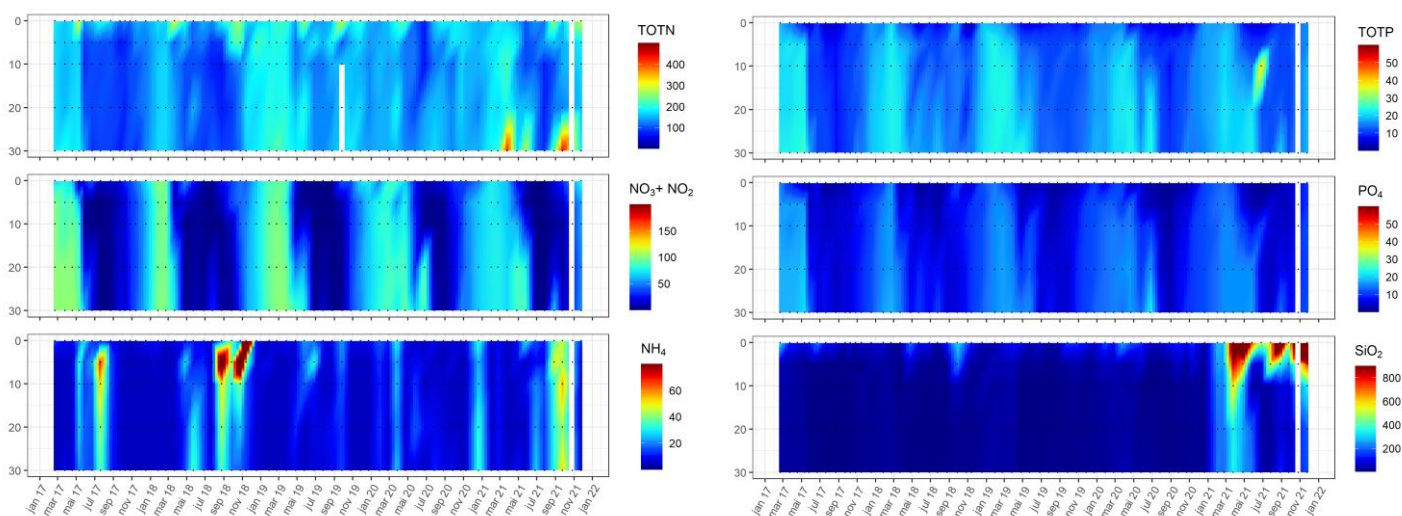
VR31 er en eksponert stasjon i åpen kyst, utenfor Vegafjorden med en maksimal dybde på 260 m. Næringssalter for perioden 2017-2021 på stasjon VR31 er vist i figur 25. Det er en forventet stigning i næringssaltnivåer i vinterperioden november til mars, når det er høy miksing av vannsøylen. Det er en klar forskjell mellom sommer- og vinterverdier for nitrat og TotN. Vi har de siste fem årene sett en liten nedgang i fosfat og TotP, med mindre markert variasjon mellom vinter og sommer. Det er ingen åpenbar trend å spore for SiO₂. Klassifiseringen for stasjon VR31 er «svært god», slik det var foregående år.



Figur 62. Resultat fra vannprøver på stasjon VR31 Tilremsfjorden, fra overflaten til 30 m dyp, for perioden 2017-2021. Fra øverst venstre vises utvikling av Tot-N, nitrogen ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3$), ammonium. Høyre Tot-P, fosfat og silikat, i $\mu\text{g/l}$.

VR52 Broemsneset

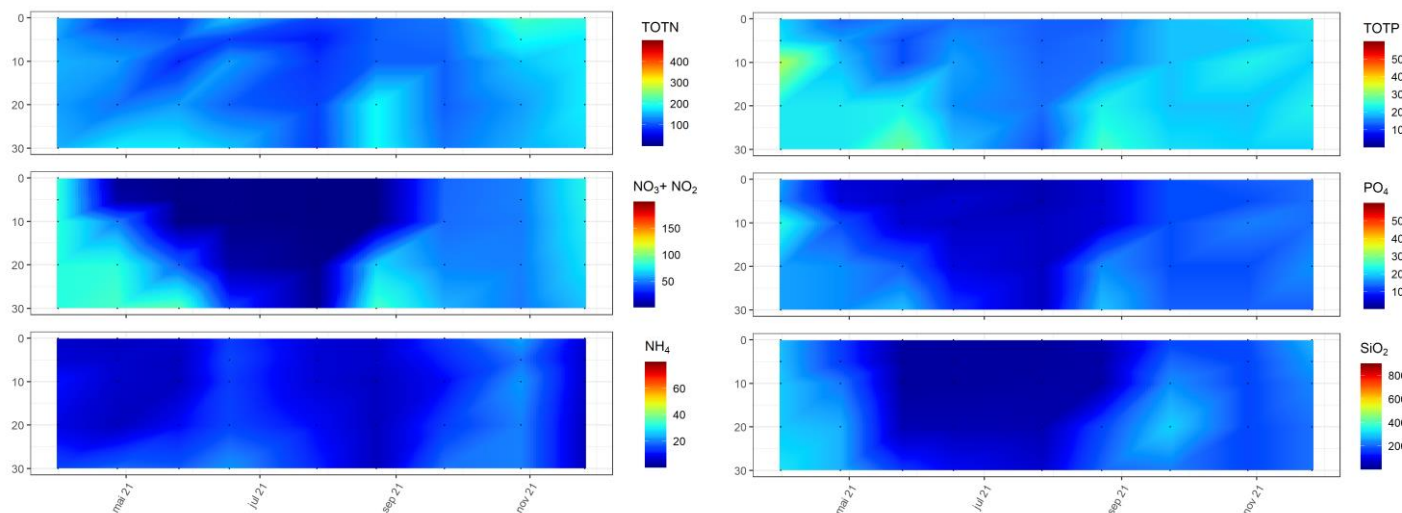
Stasjon VR52 ligger langt inne i Namsfjorden, med en maksimal dybde på 330 m. Figur 63 viser næringsstoffdata tilbake til 2017. Man kan se episoder av høye verdier av NH_4 , TotN og silikat i overflaten som nok skyldes avrenning fra land. Dette er ikke uventet når en ser plassering av stasjonene i forhold til utløpet til Namsen. Vi kan merke en liten nedgang i nitratkonsentrasjoner for vintrene 2020 og 2021 sammenlignet med vintrene 2017 til 2019. Nitrat er imidlertid mer spredt over tid; de høye verdiene ble konsentrert i løpet av en to til tre måneders periode før 2020, og nå varer de mellom fem og seks måneder, fra november til mai. Det er ingen åpenbar trend å spore i plottene for fosfat og TotP. De høyere verdiene av NH_4 høsten 2021 reflekterer ikke en økning av oksygen og klorofyll *a* i overflatelaget, som på stasjonene VR51 og VT71. Det er ikke funnet noen forklaring på disse høye verdiene. Klassifiseringen for stasjon VR52 er «god», på grensen til «svært god», slik det også har vært tidligere år. Det er det lave siktdypet forårsaket av turbid vann fra Namsen, som trekker klassifiseringen ned. De høye verdiene av silikat i overflatelaget i siste halvdel av 2021 vitner sannsynligvis også om avrenning fra Namsen.



Figur 63. Resultat fra vannprøver på stasjon VR52 Broemsneset, fra overflaten til 30 m dyp, for perioden 2017-2021. Fra øverst venstre vises utvikling av Tot-N, nitrogen (NO_2+NO_3), ammonium. Høyre Tot-P, fosfat og silikat, i $\mu\text{g/l}$.

VR61 Frohavet Sør

Stasjonen ligger eksponert på åpen kyst, utenfor Trondheimsfjorden med en maksimal dybde på 60 m. Det er ingen åpenbar trend å spore i dataene så langt. Klassifisering vil være mulig fra 2023.



Figur 64. Resultat fra vannprøver på stasjon VR61 Frohavet Sør, fra overflaten til 30 m dyp, for perioden 2021, fra mars til desember. Fra øverst venstre vises utvikling av Tot-N, nitrogen (NO_2+NO_3), ammonium. Høyre Tot-P, fosfat og silikat, i $\mu\text{g/l}$.

6.3. Siktdyp

6.3.1. Klassegrenser og EQR-verdier

Siktdyp gir informasjon om vannets klarhet eller gjennomsjennelighet, og er målt gjennom hele året. Planteplankton, organisk stoff og partikler vil påvirke lysmengden nedover i dypet og som konsekvens, siktdypet. Samtidig kan lavt siktdyp redusere planteplanktonveksten. Sommerperioden juni-august legges til grunn for klassifiseringen. Klassegrensene for siktdyp er angitt i Vedlegg (Kapitel 12.5). Også for siktdyp skal klassifiseringen baseres på minimum tre års innsamlede data.

6.3.2. Klassifiserte resultater

Klassifiseringen for siktdyp om sommeren med gjennomsnitt for 2019-2021 er vist i Tabell 18. Stasjonen VT71 Skinnbrokleia, VR51 Korsen og VR31 Tilremsfjorden oppnår fortsatt tilstand «svært god». Verdiene er høye, og vannet på disse stasjonene har generelt vært svært klart. Siktdyp på stasjon VR52 havner i klassen «moderat». Tidvis er det svært lavt siktdyp på VR52, som kan forklare at det er lite planteplankton på stasjonen. Stasjon VT72 er en FerryBox-stasjon, og har derfor ikke data for siktdyp.

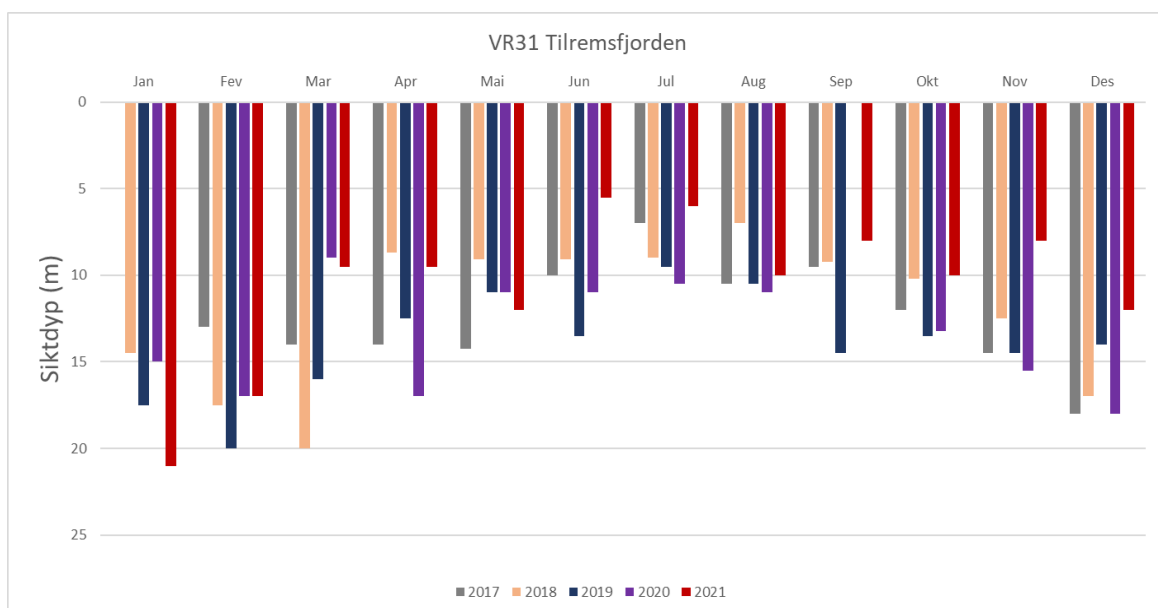
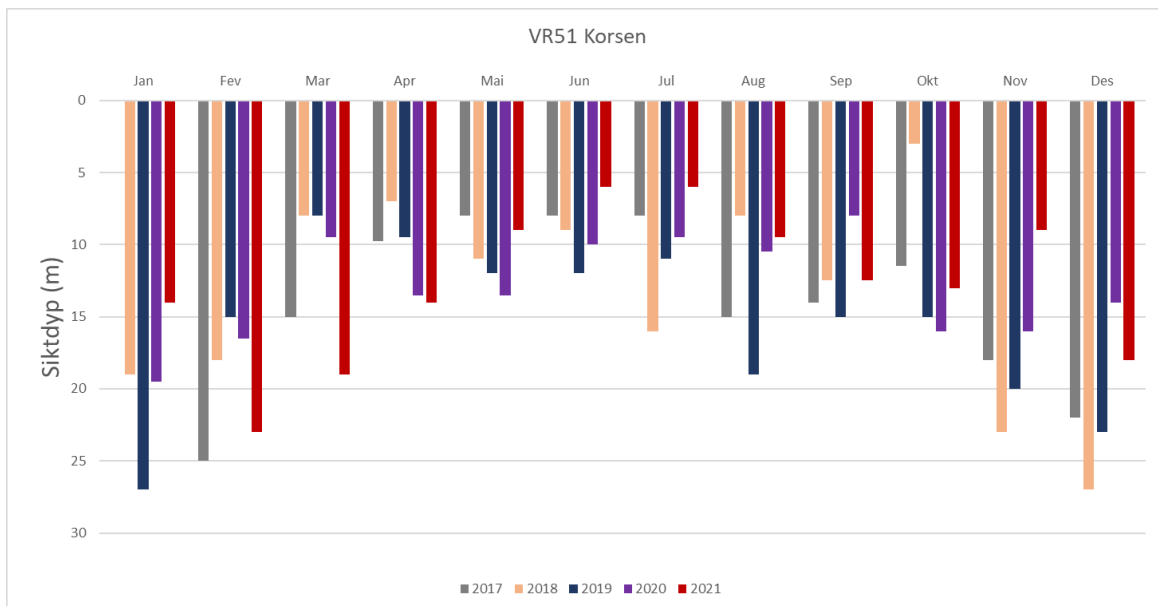
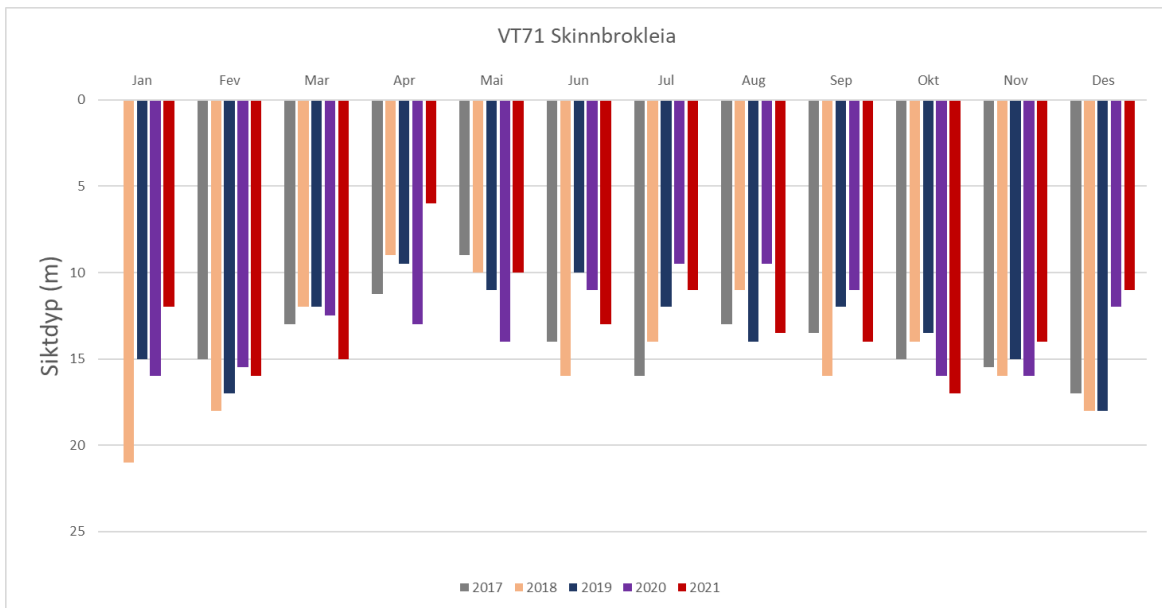
Tabell 18. Tilstandsvurdering basert på siktdyp (m) på stasjon VT71 Skinnbrokleia, VR51 Korsen, VR31 Tilremsfjorden, og VR52 Broemsneset (sommerverdier: juni-august, gjennomsnitt for perioden 2019-2021. *ikke nok data

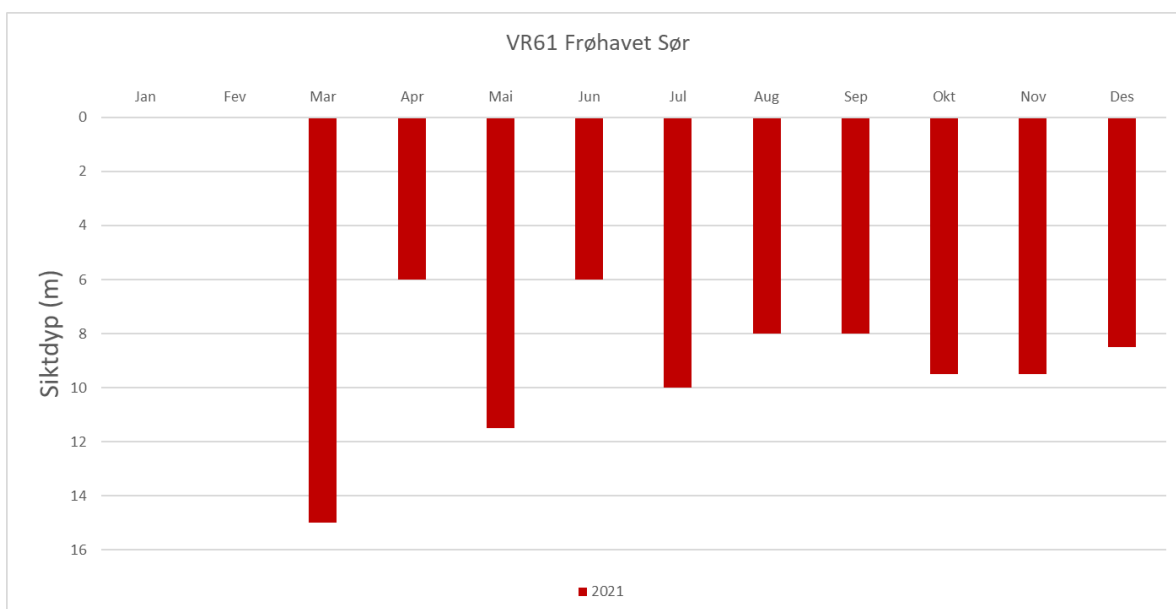
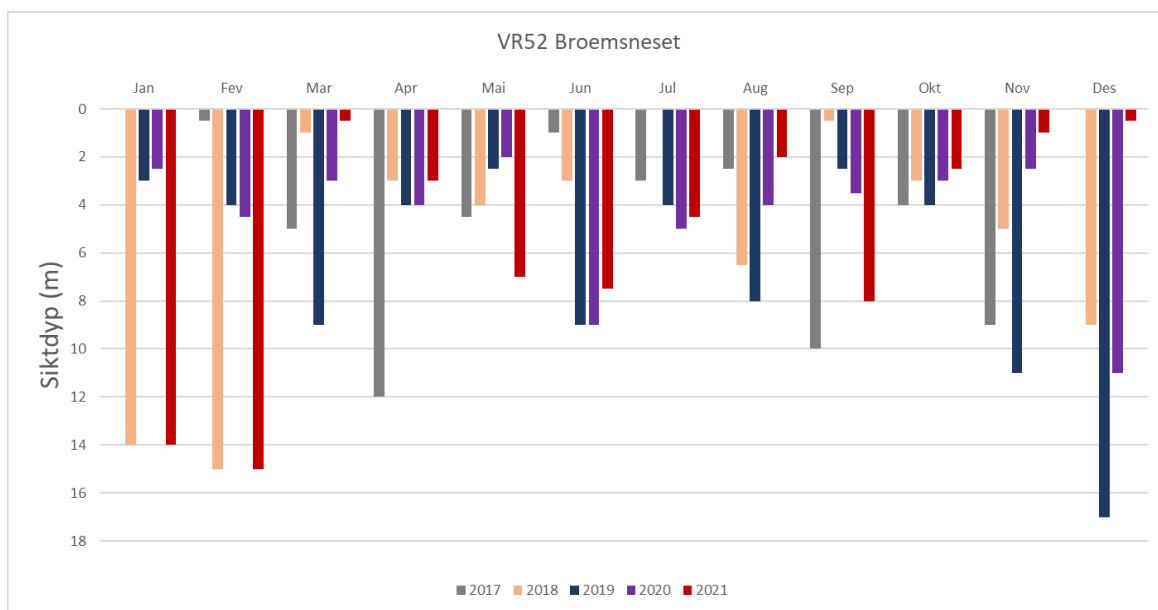
| Stasjonsnummer og navn | År | Sikt (m) | Tilstandsklasser |
|------------------------|-----------|-------------|------------------|
| VT71 Skinnbrokleia | 2019-2021 | 11,6 | I. Svært god |
| VR51 Korsen | 2019-2021 | 11,3 | II. God |
| VR31 Tilremsfjorden | 2019-2021 | 10,9 | III. Moderat |
| VR52 Broemsneset | 2019-2021 | 4,9 | IV. Dårlig |
| VR61 Frohavet Sør | 2021- | * | V. Svært dårlig |

6.3.3. Utvikling over tid

Alle verdier for siktdyp i 2021 er vist i Vedlegg (Kapitel 12.5). Tidsutviklingen gjennom 2017 – 2021 for alle månedene er vist i Figur 65. Gjennomsnittsverdiene for hele 2021 var 12,8 m på VR51 Korsen (17,5 m året før), 12,7 m på VT71 Skinnbrokleia (14,5 m året før), 11,2 m på VR31 Tilremsfjorden (13,1 m året før), 6,3 m for VR52 Broemsneset (5,0 m året før) og 9,2 m for VR61 Frohavet Sør. Sikten varierer naturlig fra dag til dag og på kortere tidsskala. De månedlige målingene fanger opp trender og sesongmessige endringer slik som høye verdier om vinteren/tidlig vår, og lave verdier om sommeren, i takt med avrenning og algeoppblomstringer.

På stasjon VT71 Skinnbrokleia var laveste målte siktdyp i 2021 i mars med 6 m, mens høyeste verdi på 17 m ble registrert i september. Ved VR51 Korsen var det minimum med også 6 m sikt i mai-juni 2021, mens høyeste verdi på 23 m inntraff i januar det året. Normalt er det sommermånedene som har laveste siktverdier (jamfør med klassifiseringen). På stasjon VR31 Tilremsfjorden ble laveste siktdyp målt i juni med 5,5 m, mens høyeste verdi på 21 m ble registrert i januar. For stasjonen VR31 var det i 2021 lavere siktdyp enn de foregående årene. Dette kan skyldes at en ny person gjorde målingene dette året, eller det kan også faktisk ha vært mindre sikt i 2021. Minimum siktdyp på VR52 var 0,5 m i mars 2021, mens høyeste var 15 m i 2021. Ved VR61 Frohavet Sør var det minimum med 6 m sikt i april og juni 2021, mens høyeste verdi på 15 m ble målt i mars.





Figur 65. Målt siktdyp på stasjon VT71 Skinnbrokleia, VR51 Korsen, VR31 Tilremsfjorden og VR52 Broemsneset gjennom 2017 – 2021. Stasjon VR61 for mars - desember 2021.

7. Klimaparametere

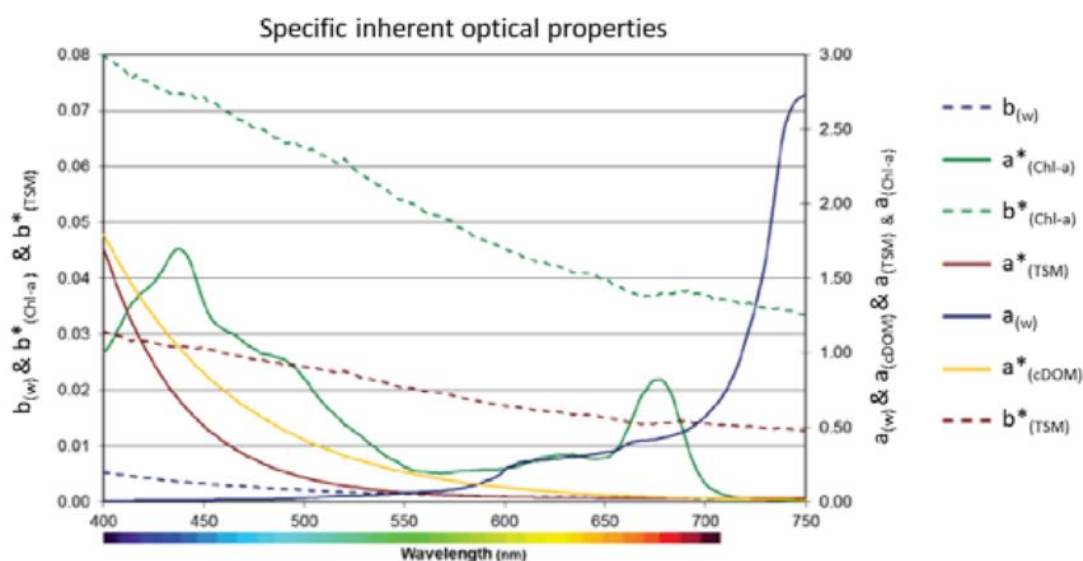
I programperioden 2021-2025 i Økokyst så er det inkludert klimaparameterne: totalt suspendert stoff (TSM), partikulært organisk karbon, -nitrogen og -fosfor (POC, PN, PP), løst organisk karbon (DOC), farget løst organisk stoff (cDOM), lysmålinger og dyreplankton. Disse parameterne overvåkes månedlig for stasjonen Straumsfjorden (VR54) i Norskehavet Nord. I tillegg, er klimaparameterne lagt inn som opsjon på en stasjon i hvert delprogram, for Nordsjøen (Kyrkjebø, VT16), Norskehavet Sør (Skinnbrokleia, VT71), Norskehavet Nord (Ulsfjorden, VR58) og Barentshavet (Bugøynes, VR21). Denne klimaopsjonen ble utløst av Miljødirektoratet med prøvetakning fra juni til november 2021. Vi har valgt å beskrive data for klimastasjonene samlet på tvers av delprogrammene for å vise variasjonen langs kysten fra Nordsjøen til Barentshavet. Disse klimaparameterne inngår ikke i klassifiseringen. I tillegg er siktdyp og klorofyll a inkludert i diskusjonen i dette delkapittelet, ettersom de samvarierer med og påvirker lysforholdene i vannsøylen. Dyreplankton beskrives i kapittel 8.

De fleste av disse klimaparameterne er relativt nye støtteparametere for miljøforandringer som blant annet kan indikere endringer i avrenning fra land. Klimaforandringer på våre breddegrader vil gi mildere vintrer med mer nedbør og økte temperaturer, og dermed er også tilførselen av organisk og uorganisk materiale til kystsonen forventet å øke. Dette kan ha en negativ påvirkning på kystøkosystemene både gjennom endring i lysforholdene i kystvannet og økt partikkelbelastning og sedimentering. Lys er av fundamental betydning for livet i havet. Det er den primære energikilden for organismer som driver fotosyntese, slik som planteplankton, ålegress og makroalger. Lys er også viktig for fisk som er avhengig av synet for å jakte på byttedyr (visuelle predatorer). Litteraturstudien på lyssvekning i kystvannet som NIVA utførte på oppdrag for Miljødirektoratet (Frigstad et al., 2020a), viser en dokumentert reduksjon i siktdyp og formørkning langs norskekysten, som har hatt effekter på tidspunkt for våroppblomstringen, som har redusert nedre voksedyp for makroalger og økt forekomsten av glassmaneter relativt til fisk. Endringer i lysforholdene kan dermed ha konsekvenser for artssammensetning og funksjon til kystøkosystemene.

Lyssvekning er et mål på hvor fort lystilgjengeligheten minker fra overflaten og nedover i vannsøylen, og måles gjennom lyssvekningkoeffisienten (K_d). Gjennom å utføre lysmålingene over hele bølgelengdespekteret (se x-aksen i Figur 66), så vil man få informasjon om hvordan ulike variabler med såkalte optiske egenskaper (cDOM, TSM og klorofyll *a*) påvirker lysforholdene i kystvannet. Disse variablene påvirker lyssvekningen i vannsøylen gjennom absorpsjon (*a*) og spredning (*b*) av lys (se Figur 66). Innholdet av planteplankton målt som klorofyll *a* og cDOM bidrar mest til absorpsjonen av lys (spesielt ved lave bølgelengder i den blå delen av fargespekteret), mens partikler målt som totalt suspendert materiale (TSM, både organisk og uorganisk materiale) bidrar mest til spredningen av lys.

Gjennom å overvåke klimaparameterne over tid vil man få viktig kunnskap om hva som er de sterkeste driverne for endringer i lysforholdene langs kysten, både gjennom sesongen og i ulike økoregioner. I tillegg, vil man få informasjon om ved hvilke bølgelengder svekningen av lyset er sterkest, og dermed kvaliteten av lyset. Dette er viktig for å forstå de biologiske effektene av endringer i lysforholdene, siden disse ikke bare responderer på endringer i kvantitet (total mengde synlig lys tilgjengelig, lyssvekningkoeffisienten) men også på kvaliteten på lyset (hvilke bølgelengder som er tilgjengelig). Noe

som er viktig for å forstå hvilke bølgelengder som trenger ned i vannsøylen og er tilgjengelige for planteplankton, makroalger og ålegress, men som også har betydning for om lysforholdene for eksempel favoriserer påvekstlger.



Figur 66. Illustrasjon som viser spesifikk absorpsjon (a) og spredning av lys (b) av vann (w), planteplankton (klorofyll a), suspendert totalt materiale (TSM) og farget løst organisk materiale (cDOM). Venstre y-akse og stiplede linjer viser spredning av lys og høyre y-akse og heltrukne linjer viser absorpsjon. X-aksen viser bølgelengden for lyset i nanometer.

Generelt er seks måneder med data for lite til å kunne tolke variasjon over tid, samvariasjon, eller til å vurdere forskjeller mellom de ulike kystområder i forhold til klimaparameterne. Det anbefales sterkt at disse fire stasjonene med klimaopsjoner overvåkes videre, slik at datagrunnlaget blir tilstrekkelig til å gjøre vurderinger av variasjon over tid og regioner i norske kystvann. Klimaendringene skjer globalt, men de økologiske effektene vil bli påvirket av regionale og lokale forhold, slik som for eksempel endringer i vannutveksling med kyststrømmen eller påvirkning fra smeltende permafrost og isbreer i nedbørsfeltet.

Kopling mellom klimaparametere og satellittovervåking

Økokyst har som hovedmål å overvåke økosystemer i kyst- og fjordområder med fokus på eutrofi, belastning av organisk og partikulært materiale, og klimaendringer. Dette er prosesser som i stor grad gjør seg tilkjenne i overflatelaget, slik at innhenting av miljøinformasjon fra satellitt vil kunne gi verdifulle og supplerende data. Klimaparameterne som overvåkes på Straumsfjorden (VR54; DP Norskehavet Nord) og gjennom opsjonene i de øvrige delprogrammene gir viktig bakgrunnsinformasjon for å kontrollere og tilpasse satellittmålinger for våre kystområder, slik at disse i større grad kan benyttes til overvåkning av vannkvalitet i kystsonen. Det er viktig å presisere at for å gjøre en nøyaktig validering av satellittdata så må data i felt og satellittpassering samles med maks 2 timers tidsforskjell, og at det må være tilstrekkelig med målinger i løpet av sommerhalvåret med matchende data for overvåkningsstasjonen og satellitt hvor det er skyfrie forhold. Men over tid med gjentagende overvåkning, vil datasettet som kan benyttes til satellittvalideringer bli større. Mange av de relevante satellittproduktene for vannkvalitet blir utledet fra havfargereflektansen (Rrs), og lysriggene som benyttes av NIVA kan enkelt utvides til å inkludere sensorer som måler dette direkte. Generelt har det i Norge de siste årene vært størst fokus på å utvikle produkter for innsjøer, hvor man har fått gode

resultater for satellittovervåking av vannkvalitet av Økstor-sjøer og for statusklassifisering av klorofyll *a* i Mjøsa (f.eks. Ledang m.fl., 2019, Harvey og Sørensen, 2021). Metodene er under stadig forbedring og robustheten på de nåværende algoritmene er best for de som uttrykker partikler og til en viss grad klorofyll *a*, men er mer krevende for de som skal si noe om oppløst organisk materiale. Det kreves ytterligere FoU-arbeid for å oppnå gode vannkvalitetsprodukter for kystvann, men klimaparameterne som beskrives her bidrar til datagrunnlaget for å gjøre de nødvendige vurderingene og videreutvikling av eksisterende europeiske satellittprodukter for norske kystområder. Likevel, så kan man allerede med nåværende produkter innhente informasjon om større flomhendelser og annen avrenning fra land (i tid og rom) og forholdet til for eksempel klorofyll *a* og TSM i kystområdene. Man kan også benytte satellittdata til å vurdere om plasseringen av stasjoner er optimal og har tilstrekkelig frekvens til å fange opp påvirkning fra for eksempel flomhendelser.

En fordel med satellittdata er at de arkiveres, og hvis et tilleggsarbeid utløses mot slutten av programperioden vil man kunne ta frem overvåkings- og satellittdata for perioden 2021-2025 for å gjøre nødvendige kontroller og teste hensiktsmessigheten av ulike satellittprodukter direkte fra 'Copernicus marine service' (<https://marine.copernicus.eu/>) og for å utvikle eller tilpasse satellittproduktene fra Sentinel 2- og Sentinel 3-satellittene for vannkvalitet for norske kystvann.

Resultater

Variasjonen av DOC, cDOM, TSM, POC, PN og PP analyseres over tid, fra overflaten ned til 30 m dyp på stasjonene med utløst klimaopsjon (Kyrkjebø (VT16), Skinnbrokleia (VT71), Ulsfjorden (VR58), Bugøyenes (VR21)), samt for stasjon Straumsfjorden (VR54) i grunnprogrammet (Figur 67-Figur 73). For lys viser vi lysvekningkoeffisienten (K_d _PAR; definert som diffust nedoverrettet lys beregnet for hele vannsøylen ned til 1% lysdypet), eufotisk dyp (Zeu; definert som 1% lysmengde av maksimum lysinnstråling ved overflaten) og siktdyp. Disse parameterne analyseres både over tid (Figur 74), gjennom samvariasjon mellom de ulike lysparameterne (Figur 75) og samvariasjon med de øvrige klimaparameterne (klorofyll *a*, cDOM, TSM) som påvirker lysforholdene (Figur 76). Detaljerte analyser av lysets sammensetning som et mål på lyskvalitet er også beskrevet (Figur 77).

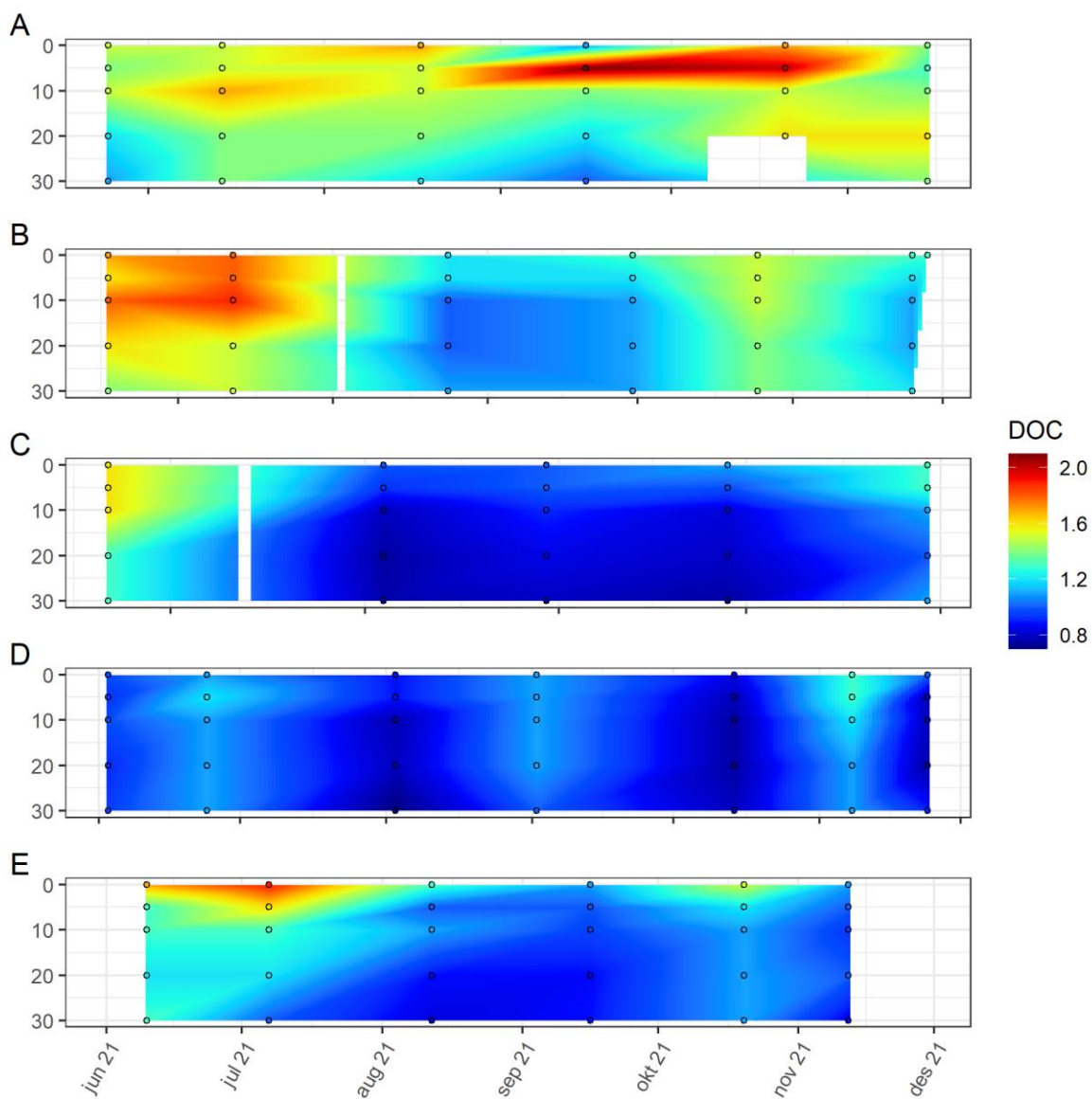
Resultatene for DOC i 2021 (Figur 67) viser at det er en betydelig variasjon over tid og dyp, med de generelt høyeste konsentrasjonene på 5 m dyp på den sørligste stasjonen VT16 Kyrkjebø. For de fleste stasjonene er det en lagdeling med høyere DOC-konsentrasjoner i overflaten, mens for VR58 Ulsfjorden er det lavere konsentrasjoner og tegn til sterkere vertikal blanding. For noen stasjoner finnes det lengre tidsserier for DOC (Figur 68), finansiert gjennom NIVAs strategiske satsning på land-hav interaksjoner (stasjonene VT71, VR54, i tillegg til VT3 Torbjørnskjær i Skagerrak), som også beskrevet i Frigstad m.fl. (2020b). Data over denne femårsperioden viser tydelig en stor variasjon i DOC-konsentrasjon over tid (merk forskjell i skala mellom Figur 67 og Figur 68), og noen distinkte forskjeller mellom stasjoner. Skagerrak har generelt høyere konsentrasjoner gjennom store deler av året, mens Straumsfjorden er mer preget av kortvarig variasjon i saltholdighet knyttet til elveavrenning. Denne typen dynamikk over tid og mellom stasjoner er man avhengig av lengre tidsserier for å kunne avdekke.

Resultater for cDOM i 2021 (Figur 69) viser at det, som for DOC, er høyest konsentrasjoner sent på året ved den sørlige stasjonen VT16. Flere av stasjonene viser også forhøyede konsentrasjoner rundt september/november. For de fleste stasjonene så henger dette sammen med økt ferskvannstilførsel i forbindelse med høstflommer, som gir lavere saltholdighet, økning i næringssalter, og stimulerer

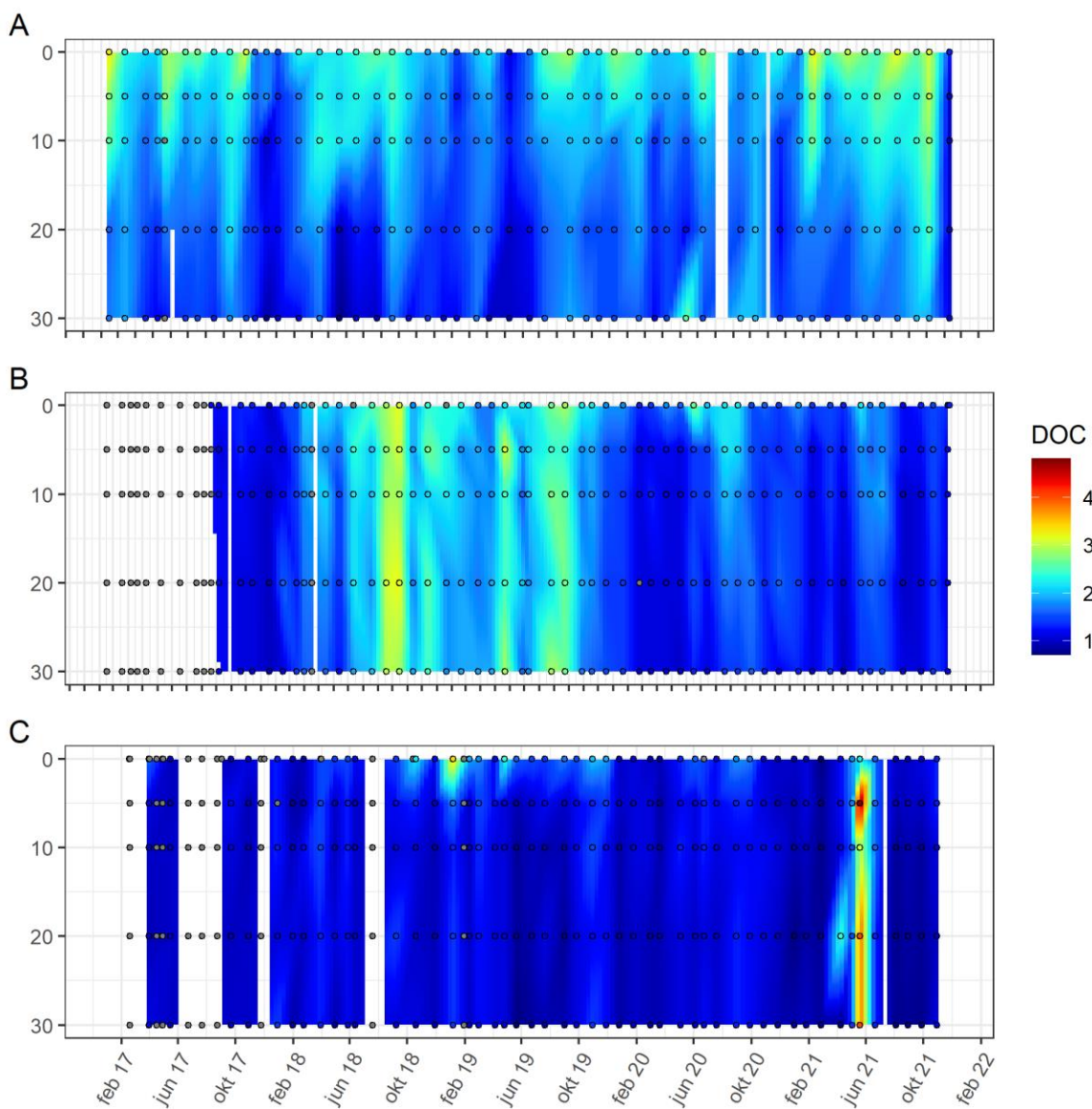
høstoppløsmstring av plankton. For de sørlige stasjonene så vil ikke perioden juni-november fange eventuelle effekter av vårflommen, siden overvåkingen startet etter at denne var over. Mens for de nordlige stasjonene (VR58, VR54 og VR21) så ser man noe forhøyede konsentrasjoner av DOC/cDOM/TSM rundt juni, som har sammenheng med den senere vårflommen i disse områdene.

Resultatene for TSM viser variasjon over perioden 2017-2021, siden denne parameteren tidligere var inkludert på grunnprogrammet for alle stasjoner (Figur 70). TSM konsentrasjonene er generelt lave, med kortvarige episoder med høye konsentrasjoner i overflatelaget under perioder med høy klorofyll *a* (algeoppblomstring) eller sterk ferskvannspåvirkning. Dette er spesielt tydelig for den nordligste stasjonen VR21, hvor det periodisk er høye konsentrasjoner av TSM i overflaten.

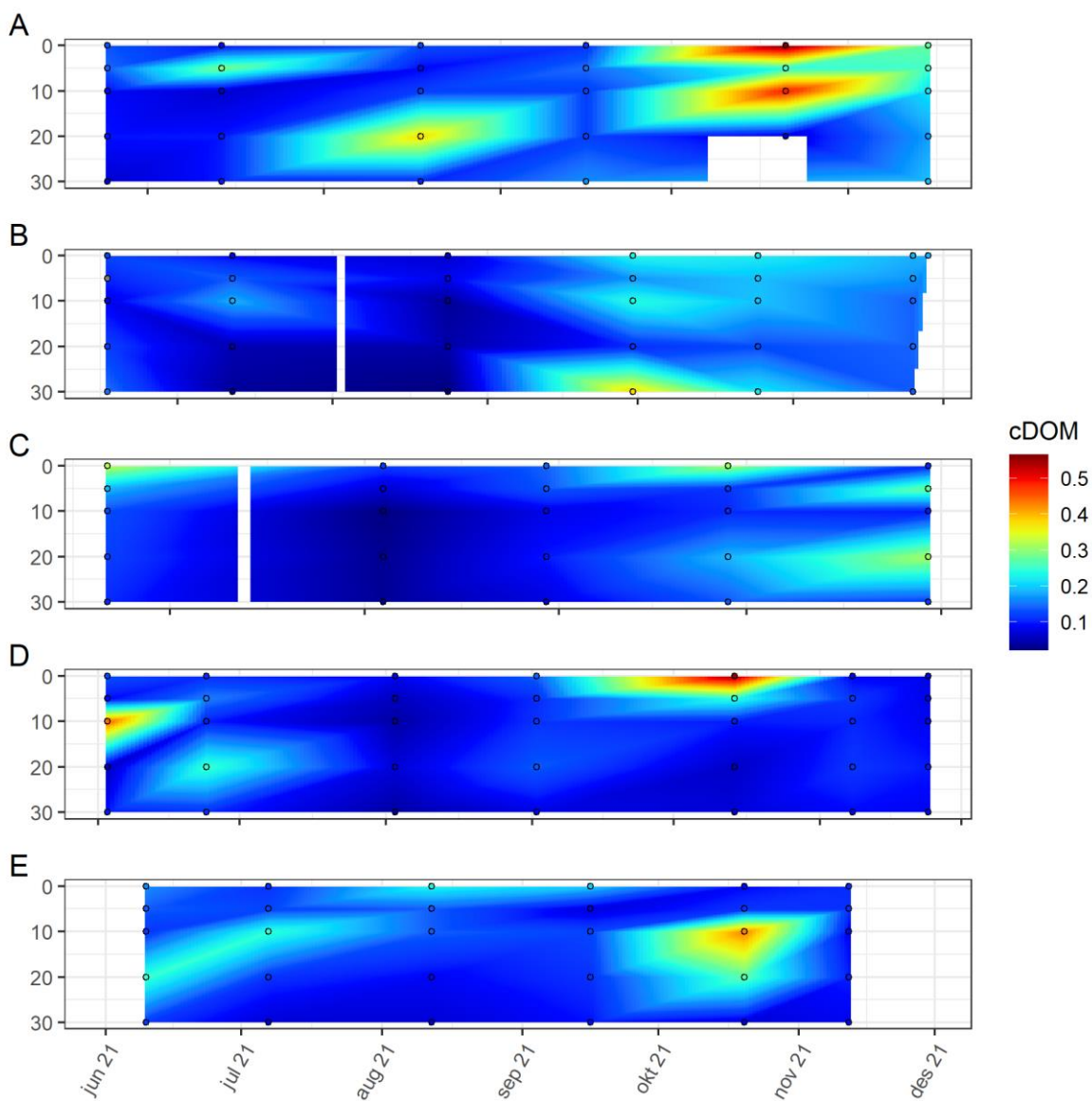
Resultatene for POC (Figur 71), PN (Figur 72) og PP (Figur 73) viser at de partikulære konsentrasjonene generelt er tett koplet og samvarierer (merk at stasjon VR58 ikke har målinger for disse parameterne). Partikulært organisk materiale (seston) er en blanding av materiale fra planteplankton, små dyreplankton og bakterier, i tillegg til dødt organisk materiale med opphav fra både land og det marine miljø. Likevel ser man ofte at forholdstallene mellom karbon, nitrogen og fosfor (kalt støkiometri) i dette materialet holder seg relativt stabilt, selv om det er variasjon både over tid og mellom områder. Det er høyere konsentrasjoner ved de to nordlige stasjonene VR54 og VR21, spesielt i de øvre 10 meter.



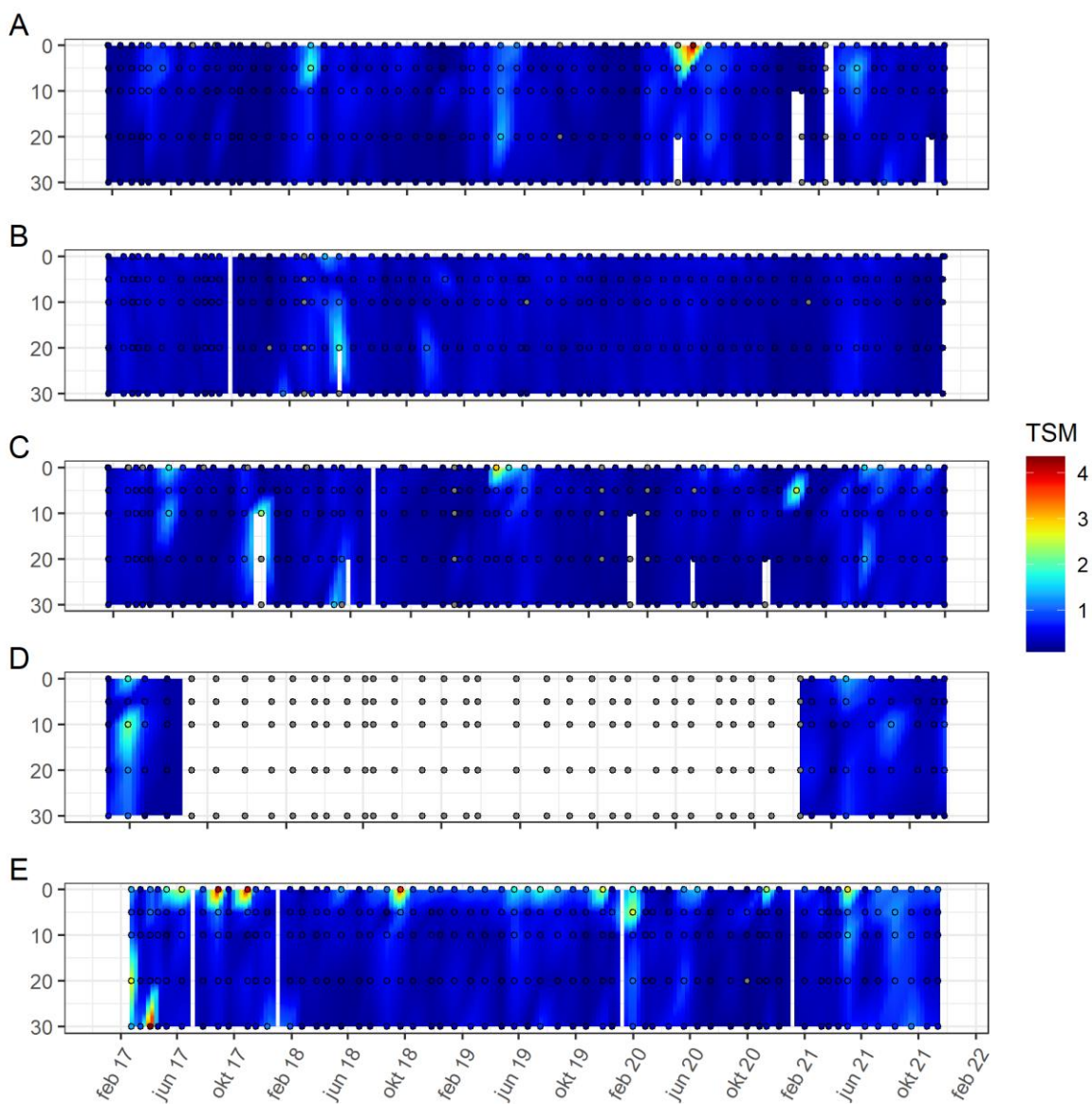
Figur 67. Løst organisk karbon (DOC) i 0-30 m dyp fra juni - november 2021 for klimastasjonene VT16 Kyrkjebø (A), VT71 Skinnbrokleia (B), VR54 Straumsfjorden (C), VR58 Ulsfjorden (D), og VR21 Bugøynes (E). Legg merke til forskjell i skala i forhold til Figur 68.



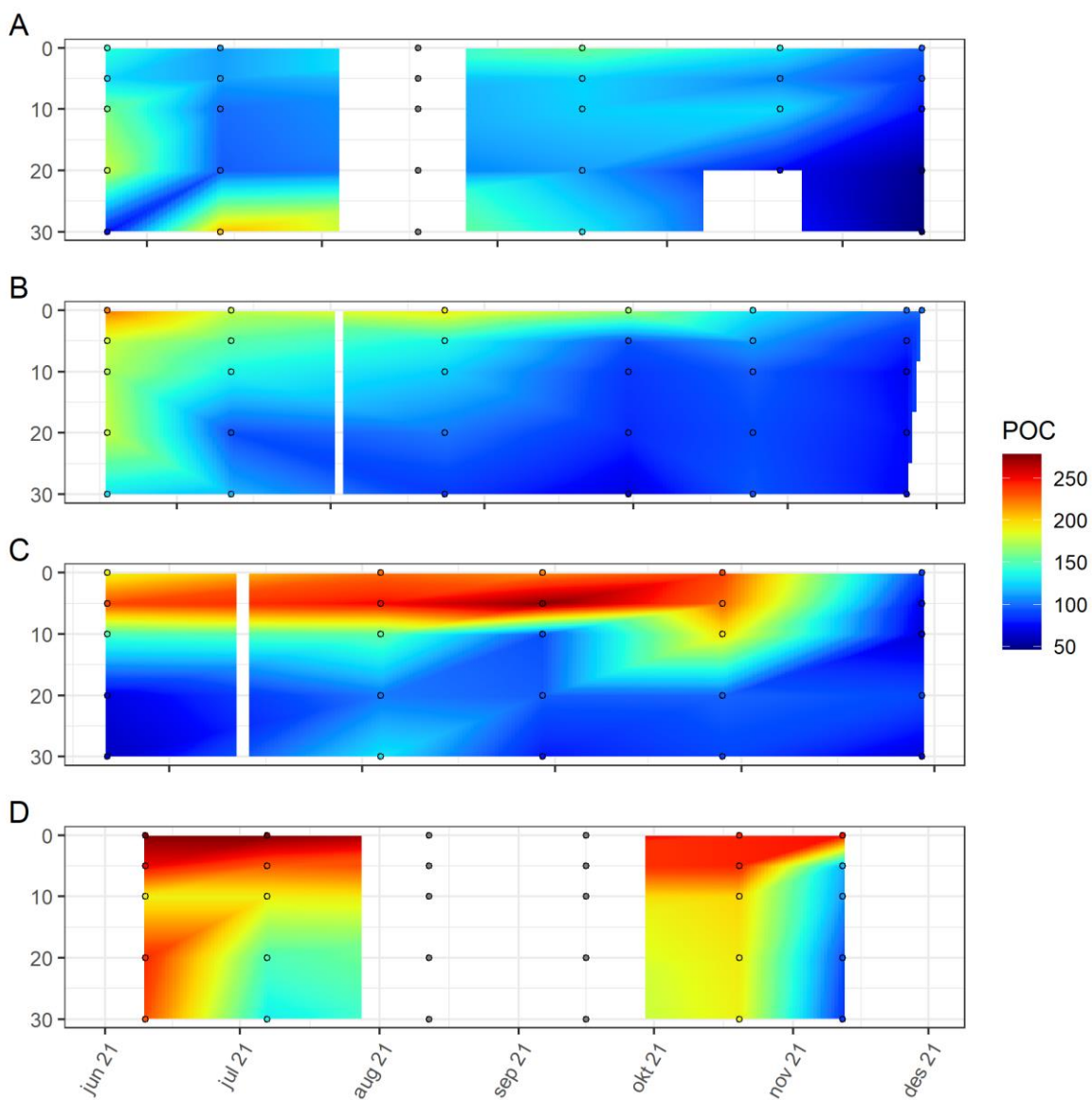
Figur 68. 5-års tidsserie mellom 2017-2021 februar - november av løst organisk karbon (DOC) i 0-30 m dyp for stasjonene VT3 Torbjørnskjær (A), VT71 Skinnbrokleia (B), VR54 Straumsforden (C). Legg merke til forskjell i skala i forhold til Figur 67.



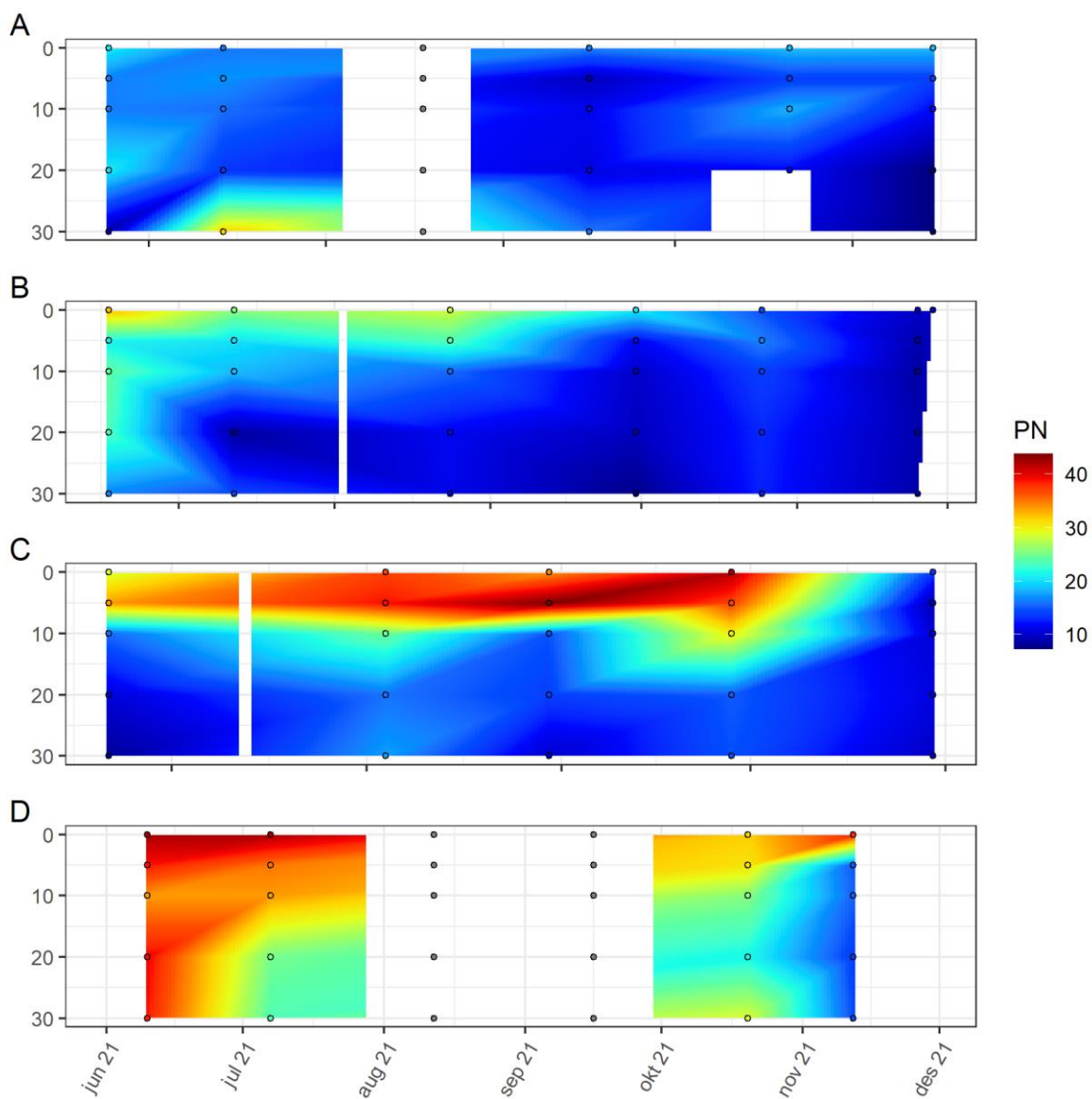
Figur 69. Farget løst organisk stoff (cDOM) i 0-30 m dyp juni - nov 2021 for klimastasjonene VT16 Kyrkjebø (A), VT71 Skinnbrokleia (B), VR54 Straumsfjorden (C), VR58 Ulsfjorden (D), og VR21 Bugøynes (E).



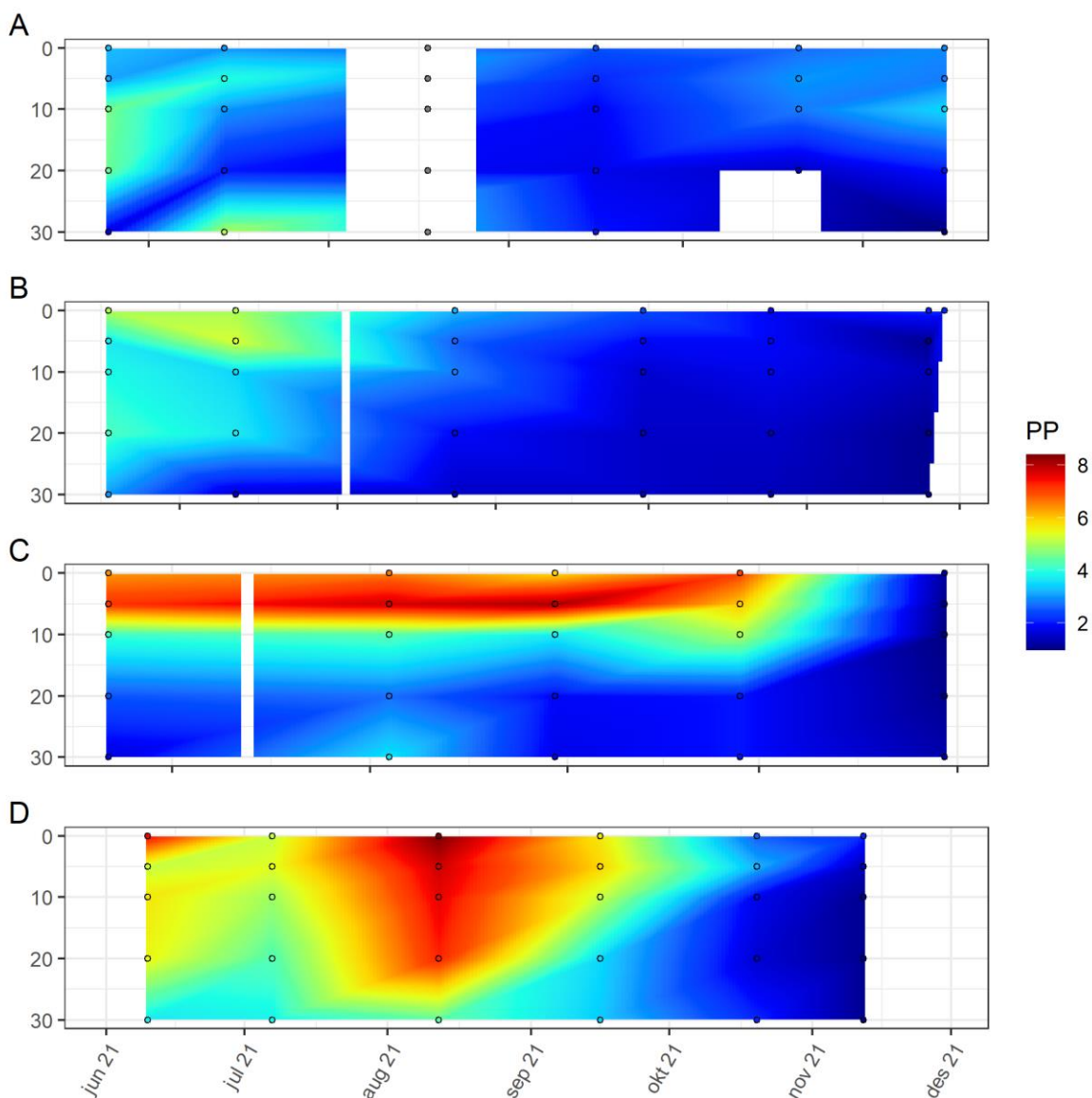
Figur 70. 5-års tidsserie (2017-2021) av totalt suspendert materiale (TSM) i 0-30 m dyp for klimastasjonene VT16 Kyrkjebø (A), VT71 Skinnbrokleia (B), VR54 Straumsfjorden (C), VR58 Ulsfjorden (D), og VR21 Bugøynes (E).



Figur 71. Partikulært organisk karbon (POC) i 0-30 m dyp fra juni- november 2021 for klimastasjonene VT16 Kyrkjebø (A), VT71 Skinnbrokleia (B), VR54 Straumfjorden (C) og VR21 Bugøynes (D). Stasjon VR58 Ulsfjorden har ikke hatt målinger for denne parameteren i inneværende periode.



Figur 72. Partikulært nitrogen (PN) i 0-30 m dyp fra juni-november 2021 for klimastasjonene VT16 Kyrkjebø (A), VT71 Skinnbrokleia (B), VR54 Straumsfjorden (C) og VR21 Bugøynes (D). Stasjon VR58 Ulsfjorden har ikke hatt målinger for denne parameteren i inneværende periode.



Figur 73. Partikulært fosfor (PP) i 0-30 m dyp fra juni-november 2021 for klimastasjonene VT16 Kyrkjebø (A), VT71 Skinnbrokleia (B), VR54 Straumsfjorden (C) og VR21 Bugøyenes (D). Stasjon VR58 Ulsfjorden har ikke hatt målinger for denne parameteren i inneværende periode.

Lysmålinger

Lysvekningkoeffisienten er et mål på hvor fort lystilgjengeligheten minker fra overflaten og nedover i vannsøylen. Som beskrevet over, er det flere optiske variabler, kalt «iboende optiske egenskaper» (IOPs) som påvirker lysvekningen i vannsøylen gjennom absorpsjon og spredning av lys. Innholdet av planteplankton målt som klorofyll *a*, og innholdet av farget løst organisk materiale (cDOM) bidrar mest til absorpsjonen, mens partikler målt som totalt suspendert materiale (TSM, både organisk og uorganisk materiale) bidrar mest til spredningen av lys. Det er derfor interessant å studere hvordan disse parameterer varierer i forhold til hverandre og med både kvantitet og kvalitet av lys. Det nåværende datasettet er ikke stort nok (totalt kun 20 observasjoner med lysensorene etter kvalitetssikring) for å kunne trekke konklusjoner per stasjon, men generelle trender over alle stasjoner kan ses som et første skritt.

I Figur 74 vises det at lyssvekningskoeffisienten varierer mellom 0,1-0,23 over tid for alle stasjoner, og at lyset generelt er sterkere og varierer mer for den sørligste stasjon (VT16), mens det for den overvåkede perioden varierer mindre for de andre stasjonene. På den nordligste stasjonen i Barentshavet (VR21), var det problemer med trykksensoren som gjorde at kun 2 observasjoner kunne benyttes i inneværende periode. Eufotisk dyp varierte mellom 21-49 m og siktdyp mellom 3,5-17 m med lavere verdier mellom mai til september, koblet til en høyere lysvekning (K_d_PAR) i denne perioden, enn mot sluttet av året (Figur 74). Det dypeste siktdypet på rundt 17 m ble målt på VR21 og VT71 i oktober/november og det laveste siktedypet (3,5 m) ble målt på VR54 under våroppblomstringen i mai. Straumsfjorden (VR54) viser en stor variasjon i lysforhold, og i november ble det også målt den laveste lysvekningen (K_d_PAR på $0,1 \text{ m}^{-1}$) og det dypeste eufotiske dypet (Zeu på 47 m) på denne stasjonen. Dette gjør at Straumsfjorden er en spesielt interessant stasjon å studere videre med tanke på lysforhold og klimaeffekter, og NIVA/ApN har også historiske data fra denne stasjonen (ref. Figur 68) og omfattende overvåking i området gjennom Elveovervåkingsprogrammet, hvor nærliggende Målselv er inkludert som en «klimaelv».

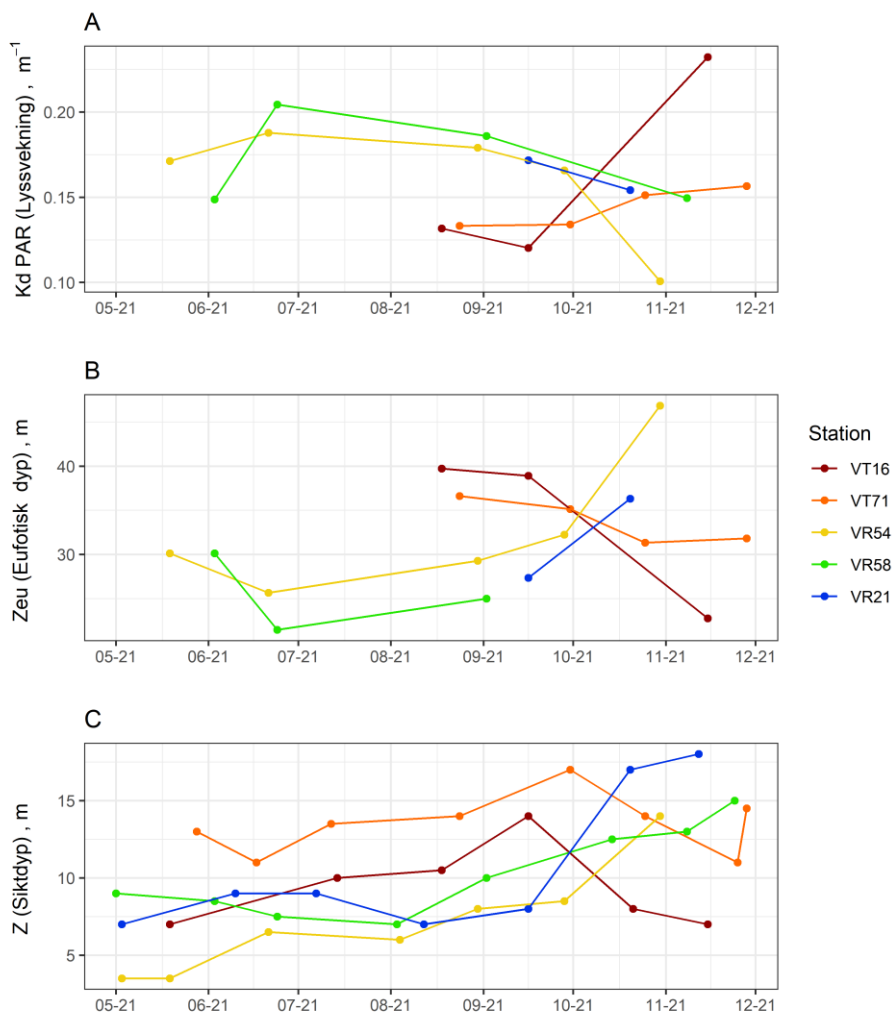
Siktdyp og eufotisk dyp er sterkt korrelert til lyssvekning, hvor en høyere K_d_PAR verdi indikerer en hurtigere minskning av lys og gir lavere siktdyp og Zeu. Dette syns gjennom en negativ relasjon mellom siktdypet og Zeu med økt K_d_PAR (Figur 75, A og B). Det er en positiv korrelasjon mellom siktdypet og Zeu (Figur 75 C).

Forholdet mellom de optiske parameterne (klorofyll a , cDOM og TSM) og K_d_PAR viser at de alle påvirker lystilgjengeligheten negativt, med en økning i K_d_PAR ved økte konsentrasjoner av klorofyll a , TSM og CDOM (Figur 76 A-C). Det omvendte forholdet kan ses for både siktdyp og Zeu, som minsker ved økte konsentrasjoner av klorofyll a , TSM og CDOM (Figur 76, D-I). Disse forholdene kan variere både over tid og mellom regioner, som også fargekodene for stasjonene viser. Disse optiske parameterne kan over tid med mer data brukes til å utvikle en eller flere regionale lys-modeller for hvor stor påvirkning de har på K_d_PAR samt forandringer i de forskjellige fargespektra.

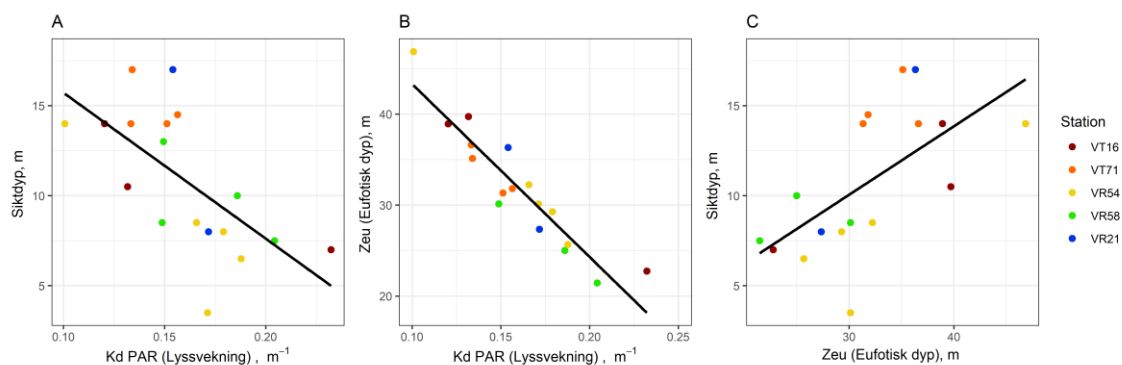
Kvantiteten av lys reflekteres i K_d_PAR , som er et mål på hvor mange fotoner som er tilgjengelig for fotosyntese integrert over de synlige bølgelengdene av lys (400-700 nm). Gjennom spektrale lysmålinger vil man også få informasjon om kvaliteten på lyset, fordi lyssvekningen beregnes for alle bølgelengder av lys og ikke kun den integrerte verdien over et gitt intervall. Dette er viktig i forhold til kystformørkning hvor økende avrenning av cDOM fra land først og fremst absorberer lys i de blå bølgelengdene og dermed reduserer mengden blått lys som trenger ned i vannsøylen (som også er den delen av lysspekteret som er viktig for fotosyntese hos planteplankton, ålegress og makroalger). Figur 77 viser et eksempel hvor vi har benyttet de spektrale lysmålingene til å beregne lyssvekningskoeffisientene for det røde, grønne, blå, lyseblå og fiolette bølgelengdene¹ sammen med PAR. Da kan man undersøke forholdet mellom de optiske parameterne og svekningen av lys ved ulike bølgelengder. Man kan se at lyset minsker hurtigere (høyre lyssvekningskoeffisient) i de lavere bølgelengdene (fiolett, blå og lys blå) mens det ikke minker like mye i de røde og grønne bølgelengdene med økt klorofyll a og CDOM (Figur 77 A og B). Det kommer av at både klorofyll a og CDOM absorberer mye lys ved lave bølgelengder (se

¹ fiolett: 380nm - integrert over 375-385 nm, mørk blå: 460nm - integrert over 436-484 nm, lys blå: 490 nm - integrert over 485-495 nm, grønn: 540 nm - integrert over 532-588 nm, rød: 620 nm - integrert over 601-639 nm og PAR: integrert over 400-700 nm

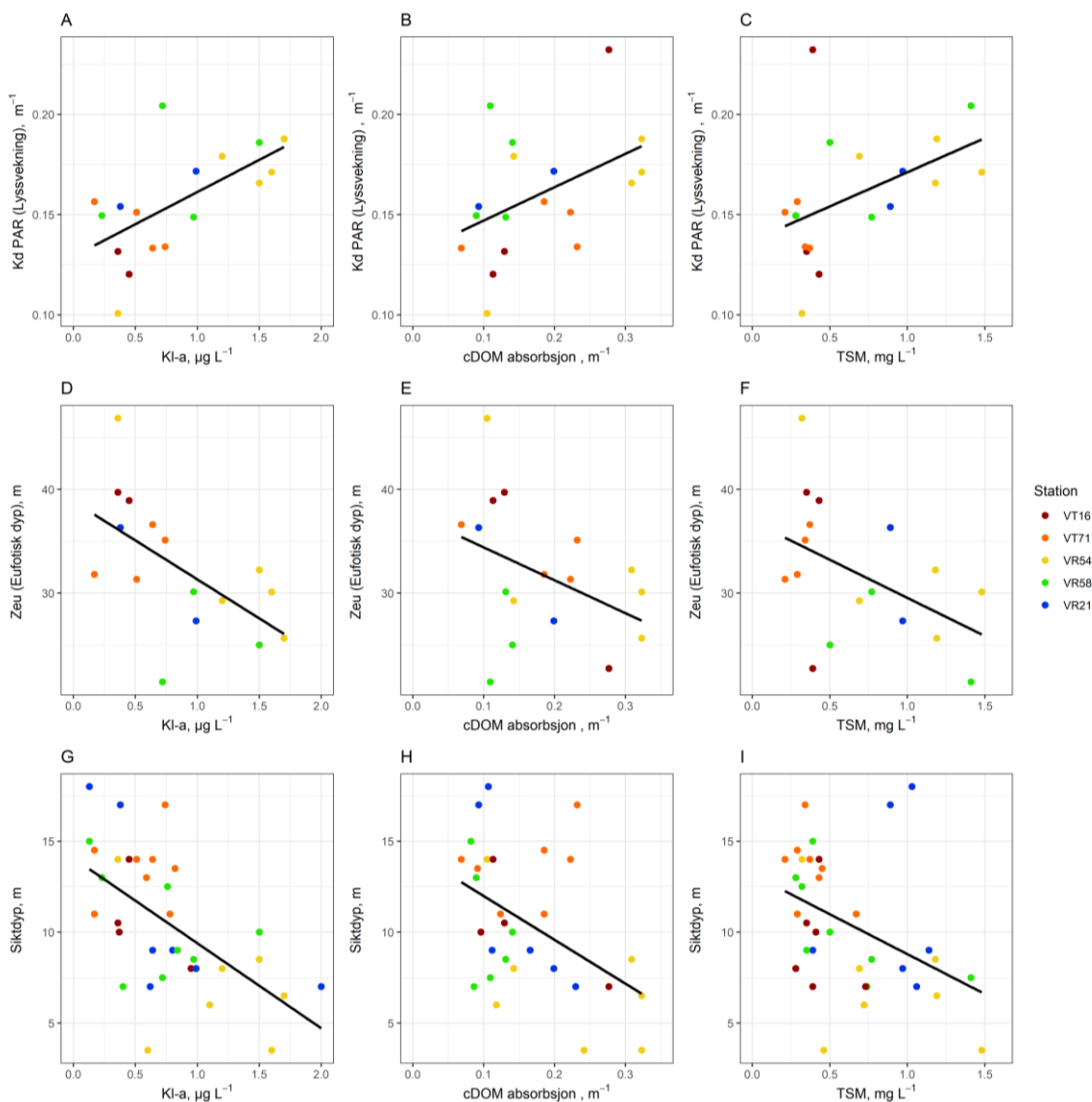
spektra i Figur 77). For TSM (Figur 77 C) minsker også lyset med en økt konsentrasjon, men det er mer likt mellom de ulike bølgelengdene.



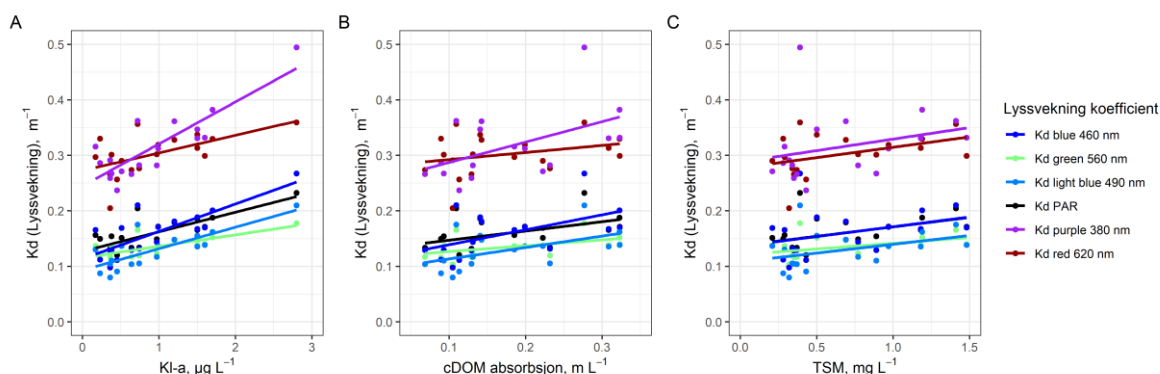
Figur 74. Plot av lys mellom mai til november 2021 per stasjon; (A) Lyssvekningkoeffisienten til nedoverrettet 1 % diffust lys integrert for PAR (Photosynthetically Active Radiation, $K_d_PAR\ m^{-1}$), (B) Eufotisk dyp (Zeu, m) og (C) Siktdyp (m). Farger indikerer de ulike stasjonene fra syd til nord.



Figur 75. Siktdyp (m) i forhold til K_d_PAR , lyssvekningkoeffisienten (m^{-1}) (A), Zeu, eufotisk dyp (m) i forhold til K_d_PAR , lyssvekningkoeffisienten (m^{-1}) (B), siktdyp (m) i forhold til Zeu, eufotisk dyp (m) (C). Farger indikerer de ulike stasjonene fra syd til nord.



Figur 76. K_d PAR, lyssvekningkoeffisienten (m^{-1}), Zeu, eufotisk dyp (m) og siktdyp (m) i relasjon til andre klimaparameterer; klorofyll a (A, D og G), cDOM absorpsjon (B, E og H) og TSM (C, F og I). Farger indikerer de ulike stasjonene.



Figur 77. Lyssvekningkoeffisienter (K_d m^{-1}) for ulike deler av spektra og PAR fra stasjon VR54 (enkeltmålinger mai- september 2021) i relasjon til andre klimaparameterer; klorofyll a (A), CDOM absorpsjon (B) og TSM (C). Farger indikerer de ulike bølgelengdene; sort: PAR 400-700 nm, fiolett: 380nm, mørk blå: 460nm, lys blå: 490 nm, grønn: 540 nm og rød: 620 nm.

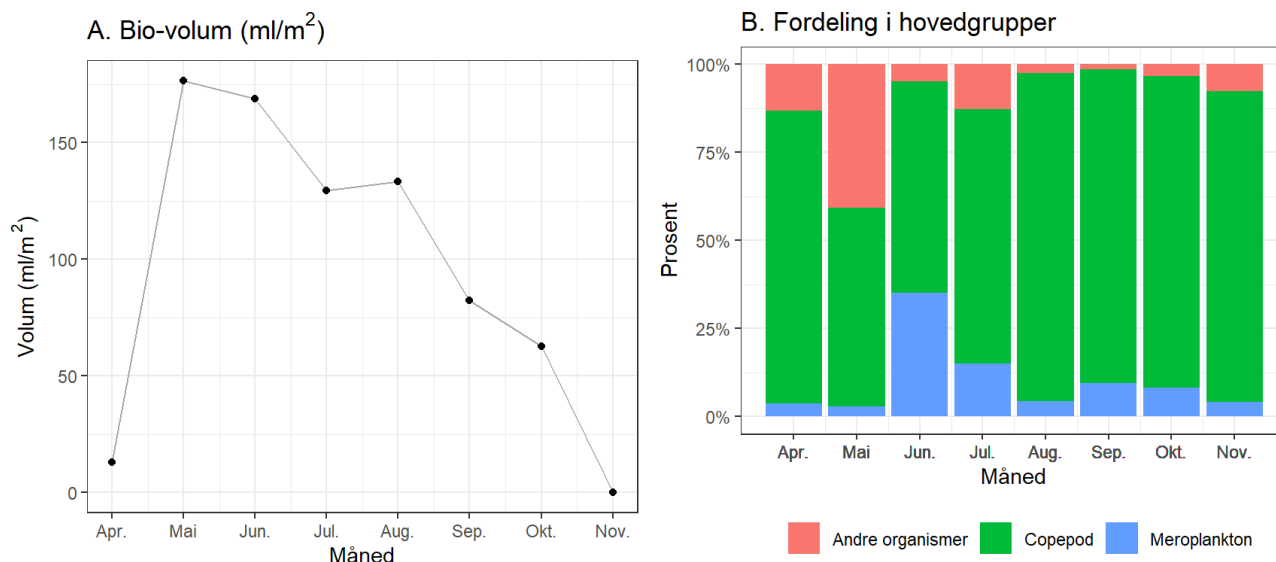
8. Dyreplankton

Dyreplankton er en meget viktig komponent i det pelagiske næringsnettet og kobler planteplankton og andre grupper mikroplankton til fisk og andre dyr høyere oppe i næringskjeden. Samfunnsstrukturen av dyreplankton samt artenes livssyklus gjennom året påvirkes av miljøet rundt dem, da spesielt temperatur, strømforhold og primærproduksjon. Siden generasjonstiden er kort og livssyklusene og samfunnet er tett knyttet til miljøet er dyreplankton en god indikator på at endringer i klimaet påvirker økosystemet. For at endringer skal kunne detekteres er det viktig å ha lange tidsserier over flere år med hyppige (månedlige) prøvetakinger som kan skille mellom naturlige svingninger og faktiske endringer i dyreplanktonsamfunnet grunnet klimaet. Det anbefales derfor å fortsette prøvetakingen av dyreplankton ved klimatrendstasjonen VT71 Skinnbrokleia.

Dyreplanktonsamfunnet langs kysten har ofte store sesongmessige innslag av larvestadier til bunndyr. Disse kan være en viktig komponent i næringsnettet samtidig som deres tilstedeværelse i vannsøyla også er tett knyttet med temperatur. Derfor har vi valgt å dele dyreplanktonsamfunnet i komponentene holoplankton (hoppekreps og andre dyr som lever hele livet sitt som plankton i vannsøyla) og meroplankton (organismer som kun lever deler av livet sitt som plankton, f.eks. de pelagiske larvestadiene til mange bentiske dyr).

Utvikling over tid

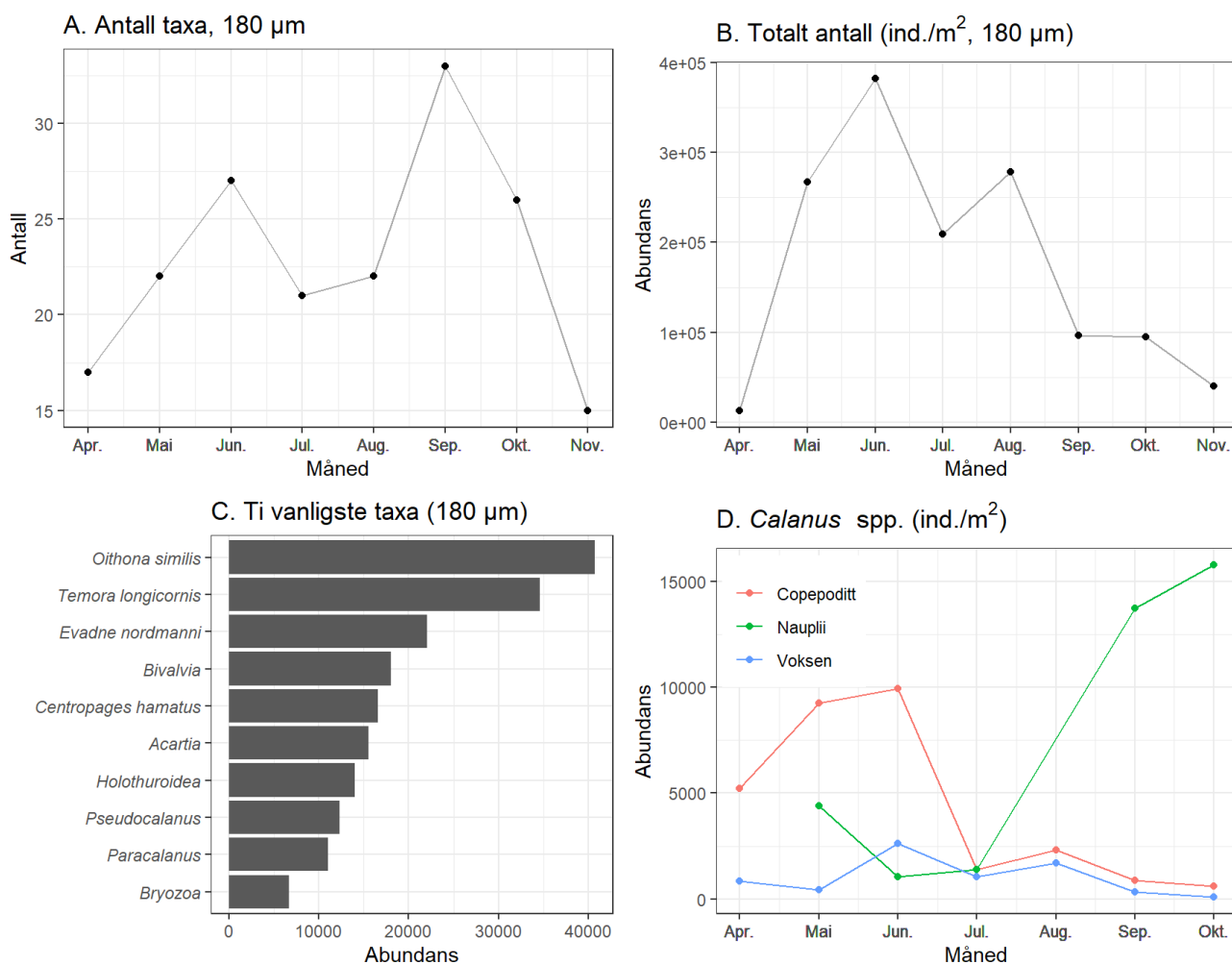
Det ble i 2021 tatt månedlige dyreplanktonprøver ved stasjon VT71 Skinnbrokleia fra april til november. Bio-volumet, det totale volumet av biologisk materiale i prøven på tvers av størrelsesfraksjoner, var høyest i mai, med en jevn nedgang utover sommer og høst (Figur 78). Det var et høyt antall hoppekreps (copepoder) i prøvene hele året, mens meroplankton var mest tallrike på sommeren (juni og juli). I mai var prøven dominert av arten spiss vannloppe (*Evadne normanni*, kategorisert som «Andre organismer»), mens det i juni var et høyt innslag av planktoniske larver av muslinger (*Bivalvia*, kategorisert som «Meroplankton»).



Figur 78. A: Sesongvariasjon i bio-volum (det totale volumet av biologisk materiale i prøven). B: Fordeling av dyreplankton i hovedgrupper per måned.

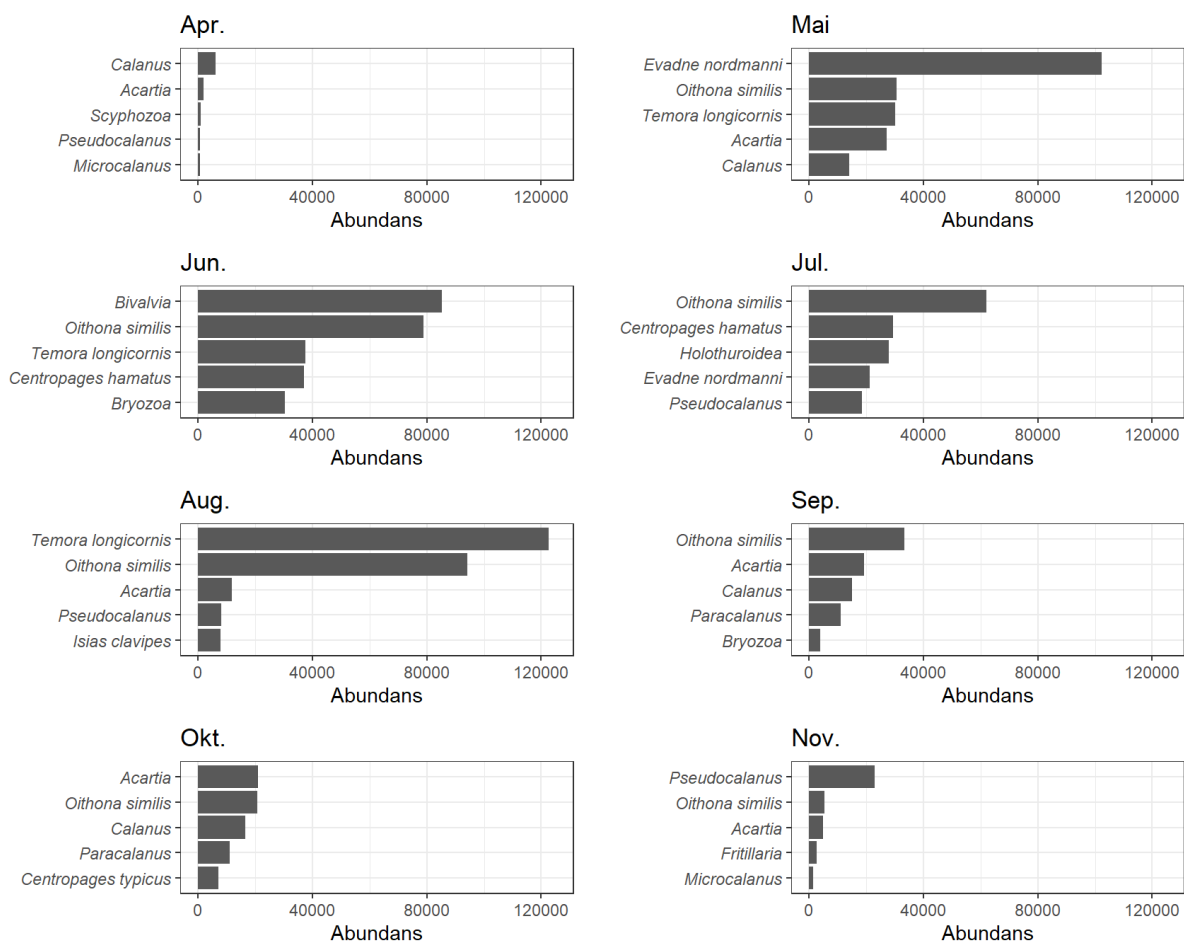
Figur 79 viser sesongvariasjonen i dyreplanktonsamfunnet som er større enn 180 µm-fraksjonen (etter at organismer >2000 µm er plukket ut). Det var flest ulike taxa (arter eller høyere grupper der art ikke

kan bestemmes) i september, mens det totale antallet dyr i vannsøyla var høyest fra mai til august, med en topp i juni. I gjennomsnitt gjennom året er de mest tallrike artene hoppekrepsene *Oithona similis* og *Temora longicornis*, samt vannloppa *Evadne nordmanni*. Hoppekreps tilhørende slekten *Calanus* (f.eks. raudåte, *C. finmarchicus*) er en viktig del av dyreplanktonsamfunnet som byttedyr for pelagiske fisk, og larve- og yngelstadiene til bentiske fisk. Disse er vanskelig å bestemme til art uten genetiske metoder, og har derfor blitt slått sammen som *Calanus* spp. Men siden sesongvariasjonen i disse artene er viktig for fødetilgangen til en rekke fisk har de blitt opparbeidet til stadie-nivå (nauplii, copepoditt og voksen). De juvenile stadiene (copepoditt) er vanligst på vår og sommer, noe som er forventet siden sesongvariasjonen hos disse artene er styrt av våroppblomstringen av planteplankton. Larvestadiene (nauplii) er for små til å bli representativt fanget med 180 µm, derfor er resultatene for disse usikre.



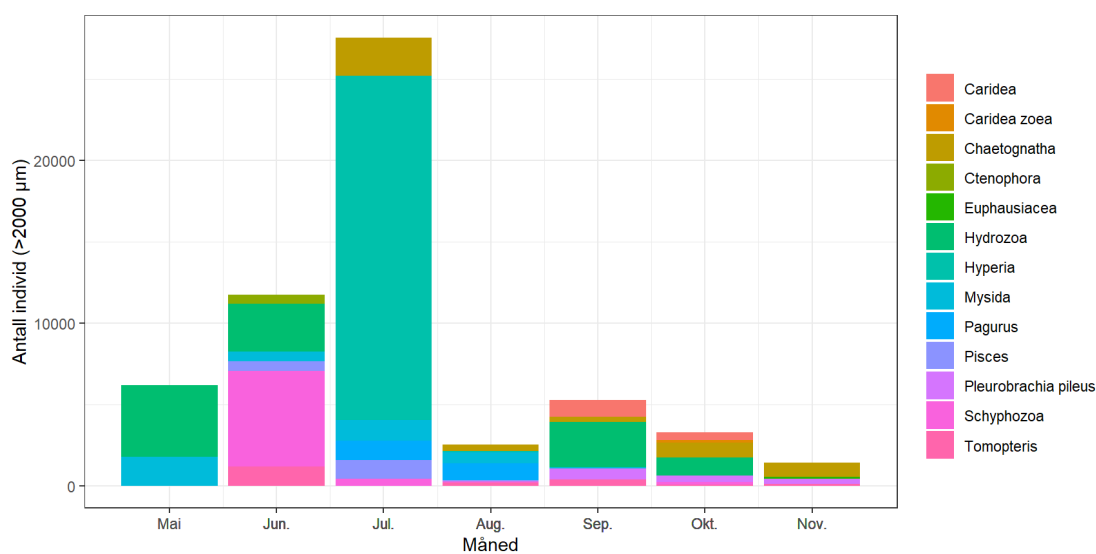
Figur 79. Sesongvariasjon i dyreplanktonsamfunnet (180 µm-fraksjon). A: Antall taxa observert per måned. B: Beregnet totalantall dyreplankton i vannsøyla per måned på tvers av arter og stadier. C: De ti mest tallrike taxa observert gjennom året (gjennomsnitt for alle måneder). D: Antall av de ulike stadiene av *Calanus* spp. per måned.

For å se nærmere på sesongvariasjonen i artssammensetning av dyreplankton har vi plottet de 5 mest tallrike taxa observert per måned (Figur 80). Dette viser bl.a. at *Calanus* dominerer i april, men det er generelt lav abundans sammenlignet med andre måneder, at *Evadne nordmanni* dominerer fullstendig i mai, at hoppekrepsen *Oithona similis* er utbredt hele året, mens *Temora longicornis* hovedsakelig dominerer i august.



Figur 80. De fem mest tallrike taxa av dyreplankton observert per måned (180 µm-fraksjon).

Større dyr (>2000 µm) blir manuelt plukket ut og opparbeidet separat. Det er relativt få ulike taxa i denne størrelsesfraksjonen sammenlignet med resten av prøven. Totalantallet av dyr i denne størrelsesfraksjonen var høyest i juli, da det var observert et høyt antall amfipoder i slekten *Hyperia* (Figur 81).



Figur 81. Sesongvariasjon i dyreplanktonsamfunnet for taxa større enn 2000 µm, vist som antall per taxa og måned.

9. Fremmede arter

For planktonalger finnes ingen fremmedartsliste, og det er også uklart hva som kan kalles en fremmed art fordi planktonet flyter fritt uten grenser. I varme somre kan det registreres varmekjære arter langt utover høsten. Siden planktonundersøkelsene er sporadiske og forekomstene svært dynamiske er det vanskelig å si sikkert at en art ikke har vært her tidligere.

Det ble ikke registrert noen fremmede arter på bløtbunn i 2021.

Grønnalgen pollpryd (*Codium fragile*, Figur 82) er en fremmed art som første gang ble registrert i Norge i 1932, og som nå er etablert langs store deler av kysten fra svenskegrensen til Troms. Pollpryd kan flekkvis dominere i overgangen mellom fjæresonen og øvre del av sjøsonen, en sone som normalt er dominert av sagtang, og vil dermed kunne ha negativ påvirkning på assosiert flora og fauna i tangsonen (Armitage & Sjøtun 2016). Pollpryd ble observert på hardbunnstasjonene HR46 Vikane og HR49 Dimnanes i 2021. På stasjon HR46 ble det kun funnet ett individ av arten, mens det ved HR49 ble funnet noen få individer. Ut fra dagens utbredelse på lokalitetene vurderes ikke pollpryd å utgjøre betydelig påvirkning på det stedegne artssamfunnet. Pollpryd har imidlertid et stort invasjonspotensial og potensielt en høy økologisk effekt, og er derfor vurdert å ha svært høy økologisk risiko i artsdatabankens fremmedartsbase (<https://artsdatabanken.no/fab2018/N/738>).



Figur 82. Pollpryd (*Codium fragile*) er en fremmed art som ble observert under fjæresoneundersøkelser ved stasjon HR46 og HR49 i 2021. Foto: Camilla W. Fagerli, NIVA

10. Konklusjon og samlet vurdering

Delprogram Økokyst Norskehavet Sør overvåket i 2021 19 stasjoner fordelt på 13 vannforekomster. Fokusområde for undersøkelser av makroalger og bløtbunn var Ulsteinvik og Geirangerfjorden.

Fire stasjoner ble undersøkt på hardbunn i 2021. Stasjonene er parvis fordelt mellom Geirangerfjorden og Ulsteinvik. Ved stasjon HR154 Kvitneset innerst i Geirangerfjorden, var tilstanden i fjæresonen «god» i 2021. Stasjonen har en fattigere fauna sammenlignet med stasjon HR155 Syltavika, som er lokalisert lengre ut i Geirangerfjorden og hvor tilstanden i fjæra ble klassifisert som «svært god» i 2021. Stasjonene i Ulsteinvik tilfredsstiller også målet om minst «god» tilstand i fjæresonen. Klassifisert med fjæreindeksen er tilstanden «svært god» ved HR46 Vikane og «god» ved HR49 Dimnanes. De fire hardbunnstasjonene har hatt «god» tilstand eller bedre i fjæresonen gjennom perioden fra 2016 og frem til 2021.

Komboindeksen, som beregnes som et gjennomsnitt av indeksverdiene i fjæresonen og sjøsonen, viser «god» tilstand ved alle fire stasjoner. Det er imidlertid verdt å merke seg at tilstanden i sjøsonen (EQR sjøsone) kun havner i tilstandsklasse «moderat» for stasjon HR154 Kvitneset og på grensen mellom «moderat» og «god» tilstand for de øvrige tre stasjonene (EQR = 0,60). I Ulsteinvik er betydelige trådalgeforekomster ved lokalitetene årsak til dårligere tilstand i sjøsonen sammenlignet med fjæresonen. Slike masseforekomster av trådalger er et resultat av sammensatte påvirkninger, men antas å særlig forekomme under forhøyede næringssaltkonsentrasjoner. Imidlertid er det ikke indikasjoner på forhøyet mengde næringssalter i vannmassene, og det var heller ikke forhøyet produksjon i vannmassene, så det er lite sannsynlig at næringssalter alene kan forklare mønsteret. I Geirangerfjorden var det mangel på stortare i de dypere delene av sjøsonen som er årsak til at tilstandsvurderingen trekkes ned i sjøsonen sammenlignet med fjæresonen.

For ålegress fikk den ene engen «moderat» tilstand, mens referansestasjonen (ZR9 Sundsbukta) ble regnet som en såpass dårlig lokalitet at det ikke ble beregnet EQR-verdi eller vurdert tilstand for denne. Det finnes ingen referanseverdier for nedre voksegrense, ålegresstetthet og mengde begroingsalger for Norskehavet, og referanseverdiene fra Nordsjøen nord ble derfor benyttet.

På bløtbunn var tilstanden på de tre undersøkte stasjonene i 2021 minst «god». Likevel er det verdt å merke seg at det var et forhøyet innhold av organisk materiale på alle tre stasjonene. Videre viste klassifiseringen av oksygen at det tidvis kan være lavt oksygenivå i bunnvannet i Skinnbrokleia og i Geirangerfjorden. Lokalitetene anses derfor å være sårbare for en ytterligere økning i næringstilførselen. På stasjonen BR70 i Herøyfjorden hadde mengden organisk materiale økt kraftig i 2021, samtidig som at biomangfoldet ble redusert og det var en stor forekomst av svært opportunistiske arter. Det var trolig akkumulering av tarerester som var årsaken til denne utviklingen. Det er ikke kjent hvorvidt den løsrevne taren kommer fra naturlige prosesser som stormer, eller om det kommer fra taretråling, som finner sted i området. Denne stasjonen har vært den mest artsrike av samtlige ØKOKYST-stasjoner. Antall arter er fremdeles høyt, som antas å henge sammen med at den antatt gode tilgangen på oksygen på denne stasjonen motvirker altfor negative effekter av det organiske materialet.

For stasjoner i hydrografiprogrammet, har klassifisering av vannmassene blitt basert på datagrunnlag fra de tre siste årene. For det biologiske kvalitetselementet planteplankton oppnådde fire av stasjonene «svært god» og resterende fem «god» tilstand. I vintermånedene var det lite planktonalger og lave klorofyll *a* verdier på alle stasjonene. Våroppblomstringen ble registrert på de fleste av stasjonene. Den fant sted i mars og april og var dominert av kiselalger. Sett over hele året var det kiselalgene og gruppen

andre flagellater og monader som det var flest av, men målt i biomasse kunne fureflagellatene tidvis og særlig om sommeren og høsten stå for det meste av karbonbiomassen.

På hydrografistasjonen VR52 Broemsneset og alle fem FerryBox-stasjonene (VT72 Herøyfjorden, VT80 Djupfest, VT45 Valsset, VT22 Biologisk St., VT23 Trondheimsleia) ble tilstanden «god» ut fra støtteparameterne målt i perioden 2019-2021. Dette er en forbedring på Ferrybox stasjonene VT80, VT23, og VT22 som ble klassifisert som «moderat» i 2020. Tilstanden ble klassifisert som kun «moderat» for stasjon VT71 Skinnbrokleia og VR51 Korsen basert på perioden 2019-2021. På begge stasjonene var det oksygen i bunnvannet som trakk ned tilstanden. Dette var også tilfelle i foregående klassifiseringene for 2020 (perioden 2018-2020), og 2019 (perioden 2017-2019). Kun stasjon VR31 Tilremsfjorden ble klassifisert som «svært god» for perioden 2019-2021, basert på støtteparametere. Dette er en forbedring fra «god» tilstand ved fjorårets klassifisering.

For inneværende programperiode 2021-2025 ble det inkludert en opsjon på klimaparametere i alle delprogram. For Norskehavet Sør ble det fra juni-november utført målinger på stasjonen Skinnbrokleia (VT71) av klimaparametere totalt suspendert stoff (TSM), partikulært organisk karbon, -nitrogen og -fosfor (POC, PN, PP), løst organisk karbon (DOC), farget løst organisk stoff (cDOM), lysmålinger og dyreplankton. Klimaparametere ble beskrevet på tvers av delprogrammene fra Nordsjøen til Barentshavet, og generelt er tidsseriene enda for korte til å kunne tolke variasjon over tid eller mellom regioner. Stasjonen Skinnbrokleia (VT71) har tidligere blitt overvåket for DOC og havforsuring (totalt uorganisk karbon og alkalinitet) gjennom NIVAs interne satsning på land-hav interaksjoner, og er spesielt interessant å følge videre gjennom nåværende programperiode. For alle klimastasjonene fra Nordsjøen til Barentshavet så vi at de optiske parametere (klorofyll *a*, cDOM og TSM) påvirker lystilgjengeligheten (K_d PAR) negativt, spesielt hadde cDOM og klorofyll *a* en sterkere effekt på lystilgjengeligheten ved lave bølgelengder (fiolett, blå og lys blå fargespektra). Denne informasjonen vil over tid med vedvarende overvåking gi viktig informasjon om effekt av klimaendringer på lysforholdene langs norskekysten. Siden 2021 var det første året med innsamling av dyreplankton kan vi ikke vurdere trender over tid, og det er vanskelig å vurdere om dyreplanktonsammensetningen henger sammen med variasjonen i øvrige variabler på stasjonen. Det synes som at dyreplanktonsamfunnet følger en vanlig trend for norske kyst- og havområder, med en topp på vår/sommer (mai-juni) som følger våroppblomstringen i planteplankton. Deretter synker tetthetene av dyreplankton gjennom sommeren til lave mengder på vinteren. Larvestadiene til bunnlevende organismer (meroplankton) er hovedsakelig til stede på sommeren (juni og juli), mens det er et stort innslag av kopepoder (hoppekreps) gjennom hele året. Kopepoder i slekten *Calanus* er dominerende på våren, mens den mindre arten *Oithona similis* utgjør en stor andel av dyreplanktonsamfunnet gjennom hele året. Noen måneder observerer vi høye innslag av enkeltarter eller grupper, som vannloppen *Evadne nordmanni* i mai og amfipoder i slekten *Hyperia* i juli. Ved å fortsette den månedlige overvåkingen av dyreplankton på VT71 kan vi avdekke om dette er mønstre som gjentar seg over tid eller er sporadiske oppblomstringer noen år.

*Overordnet vurdering av tilstanden i området Økokyst DP Norskehavet Sør – For samlet tilstand basert på alle kvalitetselementene (Tabell 18), fikk tre vannforekomster «moderat» tilstand, syv fikk «god» tilstand og en fikk «svært god» tilstand. Av de tre som kun fikk «moderat» tilstand, var én undersøkt kun for ålegress (Leksvik). De to andre var undersøkt mht. til alle biologiske kvalitetselementer (vannforekomstene Steinsfjorden og Geirangerfjorden) og i begge disse var det oksygen som trakk ned tilstanden (Figur 19). Selv om tilstanden både på hard- og bløtbunn var minst «god», er det enkelte indikasjoner på eutrofi, som sees gjennom en forhøyet tetthet av arter som typisk trives når det er mye næring å hente, og for bløtbunn også høyt innhold av organisk materiale i sedimentet. Dette falt også sammen med redusert mengde oksygen i bunnvannet på de vertikale vannmassestasjonene. Samtidig var det ikke forhøyet nivå av verken næringssalter eller klorofyll *a* i vannmassene, som gjør det vanskelig å se direkte koplinger, og forstå mønstrene fullstendig på dette tidspunktet.*

Tabell 18. Tilstand per stasjon i delprogram Nordsjøen, 2021. Farge indikerer tilstandsklasse basert på nEQR-verdi per stasjon og kvalitetselement. Samlet vurdering er basert på dårligste kvalitetselement. Stasjonsnummer er gitt i tabellen. Merk at tilstandsvurderingen i denne tabellen ikke nødvendigvis er reell, ettersom det kan foreligge flere overvåkingsdata for den enkelte vannforekomst enn det som er innhentet gjennom Økokyst. Endelig klassifisering av vannforekomst bør derfor hentes fra Vann-Nett.

| Vannforekomst | Vann-type | Samlet tilstand | Stasjoner og tilstandsklassifisering per kvalitetselement | | | | |
|-----------------------------------|-----------|-----------------|---|----------|----------------|----------------|------------------|
| | | | Makroalger | Ålegress | Bløtbunnsfauna | Planteplankton | Støtteparametere |
| | | | MSMDI/RSLA /RSL | | nEQR | Klorofyll a | |
| Steinsfjorden | H3 | III | HR49 | | BR12 | VT71 | VT71 |
| Herøyfjorden-Røyrasundet | H2 | II | HR46 | | | VT72** | VT72** |
| Herøyfjorden | H1 | II | | | BR70 | | |
| Geirangerfjorden | H4 | III | HR154 | | BR113 | VR51 | VR51 |
| | | | HR 155 | | | | |
| Trondheimsfjorden - Agdenes | H3 | | | ZR9* | | | |
| Trondheimsfjorden - Levanger | H3 | III | | ZT29 | | | |
| Namsfjorden | H4 | II | | | | VR52 | VR52 |
| Frohavet sør | H1 | | | | | VR61*** | VR61*** |
| Vegafjorden - Ylvingen | H2 | I | | | | VR31 | VR31 |
| Frohavet | H1 | II | | | | VT80** | VT80** |
| Trondheimsfjorden - Agdenes | H3 | II | | | | VT45** | VT45** |
| Trondheimsfjorden - Trondheim | H3 | II | | | | VT22** | VT22** |
| Trondheimsleia - Hemnskjela - Sør | H2 | II | | | | VT23** | VT23** |

* ZR9 Sundsbukta ble regnet som en såpass dårlig lokalitet at det ikke ble beregnet EQR-verdi eller vurdert tilstand for denne. **FerryBox-stasjon. ***ny stasjon fra 2021

Tabell 19. Samlet tilstandsvurdering basert på støtteparametere. Dårligste parameter er utslagsgivende (angitt i kolonne «Utslagsgivende parameter/ årstid»). Data for perioden 2019-2021 er lagt til grunn for alle stasjonene. Verdien i parentes er nEQR-verdien. * FerryBox-stasjoner, oksygen eller siktdyp inngår ikke der. **ikke nok data.

| Stasjonsnummer og navn | År | Tilstands klasse | Utslagsgivende parameter/ årstid | Tilstandsklasser |
|-------------------------|-----------|------------------|----------------------------------|--|
| VT71 Skinnbrokleia | 2019-2021 | III (0,50) | Oksygen / høst (M) | I. Svært god (SG) II. God (G) III. Moderat (M) IV. Dårlig (D) V. Svært dårlig (SD) |
| VR51 Korsen | 2019-2021 | III (0,50) | Oksygen / vår (M) | |
| VT72 Herøyfjorden* | 2019-2021 | II (0,78) | Tot-P sommer / vinter (M) | |
| VR31 Tilremsfjorden | 2019-2021 | I (0,82) | Alt SG | |
| VR52 Broemsneset | 2019-2021 | II (0,80) | Siktdyp (M) | |
| VR61 Frohavet Sør | 2021- | ** | ** | |
| VT80 Djupfest* | 2019-2021 | II (0,74) | Tot-P / sommer (M) | |
| VT23 Trondheimsleia* | 2019-2021 | II (0,63) | Tot-P / sommer (M) | |
| VT45 Valset* | 2019-2021 | II (0,77) | Alt G eller SG | |
| VT22 Biologisk stasjon* | 2019-2021 | II (0,73) | Nitrat-nitrogen / vinter (M) | |

11. Referanser

- Aksnes, D., J. Aure, P-O. Johansen, G.H. Johnsen og Veia Salvanes, A.G., 2019. Multi-decadal warming of Atlantic water and associated decline of dissolved oxygen in a deep fjord. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 228: 106392. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106392>
- Armitage, C.S., Sjøtun, K., 2016. Epiphytic macroalgae mediate the impact of a non-native alga on associated fauna *Hydrobiologia* 776: 35-49
- Bekkby T, Kile MR, Brkljacic MS, Tveiten L, Eikrem W, Brænden R. 2017. Kartlegging av ålegras (*Zostera marina*) etter ny metodikk I Innherred samkommune. NIVA-rapport 7133.
- Bekkby, T., Rinde, E., Espeland, S.H., Olsen, H., Thormar, J., Grefsrud, E.S., Bøe, R., Brandt, C.F., Moy, F.E., 2020. Nasjonal kartlegging – kyst 2019. Ny revisjon av kriterier for verdisetting av marine naturtyper og nøkkelområder for arter. NIVA-rapport 7454, 33 s.
- Bekkby, T., Rinde, E., Oug, E., Buhl-Mortensen, P., Thormar, J., Dolan, M., Mjelde, M., Gitmark, J.K., Moy, S.R., Schneider, S, Gonzales-Mirelis, G., Systad, G., van Son, T.C., 2021, Forslag til forvaltningsrelevante marine naturenheter. NIVA-rapport 7672, 40 s.
- Bérard-Therriault, L., Poulin, M. og Bossé, L., 1999. Guide d'identification du phytoplancton marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent incluant également certains protozoaires. Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences. 128: 387 s.
- Borgersen, G., Trannum, H.C., Gundersen, H., Vedal, J. (2019). Oppdatering av bløtbunnsartenes sensitivetsverdier. (NIVA-rapport; 7366)
- Boyer, N., Kelble, C.R., Ortner, P.B., Rudnick, D.T., 2009. Phytoplankton bloom status: Chlorophyll a biomass as an indicator of water quality condition in the southern estuaries of Florida, USA. *Ecological Indicators* 9S:S56-S67.
- Christie, H., Rinde, E., Moy, F., Bekkby, T., 2017. Hva bestemmer egenskaper og økologisk funksjon i ålegrasenger? NIVA-rapport 6747, 33 s.
- Frigstad, H., Harvey, E. T., Deininger, A., Poste, A., 2020a. Increased light attenuation in Norwegian coastal waters—A literature review. In 56 (Vols 7551–2020). NIVA-rapport. <https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/handle/11250/2711599>
- Frigstad, H., Kaste, Ø., Deininger, A., m.fl., 2020b. Influence of riverine inputs on Norwegian coastal systems. *Frontiers in Marine Science*. 7 (322). doi: 10.3389/fmars.2020.00332
- Gundersen, H., Walday, M. G., Gitmark, J. K., Bekkby, T., Rinde, E., Syverud, T. H., Fagerli, C. W., Vedal, J., Tveiten, L. A., Christie, H., Moy, F. 2017. Nye klassegrenser for ålegress og makroalger i vannforskriften. Miljødirektoratet (Miljødirektoratet-rapport; M-788)
- Hassel A., Endresen E., Martinussen M., Knutsen T. & Johannesen M.E., 2013 Håndbok for prøvetaking og pre-analyse av plankton. Prosedyrer for prøvetaking og pre-analyse av dyre- og planteplankton på forskningsfartøy og laboratorium på land. Versjon 3.0. Havforskningsinstituttets kvalitetshåndbok
- Harris R.P., Wiebe P.H, Lenz J., Skjoldal H.R. & Huntley M (red) 2000 ICES Zooplankton Methodology Manual, Academic Press.

- Harvey, E. T., Kratzer, S., Andersson, A., 2015. Relationships between colored dissolved organic matter and dissolved organic carbon in different coastal gradients of the Baltic Sea. *AMBIO*, 44(3), 392–401. <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0658-4>
- Harvey, E. T., Sørensen, K., 2021. Steps towards a status classification of Norwegian lakes using satellite data - method development and case studies. Miljødirektoratet-rapport; M-2118, NIVA-rapport 7659-2021. In print.
- Hoppenrath, M., Elbrächter, M., Drebes, G., 2009. *Marine Phytoplankton*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. 264 s.
- Jensen, K.G., Moestrup, Ø., 1998. The genus *Chaetoceros* (Bacillariophyceae) in inner Danish coastal waters. *Nordic Journal of Botany* 18: 88 s.
- Kirk, J. T. O., 2011. Absorption of light within the aquatic medium. Chapter 3 in, "Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystems". Cambridge: Cambridge University Press
- Ledang, A. B., Harvey, E. T., Marty, S., 2019. Performance and applications of satellite remote sensing data for water quality in Norwegian lakes. Evaluation of MERIS, Sentinel-2 and Sentinel-3 products. Overvåking av innsjøer med satellitt-metodeutvikling. NIVA-rapport. <https://niva.brage.unit.no/niva-xmloi/handle/11250/2655056>
- IOCCG (Mannino, A., Novak, M. G. Nelson, N. B., m.fl.), 2019. Measurement protocol of absorption by chromophoric dissolved organic matter (CDOM) and other dissolved materials, In *Inherent Optical Property Measurements and Protocols: Absorption Coefficient*, Mannino, A. and Novak, M. G. (eds.), IOCCG Ocean Optics and Biogeochemistry Protocols for Satellite Ocean Colour Sensor Validation, Dartmouth, NS, Canada.
- Menden-Deuer, S., Lessards E. J. 2000 Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protist plankton. *Limnol. Oceanogr.*, 45(3) 569–579
- 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, DOI: 10.1080/17451000.2011.637561.
- NS 4724:1984. Bestemmelse av fosfat. Modifisert ved at metoden er automatisert.
- NS 4725:1984. Bestemmelse av totalfosfor – Oppslutning med peroksidisulfat. Modifisert ved at bestemmelsestrinnet er automatisert.
- NS 4733:1983. Vannundersøkelse - Bestemmelse av suspendert stoff i avløpsvann og dets gløderest. 1983
- NS 4743:1993. Vannundersøkelse – Bestemmelse av nitrogen etter oksidasjon med peroksidisulfat.
- NS 4745:1991. Bestemmelse av summen av nitritt- og nitrat-nitrogen. Modifisert ved automatisering av bestemmelsen.
- NS 4767:1983 Vannundersøkelse - Bestemmelse av klorofyll a, spektrofotometrisk måling i metanolekstrakt.
- NS 9425-3:2003. Oseanografi - Del 3: Måling av sjøtemperatur og saltholdighet.

- NS-EN 15972:2011. Vannundersøkelse - Veiledning for kvantitative og kvalitative undersøkelser av marine planktonalger.
- NS-EN ISO/IEC 17025. Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse. Norsk Standard.
- NS-EN ISO 16264:2004. Vannundersøkelse - Bestemmelse av løselige silikater ved automatisert analyse (FIA og CFA) og fotometrisk deteksjon (ISO 16264:2002).
- NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014).
- NS-EN ISO 19493:2007. Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hard bunn (ISO 19493:2007).
- NS-ISO 5667-9:1992. Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 9: Veiledning i prøvetaking av sjøvann.
- NS-EN ISO 5667-19:2004. Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667-19:2004).
- NS-ISO 5813:1983. Vannundersøkelse - Bestemmelse av oppløst oksygen - Iodometrisk metode - (= EN 25813:1992) (ISO 5813:1983).
- NTNU (Stene m fl.), 2018. Ny drifts- og lokalitetsorganisering for oppdrettslokaliteter i indre Storfjord. Oppdrag fra Hofseth AS. Rapport NTNU Ålesund 28. sept 2018, 51s.
- Olenina, I., Hajdu, S., Edler, L., Andersson, A., Wasmund, N., Busch, S., Göbel, J., Gromisz, S., Huseby, S., Huttunen, M., Jaanus, A., Kokkonen, P., Ledaine, I. and Niemkiewicz, E. 2006. Biovolumes and size-classes of phytoplankton in the Baltic Sea, HELCOM Balt.Sea Environ. Proc. No. 106, 144pp
- Sakshaug, E., 1977. Limiting nutrients and maximum growth rates for diatoms in Narragansett Bay. J. exp. mar. Biol. Ecol. 28:109-123.
- Schmidtko, S., Stramma, L. og Visbeck, M. 2017. Decline in global oceanic oxygen content during the past five decades. Nature 542, 335–339.
- Thomsen, H.A. (ed), 1992. Plankton i de indre danske farvande. Havforskning fra Miljøstyrelsen. 11: 330 s
- Thronsen, J., Hasle, G.R., Tangen, K. 2003. Norsk kystplanktonflora. Almater Forlag, Oslo. 341 s.
- Tomas, C. (ed), 1996. Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press. New York. 570 s.
- Trannum, H., Golmen, L., Eikrem, W., Mengeot, C, 2021. Økokyst – DP Norskehavet Sør (I). Årsrapport 2020. Norsk institutt for vannforskning. Miljødirektoratet-rapport M-1967 | 2021, NIVA-rapport 7629-2021. ISBN 978-82-577-7365-6. 47 s.
- Utermöhl, H., 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. int. Verein. theor. angew. Limnol. 9, 1-38
- Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.

12. Vedlegg

12.1. Makroalger

12.1.1. Tabeller med klassegrenser

RLSA/RSL

Tabell 20. Klassegrenser for RSLA/RSL (Veileder 02:2018 Klassifiseringssystem for økologisk tilstand i vann)

| Tabell 9.10 Klassegrenser for RSLA 1-2. | | | | | | | |
|---|--------------|-----------------------|------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------|
| RSLA 1-2 | Statusklasse | Øvre EQR klassegrense | Nedre EQR klassegrense | EQR klassebredde* | Øvre klassegrense | Nedre klassegrense | Klassebredde* |
| Normalisert rikhet (ant arter x F) | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 80 | >30 | 50 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 30 | >15 | 15 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 15 | >10 | 5 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 10 | >4 | 6 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 4 | 0 | 4 |
| % andel arter grønnealger (%grønn/tot) | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 0 | <20 | 20 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 20 | <30 | 10 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 30 | <45 | 15 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 45 | <80 | 35 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 80 | 100 | 20 |
| % andel arter rødealger (%rød/tot) | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 100 | >40 | 60 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 40 | >30 | 10 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 30 | >22 | 8 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 22 | >10 | 12 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 10 | 0 | 10 |
| ESG1/ESG2 | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 2,5 | >0,8 | 1,7 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 0,8 | >0,6 | 0,2 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 0,6 | >0,4 | 0,2 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 0,4 | >0,2 | 0,2 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 0,2 | 0 | 0,2 |
| % andel arter opportunistar (% opp/tot) | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 0 | <15 | 15 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 15 | <25 | 10 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 25 | <35 | 10 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 35 | <50 | 15 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 50 | 100 | 50 |
| Sum forekomst brunalger | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 450 | >90 | 360 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 90 | >40 | 50 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 40 | >25 | 15 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 25 | >10 | 15 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 10 | 0 | 10 |

* Avrundede verdier

| Tabell 9.11 Klassegrenser for RSLA 3 | | | | | | | |
|---|--------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| RSLA 3 | Statusklasse | Øvre EOR klassegrense | Nedre EOR klassegrense | EOR klassebredde* | Øvre klassegrense | Nedre klassegrense | Klassebredde* |
| Normalisert rikhet (ant arter*F) | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 65 | >30 | 35 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 30 | >20 | 10 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 20 | >12 | 8 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 12 | >4 | 8 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 4 | 0 | 4 |
| % andel arter grønnalger (%grønn/tot) | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 0 | <20 | 20 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 20 | <25 | 5 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 25 | <30 | 5 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 30 | <36 | 6 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 36 | 100 | 64 |
| % andel arter rødalger (%rød/tot) | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 100 | >40 | 60 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 40 | >30 | 10 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 30 | >21 | 9 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 21 | >10 | 11 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 10 | 0 | 10 |
| ESG1/ESG2 | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 1,5 | >1 | 0,5 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 1 | >0,7 | 0,3 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 0,7 | >0,4 | 0,3 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 0,4 | >0,2 | 0,2 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 0,2 | 0 | 0,2 |
| % andel arter oppportunister (%opp/tot) | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 0 | <25 | 25 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 25 | <32 | 7 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 32 | <40 | 8 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 40 | <50 | 10 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 50 | 100 | 50 |
| Sum forekomst grønnalger | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 1 | <14 | 13 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 14 | <28 | 14 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 28 | <45 | 17 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 45 | <90 | 45 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 90 | 300 | 210 |
| Sum forekomst brunalger | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 300 | >120 | 180 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 120 | >60 | 60 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 60 | >30 | 30 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 30 | >15 | 15 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 15 | 0 | 15 |
| % andel arter brunalger (%brun/tot) | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 100 | >40 | 60 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 40 | >30 | 10 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 30 | >20 | 10 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 20 | >10 | 10 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 10 | 0 | 10 |

| Tabell 9.12 Klassegrenser for RSL 4 | | | | | | | |
|---|--------------|-----------------------|------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------|
| RSL 4 | Statusklasse | Øvre EQR klassegrense | Nedre EQR klassegrense | EQR klassebredde* | Øvre klassegrense | Nedre klassegrense | Klassebredde* |
| Normalisert rikhet (ant arter* F) | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 40 | >25 | 15 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 25 | >16 | 9 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 16 | >9 | 7 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 9 | >4 | 5 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 4 | 0 | 4 |
| % andel arter grønnalger (%grønn/tot) | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 0 | <25 | 25 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 25 | <30 | 5 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 30 | <40 | 10 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 40 | <60 | 20 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 60 | 100 | 40 |
| % andel arter rødalger (% rød/tot) | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 100 | >30 | 70 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 30 | >23 | 7 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 23 | >16 | 7 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 16 | >10 | 6 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 10 | 0 | 10 |
| ESG1/ESG2 | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 1 | >0,65 | 0,35 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 0,65 | >0,5 | 0,15 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 0,5 | >0,35 | 0,15 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 0,35 | >0,1 | 0,25 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 0,1 | 0 | 0,1 |
| % andel arter opportunistar (% opp/tot) | Svært god | 1 | >0,8 | 0,2 | 0 | <16 | 16 |
| | God | 0,8 | >0,6 | 0,2 | 16 | <23 | 7 |
| | Moderat | 0,6 | >0,4 | 0,2 | 23 | <36 | 13 |
| | Dårlig | 0,4 | >0,2 | 0,2 | 36 | <41 | 5 |
| | Svært dårlig | 0,2 | 0 | 0,2 | 41 | 100 | 59 |

| Tabell 9.14. Oversikt over EQR og nEQR verdi for fjæreindeks (RSLA/RSL). | |
|--|--------------|
| EQR/nEQR verdi | Tilstand |
| 1,00-0,80 | Svært god |
| 0,80-0,60 | God |
| 0,60-0,40 | Moderat |
| 0,40-0,20 | Dårlig |
| 0,20-0,00 | Svært dårlig |

Tabeller og klassegrenser for komboindeksen

Tabeller for beregning av tilstand i sjøsonen:

Tabell 21. Referanseverdier og klassegrenser for stortare (gitt i meter). Klassegrensene er basert på statistisk analyse. Vanntype 1=åpen eksponert kyst, 2=moderat eksponert kyst/fjord, 3=beskyttet kyst/fjord, 4=ferskvannspåvirket fjord
(http://www.vannportalen.no/globalassets/nasjonalt/dokumenter/aktuelt/nyheter/2017/sept-des/felt-og-beregningsmetodikk-for-komboindeksen_endelig.pdf)

| Stortare | | Ref | | | | | |
|-------------------------|-----------|-------------------|----|----|----|---|---|
| Økoregion | Vanntype* | Poeng hvis dyp >x | | | | | |
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Skagerrak | 1 - 3 | 22 | 18 | 13 | 9 | 4 | 0 |
| Nordsjøen sør og nord | 1, 2, 4 | 32 | 26 | 19 | 13 | 6 | 0 |
| Nordsjøen sør og nord | 3 | 25 | 20 | 15 | 10 | 5 | 0 |
| Norskehavet sør og nord | 1 | 22 | 18 | 13 | 9 | 4 | 0 |

* For stasjoner i vanntype 6 (oksygenfattig fjord) kan det benyttes klassegrensene til en annen vanntype (1-5) med lignende eksponering og salinitet.

Tabell 22. Referanseverdier og klassegrenser for opprette rødalger (gitt i meter). Klassegrensene er basert på statistisk analyse. Vanntype 1=åpen eksponert kyst, 2=moderat eksponert kyst/fjord, 3=beskyttet kyst/fjord, 4=ferskvannspåvirket fjord

| Opprette rødalger | | Ref. | | | | | |
|-------------------|-----------|-------------------|----|----|----|---|---|
| Økoregion | Vanntype* | Poeng hvis dyp >x | | | | | |
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Skagerrak | 1 | 30 | 24 | 18 | 12 | 6 | 0 |
| Skagerrak | 2 | 24 | 19 | 14 | 9 | 5 | 0 |
| Skagerrak | 3 | 17 | 13 | 10 | 7 | 3 | 0 |
| Nordsjøen sør | 1, 2, 3 | 30 | 24 | 18 | 12 | 6 | 0 |
| Nordsjøen nord | 1, 2, 3 | 30 | 24 | 18 | 12 | 6 | 0 |
| Norskehavet sør | 1, 2, 3 | 30 | 24 | 18 | 12 | 6 | 0 |
| Norskehavet nord | 1, 2,3 | 30 | 24 | 18 | 12 | 6 | 0 |
| Barentshavet | 1, 2, 3 | 30 | 24 | 18 | 12 | 6 | 0 |

* For stasjoner i vanntype 6 (oksygenfattig fjord) kan det benyttes klassegrensene til en annen vanntype (1-5) med lignende eksponering og salinitet.

Tabell 23. Referanseverdier og klassegrenser for dybdeutbredelse til masseforekomster av trådformede alger (gitt i meter). Klassegrensene er differensiert mellom eksponerte (1-2) og beskyttede (3-5) vanntyper. Benyttes i alle økoregionene. Vanntype 1=åpen eksponert kyst, 2=moderat eksponert kyst/fjord, 3=beskyttet kyst/fjord, 4=ferskvannspåvirket fjord, 5=sterkt ferskvannspåvirket fjord

| Trådformete alger | Ref. | | | | | |
|-------------------|------|--------|--------|--------|---------|-----|
| Vanntype / Poeng | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Vanntype 1 - 2 | 0 | 0 | >0 - 1 | >1 - 4 | >4 - 6 | >6 |
| Vanntype 3 - 5 | 0 | >0 - 2 | >2 - 4 | >4 - 6 | >6 - 10 | >10 |

Tabell 24. Klassegrensene for EQR og nEQR-verdiene er (veileder 02:2018 klassifisering av miljøtilstand i vann):

| EQR/nEQR verdi | Tilstand |
|----------------|--------------|
| 1,00 – 0,81 | Svært god |
| 0,80 – 0,61 | God |
| 0,60 – 0,41 | Moderat |
| 0,40 – 0,21 | Dårlig |
| 0,20 – 0,00 | Svært dårlig |

12.1.2. Resultater

Tabell 25. Artsregistreringer (makroalger og dyr) fra hardbunnundersøkelser i fjæresonen på 4 stasjoner undersøkt i 2021. 1=enkeltfunn, 2=spredt forekomst (0-10 %), 3=frekvent forekomst (10-25 %), 4=vanlig forekomst (25-50 %), 5=betydelig forekomst (50-75 %), 6=dominerende forekomst (75-100 %).

| Fjærestasjon | HR154 | HR155 | HR46 | HR49 |
|--------------------------------------|-------|-------|------|------|
| Brunalger | | | | |
| <i>Ascophyllum nodosum</i> | 6 | 5 | 2 | 3 |
| <i>Brun skorpeformet alge - mørk</i> | | 3 | 2 | 3 |
| <i>Chordaria flagelliformis</i> | 1 | | 2 | 1 |
| <i>Ectocarpus fasciculatus</i> | | 2 | | 2 |
| <i>Elachista fucicola</i> | 2 | 2 | 3 | 3 |
| <i>Fucus serratus</i> | 2 | 5 | 6 | 6 |
| <i>Fucus vesiculosus</i> | 3 | 4 | 6 | 5 |
| <i>Halidrys siliquosa</i> | | | 2 | 2 |
| <i>Laminaria hyperborea</i> | | 2 | 3 | 3 |
| <i>Leathesia difformis</i> | | | 2 | 2 |
| <i>Pelvetia canaliculata</i> | | | 4 | 2 |
| <i>Pylaiella littoralis</i> | | 2 | 2 | 2 |
| <i>Saccharina latissima</i> | | | | 2 |
| <i>Scytosiphon lomentaria</i> | | | | 2 |
| <i>Sphacelaria cirrosa</i> | 2 | 2 | | 2 |
| <i>Spongonema tomentosum</i> | | | 2 | |
| Grønnalger | | | | |
| <i>Chaetomorpha linum</i> | | | 2 | |

| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| <i>Cladophora albida</i> | 2 | 2 | | 2 |
| <i>Cladophora rupestris</i> | 2 | 3 | 4 | 3 |
| <i>Codium fragile</i> | | | 1 | 2 |
| <i>Rhizoclonium riparium</i> | | | 2 | |
| <i>Spongomorpha aeruginosa</i> | | | | 2 |
| <i>Ulva compressa</i> | | 3 | | |
| <i>Ulva intestinalis</i> | | | 2 | 2 |
| Rødalger | | | | |
| <i>Callithamnion sp.</i> | | | 1 | |
| <i>Ceramium virgatum</i> | | 2 | 3 | 2 |
| <i>Chondrus crispus</i> | 3 | 2 | 4 | 3 |
| <i>Corallina officinalis</i> | | | 3 | 3 |
| <i>Cystoclonium purpureum</i> | | 2 | 2 | 1 |
| <i>Delesseria sanguinea</i> | | | 2 | |
| <i>Dumontia contorta</i> | 2 | 2 | | |
| <i>Furcellaria lumbricalis</i> | | | | 2 |
| <i>Hildenbrandia rubra</i> | 6 | 5 | 4 | 3 |
| <i>Lomentaria clavellosa</i> | | | | 2 |
| <i>Lomentaria orcadensis</i> | | | 2 | |
| <i>Membranoptera alata</i> | | 2 | 2 | 1 |
| <i>Osmundea pinnatifida</i> | | | 3 | |
| <i>Palmaria palmata</i> | | | 2 | |
| <i>Polysiphonia brodiei</i> | | 2 | | |
| <i>Polysiphonia stricta</i> | | | 2 | |
| <i>Porphyra umbilicalis</i> | | | 4 | |
| <i>Rhodochorton purpureum</i> | | 3 | | |
| <i>Rhodomela confervoides</i> | | 1 | | |
| <i>Rød skorpeformet kalkalge</i> | 4 | 3 | 5 | 5 |
| <i>Trailiella intricata</i> | | | | 2 |
| <i>Vertebrata fucoides</i> | | | | 2 |
| <i>Vertebrata lanosa</i> | | | 2 | 2 |
| Blågrønnalge | | | | |
| <i>Rivularia sp.</i> | | | 2 | |
| Dyr | | | | |
| <i>Gibbula cineraria</i> | | | | 1 |
| <i>Patella sp.</i> | | | 3 | 3 |
| <i>Actinia equina</i> | | | 2 | |
| <i>Alcyonidium gelatinosum</i> | | 2 | | |
| <i>Alcyonidium hirsutum</i> | 1 | | 2 | 2 |
| <i>Balanus sp.</i> | | | 5 | 5 |
| <i>Dynamena pumila</i> | 2 | 2 | 2 | 2 |
| <i>Electra pilosa</i> | 2 | 2 | 1 | 2 |
| <i>Flustrellidra hispida</i> | | | | 2 |
| <i>Halichondria (Halichondria) panicea</i> | | | 1 | |
| <i>Membranipora membranacea</i> | | | | 1 |
| <i>Modiolus</i> | | | | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| <i>Mytilus edulis</i> | 3 | 2 | | |
| <i>Pomatoceros triqueter</i> | | 2 | | 1 |
| <i>Semibalanus balanoides</i> | 2 | 2 | 5 | 5 |
| <i>Spirorbis borealis</i> | | | | 2 |
| <i>Carcinus maenas</i> | | 1 | | |
| <i>Leptasterias (Leptasterias) muelleri</i> | | 1 | | |
| <i>Littorina littorea</i> | 3 | 2 | 2 | 3 |
| <i>Littorina obtusata</i> | | | 1 | 2 |
| <i>Littorina saxatilis</i> | | 2 | | 2 |
| <i>Nucella lapillus</i> | | | 3 | 3 |

Komboindeksen

Tabell 26 Stasjonsvis oppsummering av feltobservasjoner fra droppkameraundersøkelser på fire stasjoner undersøkt i 2021. Registrert voksedyp for stortare, rødalger samt dybdeutbredelse av trådalger ligger til grunn for beregning av komboindeksen.

| Stasjonskode kode | Dato | Transekt nummer | Maks dyp (m) | Nedre voksegrense rødalger (m) | Nedre voksegrense stortare (m) | Rødalger >25 % dekke (m) | Stortare >25 % dekke (m) | Trådalger >50 % dekke Dybdeintervall (m) | Dominerende bunnsubstrat | Helningsgrad | Sediment (S=spredt, V=vanlig, D=dominerende) | Forekomst av nøkkelorganismer (S=spredt, V=vanlig, D=dominerende) |
|-------------------|------------|-----------------|--------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------|--------------|--|---|
| HR155 | 27.08.2021 | 1 | 38 | 27 | 15 | 19 | 9 | - | Stein | 30-80 | V-S | Enkelte observasjoner av <i>Echinus acutus</i> |
| | | 2 | 39 | 22 | 18 | 14 | 6 | - | Stein | 30-80 | V-S | |
| | | 3 | 43 | 28 | 18 | 19 | | - | Stein | 30-80 | V-S | |
| HR154 | 27.08.2021 | 1 | 33 | 21 | | | | - | Fjell | 20-80 | D-S | Enkelte observasjoner av <i>Echinus acutus</i> |
| | | 2 | 36 | 13,5 | | | | - | Fjell | 50-80 | D-S | |
| | | 3 | 34 | 13,5 | 16 | | | - | Fjell | 50-80 | D-S | |
| HR46 | 28.08.2021 | 1 | 49 | 33,3 | 16,5 | | 14,5 | 8 | Fjell | 30-70 | S-V | Spredte forekomster av sukkertare |
| | | 2 | 45 | 34 | 21 | 17,5 | 14,5 | 7 | Fjell | 70 | S-V | |
| | | 3 | 45 | 31,5 | 21,5 | 21,5 | 17,5 | 13 | Fjell | 70 | S-V | |
| HR49 | 29.08.2021 | 1 | 34 | 29 | 23 | 22 | 9 | 5 | Stein | 20-50 | S-V | Spredte forekomster av sukkertare |
| | | 2 | 37 | 28,5 | 17,5 | | 14 | 14 | Stein | 20-51 | S-V | |
| | | 3 | 26 | 15 | 21,5 | 21 | 15 | 12 | Stein | 20-52 | S-V | |

12.2. Ålegress

12.2.1. Tabeller og klassegrenser

Tabell 27. I og med at det ikke foreligger referanseverdier og klassegrenser for Norskehavet sør er EQR-verdien og tilstandsklassifiseringen for Leksvik basert på referanseverdiene for vanntype 3 i Nordsjøen nord (M3). Tabellene under viser referanseverdier, klassegrenser og poeng for nedre voksegrense (tidevannskorrigert dyp), tetthet av ålegress og mengden begroingsalger slik det er beskrevet for M3 i klassifiseringsveilederen. Nederste tabell viser EQR- og nEQR-verdier og tilstandsklassifisering.

| Referanseverdier, klassegrenser (gitt i meter) og poengverdier for ålegressets nedre voksegrense (vannstandskorrigert dyp i m) for beregning av EQR for vanntype 3 i Nordsjøen nord. Kilde: Tabell 9.16 i klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018) | | | | | | | | |
|--|-----------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Økoregion | Vann-type | Referanse-dyp | 5 poeng hvis dyp>x | 4 poeng hvis dyp>x | 3 poeng hvis dyp>x | 2 poeng hvis dyp>x | 1 poeng hvis dyp>x | 0 poeng hvis dyp>x |
| Nordsjøen nord | 3 | 7 | 7 | 6 | 4 | 3 | 1 | 0 |

| Referanseverdier, klassegrenser og poengverdier for tetthet av ålegress for beregning av EQR for Region Nordsjøen. Kilde: Tabell 9.17 i klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018) | | | | | |
|--|-----------|---------------|-------------------|-----------------|------------|
| Økoregion | Vann-type | Poeng | | | |
| | | 4 (Referanse) | 3 | 2 | 1 |
| Nordsjøen nord | 3 | Tett eng | Flekkvis tett eng | Spredte planter | Enkeltfunn |

| Referanseverdier, klassegrenser og poengverdier for mengde begroingsalger for beregning av EQR for Region Nordsjøen. Kilde: Tabell 9.18 i klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018) | | | | | |
|--|-----------|----------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| Økoregion | Vann-type | Poeng | | | |
| | | 4 (Referanse) | 3 | 2 | 1 |
| Nordsjøen nord | 3 | Lite eller ingen forekomst | >85 % areal uten begroingsalger men fortsatt forekomster | 50-85 % av areal uten begroingsalger | <50 % av areal uten begroingsalger |

| Oversikt over EQR- og nEQR-verdier for ålegressindeksen. Modifisert etter Tabell 9.19 i klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018) | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| EQR-/nEQR-verdi | 1,00-0,80 | 0,80-0,60 | 0,60-0,40 | 0,40-0,20 | 0,20-0,00 |
| | | | | | |

Tabell 28. Prosent av dataene med ulike tettheter av ålegress og begroingsalger. Tabellene under viser prosent av punktdataene med ulike tettheter av ålegress og begroingsalger. De punktdataene som er inkludert er de som ligger i «midten av enga», dvs. der ålegresset har sin mest frodige utforming, definert som punktene med de 75 % høyeste ålegresstetthetene innenfor det som er definert å være en del av engen. Disse %-verdiene er brukt til å definere den tetthet for ålegress og begroingsalger som skal tildeles engen. Der ingen av tetthetene har utgjort 50 % har vi startet med høyeste tetthet og så inkludert så mange tetthetsklasser under dette som vi har trengt for at andelen av punktene skal nå 50 %. Så har vi tatt gjennomsnittlig tetthet for alle punktene som har disse tetthetene og definert engens ålegresstetthet eller tetthet av begroingsalger ut fra det. I og med at det var få punkter med ålegress i Sundsbukta er data ikke tilgjengelig for denne engen.

| | ZR9 Sundbukta | ZT29 Leksvik |
|--|------------------|-----------------|
| % av punktdataene med ulike tettheter av ålegress | | |
| Tett | - | 6,98 |
| Middels tett | - | 39,53 |
| Spredt | - | 53,49 |
| Enkeltplanter | - | 0 |
| % av punktdataene med ulike tettheter av begroingsalger | | |
| Tett | - | 1,16 |
| Middels tett | - | 63,95 |
| Spredt | - | 12,79 |
| Enkeltplanter eller ikke noe | - | 22,09 |
| | | |

12.3. Bløtbunn

12.3.1. Tabeller med klassegrenser

Tabell 29. Klassegrenser for bløtbunnsindekser (Veileder 02:2018 klassifisering av miljøtilstand i vann).

| Grenseverdier for bløtbunnsfaunaindeksene i vanntypene i Norskehavet Sør I. Øvre grenseverdi i klasse "Svært god" representerer referanseverdien for indeksene i gruppen. Grenseverdiene gjelder for grabbgjennomsnittet (gjennomsnitt av grabbverdier). | | | | | |
|--|----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Indeks | Vanntype H 1-3 | | | | |
| | Svært god | God | Moderat | Dårlig | Svært dårlig |
| NQI1 | 0,91 - 0,72 | 0,72 - 0,63 | 0,63 - 0,49 | 0,49 - 0,31 | 0,31 - 0 |
| H' | 5,5 - 3,7 | 3,7 - 2,9 | 2,9 - 1,8 | 1,8 - 0,9 | 0,9 - 0 |
| ES ₁₀₀ | 46 - 23 | 23 - 16 | 16 - 9 | 9 - 5 | 5 - 0 |
| ISI ₂₀₁₂ | 13,4 - 8,7 | 8,7 - 7,8 | 7,8 - 6,4 | 6,4 - 4,7 | 4,7 - 0 |
| NSI | 30 - 25 | 25 - 20 | 20 - 15 | 15 - 10 | 10 - 0 |
| Indeks | Vanntype H 4-5 | | | | |
| | Svært god | God | Moderat | Dårlig | Svært dårlig |
| NQI1 | 0,91 - 0,73 | 0,73 - 0,64 | 0,64 - 0,49 | 0,49 - 0,31 | 0,31 - 0 |
| H' | 5,5 - 3,7 | 3,7 - 2,9 | 2,9 - 1,8 | 1,8 - 0,9 | 0,9 - 0 |
| ES ₁₀₀ | 46 - 23 | 23 - 16 | 16 - 9 | 9 - 5 | 5 - 0 |
| ISI ₂₀₁₂ | 13,4 - 8,7 | 8,7 - 7,8 | 7,8 - 6,4 | 6,4 - 4,7 | 4,7 - 0 |
| NSI | 30 - 25 | 25 - 20 | 20 - 15 | 15 - 10 | 10 - 0 |

Tabell 30. 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 |

12.3.2. Replikativise faunaresultater

Tabell 31. Indekser og nEQR (normalized Ecological Quality Ratio) per Grabb. 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_S | Stasjon | Grabb | Prøvens areal (m ²) | | S | N | NQI1* | H' | ES100 | ISI2012 | NSI2012 |
|----------|------|---------|-------|---------------------------------|----|------|------|-------|------|-------|---------|---------|
| 20210630 | 5533 | BR113 | G1 | 0,1 | 25 | 111 | 0,79 | 3,98 | 23,9 | 9,34 | 26,1 | |
| 20210630 | 5534 | BR113 | G2 | 0,1 | 33 | 163 | 0,82 | 4,13 | 26,3 | 8,66 | 26 | |
| 20210630 | 5535 | BR113 | G3 | 0,1 | 31 | 130 | 0,81 | 4,08 | 27,3 | 9,27 | 26,1 | |
| 20210630 | 5536 | BR113 | G4 | 0,1 | 23 | 120 | 0,77 | 3,6 | 21,2 | 10,18 | 24,7 | |
| 20210629 | 5537 | BR12 | G1 | 0,1 | 80 | 641 | 0,78 | 4,83 | 33,8 | 8,88 | 24,2 | |
| 20210629 | 5538 | BR12 | G2 | 0,1 | 50 | 205 | 0,77 | 4,54 | 34,2 | 8,41 | 23,2 | |
| 20210629 | 5539 | BR12 | G3 | 0,1 | 70 | 706 | 0,78 | 4,6 | 30,8 | 8,79 | 23,8 | |
| 20210629 | 5540 | BR12 | G4** | 0,025 | 42 | 125 | 0,77 | 4,77 | 37,5 | 8,51 | 23,7 | |
| 20210629 | 5541 | BR70 | G1 | 0,1 | 93 | 776 | 0,78 | 5,14 | 38,7 | 8,92 | 23,3 | |
| 20210629 | 5542 | BR70 | G2 | 0,1 | 45 | 1297 | 0,49 | 2,57 | 13,6 | 8,3 | 8,7 | |
| 20210629 | 5543 | BR70 | G3 | 0,1 | 92 | 2697 | 0,54 | 2,25 | 16,9 | 9,04 | 11,6 | |
| 20210629 | 5544 | BR70 | G4 | 0,1 | 81 | 706 | 0,76 | 4,97 | 36,2 | 9,34 | 25,1 | |

* AMBI er beregnet på grunnlag av AMBI versjon desember 2021. ** Prøven ble subsamlet ¼ ved sortering

12.3.3. Fullstendige kornstørrelsesdata, bløtbunn

Resultater

| Kundens id.: | | BR70 | BR12 | BR113 |
|--------------|-------|-------------|-------------|-------------|
| Parameter | Enhet | P2100088-12 | P2100088-13 | P2100088-14 |
| < 0,063 | vekt% | 28.8 | 19.4 | 88.6 |
| 0.063 | vekt% | 29.5 | 44.7 | 7.6 |
| 0.125 | vekt% | 27.9 | 26.8 | 2.6 |
| 0.25 | vekt% | 8.2 | 6.5 | 0.6 |
| 0.5 | vekt% | 3.6 | 1.3 | 0.2 |
| 1 | vekt% | 1.6 | 0.6 | 0.2 |
| 2 | vekt% | 0.4 | 0.7 | 0.1 |

Kumulativ vekt% (vekt % av total masse som er finere enn angitt diameter =siktgjennomgang)

| Kundens id.: | | BR70 | BR12 | BR113 |
|-----------------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Partikkeldiam., mm | Enhet | P2100088-12 | P2100088-13 | P2100088-14 |
| 0.063 | kum. vekt% | 28.8 | 19.4 | 88.6 |
| 0.125 | kum. vekt% | 58.3 | 64.1 | 96.2 |
| 0.25 | kum. vekt% | 86.2 | 90.9 | 98.8 |
| 0.5 | kum. vekt% | 94.4 | 97.4 | 99.4 |
| 1 | kum. vekt% | 98.0 | 98.7 | 99.7 |
| 2 | kum. vekt% | 99.6 | 99.3 | 99.9 |
| > 2 | kum. vekt% | 100 | 100 | 100 |

Statistiske parametere*:

| | | P2100088-12 | P2100088-13 | P2100088-14 |
|-------------------|--------|-------------|-------------|-------------|
| Median, D50 | ϕ | 3.277 | 3.312 | 5.722 |
| MEAN | ϕ | 3.703 | 3.421 | 5.722 |
| SORTING | ϕ | 1.894 | 1.453 | 1.458 |
| SKEWNESS | ϕ | 0.295 | 0.218 | -0.060 |
| KURTOSIS | ϕ | 1.251 | 1.797 | 0.838 |
| Klassifisering ** | | Fin sand | Fin sand | Pelitt |

*) Beregning av statistiske verdier er utført ved bruk av programmet "Gradistat v 9.1"
© Copyright Simon Blott (2020). Programmet er Excel-basert og kan lastes ned fra Internett på
<http://www.kpal.co.uk/index.html>. Programmet gir en detaljert beskrivelse av beregningene som utføres.

Input-data er vekt% av hver siktefraksjon og gjeldende siktestørrelse (i millimeter).

**) Klassifiseringen er basert på Median D50 (ϕ). For verdier mellom +4 og +8 klassifiseres sedimentet som pelitt (evt silt).

12.4. Planteplankton

12.4.1. Tabell med klassegrenser

Tabell 32. Referanseverdier og klassegrenser for klorofyll a ($\mu\text{g/L}$) i de ulike økoregioner og vanntyper.

| Referanseverdier og klassegrenser for klorofyll a ($\mu\text{g/L}$) i de ulike økoregioner og vanntyper. *) Vanntypen sterkt ferskvannspåvirket inngår ikke i klassifiseringssystemet for planteplankton. **) Klassegrenser mangler pga. manglende data. | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|------|--------------|--------------------------|-----------|--------------------|-----------|-----------|---------|--------|--------------|
| Region | Region fork. | | Vanntype nr. | Vanntype | Salinitet | Referanse tilstand | Svært god | God | Moderat | Dårlig | Svært dårlig |
| Skagerrak | S | | 1 | Ekspionert | >25 | 2,57 | <3,53 | 3,53-5,26 | 5,26-11 | 11-20 | >20 |
| | | | 2 | Moderat ekspionert | >25 | 3,13 | <3,95 | 3,95-5,53 | 5,53-9 | 9-18 | >18 |
| | | | 3 | Beskyttet | >25 | 2,98 | <3,92 | 3,92-6,9 | 6,9-9 | 9-18 | >18 |
| | | | 5* | Sterk ferskvannspåvirket | 5-25 | - | - | - | - | - | - |
| Nordsjøen sør Nordsjøen nord Norskehavet sør Norskehavet nord | N M H G | } | 1 | Ekspionert | >30 | 2 | <3 | 3-6 | 6-8 | 8-14 | >14 |
| | | | 2 | Moderat ekspionert | >30 | 1,7 | <2,5 | 2,5-5 | 5-8 | 8-16 | >16 |
| | | | 3 | Beskyttet | >30 | 1,7 | <2,5 | 2,5-5 | 5-8 | 8-16 | >16 |
| | | | 4 | Ferskvannspåvirket | 18-30 | 2 | <2,6 | 2,6-4 | 4-6 | 6-12 | >12 |
| 5* | Sterk ferskvannspåvirket | 5-18 | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Barentshavet | B | | 1 | Ekspionert | >30 | 1,9 | <2,8 | 2,8-5,5 | 5,5-8 | 8-12 | >12 |
| | | | 2** | Moderat ekspionert | >30 | - | - | - | - | - | - |
| | | | 3 | Beskyttet | >30 | 1 | <1,5 | 1,5-3 | 3-6 | 6-10 | >10 |
| | | | 4 | Ferskvannspåvirket | 18-30 | 0,9 | <1,2 | 1,2-2 | 2-3 | 3-6 | >6 |
| | | | 5* | Sterk ferskvannspåvirket | 5-18 | - | - | - | - | - | - |

* Vanntypen «sterkt ferskvannspåvirket» inngår ikke i klassifiseringssystemet for planteplankton

** Klassegrenser mangler pga. manglende data (Veileder 02:2018 – Klassifisering av miljøtilstand i vann).

12.5. Støtteparametere

12.5.1. Tabell med klassegrenser

Tabell 33. Klassegrenser for tilstand av næringsalter og siktdyp i overflatelaget, samt oksygen i dypvannet ved saltholdighet mellom over 18 psu (modifisert fra SFT 97:03) jf. Veileder 02:2018: Klassifisering av miljøtilstand i vann.

| Tabell 9.26 Klassifisering av tilstand for næringsalter og siktdyp i overflatelaget, samt oksygen i dypvannet ved saltholdighet over 18 (modifisert fra SFT 97:03). | | | | | | |
|---|---|------------------|---------|---------|---------|--------------|
| Parameter | | Tilstandsklasser | | | | |
| | | I | II | III | IV | V |
| | | Svært god | God | Moderat | Dårlig | Svært dårlig |
| Overflatelag Sommer (Juni-August) | Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$)* | < 11,5 | 11,5-16 | 16-29 | 29-60 | >60 |
| | Fosfat ($\mu\text{g P/l}$)* | < 3,5 | 3,5-7 | 7-16 | 16-50 | >50 |
| | Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)* | < 250 | 250-330 | 330-500 | 500-800 | >800 |
| | Nitrat + nitritt ($\mu\text{g N/l}$)* | < 12 | 12-23 | 23-65 | 65-250 | >250 |
| | Ammonium ($\mu\text{g N/l}$)* | < 19 | 19-50 | 50-200 | 200-325 | >325 |
| | Siktdyp (m) | > 7,5 | 7,5-6 | 6-4,5 | 4,5-2,5 | <2,5 |
| Overflatelag Vinter (Desember- Februar) | Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$)* | < 20 | 20-25 | 25-42 | 42-60 | >60 |
| | Fosfat ($\mu\text{g P/l}$)* | <14,5 | 14,5-21 | 21-34 | 34-50 | >50 |
| | Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)* | <291 | 291-380 | 380-560 | 560-800 | >800 |
| | Nitrat+nitritt ($\mu\text{g N/l}$)* | <97 | 97-125 | 125-225 | 225-350 | >350 |
| | Ammonium ($\mu\text{g N/l}$)* | <33 | 33-75 | 75-155 | 155-325 | >325 |
| Dypvann | Oksygen ($\text{ml O}_2/\text{l}$)** | >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 til mg-at/l er 1/31 for fosfor og 1/14 for nitrogen.** Omregningsfaktor til mgO_2/l er 1,42.*** Oksygenmetning er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6 °C.

12.5.2. Resultater for siktdyp

Tabell 34. Resultater for målt siktdyp i inneværende rapporteringsperiode (des 2020 til nov 2021). *ikke data. ** Gjennomsnitt for 2021 (2020 i parentes)

| VR51 Korsen | | VT71 Skinnbrokleia | | VR31 Tilremsfjorden | | VR52 Broemsneset | | VR61 Frohavet Sør | |
|-------------|------------------|--------------------|------------------|---------------------|------------------|------------------|--------------|-------------------|----------|
| Dato | Sikt (m) | Dato | Sikt (m) | Dato | Sikt (m) | Dato | Sikt (m) | Dato | Sikt (m) |
| 08.12 | 14 | 09.12 | 12 | 25.11 | 18 | 21.12 | 11 | * | * |
| 20.01 | 23 | 19.01 | 16 | 19.01 | 21 | 01.02 | 14 | * | * |
| 18.02 | 19 | 17.02 | 15 | 13.03 | 17 | 23.02 | 15 | * | * |
| 25.03 | 14 | 26.03 | 6 | 26.03 | 9,5 | 25.03 | 0,5 | 31.03 | 15 |
| 23.04 | 9 | 22.04 | 10 | 16.04 | 9,5 | 26.04 | 3 | 27.04 | 6 |
| 31.05 | 6 | 28.05 | 13 | 21.05 | 12 | 26.05 | 7 | 25.05 | 11,5 |
| 22.06 | 6 | 17.06 | 11 | 16.06 | 5,5 | 25.06 | 7,5 | 17.06 | 6 |
| 13.07 | 9,5 | 12.07 | 13,5 | 22.07 | 6 | 26.07 | 4,5 | 27.07 | 10 |
| 23.08 | 12,5 | 24.08 | 14 | 26.08 | 10 | 28.08 | 2 | 23.08 | 8 |
| 30.09 | 13 | 30.09 | 17 | 23.09 | 8 | 29.09 | 8 | 30.09 | 8 |
| 27.10 | 9 | 25.10 | 14 | 25.10 | 10 | 26.10 | 2,5 | 28.10 | 9,5 |
| 30.11 | 18 | 28.11 | 11 | 17.11 | 8 | 24.11 | 1 | 26.11 | 9,5 |
| | 12,8** (17,5) | | 12,7** (14,5) | | 11,2** (13,1) | | 6,3** (5) | | 9,2** |

12.5.3. Utvikling over tid

Tabell 35 A-I. Sesongmessig (vinter/sommer) utvikling over tid for støtteparametere på alle faste stasjoner. Verdier er først vektet og midlet over prøvetakingsdypene og så for respektive periode desember-februar og juni-august.

A. Stasjon VR51 Korsen/Geiranger, sommerkverdier. Næringssaltene er oppgitt i µg/l, oksygen i ml/l.

| År | Sikt, m | KlfA_p90 | TP_som | PO4_som | TN_som | NO3_som | NH4_som | SiO2_som |
|------|---------|----------|--------|---------|--------|---------|---------|----------|
| 2017 | 10,33 | 1,88 | 11,42 | 3,67 | 133,14 | 1,67 | 54,39 | 194,64 |
| 2018 | 11,00 | 4,24 | 15,25 | 5,31 | 139,61 | 9,67 | 21,44 | 176,81 |
| 2019 | 14,00 | 8,10 | 11,00 | 3,89 | 182,22 | 2,22 | 18,78 | 147,30 |
| 2020 | 10,00 | 8,12 | 8,41 | 3,41 | 102,67 | 3,08 | 10,50 | 304,00 |
| 2021 | 10,00 | 4,20 | 9,44 | 1,89 | 106,33 | 1,56 | 18,00 | 215,67 |

B. Stasjon VR51 Korsen/Geiranger, vinterverdier. Næringssaltene er oppgitt i µg/l, oksygen i ml/l.

| År | TP_vin | PO4_vin | TN_vin | NO3_vin | NH4_vin | SiO2_vin | O2sat_min | O2_min |
|------|--------|---------|--------|---------|---------|----------|-----------|--------|
| 2017 | 17,92 | 12,25 | 156,64 | 62,97 | 19,58 | 165,83 | 50,80 | 3,35 |
| 2018 | 17,92 | 12,25 | 156,64 | 62,97 | 19,58 | 165,83 | 52,17 | 3,43 |
| 2019 | 22,56 | 14,89 | 243,33 | 85,89 | 22,67 | 245,00 | 38,90 | 2,58 |
| 2020 | 16,00 | 11,50 | 164,17 | 66,33 | 12,00 | 268,33 | 56,00 | 3,71 |
| 2021 | 15,89 | 10,44 | 170,00 | 58,67 | 15,67 | 172,22 | / | / |

C. Stasjon VT71 Skinnbrokleia, sommerkverdier. Næringssaltene er oppgitt i µg/l, oksygen i ml/l.

| År | Sikt, m | KlfA_p90 | TP_som | PO4_som | TN_som | NO3_som | NH4_som | SiO2_som |
|------|---------|----------|--------|---------|--------|---------|---------|----------|
| 2013 | 12,17 | 2,08 | 15,94 | 8,00 | 290,42 | 4,89 | 22,81 | 71,69 |
| 2014 | 10,17 | 3,17 | 12,72 | 5,86 | 173,06 | 4,89 | 30,83 | 23,75 |
| 2015 | 11,50 | 1,15 | 13,03 | 4,86 | 198,19 | 5,50 | 64,39 | 42,14 |
| 2016 | 10,83 | 1,22 | 13,53 | 6,53 | 251,81 | 5,25 | 108,00 | 46,61 |
| 2017 | 14,33 | 1,39 | 11,31 | 4,83 | 151,50 | 1,08 | 54,47 | 49,92 |
| 2018 | 13,67 | 1,65 | 20,92 | 7,25 | 160,14 | 12,97 | 22,86 | 102,06 |
| 2019 | 12,00 | 1,60 | 14,33 | 4,78 | 201,11 | 1,78 | 22,67 | 66,33 |
| 2020 | 10,00 | 1,40 | 12,58 | 6,25 | 127,58 | 2,75 | 12,00 | 69,20 |
| 2021 | 12,1 | 1,20 | 13,00 | 4,56 | 109,22 | 5,89 | 18,78 | 46,22 |

D. Stasjon VT71 Skinnbrokleia, vinterverdier. Næringssaltene er oppgitt i µg/l, oksygen i ml/l.

| År | TP_vin | PO4_vin | TN_vin | NO3_vin | NH4_vin | SiO2_vin | O2sat_min | O2_min |
|------|--------|---------|--------|---------|---------|----------|-----------|--------|
| 2013 | 18,03 | 17,33 | 184,03 | 77,03 | 18,33 | 249,08 | 57,80 | 3,96 |
| 2014 | 17,86 | 13,67 | 182,78 | 72,83 | 14,50 | 214,75 | | 2,98 |
| 2015 | 17,40 | 14,42 | 216,35 | 74,23 | 48,19 | 237,08 | | 4,10 |
| 2016 | 21,00 | 15,08 | 176,67 | 77,17 | 19,67 | 332,50 | 47,30 | 2,78 |
| 2017 | 20,75 | 14,42 | 186,56 | 72,89 | 20,78 | 219,44 | 14,86 | 0,98 |
| 2018 | 19,01 | 14,98 | 189,28 | 74,83 | 24,29 | 250,57 | 47,63 | 3,16 |
| 2019 | 22,67 | 15,11 | 266,67 | 88,56 | 24,78 | 238,89 | 42,30 | 2,81 |
| 2020 | 18,00 | 13,25 | 178,33 | 63,92 | 12,92 | 211,30 | 38,20 | 2,54 |
| 2021 | 18,33 | 12,22 | 180,00 | 65,89 | 15,56 | 211,11 | / | / |

E. Stasjon VR31 Tilremsfjorden, sommerverdier. Nærings saltene er oppgitt i µg/l

| År | Sikt, m | KlfA_p90 | TP_som | PO4_som | TN_som | NO3_som | NH4_som | SiO2_som |
|------|---------|----------|--------|---------|--------|---------|---------|----------|
| 2017 | 11,3 | 1,57 | 11,78 | 5,56 | 103,33 | 3,22 | 5,33 | 39,11 |
| 2018 | 10,3 | 2,21 | 16,00 | 3,67 | 148,33 | 1,50 | 7,00 | 58,33 |
| 2019 | 12,5 | 1,13 | 14,78 | 4,00 | 152,22 | 1,00 | 7,11 | 57,78 |
| 2020 | 11,6 | 1,87 | 11,44 | 3,44 | 124,56 | 2,11 | 6,67 | 100,67 |
| 2021 | 8,6 | 1,58 | 16,11 | 5,78 | 114,44 | 1,22 | 11,00 | 46,00 |

F. Stasjon VR31 Tilremsfjorden, vinterverdier. Nærings saltene er oppgitt i µg/l

| År | TP_vin | PO4_vin | TN_vin | NO3_vin | NH4_vin | SiO2_vin |
|------|--------|---------|--------|---------|---------|----------|
| 2017 | 19,35 | 13,40 | 170,07 | 80,67 | 6,52 | 185,00 |
| 2018 | 24,11 | 16,89 | 200,89 | 92,56 | 10,11 | 211,67 |
| 2019 | 23,11 | 15,56 | 215,56 | 92,78 | 11,70 | 207,78 |
| 2020 | 19,00 | 16,00 | 178,75 | 88,00 | 6,75 | 228,75 |
| 2021 | 20,22 | 14,78 | 206,67 | 72,67 | 43,78 | 220,00 |

G. Stasjon VR52 Broemsneset, sommerverdier. Nærings saltene er oppgitt i µg/l

| År | Sikt, m | KlfA_p90 | TP_som | PO4_som | TN_som | NO3_som | NH4_som | SiO2_som |
|------|---------|----------|--------|---------|--------|---------|---------|----------|
| 2017 | 5,4 | 0,77 | 8,33 | 4,44 | 125,22 | 9,56 | 25,44 | 53,20 |
| 2018 | 3,5 | 2,70 | 11,22 | 4,11 | 110,00 | 6,33 | 25,63 | 43,29 |
| 2019 | 5,6 | 1,15 | 10,56 | 3,89 | 150,00 | 1,44 | 11,56 | 22,20 |
| 2020 | 4,4 | 1,37 | 8,50 | 3,22 | 119,78 | 6,89 | 6,22 | 32,00 |
| 2021 | 4,6 | 1,13 | 13,56 | 4,33 | 135,00 | 4,44 | 22,33 | 38,21 |

H. Stasjon VR52 Broemsneset, vinterverdier. Nærings saltene er oppgitt i µg/l

| År | TP_vin | PO4_vin | TN_vin | NO3_vin | NH4_vin | SiO2_vin |
|------|--------|---------|--------|---------|---------|----------|
| 2017 | 18,67 | 13,17 | 150,67 | 76,33 | 7,00 | 81,00 |
| 2018 | 19,33 | 13,67 | 153,78 | 86,11 | 6,11 | 35,33 |
| 2019 | 20,75 | 14,11 | 193,33 | 86,11 | 6,56 | 41,78 |
| 2020 | 16,75 | 11,67 | 146,67 | 74,44 | 9,44 | 61,11 |
| 2021 | 18,22 | 13,33 | 167,78 | 69,33 | 14,56 | 7,94 |

I. Stasjon VR61 Frohavet sør, sommerverdier. Nærings saltene er oppgitt i µg/l

| År | Sikt, m | KlfA_p90 | TP_som | PO4_som | TN_som | NO3_som | NH4_som | SiO2_som |
|------|---------|----------|--------|---------|--------|---------|---------|----------|
| 2021 | 9,20 | 1,71 | 14,25 | 4,11 | 108,44 | 1,33 | 9,00 | 31,00 |

Tlf.: 73 58 05 00
post@miljodir.no
www.miljodirektoratet.no
Postboks 5672 Torgarden,
7485 Trondheim

Besøksadresse Trondheim:
Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

Besøksadresse Oslo:
Grensesvingen 7, 0661 Oslo



Miljødirektoratet er et statlig forvaltningsorgan underlagt Klima- og miljødepartementet. Vi jobber for et rent og rikt miljø. Hovedoppgavene våre er å redusere klimagassutslipp, forvalte norsk natur og hindre forurensning.