

Overvåking av Ytre Oslofjord 2019-2023

Årsrapport 2019



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

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

NIVA Region Vest

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

NIVA Danmark

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

Internett: www.niva.no

Tittel Overvåking av Ytre Oslofjord 2019-2023 - Årsrapport 2019	Løpenummer 7532-2020	Dato 15.09.2020
Forfatter(e) Anette Engesmo Andre Staalstrøm Marit Norli John Rune Selvik Janne Kim Gitmark	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Oslofjorden	Sider 69 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) Fagrådet for Ytre Oslofjord	Oppdragsreferanse Petter Talleraas
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 190250

<p>Sammendrag</p> <p>Denne rapporten sammenfatter resultatene av miljøovervåkingen i Ytre Oslofjord 2019. Det er gjennomført tilførselsberegninger for 2018. Jordbruk er største enkeltkilde for tilførsler av både menneskeskapt fosfor og nitrogen. Tilførsler fra befolkning (avløpsrenseanlegg) og naturlig avrenning er omtrent like store. Videre ble det gjennomført vannmasseundersøkelser ved 17 stasjoner der hydrologiske forhold, samt fysiske, kjemiske og biologiske parametere ble undersøkt. Det var en dypvannsfornyelse i Iddefjorden og Frierfjorden vinteren 2019 og i Drammensfjorden våren 2019. Det ble også gjennomført undersøkelser av flora og fauna på hardbunn i fjæresonen på 15 stasjoner og undersøkelser av nedre voksegrense for utvalgte makroalger på 18 stasjoner. Det er gjennomført en sammenligning mellom rammeundersøkelser og fjæresoneundersøkelser. Det ble registrert fem fremmede arter gjennom programmets overvåking i 2019: Japansk drivtang, Strømgarn, Krokberer/Rødlo, Brakkvannsrur og Stillehavsrørsters. Vannmassestasjoner og hardbunnstasjoner er klassifisert etter veileder 02:2018.</p>
--

Fire emneord	Four keywords
<ol style="list-style-type: none"> Miljøovervåking Tilførsler Eutrofi Hardbunn (bentos) 	<ol style="list-style-type: none"> Environmental monitoring Discharge Eutrophication Benthos surveys

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

Anette Engesmo
Prosjektleder

Ailbhe Lisette Macken
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7267-3
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

Overvåking av Ytre Oslofjord 2019-2023
Årsrapport 2019

Forord

NIVA har på oppdrag av Fagrådet for Ytre Oslofjord gjennomført miljøovervåkning i Oslofjorden i 2019. Overvåkingen er del av et omfattende program som har pågått siden 2001 og det gjennomføres i programperioder av fem år. 2019 er det første året i en ny periode der hele programmet driftes fra NIVA. Området som undersøkes er avgrenset av Drøbaksterskelen mot Indre Oslofjord, Grenlandsområdet i vest og Iddefjorden i øst.

I 2019 har det vært utført tilførselsberegninger, vannmasseundersøkelser og hardbunnsundersøkelser. I tillegg er det via NorSOOP gjort tilgjengelig årsobservasjoner av vannmassedata fra Ytre Oslofjord samlet med NIVAs FerryBox system.

John Rune Selvik har vært ansvarlig for tilførselsberegninger. Anette Engesmo har vært ansvarlig for vannmasseundersøkelser. Innsamling av prøver ble gjort med Universitetet i Oslos forskningsfartøy F/F Trygve Braarud og vi vil gjerne takke Sindre Holm og hans mannskap for godt samarbeid. Feltarbeidet ble koordinert av Anette Engesmo og gjennomført av Louise Valestrand, André Staalstrøm, Malene Vågen Dimmen, Anne Luise Ribeiro og Anna Birgitta Ledang. Hydrografidata ble analysert og kvalitetssikret av André Staalstrøm. Planktonprøvene ble opparbeidet og analysert av Sonja Kistenich og kvalitetssikret av Anette Engesmo. Janne Kim Gitmark har vært fagansvarlig for hardbunn. Nedre voksegrenseundersøkelser, rammeregistreringer og fjæresoneundersøkelser ble utført av Maia Røst Kile, Siri Moy og Norman Green. Marijana Brkljacic og Isabel Doyer har bidratt på nedre voksegrenseundersøkelsene. Marit Norli har vært ansvarlig for inkludering av vannmassedata fra NIVAs FerryBox system om bord på M/S Color Festival. Hartvig Christie har vært ansvarlig for kvalitetssikring av rapporten.

Mats Walday har vært prosjektleder for arbeidet, Anette Engesmo har fungert som hans stedfortreder i deler av perioden. Petter Talleraas har vært kontaktperson hos Fagrådet for Ytre Oslofjord.

Oslo, 6. mai 2020

Anette Engesmo

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	10
1.1	Ytre Oslofjord.....	10
1.2	Været i 2019.....	11
2	Metodikk	13
2.1	Tilførsler av næringsalter til Ytre Oslofjord – norske kilder	13
2.2	Vannmasser	14
2.3	Planteplankton.....	15
2.4	Hardbunn	15
3	Tilførsler i 2018	18
3.1	Beregnete kildefordelte tilførsler.....	18
3.2	Målte tilførsler via elver.....	19
3.3	Mellomårlige forskjeller i tilførsler	22
4	Løst organisk stoff i overflatelaget	24
4.1	Fordeling mellom karbon, silikat, nitrogen og fosfor	24
4.2	Resultater fra sesongen 2019	25
4.3	Sammenheng mellom elvetilførsel og konsentrasjon i fjord.....	28
4.4	Oppsummering	29
5	Planteplankton	30
5.1	Planteplanktonsamfunnet i 2019	30
6	Vannmasser	36
6.1	Vannkvaliteten i vannmassene i perioden 2017-2019	37
6.2	Endringer over tid	39
6.3	Næringsalter i hele vannsøylen.....	39
6.4	Oksygenforholdene i terskelfjordene	41
6.5	Kan Drammensfjorden klassifiseres som en innsjø?	43
6.6	Flytting av stasjon i Sandefjordsfjorden	44
6.7	Vannmasseovervåking ved bruk av FerryBox	45
7	Hardbunn	48
7.1	Undersøkelser i fjæresonen.....	48
7.2	Sammenlikning av rammeundersøkelse og fjæresoneundersøkelse	51
7.3	Undersøkelser av nedre voksegrense.....	54
7.4	Fremmede arter.....	58
8	Oppsummering	65
9	Referanser	67

Sammendrag

Miljøtilstanden til Ytre Oslofjord har blitt overvåket i regi av Fagrådet for Ytre Oslofjord siden 2001. I 2019 startet en ny programperiode hvor hele overvåkningsprogrammet utføres av NIVA, i samarbeid med Universitet i Oslo og Eurofins. I 2019 har det blitt utført tilførselsberegninger, vannmasseundersøkelser av hydrografiske forhold, planteplankton og kjemiske støtteparametere ved 17 stasjoner og bunnundersøkelser (bentos) av flora og fauna på hardbunn i fjæresonen på 15 stasjoner, samt undersøkelser av nedre voksegrense for utvalgte makroalger på hardbunn på 18 stasjoner. Det er i tillegg, via NorSOOP, gjort tilgjengelig års-observasjoner av vannmassedata fra Ytre Oslofjord samlet med NIVAs FerryBox system om bord på MS Color Fantasy som går mellom Oslo og Kiel.

Værmessig var 2019 å beregne som et normalt år både med tanke på temperatur, nedbør og avrenning.

På grunn av rutiner knyttet til datarapportering og bearbeiding av data er det kun tilførselsdata fra 2018 som er tilgjengelig for denne rapporten. Jordbruk er største enkeltkilde for tilførsler av både menneskeskapt fosfor og nitrogen. Tilførsler fra befolkning (avløpsrensaneanlegg) og naturlig avrenning er omtrent like store. Industriutslipp av fosfor har gått vesentlig ned de senere år. Utslipp fra befolkning synes å ha hatt en liten økning for nitrogen de senere år. De fire største vassdragene (Glomma, Drammenselva, Numedalslågen og Skienselva) representerer nær 90 % av ferskvannstilførselene til Ytre Oslofjord inkl. Indre Oslofjord. Av disse elvene bærer Glomma de desidert største tilførselene til Ytre Oslofjord. De langsiktige trendene viser økende tilførsler av nitrogen og fosfor. Denne økningen kan generelt knyttes til økt vannføring i stor grad, men det er også betydelige mellomårslige forskjeller i tilførsler fra de enkelte kilder (avløp, industri og jordbruk) som er en del av bildet.

Det er en trend over hele Skandinavia med brunere ferskvann. Drammenselva viser økende tilførsel av organisk stoff og partikulært materiale, men øvrige elver har ikke datagrunnlag for å vise en tilsvarende trend. I 2019 har målinger av DOC (løst organisk karbon) for første gang vært inkludert i overvåkningsprogrammet og har blitt målt ved 2 m dyp på 12 stasjoner. DOC påvirker lysforholdene i vannsøylen ved at lysets spektrale sammensetning endres slik at det relativt sett blir mindre blått lys. Høye mengder DOC gjør også at mindre lys trenger ned i vannet, noe som påvirker både pelagiske predatorer (som fisk) og planteplankton som er avhengig av lys for å utføre fotosyntese.

Det ble gjennomført undersøkelser ved 17 vannmassestasjoner. Nytt i 2019 er at klassifisering av vannkvaliteten ble gjort etter Veileder 02:2018. Denne legger hovedvekt på det biologiske kvalitetselementet planteplankton og ga en stasjon, Larviksfjorden, «svært god tilstand». Seks stasjoner ble klassifisert med «god» miljøtilstand: Mossesundet, Bolærne, Sandefjordsfjorden, Leira og Ramsø i Hvaler og Skjebergskilen. Sju stasjoner ble klassifisert til «moderat» tilstand: Drammensfjorden (D-2 og D-3), Vestfjorden ved Tønsberg, Frierfjorden, samt Iddefjorden, Sponvika og Haslau. Mens en stasjon, Krogstadfjorden, ble klassifisert som «dårlig».

Oslofjorden er fra naturens side utstyrt med terskler som gjør at vannet tidvis oppholder seg lenge i bunnvannet. Dette gjør oksygenforholdene i bunnvannet dårlig i enkelte områder og det er vanligvis anoksisk vann under visse dyp i både Drammensfjorden, Frierfjorden og Iddefjorden. I løpet av vinterperioden i 2019 var det en utskiftning av bunnvannet i Iddefjorden og Frierfjorden, noe som gir bedre oksygenforhold i en periode, men det var igjen anoksiske forhold i begge fjordene innen den første sommerprøvetakningen i juni. I Drammensfjorden var det en dypvannsfornyelse i løpet av våren (etter januar), men innerst i fjorden ble det anoksiske vannet ikke løftet helt opp til overflaten. I stedet

spredte det seg utover ett større område i om lag 55-75 meters dyp. Et stort areal av bunnen innenfor Solumbukta og Lahell har derfor hatt svært dårlige oksygenforhold i juni til september 2019.

Det ble gjennomført undersøkelser av flora og fauna på hardbunn i fjæresonen på 15 stasjoner og undersøkelser av nedre voksegrense for utvalgte makroalger på 18 stasjoner. Beregninger av nedre voksegrenseindeksen ut fra registrering av nedre voksegrense for ni arter, ga «svært god» økologisk tilstand på én stasjon, «god» økologisk tilstand på fem stasjoner, «moderat» økologisk tilstand på åtte stasjoner og «dårlig» økologisk tilstand på én stasjon. På tre stasjoner kunne ikke nedre voksegrenseindeksen beregnes. Årsakene til det er nærmere beskrevet inne i rapporten.

Alle klassifiseringsresultatene av økologisk tilstand er oppsummert i Figur 1. For å gi et helhetlig bilde inneholder denne også klassifiseringen gjort for andre overvåkningsprogram i området.

Det ble registrert fem fremmede arter på hardbunn i 2019: Japansk drivtang (*Sargassum muticum*), strømgarn (*Dasya baillouviana*), krokbærer/Røddlo (*Bonnemaisonia hamifera*), brakkvannsrur (*Amphibalanus improvisus*) og stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*). Stillehavsøsters ble registrert for første gang i 2014, da på seks stasjoner. I 2019 ble det registrert stillehavsøsters på åtte fjærestasjoner.

Høy forekomst av opportunistiske alger, som f.eks. kiselalger og blågrønnalger på stasjon G10 ved Stavern, er en indikasjon på næringssaltpåvirkning. Det er imidlertid ikke funnet klare sammenhenger mellom artssammensetningen på stasjonene og næringsalter målt i vannmassene i nærheten.

Summary

Title: Monitoring of outer Oslofjord 2019-2023. Annual Report for 2019.

Year: 2020

Author(s): Anette Engesmo, André Staalstrøm, Marit Norli, John Rune Selvik, Janne Kim Gitmark

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7267-3

The environmental state of outer Oslofjorden has been monitored through a monitoring program funded by the Council of Outer Oslofjorden since 2001. A new program period started in 2019 and the entire monitoring program is now organized by NIVA, in cooperation with the University of Oslo and Eurofins. In 2019 the program included nutrient input calculations, water mass surveys of hydrographic conditions, phytoplankton and chemical parameters from 17 stations and hard-bottomed surveys (benthos) of flora and fauna in the littoral zone at 15 stations, as well as surveys of the lower growth limit for selected macroalgae at 18 stations. Additionally, continuous measurements of water masses from NIVAs FerryBox system on board the commercial ferry MS Color Fantasy is included.

Weather-wise, 2019 can be defined as a normal year both in terms of temperature, precipitation and run-off.

Due to routines related to data reporting and processing of data, only data from 2018 regarding nutrient input estimates are available to this report. Agriculture is the largest single source for nutrient input of both man-made phosphorus and nitrogen. Inputs from population (wastewater treatment plants) and natural runoff are about the same size. Industrial emissions of phosphorus have decreased significantly in recent years, while emissions from the population appear to have had a slight increase for nitrogen in recent years. The four largest waterways (Glomma, Drammenselva, Numedalslågen and Skienselva) represent close to 90% of the freshwater inputs to the outer areas of Oslofjorden, including Inner Oslofjord. Of these rivers, Glomma carries by far the largest inflows to the Outer Oslofjord. The long-term trends show increasing inputs of nitrogen and phosphorus. This can be largely linked to increased water flow, but there are also significant annual differences in inflows from the individual sources (sewage, manufacturing and agriculture).

Browning of fresh water is a trend all over Scandinavia. Inputs of both organic matter and particulate matter is increasing to Drammenselva. There is not sufficient data collected to comment on this trend in the other rivers. In 2019, measurements of dissolved organic carbon (DOC) have been included in the monitoring program for the first time and have been measured at 2 m depth at 12 stations. DOC affects the light conditions in the water column, affecting pelagic predators relying on vision (such as fish), and phytoplankton that rely on light to perform photosynthesis.

17 water mass stations were surveyed in 2019. This is the first year where water quality has been classified according to "Veileder 2018:02". Emphasis is placed on the biological quality element of phytoplankton and one station, Larviksfjorden, was classified as "very good". Six stations were classified with "good" environmental condition: Mossesundet, Bolærne, Sandefjordsfjorden, Leira and Ramsø in Hvaler and Skjebergskilen. Seven stations were classified with "moderate" condition: Drammensfjorden (D-2 and D-3), Vestfjorden by Tønsberg, Frierfjorden, Iddefjorden, Sponvika and Haslau. One station, Krogstadfjorden, was classified with "bad" environmental condition.

The Oslo fjord is equipped with natural thresholds that ensure long retention time. This makes the oxygen conditions in the bottom water poor in some areas and there is usually anoxic water under

certain depths in both Drammensfjorden, Frierfjorden and Iddefjorden. During the winter period in 2019 there was a replacement of the bottom water in Iddefjorden and Frierfjorden, which provided better oxygen conditions for a period of time, but there were again anoxic conditions in both fjords within the first summer sampling in June. In Drammensfjorden there was a deep-water renewal in the spring (after January), but in the inner parts of the fjord the anoxic water was not lifted all the way to the surface. Instead, it spread over a larger area of about 55-75 meters depth. A large area of water within Solumbukta and Lahell has therefore had very poor oxygen conditions in June to September 2019.

Surveys of flora and fauna were carried out on hard-bottomed shores in the littoral zone at 15 stations and surveys of the lower growth limit for selected macroalgae at 18 stations. Classification of the lower growth limit index based on the record of the lower growth limit for nine species resulted in "very good" ecological condition at one station, "good" ecological condition at five stations, "moderate" ecological condition at eight stations and "poor" ecological condition at one station. At three stations, the lower growth limit index could not be calculated. The reasons for this are detailed in the report.

The results from classification of both water masses and hard-bottom surveys are summarized in Figure 1 inside the report. To present a picture as complete as possible we have also included classification results conducted by other monitoring programs in the area.

Five alien species were registered in 2019: *Sargassum muticum*, *Dasya baillouviana*, *Bonnemaisonia hamifera*, *Amphibalanus improvisus* and *Crassostrea gigas* (pacific oysters). Pacific oysters were registered for the first time in 2014, then at 6 stations. In 2019, pacific oysters were registered at eight littoral zone stations.

High concentrations of opportunistic algae such as diatoms and cyanobacteria were registered at station G10 near Stavern, which is an indication of high inputs of nutrients, probably from the outlet of nearby river Numedalslågen. However, no clear correlation between the species composition at the stations and nutrient measured in the nearby water masses was elucidated.

1 Innledning

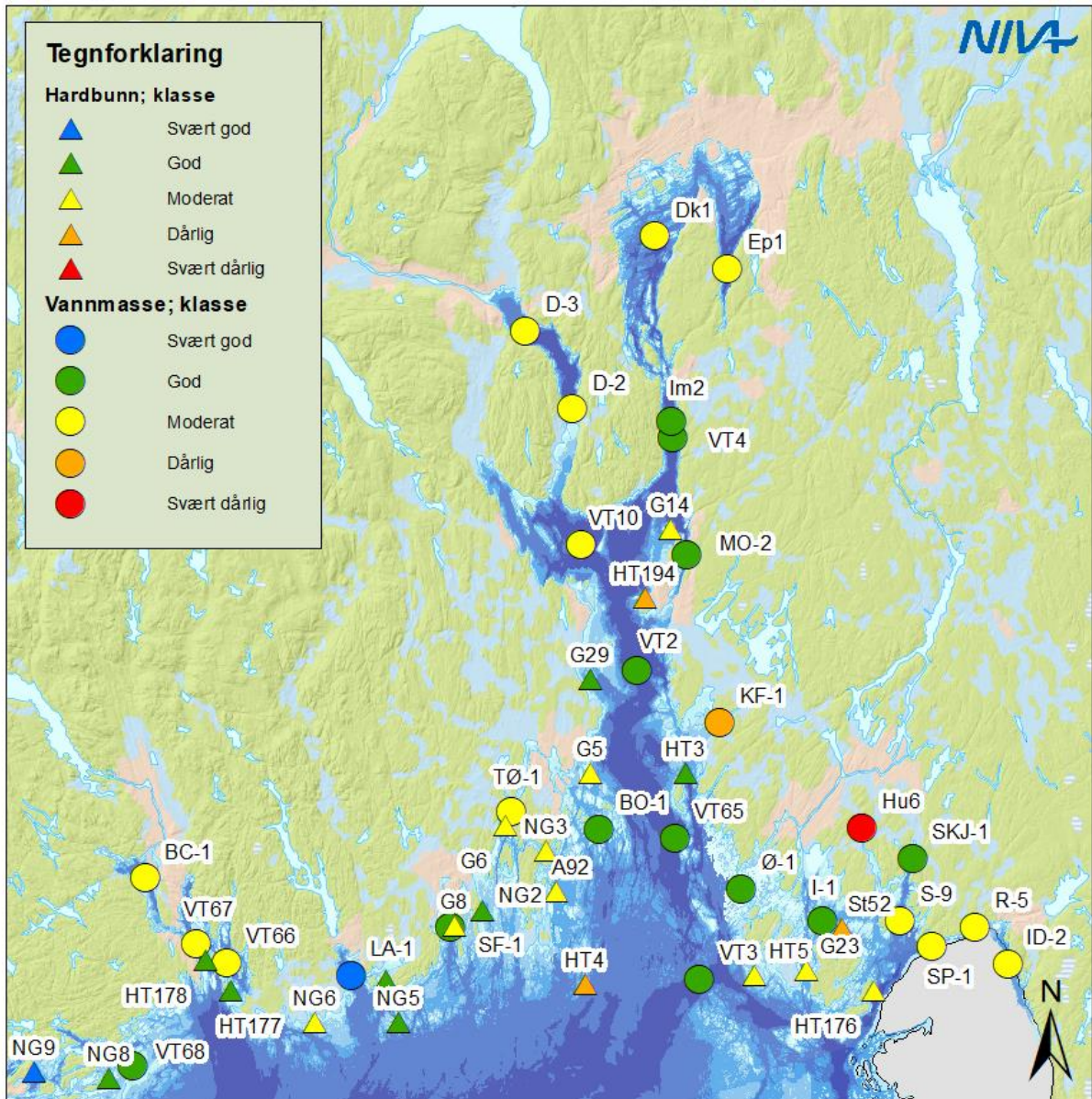
1.1 Ytre Oslofjord

NIVA utførte i 2019, på oppdrag fra Fagrådet for Ytre Oslofjord, miljøovervåkning i Ytre Oslofjord. Miljøtilstanden til Ytre Oslofjord har blitt overvåket i regi av Fagrådet for Ytre Oslofjord siden 2001. Programmet utføres i programperioder over fem år og i 2019 startet en ny programperiode der hele programmet driftes av NIVA, i samarbeid med Universitetet i Oslo og Eurofins. Det utføres årlige vannmasseundersøkelser og tilførselsberegninger av både lokale tilførsler og langtransporterte næringsstoffer fra elvene. I tillegg utføres det jevnlig undersøkelser på hardbunn og bløtbunn. I 2019 har det blitt utført tilførselsberegninger, vannmasseundersøkelser og hardbunnsundersøkelser. Resultatene av disse undersøkelsene presenteres her og i to fagrapporter: Engesmo m.fl. (2020) og Moy (2020).

I tillegg er det via NorSOOP gjort tilgjengelig års-observasjoner av vannmassedata fra Ytre Oslofjord samlet med NIVAs FerryBox system om bord på MS Color Fantasy som går i rute mellom Oslo og Kiel.

Miljøovervåkning er et nyttig verktøy for å skaffe et bilde av tilstanden og utviklingen til et økosystem. Oslofjorden er et økosystem som er omfattende overvåket, men hvor områdets kompliserte topografi, utstrakt menneskelig tilstedeværelse langs kysten og store ferskvannstilførsel gjør det utfordrende å forstå hvordan systemet vil reagere på påvirkninger. Målet med overvåkingen er å fremskaffe informasjon om miljøtilstanden i fjorden, med fokus på eutrofiering, og å sikre et godt kunnskapsgrunnlag. Dette er nødvendig både forvaltningsmessig i forhold til tiltak og politiske beslutninger og for å sikre befolkningens rett til informasjon om miljøets tilstand. I overvåkningsprogrammet er det tatt hensyn til krav i EUs vanndirektiv, i Norge implementert som Vannforskriften. Alle genererte data innrapporteres til databasen Vannmiljø og brukes til å klassifisere etter gjeldende Veileder (02:2018).

Overvåkningsprogrammet for Ytre Oslofjord dekker et område som strekker seg fra Kragerøområdet i vest til Iddefjorden i øst og innover i fjorden til Drøbaksterskelen, inkludert Drammensfjorden (Figur 1). Indre Oslofjord, fra Drøbaksundet og nordover er ikke inkludert i dette programmet, men dekkes av et eget overvåkningsprogram under Fagrådet for vann & avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord. I tillegg driver Miljødirektoratet et omfattende overvåkningsprogram, ØKOKYST, hvor delprogram ØKOKYST Skagerrak inkluderer sju vannmassestasjoner, sju hardbunnstasjoner og seks bløtbunnstasjoner, plassert sentralt i fjorden. For å vurdere eventuelle tiltak for å bedre vannkvaliteten i området, anbefales det derfor at resultater fra alle tre programmer blir vurdert samlet. Resultater fra Miljødirektoratets overvåkningsprogram for Skagerrak er beskrevet i Fagerli m.fl. (2020), og resultater fra overvåkning av indre Oslofjord er beskrevet i Staalstrøm m.fl. (2020). Til sammen utgjør disse tre programmene en grundig miljøovervåkning av Oslofjorden. I tillegg er vannkvaliteten i vannforekomsten Hunnebunn som ligger på grensa mellom Fredrikstad og Sarpsborg kommune nylig beskrevet av Staalstrøm & Yakushev (2019).



Figur 1. Marine overvåkningsstasjoner i Oslofjorden som er undersøkt i 2019 og klassifisert etter Veileder 02:2018. Klassifisering av vannmassene er merket med sirkler og hardbunn med trekanteder. Stasjoner fra Økokyst Skagerrak (VT10, VT2, VT65, VT3, VT67, VT66 og VT68, samt HT3, HT4, HT5, HT177, HT178, HT179 og HT194) og Indre Oslofjord programmet (Ep1, Dk1 og Im2), samt en stasjon i Hunnebunn (Hu6), er inkludert for å få et mer helhetlig bilde.

1.2 Været i 2019

Gjennomsnittstemperaturen for 2019 var for hele landet 1,2°C over normalen. På Færder fyr var temperaturen 1,6°C over normalen¹. Til sammenligning var 2014 det varmeste året med en

¹ <https://www.met.no/nyhetsarkiv/vaeret-i-norge-i-2019>

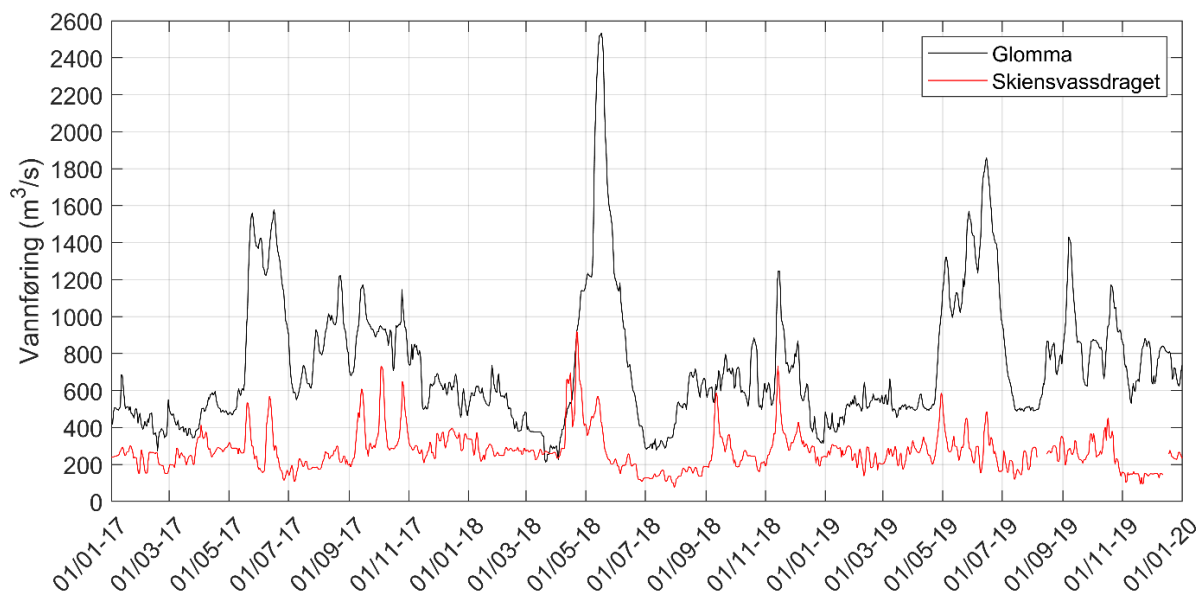
temperatur som i snitt var 2,2°C over normalen. 2018 var ikke det varmeste året når en ser hele året under ett, men perioden mai-august var ekstrem varm. Gjennomsnittstemperaturen på Østlandet var i mai-juni 2018 hele 4,3°C over normalen.

Nedbøren i 2019 var 115 % over normalen. Til sammenligning var 2011 det våteste året (130 %) og 1915 det tørreste (75 %). I 2018 var det ekstremt tørt i perioden mai-august, med kun 74 % av den normale nedbøren.

Meteorologisk institutt melder at lufttemperaturen på Østlandet har vært jevnt varmere enn normalen etter 1988, med tendens til fortsatt oppvarming. Hovedtendensen for nedbør de siste drøyt 100 år er at det har blitt våtere, spesielt de drøyt siste 20 årene².

Ved Havforskningsinstituttets forskningsstasjon i Flødevigen observeres temperaturen kontinuerlig på 1, 19 og 75 m dyp. Disse målingene har dokumentert temperaturen i vannmassene fra 1920-tallet og fram til i dag. Fra 1920 til 1970-tallet var temperaturen synkende, men har siden den gang blitt varmere. Både vinter- og sommertemperaturene i øvre vannlag i Flødevigen har fra 1990-tallet vært preget av noen av de høyeste verdiene siden målingene startet³. I det siste tiåret peker årene 2014 og 2018 seg ut som varme år, med sommertemperaturen i overflatevannet en grad høyere enn normalperioden (1981-2010). Til gjengjeld var vintrene 2010, 2011 og 2013 vesentlig kaldere enn normalt for de siste 30 årene med gjennomsnittstemperaturer som var mer vanlig i den historiske perioden fra 1930-tallet til 1980-tallet.

I Figur 2 vises vannføring i Glomma og Skiensvassdraget fra 2017 til 2019. I 2019 var det høy vannføring i Glomma i hele mai og juni. I Skiensvassdraget varierte vannføringen i 2019 mellom 95 m³/s (21. nov) og 586 m³/s (29. april). Vannføringen i Glomma midlet over året viser virkningen av den tørre sommeren 2018. Årsmiddelvannføringen var bare 674 m³/s, mens den var hhv. 733 m³/s og 783 m³/s i 2017 og 2019. I Skiensvassdraget var det mindre vannføring i 2019 enn i 2018, hhv. 252 m³/s og 279 m³/s.



Figur 2. Vannføring i Glomma og Skiensvassdraget fra 2017 til 2019.

² <https://www.met.no/vaer-og-klima/klima-siste-150-ar>

³ <https://www.hi.no/hi/temasider/hav-og-kyst/klimaet-i-havet/klimastatus/kysten>

2 Metodikk

2.1 Tilførsler av næringsalter til Ytre Oslofjord – norske kilder

Estimater av kildefordeling og tilførsler til ytre Oslofjord omfatter næringsalterne fosfor og nitrogen, men det er også tatt inn noe informasjon om organisk stoff for 2018. Kildefordelingen av tilførslene er et resultat av modellberegninger med NIVAs modell TEOTIL (Tjomsland m.fl. 2010), mens beregnede tilførsler med de store elvene bygger på det statlige Elveovervåkingsprogrammet.

TEOTIL-modellen benyttes hvert år i et prosjekt for Miljødirektoratet der man følger utviklingen i utslipp fra ulike kilder i ulike kystavsnitt (Selvik m.fl. 2007). Modellen brukes også som et verktøy for å estimere tilførsler av næringsalter fra områder som ikke favnes av overvåkingen av elver i det statlige elveovervåkingsprogrammet. Modellens grunnlagsdata gir grunnlag for å aggregere informasjon om kildefordelte tilførsler for de vassdrags-områdene som drenerer til Ytre Oslofjord.

De nasjonale rapporteringsrutinene for kildespesifikke data og etterfølgende bearbeiding gjør at resultater fra det enkelte år først foreligger sent på høsten året etter det år som rapporteres. Figurer og tekst nedenfor gjelder derfor året 2018. Modellen bruker kildespesifikke data fra følgende nasjonale databaser:

- «Befolkning» - avløp fra rensanlegg og spredt bebyggelse har sin opprinnelse i anleggseiernes årlige rapportering til Miljødirektoratet. SSB bearbeider og kvalitetssikrer data.
- «Industri» - industrianlegg med egne utslipp utenom offentlig nett. Basert på bedriftenes egenrapportering til Miljødirektoratet (norskeutslipp.no)
- «Jordbruk» – tapskoeffisienter for jordbruksarealer bygger på målinger av stofftap til vann i «JOVÅ-feltene». NIBIO oppdaterer koeffisientsettet årlig på basis av landbruksstatistikk og endringer i jordbrukspraksis.
- «Akvakultur» – kilden er av marginal betydning i Oslofjorden, men er basert på næringens innrapportering av driftsparametere gjennom «ALTINN» og NIVAs beregning av tap av nitrogen og fosfor til vann. Marin fisk, settefiskproduksjon og ørretproduksjon på innlandet inngår ikke i NIVAs beregning.
- «Natur /bakgrunn» – tapskoeffisienter for områder uten særlig menneskelig påvirkning basert på NIVAs målinger i sjøer og bekker i Norge gjennom mange år.

I modellen blir de kildespesifikke data tilordnet små nedbørfelt («regime-enheter») som deretter akkumuleres nedover i vassdragene for til slutt å inneholde det som tilføres sjøen. I modellen beregnes en tilbakeholdelse i innsjøer på veien fra fjell til fjord (retensjon).

For den naturlige avrenning gjøres en årlig justering ut ifra vannføring. For de andre parametere legges ikke inn noen variasjon i forhold til klimavariabel. Modellen gir en god fordeling mellom ulike kilder som bidrar til tilførslene det enkelte år, men størrelsen på de virkelige tilførslene i det enkelte år er også styrt av klimatiske faktorer som ikke inngår i modellen.

Den nasjonale overvåkingen av de store elvene (Elveovervåkingsprogrammet) måler de mengder av næringsalter og organisk stoff, utvalgte metaller /organiske miljøgifter) som transporteres til marine områder med vassdragene. Denne overvåkingen er i hovedsak basert på månedlige vannprøver fra elvene. Hvis man ønsker å benytte målte verdier som grunnlag for beregning av tilførsler av

næringssalter, må beregningene suppleres med estimater (modellerte data) for de områder som ikke dekkes av overvåkingen.

2.2 Vannmasser

Det ble foretatt undersøkelser ved 17 vannmassestasjonene i 2019 (Tabell 1). Plasseringen av disse er vist i Figur 1.

Tabell 1. Vannmassestasjoner som er blitt overvåket i Ytre Oslofjord programmet i 2019. Stasjonene har vært besøkt syv ganger i løpet av året (januar, februar, juni, juli, august, september og november). Stasjon Ø-1, I-1 og S-9 har i tillegg blitt undersøkt i mars, mai og oktober.

Torbjørnskjær (VT3 / OF-1)	Midtre Drammensfjorden (D-2)	Kippenes (MO-2)
Krogstadfjorden (KF-1)	Indre Drammensfjorden (D-3)	Leira (Ø-1)
Frierfjorden (BC-1)	Larviksfjorden (LA-1)	Ramsø (I-1)
Sandefjordsfjorden (SF-1)	Kjellvik, Iddefjorden (ID-2)	Ringdalsfjorden (RA-5)
Bolærne (BO-1)	Skjebergkilen (SKJ-1)	Haslau (S-9)
Vestfjorden (TØ-1)	Sponvika (SP-1)	

Ved Hvaler er det inkludert tre ekstra prøvetakinger, finansiert av Borregaard, på tre stasjoner: Ø-1, I-1 og S-9. I tillegg er stasjon SKJ-1 Skjebergkilen inkludert i programmet og finansiert av Vannområde Glomma Sør. Stasjon SP-1 Sponvika er inkludert i programmet og finansiert av Fylkesmannen i Østfold.

Alle innsamlinger er utført med Universitet i Oslos forskningsfartøy Trygve Braarud. Ved alle stasjoner ble næringssalter (nitrat, nitritt, fosfat og silikat) samlet inn fra 2, 5 og 10 m dyp. Total-nitrogen og -fosfor ble kun tatt fra 2 m dyp. Klorofyll- α og kvantitative prøver for planteplankton ble samlet på 2 m dyp i perioden juni-september. Saltholdighet, temperatur og oksygen ble målt i vertikale profiler fra overflaten til dypeste dyp. Løst organisk karbon (DOC) ble samlet inn fra 2 m dyp på alle stasjoner med unntak av Krogstadfjorden (KF-1), Vestfjorden (TØ-1), Sponvika (SP-1) og Skjebergkilen (SKJ-1).

Tidligere har to stasjoner i Grenlandsfjordene (VT67 Langesundsfjorden og VT66 Håøyfjorden) og fire stasjoner i sentrale deler av ytre Oslofjord (VT3 Torbjørnskjær, VT65 Missingene, VT2 Bastø og VT10 Breiangen) vært med i overvåkningsprogrammet for Ytre Oslofjord, men da med andre stasjonskoder. Disse stasjonene er nå med i Miljødirektoratets overvåkningsprogram for Skagerrak. Dette programmet har også inkludert en stasjon i Jomfrulandsrenna (VT68). Utvalgte data fra ØKOKYST Skagerrak er inkludert i denne rapporten, for en fullstendig gjennomgang av disse resultatene henvises det til Fagerli m.fl. (2020). Næringssalter fra 50-440 m på stasjon VT-3, som tidligere ble omtalt med koden OF-1, er fortsatt en del av overvåkingen av Ytre Oslofjord.

Følgende parametere har inngått i prøvetakingsprogrammet i 2019:

Fysiske:	Saltholdighet, temperatur, siktdyp
Kjemiske:	Nitrat + nitritt, fosfat, silikat, totalt nitrogen, total fosfor, oksygen og DOC
Biologiske:	Klorofyll- α , kvalitative og kvantitative analyser av planteplankton

Mer inngående område- og metodebeskrivelser er gitt i fagrapporten for vannmasser og tilførsler, Engesmo m.fl. (2020).

2.3 Planteplankton

Planteplankton er analysert ved NIVAs planktonlaboratorium i Oslo. Artene har blitt identifisert i lysmikroskop (Thronsdén et al. 2003) og kvantifisert i henhold til Utermöhl's metode (Utermöhl 1958), som beskrevet i NS-EN 15972:2011. Biovolum for hver art ble beregnet i henhold til HELCOM 2006 (Olenina et al. 2006) og omregnet til karbonverdier i henhold til Menden-Deuer & Lessards metode (Menden-Deuer & Lessards 2000). Det gir en beregnet algekarbonbiomasse for hvert takson som identifiseres. Som taksonomisk referanse ble www.algaebase.org brukt. Det ble gjennomført kvantitative (telleprøver) og kvalitative (håvtrekk) undersøkelser av planteplanktonsamfunnet ved ni stasjoner i 2019: Drammensfjorden (D-2), Bolærne (BO-1), Vestfjorden (TØ-1), Sandefjordsfjorden (SF-1), Larviksfjorden (LA-1), Frierfjorden (BC-1), Haslau (S-9), Ringdalsfjorden (R-5) og Kippenes (MO-2). Det samles inn planteplankton- og klorofyll-*a* prøver fire ganger per år (juni, juli, august og september). Resultatene av disse prøvene er også oppsummert i Engesmo m.fl. (2020).

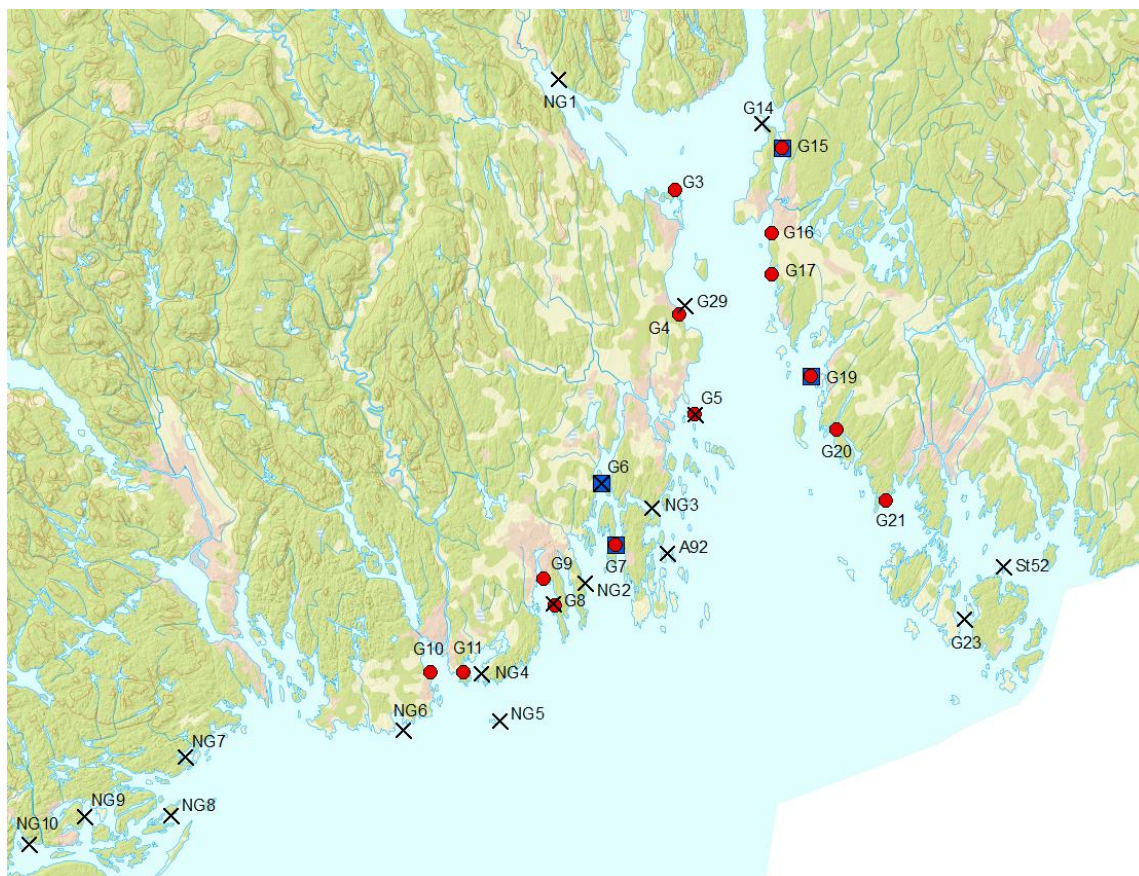
2.4 Hardbunn

I 2019 ble det foretatt registreringer makroalger og dyr i fjæresonen, og av nedre voksegrense for utvalgte makroalger (Figur 3, Tabell 2).

Det ble foretatt registreringer av nedre voksegrense for utvalgte makroalger på 18 stasjoner (Figur 3, Tabell 2). 10 av stasjonene (NG1-10) ble undersøkt på oppdrag fra fylkesmannen i Vestfold og Telemark, og 2019 er første gangen disse stasjonene er blitt undersøkt. Seks av nedre voksegrense-stasjonene (G5, G6, G8, G14, G23, A92) er tidligere blitt undersøkt i 2017, 2016, 2010 og 2007. Stasjon G29 er tidligere blitt undersøkt i 2016 og 2017. Stasjon 52 er tidligere blitt undersøkt i 2010 og 2016. Metodikken brukes under Vanddirektivet og medfører dykking.

Det ble utført to typer undersøkelser av alger og dyr i fjæresonen. Med fjæresonen menes her littoralsonen og øverst i sublittoralsonen (sonen under lavvannsmarket). På fire stasjoner ble det gjort rammeundersøkelser, mens fjæresoneundersøkelser ble gjort på 14 stasjoner (Figur 3, Tabell 2). Fjærestasjonene ble tidligere blitt undersøkt i 2017, 2016, 2014, 2010, 2009 og 2007 (ikke alle stasjonene ble undersøkt hvert år). Tidligere er det kun utført rammeundersøkelser i fjæresonen, men i det nye programmet er det foreslått å undersøke en del av stasjonene med fjæresoneundersøkelser i stedet. Fjæresoneundersøkelsene er foretatt etter prosedyrene gitt i Veileder 02:2018 (Veileder 02:2018).

Stasjons- og metodebeskrivelser er gitt i fagrapporten (Moy 2020) og NIVA notat 0668/19 til fylkesmannen i Vestfold og Telemark.



Figur 3. Kartet viser hardbunnstasjonene som ble undersøkt i 2019. Stasjoner for rammeundersøkelser er merket med blå kvadrater, fjæresone med røde sirkler og nedre voksegrense med sorte kryss.

Tabell 2. Stasjonsnummer og -navn, og det vannområde de ligger i, for hardbunnstasjoner undersøkt i 2019. Stasjoner merket med * er undersøkt på oppdrag fra fylkesmannen i Vestfold og Telemark

Stasjonsnr.	Stasjonsnavn	Vannområde	Dato	Undersøkelse
G3	Østøya	Hårfagrebaen - Hortenskrakken	24.7.19	Fjæresone
G4	Teisberget	Breiangen - øst	23.7.19	Fjæresone
G5	Torgersøy	Ytre Oslofjord - vest	4.7.19	Fjæresone Nedre voksegrense
G6	Ravnøy	Vestfjorden - søndre	3.7.19	Ramme Nedre voksegrense
G7	Hui	Tønsbergfjorden - ytre	23.7.19	Ramme Fjæresone
G8	Hellesøy	Sandefjordsfjorden - ytre	3.7.19	Fjæresone Nedre voksegrense
G9	Åsnes	Sandefjordsfjorden - ytre	23.7.19	Fjæresone
G10	Lillevikodden	Larviksfjorden	22.7.19	Fjæresone
G11	Malmø Nord	Viksfjorden	22.7.19	Fjæresone
G14	Bevøya S	Breiangen - øst	2.7.19	Nedre voksegrense
G15	Kippenes	Mossesundet - ytre	24.7.19	Ramme Fjæresone
G16	Kallum	Midtre Oslofjord - øst	24.7.19	Fjæresone
G17	Fuglevik syd/Rumpa	Midtre Oslofjord - øst	24.7.19	Fjæresone
G19	Rødskjær	Ytre Oslofjord - øst	16.8.19	Ramme Fjæresone
G20	Risholmen	Risholmsundet (v. Hankø)	25.7.19	Fjæresone
G21	Hue	Lera	25.7.19	Fjæresone
G23	Kråka	Løperen	1.7.19	Nedre voksegrense
G29	Småskjær	Midtre Oslofjord - vest	2.7.19	Nedre voksegrense
A92	Kongsholmen	Årøysund - Hvasser	4.7.19	Nedre voksegrense
St. 52	V. Damholmen	Ramsøflaket - Østerelva	1.7.19	Nedre voksegrense
NG1*	Sandebukta	Sandebukta	18.10.19	Nedre voksegrense
NG2*	Stiger syd	Tønsbergfjorden-ytre	17.10.19	Nedre voksegrense
NG3*	Vrengen, Hønsetangen	Vrengen	17.10.19	Nedre voksegrense
NG4*	Langøyholmen	Viksfjorden	18.10.19	Nedre voksegrense
NG5*	Oskjær	Svenner - Rauer	14.10.19	Nedre voksegrense
NG6*	Hvittingen	Svenner - Rauer	14.10.19	Nedre voksegrense
NG7*	Trosbyfjorden, Håvøya	Trosbyfjorden	16.10.19	Nedre voksegrense
NG8*	Arøy	Jomfrulandsrenna	16.10.19	Nedre voksegrense
NG9*	Bærøyfjorden	Bærøyfjorden - Skarholmane	15.10.19	Nedre voksegrense
NG10*	Kilsfjorden, Sauholmen	Kilsfjorden	15.10.19	Nedre voksegrense

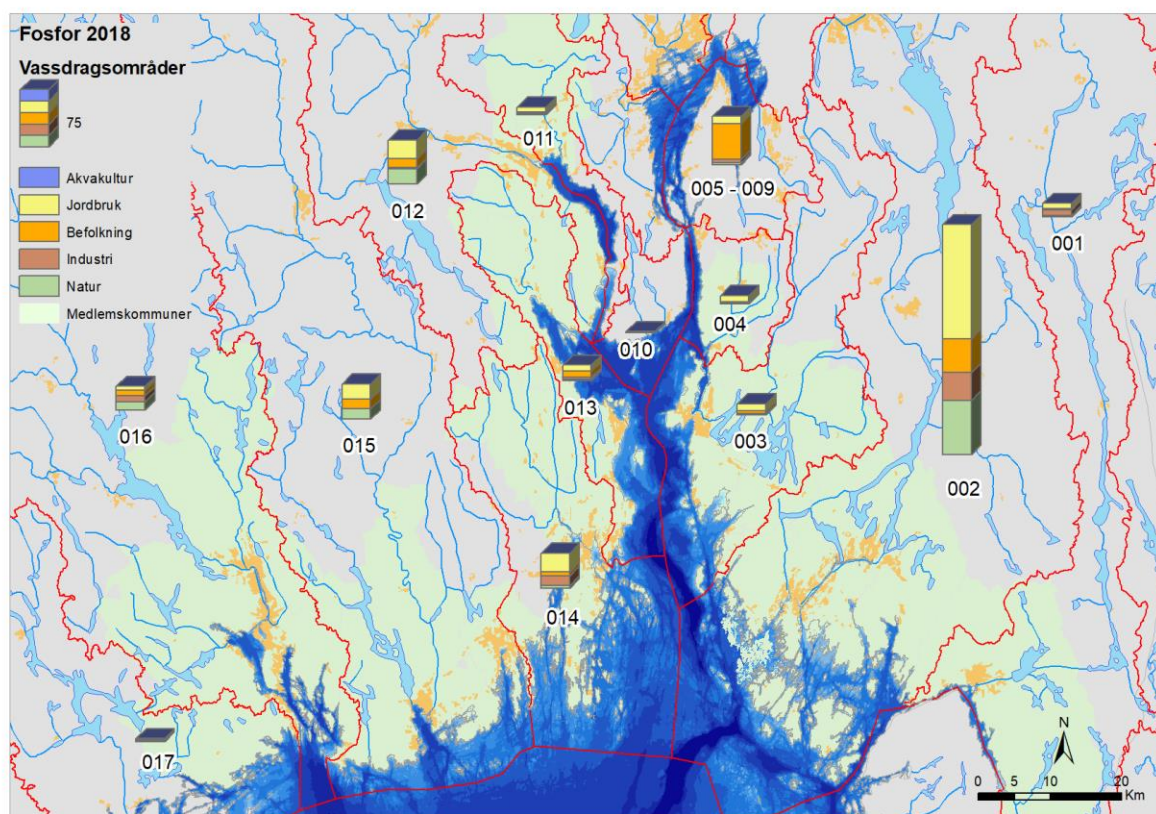
3 Tilførsler i 2018

3.1 Beregnede kildefordelte tilførsler

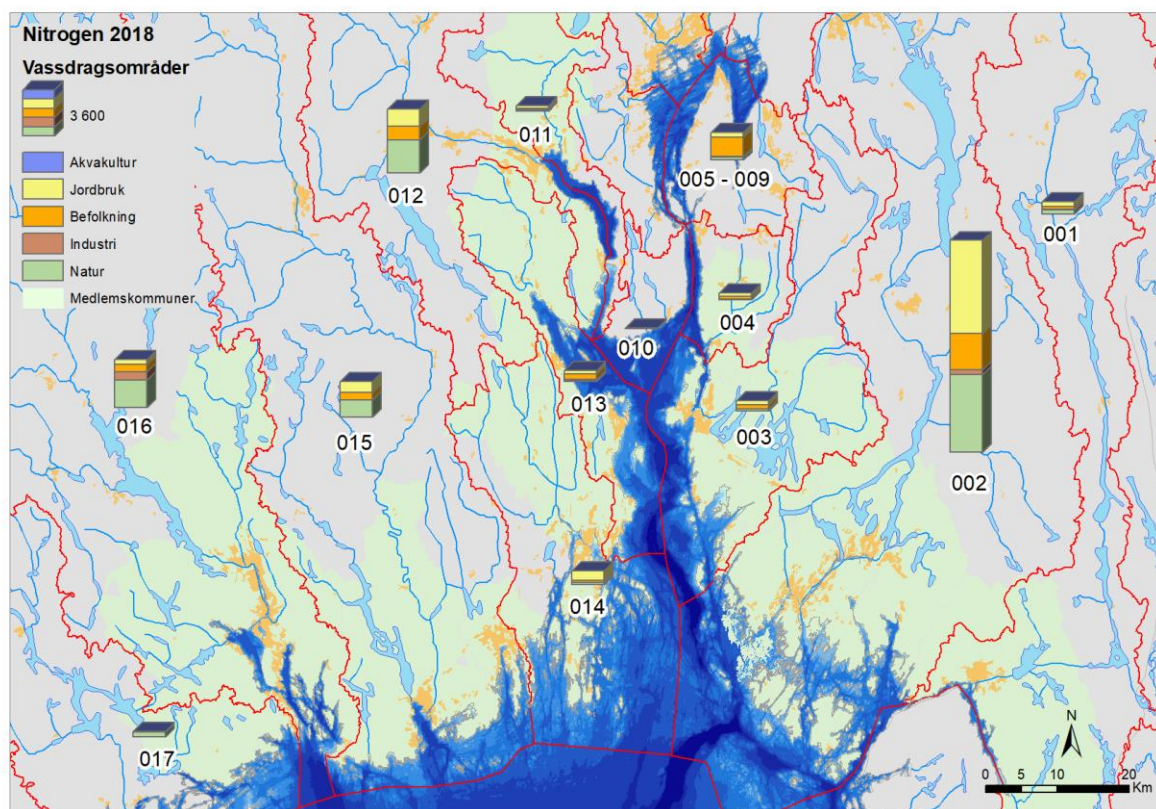
På grunn av rutiner knyttet til rapportering fra kildene og bearbeiding av data, er det kun data fra 2018 som er tilgjengelig for denne rapporten.

Data fra kilderegistrene som er bearbeidet ved hjelp av TEOTIL modellen, viste ingen dramatiske endringer i 2018 (Selvik og Sample, 2019). Utviklingen over flere år ble presentert i fagrapporten fra prosjektet (Gundersen m.fl. 2019). Jordbruk er største enkeltkilde for tilførsler av både menneskeskapt fosfor og nitrogen. Tilførsler fra befolkning (avløpsrensaneanlegg) og naturlig avrenning er omtrent like store. Industriutslipp av fosfor har gått vesentlig ned de senere år. Nitrogenutslipp fra befolkning synes å ha hatt en liten økning de senere år.

De kildefordelte tilførslene til Indre Oslofjord og Ytre Oslofjord er vist på kart for hvert vassdragsområde i Figur 4 og 5.



Figur 4. Fordeling av beregnede kildefordelte tilførsler av fosfor (2018) fra ulike kilder fordelt på de ulike vassdragsområdene som drenerer til Ytre Oslofjord. Tilførsler til Indre Oslofjord er også vist (område 005-009), men tallet er ikke direkte relevant for hvor mye som transporteres ut til Ytre Oslofjord. Tilførsler med havstrømmer inngår ikke i denne figuren.



Figur 5. Fordeling av tilførsler av nitrogen (2018) fra ulike kilder fordelt på de ulike vassdragsområdene som drenerer til Ytre Oslofjord (angitt med nummer på kartet). Tilførsler til Indre Oslofjord er også vist (område 005-009), men tallet er ikke direkte relevant for hvor mye som transporteres ut til Ytre Oslofjord. Tilførsler med havstrømmer inngår ikke i denne figuren.

Glomma drenerer store landbruksområder på Østlandet og jordbruket er største enkeltkilde i dette vassdragsområdet. Glomma er det største vassdragsområdet og er det vassdragsområdet som bidrar mest til tilførslene til Ytre Oslofjord.

Tilførslene til Indre Oslofjord summerer tilførsler fra flere vassdragsområder og er dominert av avløp fra befolkning på grunn av de store befolkningskonsentrasjonene i Oslo og andre befolkningsrike områder rundt fjorden. Tilførslene til Indre Oslofjord er ikke direkte relevant for hvor mye næringsalter som transporteres ut til Ytre Oslofjord, siden dette vil avhenge av interne prosesser i Indre Oslofjord.

Tilførsel fra området utenfor Ytre Oslofjord, fra Skagerrak, er ikke inkludert i denne vurderingen.

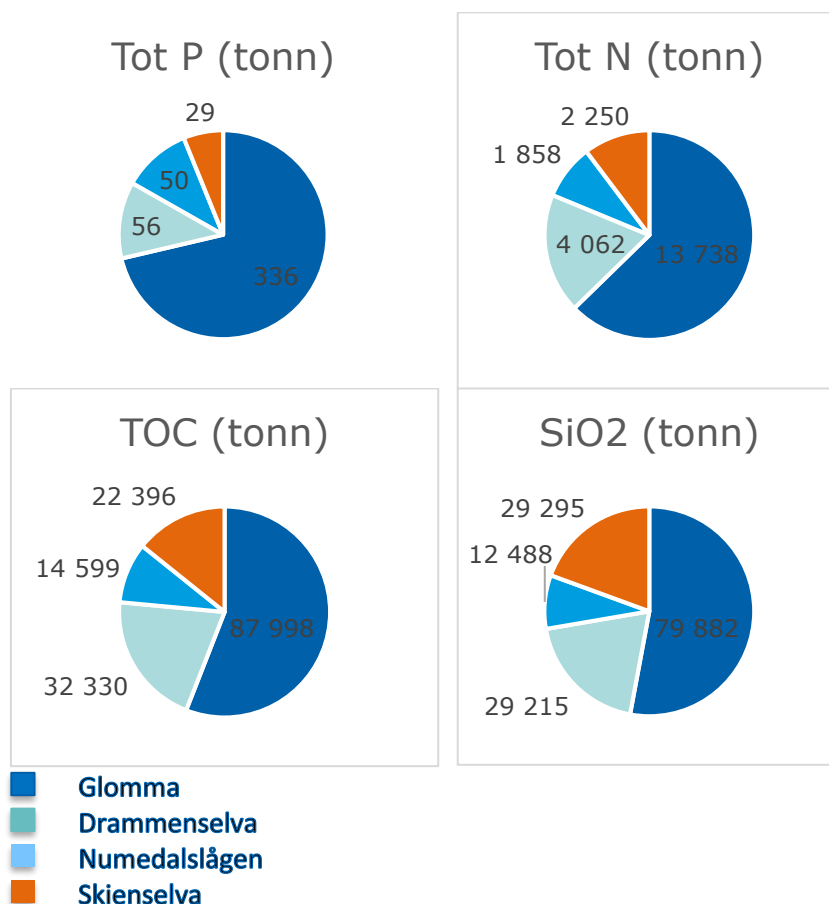
3.2 Målte tilførsler via elver

Fra 2017 ble det gjort endringer i det statlige overvåkingsprogrammet for elver og programmet har nå fått navnet «Miljødirektoratets elveovervåkingsprogram» (Kaste m.fl. 2018). De fire store elvene som munner ut i Ytre Oslofjord inngår blant de norske hovedelvene i elveovervåkingsprogrammet. I disse elvene gjennomføres månedlige (eller flere) analyser av konsentrasjonene av ulike vannkjemiske komponenter gjennom året. Trendene i elvetilførslene (Tabell 3) oppdateres årlig etter hvert som nye data kommer til.

I 2018 var det lite nedbør og høy lufttemperatur mye av sommeren (sjette varmeste i Norge siden målingene startet i 1900). Årlig vanntilførsel i 2018 ble derved noe lavere enn gjennomsnittet for de siste fem år. Langtidstrendene viser derimot generelt en økende vanntilførsel fra de overvåkede elvene rundt Ytre Oslofjord (data fra Glomma, Drammenselva og Skienselva etter 1990 sammenlignet med langtidsnormalen 1961-1990).

Nitrogen og fosfor er de klassiske næringssaltene som inngår i eutrofieringsprosesser, men silikater og organisk stoff (karbon) er også komponenter som av viktighet for marine økosystemer (McGovern m.fl., 2019). Det er en generell tendens til at ferskvann i Skandinavia har blitt brunere på grunn av en generell økning i organisk karbon i overflatevann gjennom de siste 25-30 år. Dette er forårsaket av redusert sur nedbør og varmere klima (Monteith m.fl. 2007; de With m.fl. 2016). Økt avrenning av ferskvann gir også økte tilførsler av organisk stoff og silikater til Ytre Oslofjord. TOC er et mål for organisk stoff og kommer i vesentlighet fra nedbrutt terrestrisk materiale.

Elveovervåkingsprogrammet måler både TOC, DOC og partikulært karbon (POC). Løst organisk karbon (DOC) utgjør mesteparten av den totale karbontilførselen (TOC). Konsentrasjonene i overflatevann blir gjerne høyest i skogdominerte nedbørfelt. Økende vanntilførsel bærer også med seg økende mengder av suspendert partikulært materiale (SPM) og silisiumdioksid pga. erosjon og utvasking.



Figur 6. Fordeling av tilførselskomponenter Tot P, Tot N, TOC og SiO₂ mellom de fire hovedelvene rundt Ytre Oslofjord.

Vannføring og års tilførsel av næringsalter og karbon fra de 4 store vassdragene rundt Ytre Oslofjord i 2018 ble omtalt i fagrapporten (Gundersen m.fl. 2019). Den mengdemessige fordelingen mellom elvene for disse 4 komponentene viser hvordan Glomma dominerer dette bildet i egenskap av største vassdrag (Figur 6). Disse fire største vassdragene representerer nær 90% av ferskvannstilførselene til Ytre Oslofjord inkl. Indre Oslofjord. Både Glomma, Drammenselva og Skienselva viser en økende og statistisk signifikant tendens i vannføring (Tabell 3) sett over lang tid (1990-2018), men data fra Numedalslågen ikke viser signifikante endringer.

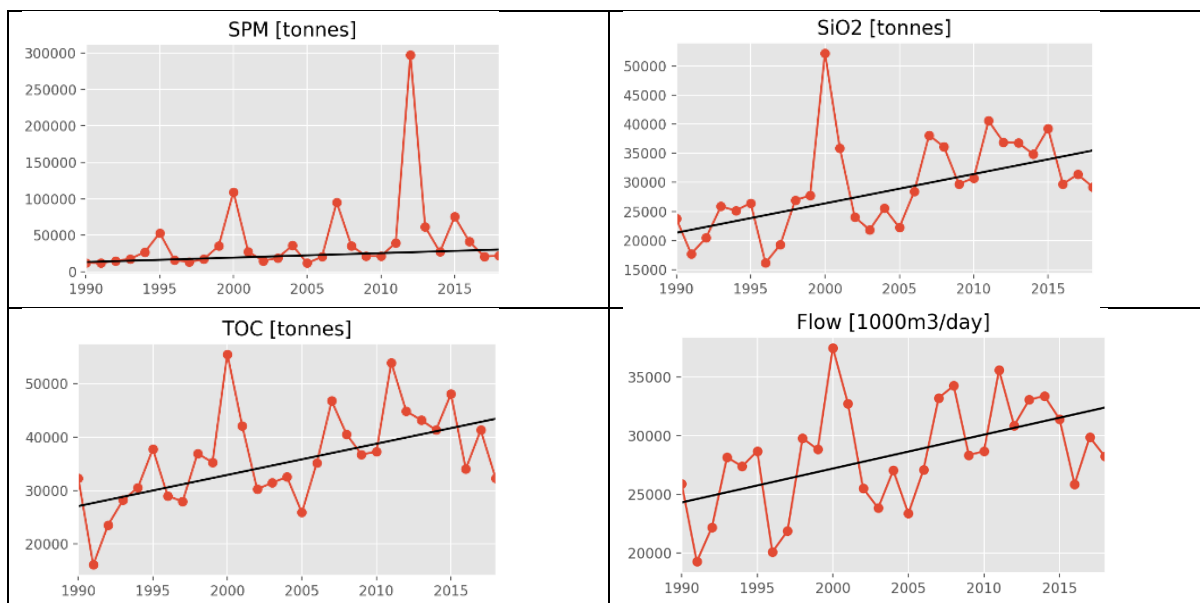
Tabell 3. Trender i tilførsler til elver som overvåkes gjennom Miljødirektoratets elveovervåkingsprogram («The Norwegian river monitoring programme» / «Elveovervåkingsprogrammet») (etter Gundersen m.fl. 2019). Tabellen viser p-verdier og farge indikerer grad av statistisk signifikans. Lave p-verdier indikerer stor grad av sannsynlighet for at endringer er reelle (signifikante). Tilførselskomponentene i tabellen er skrevet forkortet: Q (vannføring), SPM (Suspendert partikulært materiale), SiO₂ (silikat), TOC (Totalt organisk karbon), Tot-P (total fosfor), NH₄ (ammonium), NO₃ (nitrat).

Trender i tilførsler, 1990-2018									
River	Q	SPM	SiO ₂	TOC*	Tot-P	PO ₄	Tot-N	NH ₄	NO ₃
Glomma	0.049	0.536	0.063	0.159	0.722	0.041	0.023	0.000	0.149
Drammenselva	0.013	0.006	0.001	0.003	0.003	0.003	0.031	0.004	0.129
Numedalslågen	0.129	0.063	0.002	1.00*	0.014	0.007	0.004	0.053	0.223
Skienselva	0.049	0.985	0.003	0.538*	0.237	0.398	0.268	0.010	0.000
	Nedadgående, statistisk signifikant (p<0.05)								
	Oppadgående, statistisk signifikant (p<0.05)								

Trendanalyser er følsomme for høye og lave verdier på starten eller slutten av en tidsserie. Trendangivelser fra 2017 ble påvirket når 2018 data ble lagt til. SPM er ikke lenger statistisk signifikant økende for Glomma og Numedalslågen og det er ikke lenger noen nedgang i Skienselva. Økningen i Silisiumdioksid tilførsel fra Glomma er ikke lenger signifikant.

Tilførslene av fosfor og nitrogen viser generelt en signifikant økende tendens i perioden for Glomma, Drammenselva og Numedalslågen. Unntaket er Skienselva som ikke viser en økende trend for disse komponentene.

Drammenselva har hatt en økende tilførsel av totalt organisk stoff (TOC), silikater og suspendert materiale (Figur 7). Det er verdt å merke seg at økningen i tilførsel av organisk stoff er i størrelsesorden 50% for perioden 1990 - 2018. For andre elver forelå det få TOC-data før 1999, så den tidlige perioden er ikke med i analysene. Trendene er derved neppe påviselige siden mye av økningen trolig lå før år 2000 (Gundersen m.fl. 2019).



Figur 7. Tilførsler fra Drammenselva (Ref. Elveovervåkingsprogrammet; Gundersen m.fl. 2019).

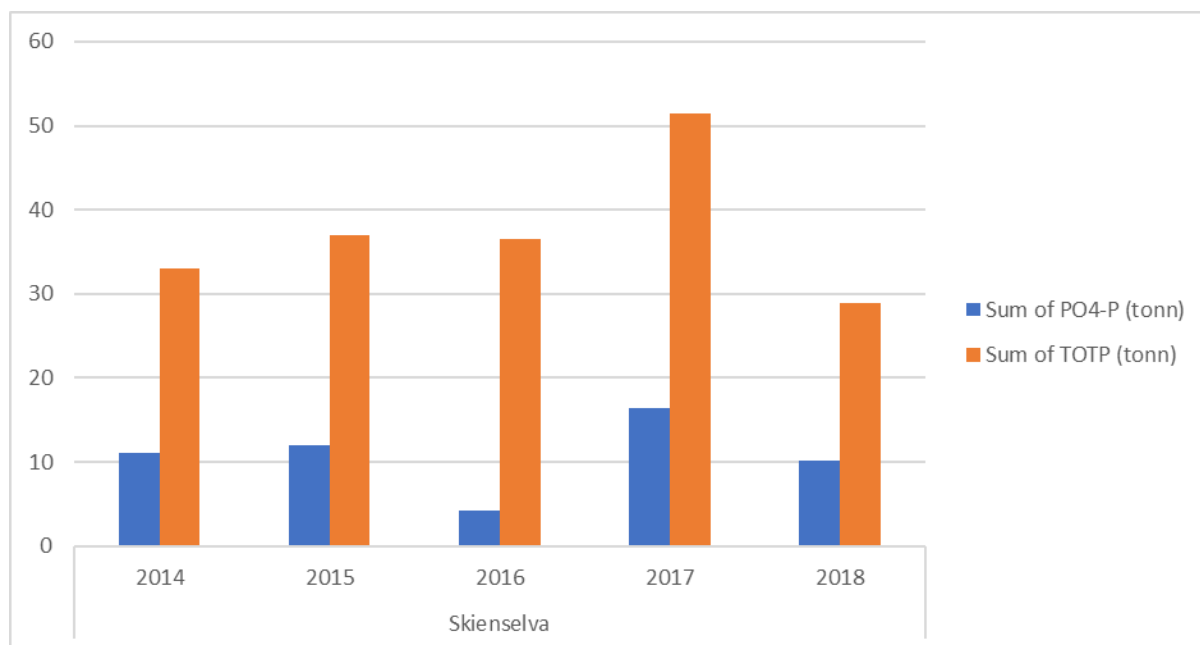
Fra NIVAs overvåking av Storelva i Agder er det vist at transport av løst organisk stoff målt som fDOM (Fluorescence Dissolved Organic Matter), ble nær tredoblet når regnet kom etter tørkeperioden sommeren 2018. Vanlige overvåkingsprogrammer med prøvetaking på faste tidspunkt kan fort overse slike episoder (Gundersen m.fl. 2019). Hvorvidt disse erfaringene er direkte overførbare til større vassdrag er ikke nærmere vurdert.

3.3 Mellomårlige forskjeller i tilførsler

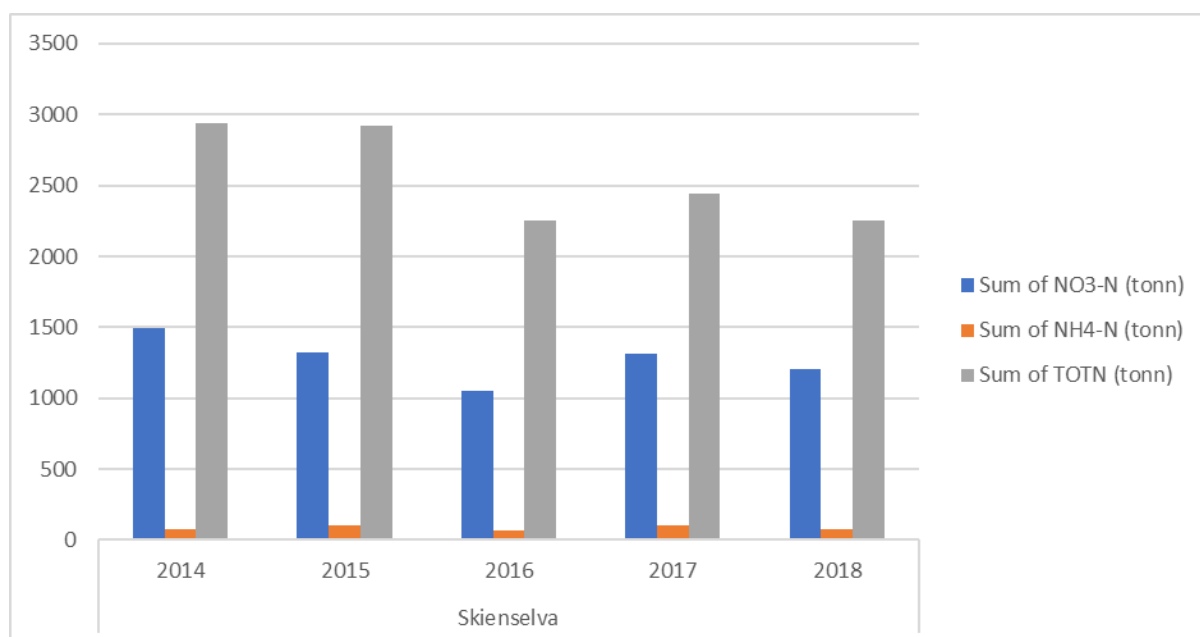
Til tross for de langsiktige trendene i tilførslene, er det store mellomårlige forskjeller for det enkelte vassdrag. Det vil også være forskjeller i hvor store tilførsler som kommer til ulike tider av året, noe som er av betydning for fjordområdene nedstrøms. Vannføringsdata samles inn kontinuerlig (NVE og regulanter), men frekvensen av de vannkjemiske analyser er mest egnet til å beregne årlige tilførsler.

Figur 8 og Figur 9 viser mellomårlig variasjoner i målte tilførsler av fosfor og nitrogenkomponenter til Skiensvassdraget for de siste 5 år. Forskjellene er betydelige, f.eks. > 100% forskjell i tilførsler av fosfat mellom to år. Dette kan generelt forklares med klimatiske forhold (forskjeller i avrenning). Skiensvassdraget drenerer store skog og fjellområder og avrenning fra disse områdene vil være av stor betydning for stofftransporten nedstrøms.

Rapporterte kildedata (avløp, industri og jordbruk) viser også en del mellomårlige forskjeller selv om man skulle forvente at disse var mer stabile. Dette kan reflektere usikkerhet i den årlige rapporteringen av restutslipp, men det er også forhold som vil medvirke til variasjon. Intensive nedbørsperioder kan gi overløp på avløpsnett og derved medvirke til variasjoner i tilførte mengder. Produksjonsmessige endringer kan gi endrede utslipp fra industrianlegg. Selv om variasjon i naturlig avrenning er av stor betydning for de observerte mellomårlige forskjeller, vil bildet være sammensatt av mange faktorer.



Figur 8. Målte tilførsler av hhv. fosfat og total fosfor fra Skienselva over en 5-års periode (2014-2018).



Figur 9. Målte tilførsler av hhv. nitrat, ammonium og totalt nitrogen fra Skienselva over en 5-års periode (2014-2018).

4 Løst organisk stoff i overflatelaget

Dissolved Organic Carbon – DOC ble for første gang inkludert i overvåkingsprogrammet i 2019. DOC ble overvåket ved 2 m dyp på stasjonene i Frierfjorden (BC-1), Larviksfjorden (LA-1), Sandefjordsfjorden (SF-1), Bolærne (BO-1), Drammensfjorden (D-3 og D-2), Kippenes, Mossesundet (MO-2), Hvaler (Ø-1, I-1, S-9), Ringdalsfjorden (R-5) og Iddefjorden (ID-2) i 2019.

Det måles også DOC på stasjonene Torbjørnskjær (VT3) og Hvidsten (VT4) i ØKOKYST Skagerrak (Fagerli m.fl. 2020). Generelt, så viser data fra VT3 og VT4 at DOC konsentrasjonene samvarierer med saltholdighet, med høye DOC verdier når saltholdigheten er lav. Det konkluderes med at en betydelig del av DOC i dette området sannsynligvis har opphav fra landbaserte kilder, som er brakt inn gjennom elvene. Dette samsvarer med en nylig studie, hvor ytre Oslofjord hadde høy DOC i overflatelaget gjennom hele året, knyttet til lokale elvetilførsler og blanding med vannmasser fra Østersjøen og sørlige Nordsjøen (Frigstad m.fl. 2020). Til sammenligning var det høyere sesongvariasjon knyttet til mer kortvarige tilførsler av organisk materiale i de vestlige og nordlige områdene som var inkludert i studien. Det er behov for mer kunnskap om hvor biotilgjengelig dette organiske materialet er (for både planteplankton og bakterier), og hvordan dette materialet påvirker lysforholdene og sedimentering i kystvannet.

Det måles også oppløst organisk stoff i overvåkningen av Indre Oslofjord (Staalstrøm m.fl. 2020). På stasjonene Elle (Im2), Steilene (Dk1) og Bunnefjorden (Ep1) (se Figur 1) måles det vertikale profiler av DOC seks ganger i året.

4.1 Fordeling mellom karbon, silikat, nitrogen og fosfor

Total mengde karbon (TC), nitrogen (TN) og fosfor (TP) kan deles inn i mengde med oppløst organisk stoff (DOC, DON og DOP), mengde oppløst uorganisk stoff (DIC, DIN og DIP) og partikulært stoff (PC, PN og PP). DIN består hovedsakelig av konsentrasjon av nitrat (NO_3), nitritt (NO_2), og ammonium (NH_4). DIP består hovedsakelig av konsentrasjon av fosfat (PO_4). Dette kan settes opp i tre ligninger:

$$\text{TC} = \text{DOC} + \text{DIC} + \text{PC} \quad (1)$$

$$\text{TN} = \text{DON} + \overbrace{\text{NO}_3 + \text{NO}_2 + \text{NH}_4}^{\text{DIN}} + \text{PN} \quad (2)$$

$$\text{TP} = \text{DOP} + \overbrace{\text{PO}_4}^{\text{DIP}} + \text{PP} \quad (3)$$

I overvåkingsprogrammet for Ytre Oslofjord måles alle leddene som er merket rødt i ligningene. Konsentrasjon av nitrat og nitritt måles samlet, og enkelte steder i rapporten har det for enkelhets skyld blitt brukt betegnelsen «nitrat», selv om det strengt tatt skulle stått «nitrat+nitritt». Alle parameterne merket rødt måles på 2 m dyp på alle stasjoner. I tillegg måles nitrat, nitritt og fosfat på 5 og 10 m.

Som de to nederste ligningene viser, så kan man ved å måle den partikulære fraksjonen sammen med oppløst uorganisk stoff, beregne mengde oppløst organisk nitrogen og fosfor. Dette er beskrevet i

Hansell & Carlson (2002, side 154). I overvåkningsprogrammet for Ytre Oslofjord måles ikke den partikulære fraksjonen og heller ikke ammonium, men i figurene i neste delkapittel så benyttes ligning (1) og (2) på følgende måte:

$$\text{DON} + \text{PN} + \text{NH}_4 = \text{TN} - (\text{NO}_3 + \text{NO}_2) \quad (4)$$

$$\text{DOP} + \text{PP} = \text{TP} - \text{PO}_4 \quad (5)$$

Hensikten er å undersøke om det er noen sammenheng mellom karbon, nitrogen og fosfor i det oppløste organiske stoffet.

Ved å studere forholdet mellom nitrogen og fosfor i data fra Barentshavet, Atlanterhavet, det Indiske hav og Stillehavet fant Redfield (1934) at dette lå rundt 16:1 målt i atomvekt. Mange har tatt dette videre og sett på forholdet mellom karbon, silikat, nitrogen og fosfor. Kiselalger trenger silikat for å danne sine skall, og Brzezinski (1985) foreslo forholdstall mellom de viktigste atomvektene i disse algene

$$\text{C} : \text{Si} : \text{N} : \text{P} = 106 : 15 : 16 : 1 \quad (6)$$

Ved å ta atomvektene for hvert atom (g/mol) fra det periodiske systemet kan dette regnes om til forholdstall for masse

$$\text{g C} : \text{g Si} : \text{g N} : \text{g P} = 41,1 : 13,6 : 7,2 : 1 \quad (7)$$

Det kan være av interesse å se på hvordan dette forholdstallet er for oppløst organisk stoff. Vi kan bruke ligning (4) og (5), men da er også partikler og ammonium med. Konsentrasjon av silikat måles i overvåkningsprogrammet. Forholdstallet (7) basert på måling av DOC, silikat, samt ligning (4) og (5), gir for data fra 2019 følgende resultat

$$\text{DOC} : \text{Si} : (\text{DON} + \text{PN} + \text{NH}_4) : (\text{DOP} + \text{PP}) = 405 : 57 : 32 : 1 \quad (8)$$

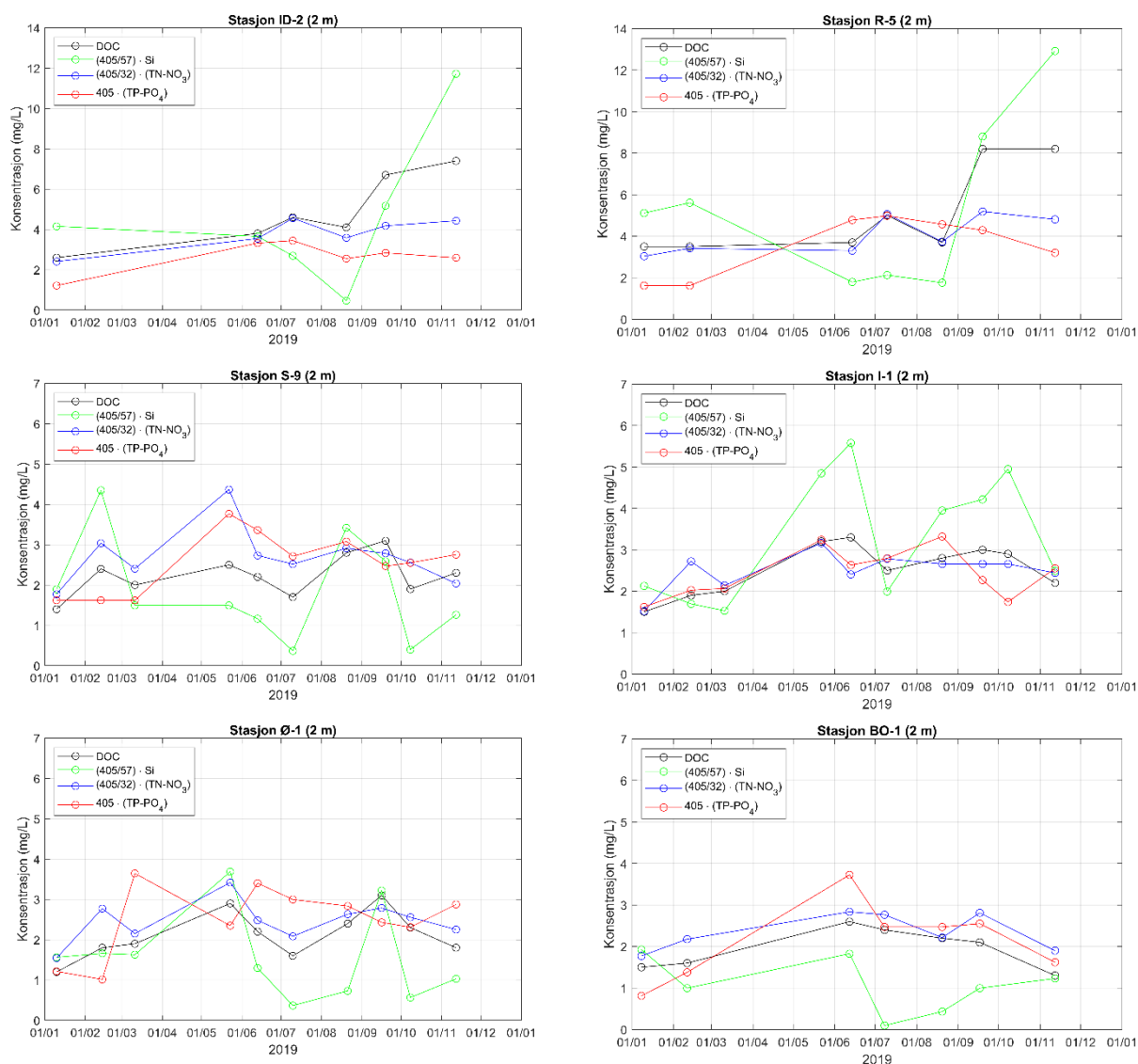
Dette kan tyde på at forholdet mellom oppløst organisk stoff og oppløst organisk fosfor er veldig høyt i ytre Oslofjord-området. Partikulært fosfor og oppløst organisk fosfor kan utgjøre omtrent like mye i mengde, se for eksempel figur 25-27 i Fagerli (m.fl. 2018). Om en i tillegg tar dette i betraktning, så vil forholdet mellom karbon og fosfor i oppløst organisk stoff være minst ti ganger større enn det Brzezinski (1985) fant i planteplankton, og mest sannsynlig enda større. Når det gjelder nitrogen så er ikke forholdstallet mellom karbon og nitrogen i oppløst organisk stoff så mye høyere enn det Brzezinski (1985) fant i planteplankton, men muligens 2-3 ganger høyere. Dette anslaget blir usikkert siden partikulært nitrogen og ammonium ikke måles.

4.2 Resultater fra sesongen 2019

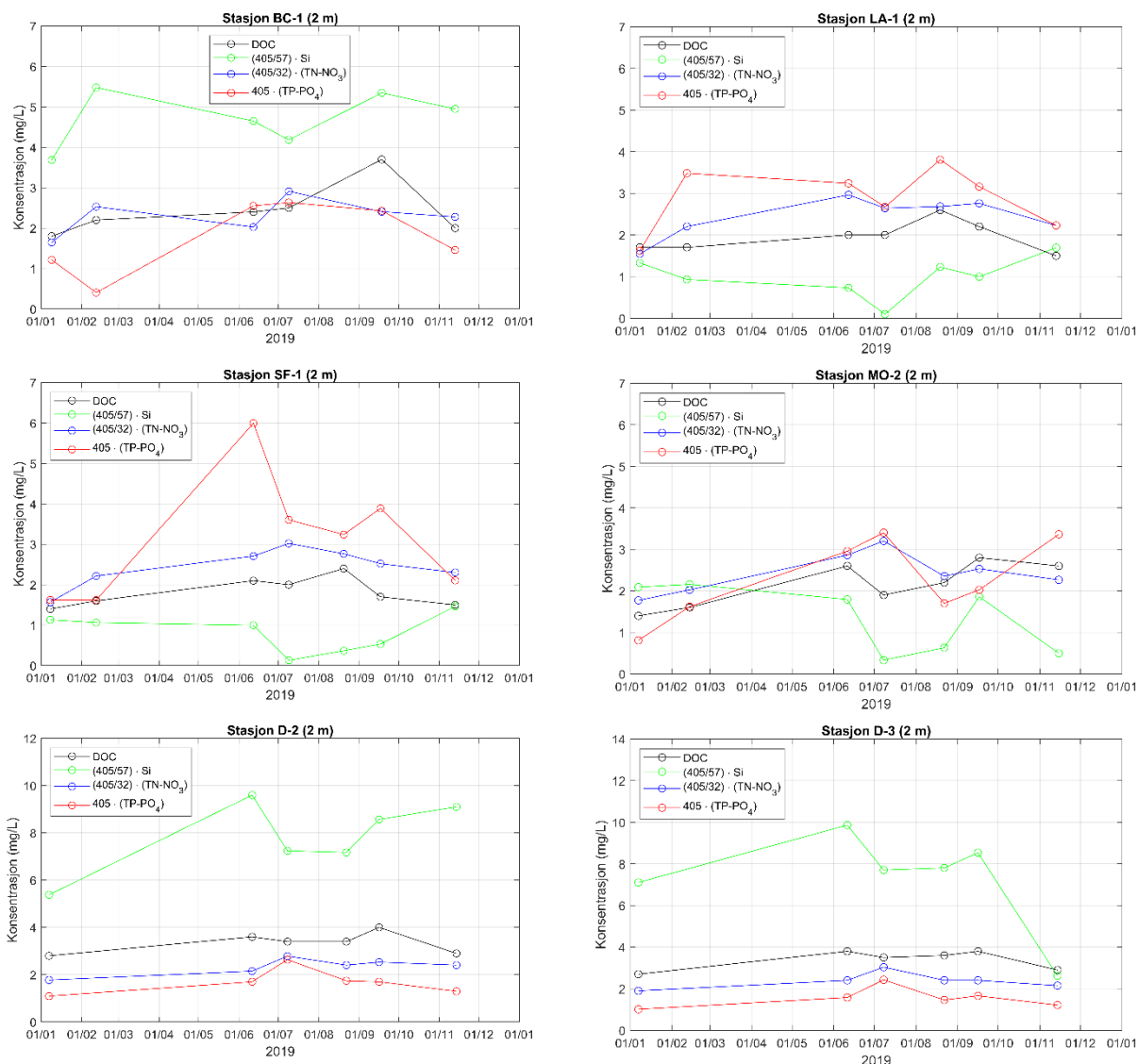
I Figur 10 og Figur 11 er målt DOC sammenlignet med silikat, og differansen mellom totalt nitrogen og fosfor og hhv. nitrat+nitritt og fosfat. Hver av fraksjonene er multiplisert med de gjennomsnittlige forholdstallene fra (8) for at tallverdiene skal bli sammenlignbare i samme graf.

På de aller mest ferskvannspåvirkede stasjonene, D-3 og D-2 i Drammensfjorden og BC-1 i Frierfjorden, er det høye verdier av silikat. I Drammensfjorden er det også forholdsvis mye DOC. I Iddefjorden og Ringdalsfjorden sees det samme mønsteret, men bare på slutten av året.

Det er stor variasjon mellom forholdstallene (8), fra stasjon til stasjon, og gjennom sesongen. Dette kan for en stor del forklares av varierende ferskvannstilførsel. 2019 var det første året det ble samlet inn DOC i dette overvåkingsprogrammet. Etter hvert som datagrunnlaget bygger seg opp, vil DOC bli brukt som en støtteparameter blant annet for å forklare lysforhold i kystområdene.



Figur 10. Konsentrasjon av DOC (svart graf), konsentrasjonen av silisium (grønn graf), differansen mellom Tot-N og nitrat+nitritt (blå graf) og differansen mellom Tot-P og fosfat (rød graf). Stasjonene fra Iddefjorden og ut i Hvaler vises her, samt Bolærne (BO-1) på andre siden av fjorden for Leira (Ø-1).



Figur 11. Konsentrasjon av DOC (svart graf), konsentrasjonen av silisium (grønn graf), differansen mellom Tot-N og nitrat+nitritt (blå graf) og differansen mellom Tot-P og fosfat (rød graf). Stasjonene fra Frierfjorden, Larviksfjorden, Sandefjordsfjorden, Mossesundet og Drammensfjorden vises.

4.3 Sammenheng mellom elvetilførsel og konsentrasjon i fjord

Saltholdigheten i overflatelaget i en fjord, S_1 , vil være resultatet av blanding med ferskvannet som kommer med elva og saltvannet i laget rett under overflatelaget, som har saltholdigheten S_2 . Målinger av saltholdighet (S_1 og S_2) vil derfor, sammen med måling av vannføring i elva, si noe om hvor mye blanding det er mellom overflatelaget og laget med saltere vann rett under. På samme måte vil konsentrasjon av oppløst organisk stoff i overflatelaget, DOC_1 , være et resultat av konsentrasjonen i elvevannet, DOC_{elv} , og i vannet i det underliggende laget, DOC_2 . Hvis det fins målinger fra elva og man antar en verdi i det underliggende vannet, kan det sette opp følgende ligning for å beregne hva konsentrasjonen i fjordens overflatelag er:

$$DOC_1 = (1 - S_1/S_2) \cdot DOC_{elv} + (S_1/S_2) \cdot DOC_2 \quad (9)$$

I Tabell 4 er de parameterne som inngår i ligning (9) beregnet for fire ferskvannspåvirkede fjorder, basert på måleprogrammet i ytre Oslofjord. Det er benyttet data fra juni-august 2019. I de to kolonnene helt til høyre er resultater fra ligning (9) sammenlignet med målinger av DOC i elvene fra elveovervåkningsprogrammet (Moe m.fl. 2018). Fra Tista er det målingen av DOC middelverdien fra perioden 2004-2014. Det fins ikke målinger av DOC_2 i det underliggende laget, og det er her antatt at den er 2 mg C/L.

Det er stor overensstemmelse mellom beregnet og målt DOC, og ligning (9) kan altså i stor grad forklare sammenhengene mellom DOC i elva og ute i fjorden. Dette er ikke uventet, siden det er kjent at det generelt er en samvariasjon mellom DOC og saltholdighet. Men det vil være forskjeller i sammenhengen fra område til område, avhengig av hvilken elv som er kilden til det oppløste organiske stoffet. Å kjenne til sammenhengen (9) er svært viktig for å forstå hvordan DOC varierer i overflatelaget, og hvordan dette kan påvirke lysforholdene langs kysten.

Tabell 4. Parametere for fire ferskvannspåvirkete fjorder. Enheten på oppløst organisk karbon er mg C/L. Data er fra perioden juni-august 2019, bortsett fra DOC i Tista som er middelverdien fra 2004-2014.

Område	Saltholdighet i 0-5 m (S_1)	Saltholdighet i 5-10 m (S_2)	Målt DOC_{elv}	Oppløst stoff i laget under (DOC_2)	Oppløst stoff i 2 m (DOC_1)	Beregnet DOC_1 fra lign. (9)
Skienselva og Frierfjorden	7,5	31,0	2,6	2,0	2,5	2,5
Drammenselva og fjorden	2,5	22,0	2,6	2,0	3,5	3,5
Glomma og Hvaler	18,5	31,8	3,8	2,0	2,9	2,8
Tista og Iddefjorden	10,6	26,1	8,3	2,0	4,2	5,7

4.4 Oppsummering

Vannmassene langs kysten inneholder oppløst organisk stoff som påvirker lysforholdene i vannsøylen. Det løste organiske karbonet (DOC) består av en dynamisk blanding av materiale som kommer fra land med elvene (allokton) og som er dannet marint (autokton), med høy variasjon både gjennom sesongene og regionalt (Hansell & Carlson, 2015). Over de siste tiårene har det vært en økning i tilførselen av terrestrisk organisk materiale til Nordsjøen og Skagerrak (Aksnes m.fl. 2009, Frigstad m.fl. 2013). Høye konsentrasjoner av DOC bidrar til økt lyssvekning i vannsøylen (mindre lys trenger ned til dypet), på grunn den kromoforiske (fargede) delen av DOC som omtales som cDOM (Stedmon m.fl. 2000). Høyere konsentrasjoner av DOC (og cDOM) kan dermed ha en negativ innvirkning på visuelle predatorer (eksempelvis fisk) og primærproduksjon (som er avhengig av lys), men vil også kunne gi økt produksjon av heterotrofe organismer, slik som bakterier (Thingstad m.fl. 2008).

Oslofjorden er tydelig ferskvannspreget, spesielt randområdene, og det kan derfor forventes at det er høyere tilførsel av terrestrisk organisk materiale enn i andre havområder med mindre avrenning fra land. Ligning (9) viser sammenhengen mellom saltholdighet og DOC, hvor det tas hensyn til konsentrasjon i elvetilførslene som kan variere betydelig fra elv til elv.

Området tilføres også organisk materiale med havstrømmene fra Østersjøen og fra Europa. Med tanke på den observerte trenden er det viktig å følge med på utviklingen av DOC over tid i de kommende årene.

5 Planteplankton

Planteplankton er encellede mikroskopiske organismer som følger vannmassene. De sammenlignes ofte med planter og de betegnes gjerne som havets planter. Men selv om planter og planteplankton i stor grad fyller samme rolle i sine respektive økosystemer, er de vidt forskjellige organismer. Planteplankton er encellede og formerer seg, i hovedsak, vegetativt. Dette skjer ved at en celle deler seg i to. Dette er en rask prosess, mange planteplanktonarter kan dele seg en gang i døgnet, noe som gir de potensiale for eksplosiv vekst. Veksten til planteplankton er styrt av en rekke faktorer. En av de viktigste faktorene er tilgang på nærings saltene nitrogen og fosfor, samt silikat for gruppen kiselalger. I tillegg vil fysiske forhold som temperatur, lys, sjiktning i vannmassen og annen biologisk aktivitet, primært beiting, kunne påvirke vekst, sammensetning og økning av biomasse. Deres enorme potensial for vekst betyr også at samfunnet er dynamisk og det kan endre seg raskt. En planteplanktonpopulasjon kan, under gode forhold, dobles per dag. Når populasjonen blir for stor, eller har utarmet nødvendige næringsstoffer, kollapser den og forsvinner like raskt som den dukket opp, gjerne for å bli erstattet av andre planteplanktonarter. Ved utformingen av et overvåkningsprogram er det viktig å legge til grunn biologien til organismene man undersøker, og det er minst like viktig når man evaluerer dataene overvåkningsprogrammet gir.

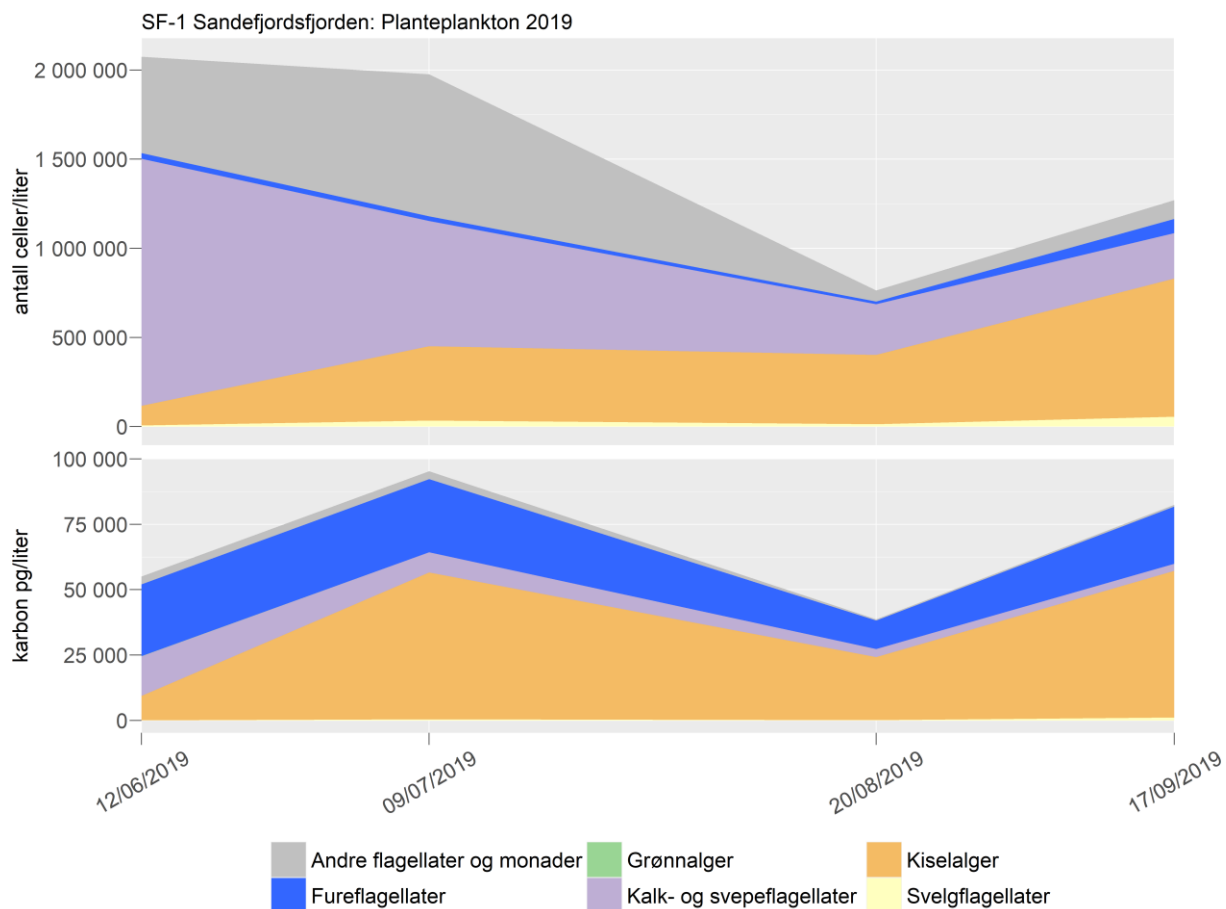
Det ble analysert planteplanktonprøver fra Drammensfjorden (D-2), Tønsberg (TØ-1), Bolærne (BO-1), Larviksfjorden (LA-1), Sandefjordsfjorden (SF-1), Frierfjorden (BC-1), Ringdalsfjorden (R-5) og Kippenes, Mossesundet (MO-2) i juni, juli, august og september 2019. Stasjon Haslau (S-9) i Hvaler hadde i tillegg til sommerprøvetakingen planteplanktonprøver i mars, mai og oktober, finansiert av Borregaard.

5.1 Planteplanktonsamfunnet i 2019

Ved evaluering av planktonsituasjonen er det vanlig å kommentere på hvorvidt prøvetakningsprogrammet har lyktes i å fange opp våroppblomstringen, samt hvorvidt mengde og sammensetning av taxa faller innenfor normal variasjon. I dette programmet er det ikke lagt opp til å fange opp våroppblomstringen og den lave frekvensen av prøver gjør det utfordrende å kommentere på normaltilstanden. Oppsummert kan man si at det ser ut til å være en normal sommersituasjon på stasjonene som ble undersøkt og generelt ble det ikke observert noe som anses å være utenom det vanlige i planteplanktonprøvene fra 2019.

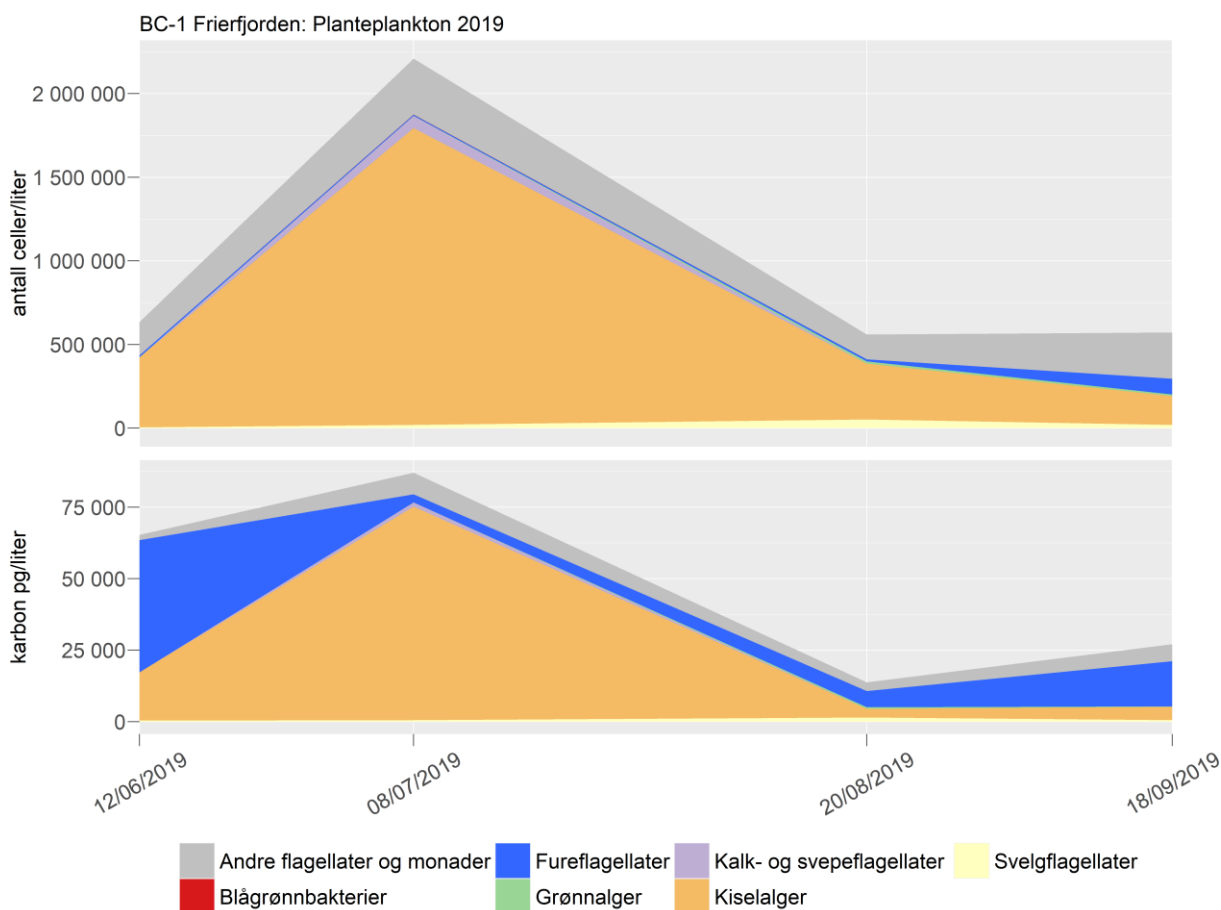
Det var betydelig ferskvannspåvirkning ved mange av stasjonene og dette var tydelig i planktonprøvene ved innslag av typiske ferskvannsgrupper som grønnalger (Figur 16 B), gullalger og blågrønnbakterier (Figur 16 A), samt kiselalgearter knyttet til ferskvann.

I juni var det en typisk sommersituasjon på de fleste stasjoner. På vestsiden av fjorden var det en liten oppblomstring av kalkflagellaten *Emiliania huxleyi* i juni og denne populasjonen vedvarer utover i juli. Det var mest i Sandefjordsfjorden (SF-1, Figur 12), men også en del i Vestfjorden (TØ-1), Bolærne (BO-1) og Larviksfjorden (LA-1). Det er også en liten økning i kiselalgekonsentrasjonen i juli, spesielt på BO-1. Det var lite planteplankton i august, før kiselalgekonsentrasjonene ser ut til å ta seg opp igjen i september og det er relativt høye klorofyllverdier.



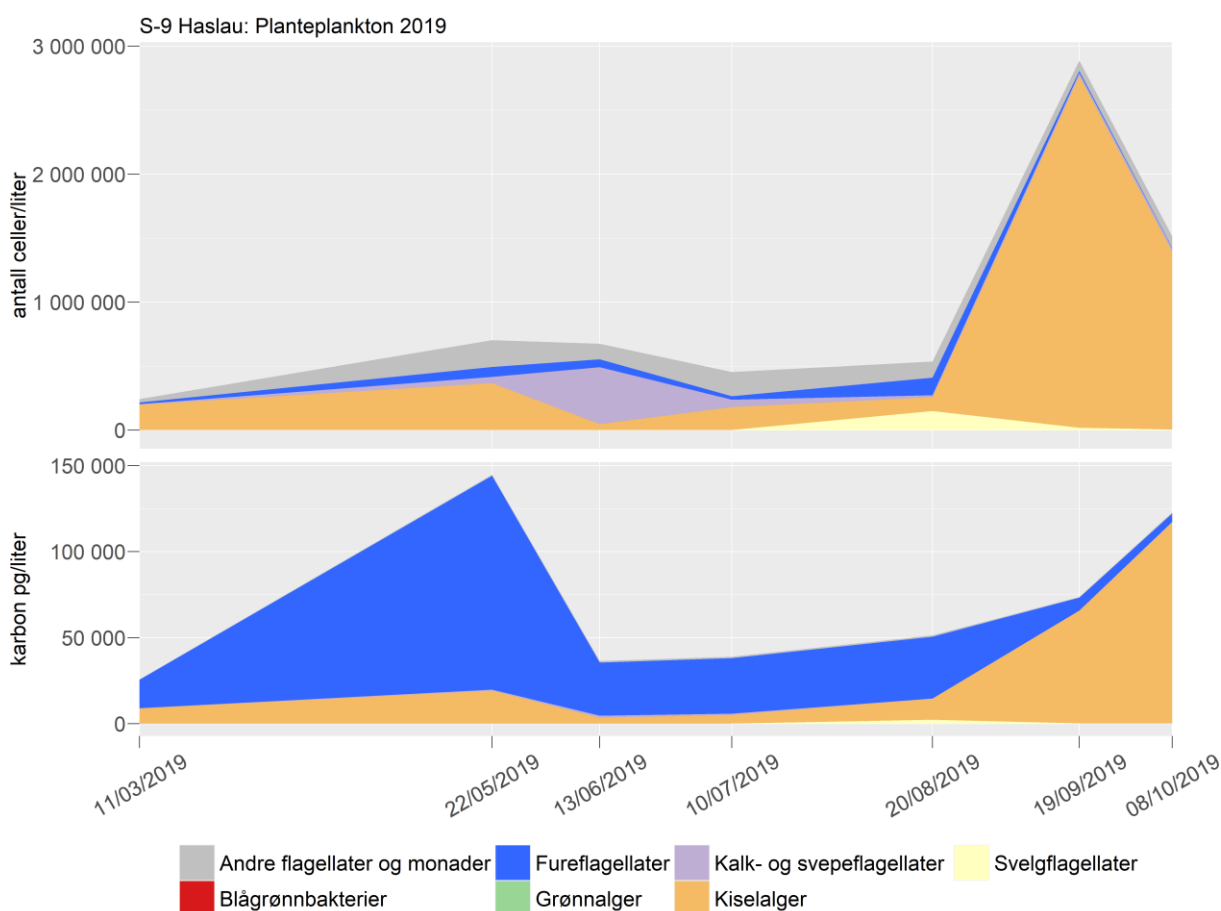
Figur 12. Planteplanktonsamfunnet i 2019 på stasjon SF-1 Sandefjordsfjorden, vist som antall celler per liter (øverst) og mengde karbon per liter (nederst). Diagrammet er delt inn i funksjonelle grupper: Kiselalger (oransje), fureflagellater (blå), kalk- og svepeflagellater (lilla), svelgflagellater (lys gul) og grønnalger (grønn). I tillegg sammenfatter gruppen andre flagellater og monader (grå) alle encellede organismer med flagell (flagellater) og uten flagell (monader) som enten ikke kunne identifiseres til klasse eller som tilhører en annen klasse enn de presentert med egen farge.

Frierfjorden (BC-1) er programmets vestlige ytterpunkt og befinner seg i et meget ferskvannspåvirket område. Det var lite planteplankton i juni, men relativt høye konsentrasjoner av *Tripes* ga et betydelig karbonbidrag. Resten av sommeren var det bare sporadiske observasjoner av *Tripes*, men varmtvannsarten *Tripes candeliabrum* (Figur 16 C) ble registrert i august. I juli var det en økning av kiselalgen *Diatoma tenuis*, en art hovedsakelig kjent fra ferskvann. Det var lite planteplankton i august og september (Figur 13).



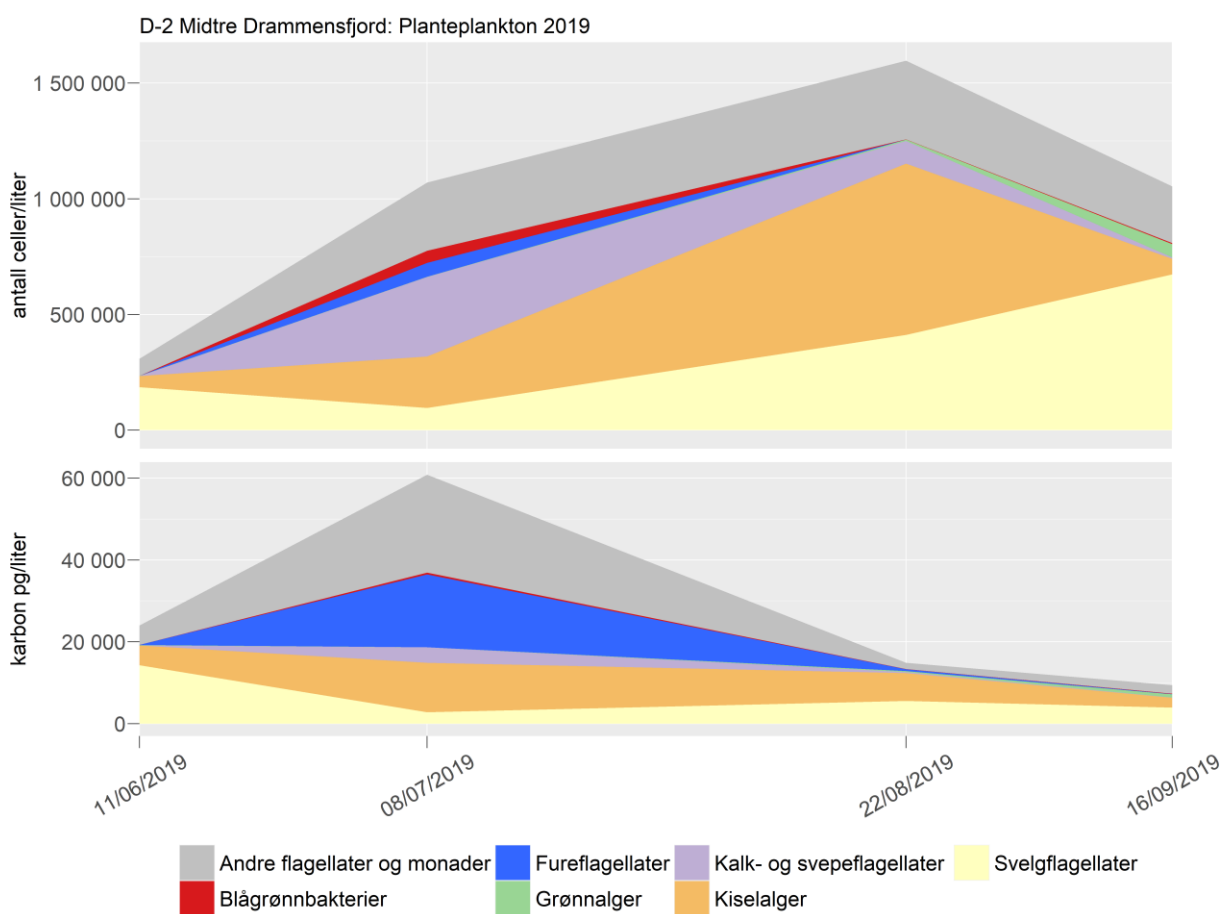
Figur 13. Planteplanktonsamfunnet i 2019 på stasjon BC-1 Frierfjorden, vist som antall celler per liter (øverst) og mengde karbon per liter (nederst). Diagrammet er delt inn i funksjonelle grupper: Kiselalger (oransje), fureflagellater (blå), kalk- og svepeflagellater (lilla), svelgflagellater (lys gul), blågrønnbakterier (rød) og grønnalger (grønn). I tillegg sammenfatter gruppen andre flagellater og monader (grå) alle encellede organismer med flagell (flagellater) og uten flagell (monader) som enten ikke kunne identifiseres til klasse eller som tilhører en annen klasse enn de presentert med egen farge.

Stasjon S-9 skiller seg ut ved at det er sju prøvetakninger i året, noe som gir et noe bedre grunnlag for å vurdere tilstanden til denne stasjonen (Figur 14). Man klarte ikke å treffe våroppblomstringen i verken mars eller mai. I mai ble det registrert relativt høye konsentrasjoner av den store fureflagellatslekten *Tripes*. Disse cellene er så store at hver enkelt gir et betydelig karbonbidrag og det var hovedsakelig *Tripes* som dominerte karbonmengden i vannet gjennom hele sommeren. Varmtvannsarten *Tripes candeliabrum* (Figur 16 C) ble registrert i Ringdalsfjorden (R-5) i august. I juni var det en liten populasjon av kalkflagellaten *Emiliania huxleyi* på S-9, men denne ble ikke registrert i Ringdalsfjorden. Det var en høstoppblomstring dominert av kiselalgen *Chaetoceros* spp. i september, og denne vedvarte med færre og større celler i oktober.

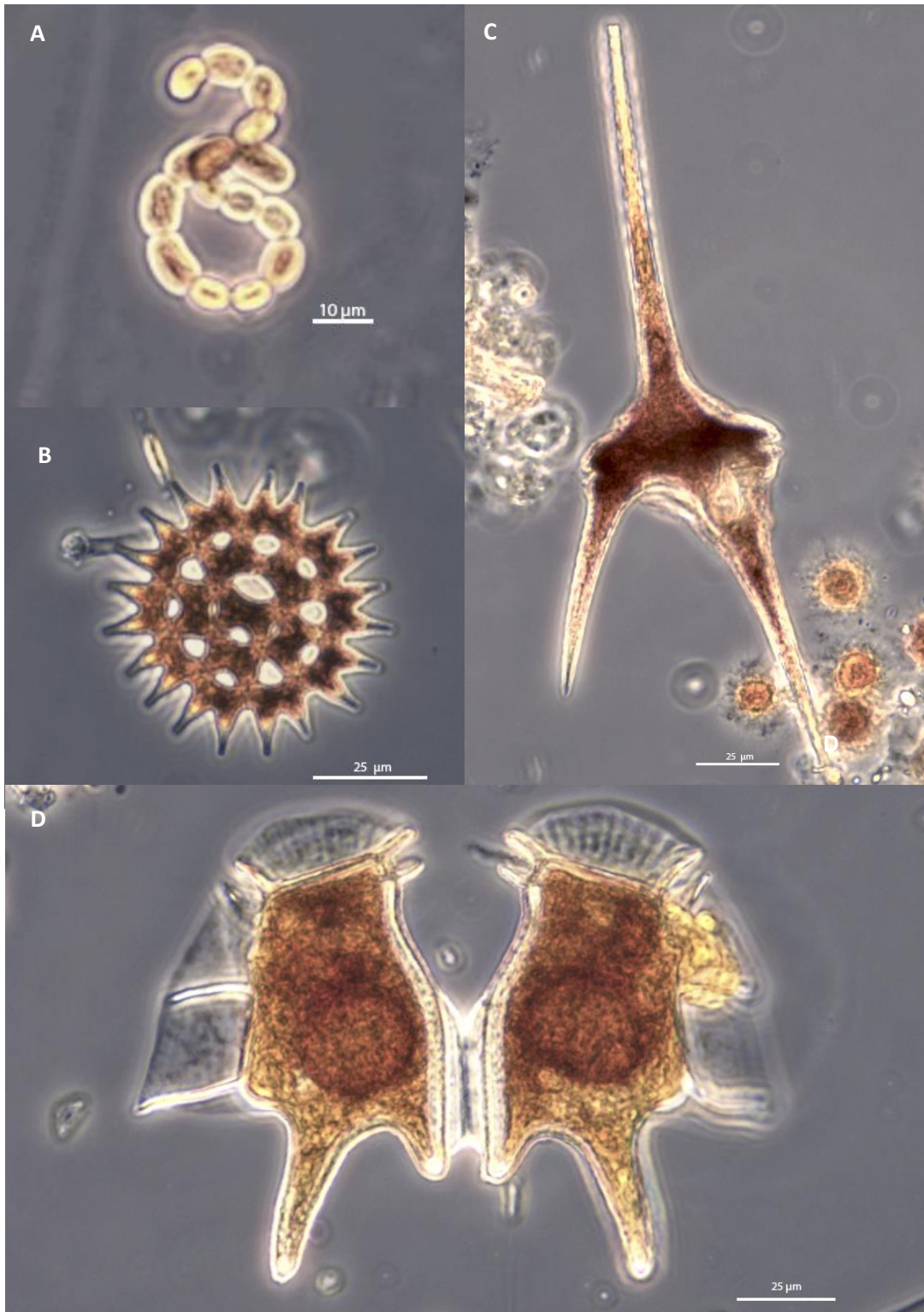


Figur 14. Planteplanktonets sammensetning i 2019 på stasjon S-9 Haslau, vist som antall celler per liter (øverst) og mengde karbon per liter (nederst). Diagrammet er delt inn i funksjonelle grupper: Kiselalger (oransje), fureflagellater (blå), kalk- og svepeflagellater (lilla), svelgflagellater (lys gul), blågrønnbakterier (rød) og grønnalger (grønn). I tillegg sammenfatter gruppen andre flagellater og monader (grå) alle encellede organismer med flagell (flagellater) og uten flagell (monader) som enten ikke kunne identifiseres til klasse eller som tilhører en annen klasse enn de presentert med egen farge.

Drammensfjorden (D-2) skiller seg ut ved at den har et kraftig sprangsjikt ved om lag 5 m. og at vannet over dette sprangsjiktet nærmest er å karakterisere som ferskvann. Sammensetningen av planteplanktonsamfunnet var også veldig annerledes på denne stasjonen enn resten av programmet (Figur 15). Det var hovedsakelig svelgflagellater og ukjente flagellater i juni. Svegflagellatene var tallrike og med unntak av juli utgjorde de om lag halvparten av algebiomassen, målt i karbon. Det er registrert påfallende lite fureflagellater ved stasjonen, men i juli var det en del av den store slekten *Tripes* som gir utslag på karbonverdiene. Varmtvannsarten *Tripes candeliabrum* (Figur 16 C) ble også registrert i juli. I august var det en økning i kiselalger, dominert av små, sentriske kiselalger, *Chaetoceros* spp. og *Fragilaria crotonensis*. I august var det igjen svelgflagellatene som var dominerende, med innslag av grønnalger (Figur 16 B).



Figur 15. Planteplanktonsamfunnet i 2019 på stasjon D-2 Drammensfjorden, vist som antall celler per liter (øverst) og mengde karbon per liter (nederst). Diagrammet er delt inn i funksjonelle grupper: Kiselalger (oransje), fureflagellater (blå), kalk- og svepeflagellater (lilla), svelgflagellater (lys gul), blågrønnbakterier (rød) og grønnalger (grønn). I tillegg sammenfatter gruppen andre flagellater og monader (grå) alle encellede organismer med flagell (flagellater) og uten flagell (monader) som enten ikke kunne identifiseres til klasse eller som tilhører en annen klasse enn de presentert med egen farge.



Figur 16. Utvalgte planteplanktonobservasjoner fra 2019. A: Blågrønnbakterien *Dolichospermum* sp. fra Drammensfjorden. B: Grønnalgen *Pediastrum duplex*, C: Fureflagellaten *Tripes candeliabrum*, D: Fureflagellaten *Dinophysis tripos* (to celler i par).

6 Vannmasser

I denne rapporten er det valgt å følge Veileder 02:2018 (Miljødirektoratet, 2018), som er Miljødirektoratets klassifiseringssystem som skal brukes for å vurdere tilstand i vannforekomster. Dette er i tråd med det som står om resipientundersøkelser i Avløpsdirektivet, hvor det fastslås at hensikten er å følge Miljødirektoratets klassifiseringssystem. I veilederen legges det stor vekt på biologiske kvalitetselementer og planteplankton, ved proxy klorofyll-*a*, brukes for klassifisering av økologisk tilstand i vannmassene.

Tidligere i dette overvåkningsprogrammet har det blitt beregnet middelveidien av klorofyll-*a* for sommermånedene, i tråd med den gamle veilederen (97:03). Dette betyr middelveidien for juni til august. Her er det valgt å beregne 90-persentilen for de målingene som fins, som inkluderer målinger fra september, og på Hvaler-stasjonene I-1, Ø-1 og S-9 også data fra mars, mai og oktober. Veileder 02:2018 krever at det tas målinger i hele vekstsesongen, men i vurderingene som gjøres her er ikke våroppblomstringen med. Til gjengjeld er mulige tidlige høstoppblomstringer tatt med i vurderingen. Hensikten med å følge Veileder 02:2018 er blant annet å få grunnlag for å bestemme om det kreves tiltak i vannforekomstene (Vannforskriften 2006, § 4). Det er ikke lenger ønskelig at vannforekomster klassifiseres etter den utdaterte Veileder 97:03.

Dette betyr at klassifisering for klorofyll som gjøres her ikke kan sammenlignes direkte med klassifisering som er gjort i tidligere rapporter. Men for alle støtteparameterne brukes samme grenseverdier i Veilederen 02:2018 og 97:03, så de kan sammenlignes direkte med tidligere rapporter. For at det skal være mulig å se på utviklingen av planteplankton over tid, har klassifiseringen for det som fins av historiske data tilbake til 2001 blitt gjort på nytt, i tråd med Veileder 02:2018. Resultatene er å finne i Vedlegg A.

I denne rapporten er de statistiske parameterne som inngår i vurderingene beregnet etter følgende metoder:

1. For hver dato tas det middelveidien av alle målinger som fins mellom 0 og 10 m. I 2019 har det blitt tatt målinger i 2, 5 og 10 m for en del av parameterne, mens klorofyll-*a* og Tot-N og Tot-P bare ble målt i 2 m. Tilbake i tid har det noen år vært gjort målinger på andre dyp. For parameteren klorofyll-*a* skal maksimalverdien av målingene mellom 0 og 10 m brukes, men det er ikke aktuelt i dette programmet, siden det bare foreligger data fra et dyp.
2. For næringssaltene tas middelveidien av verdiene for hver dato innenfor sommermånedene (juni-august) og i vintermånedene (januar, februar og desember) i løpet av en periode på tre år. Den nyeste sommerverdien gjelder altså fra juni 2017 til august 2019. Vinterverdien fra januar 2017 til desember 2019.
3. For klorofyll-*a* krever veileder 02:2018 at det skal prøvetas for klorofyll-*a* hver måned fra februar til oktober, og hver 14. dag i de første to av disse månedene. Det skal tas 90-prosentilverdien for alle målinger fra hele denne perioden over en periode på minst tre år. I dette overvåkningsprogrammet er det kun prøver fra juni, juli, august, september og oktober, og derfor er det i tidligere rapporter valgt å følge Veileder 97:03 hvor det skal tas middelveidien av klorofyll-*a* for juni til august. I denne rapporten er det valgt å forsøke å følge veilederen, til tross for at datagrunnlaget ikke er tilstrekkelig; for klorofyll-*a* tas 90-prosentilverdien for alle målinger fra juni til oktober i løpet av en periode på tre år.

6.1 Vannkvaliteten i vannmassene i perioden 2017-2019

I Veileder 02:2018 er det ingen tydelig beskrivelse av hvordan gjennomsnittlig saltholdighet skal beregnes for en vannforekomst, men det skal gjelde for overflatelaget og det kan i veilederen tolkes som de øverste 10 meterne. Hvis saltholdighetsmålingene fra 0-10 m midles over hele 2019 (se Tabell 6 i Engesmo m.fl. 2020) får de fleste stasjonene en saltholdighet over 25 PSU, som tilsier at disse stasjonene er i vanntypen «beskyttet kyst/fjord». Unntaket er stasjonene i Frierfjorden, Drammensfjorden og Iddefjorden, som er klart ferskvannspåvirket. Overflatelaget på mange av stasjonene er ofte bare 5 m tykt. Dette gjelder spesielt disse tre fjordområdene, og saltholdigheten midlet over 0-5 m er betraktelig lavere. Det samme kan sies om stasjonene i Hvaler, muligens med unntak av stasjon Ø-1. Klassegrensene for næringsalter er avhengig av saltholdigheten, og i Tabell 5 er det valgt å bruke saltholdigheten midlet over 0-5 m for å definere stasjonens saltholdighet. Klassifisering med beregning av nEQR-verdier fra hver stasjon, basert på data tilbake til 2001, er vist i Vedlegg A.

Stasjonen med dårligst vannkvalitet er Krokstadfjorden som klassifiseres som «dårlig». Alle næringsalterene havner i klassen «god», og det er mengden planteplankton som er den utslagsgivende parameteren. Mengde planteplankton er også utslagsgivende parameter når stasjonene Frierfjorden (BC-1), Ringdalsfjorden (R-5) og Haslau (S-9) blir klassifisert til å ha «moderat» vannkvalitet. Stasjonene Indre Drammensfjord (D-3), Iddefjorden (ID-2), Sponvika (SP-1) og Vestfjorden (TØ-1) blir også klassifisert til å ha «moderat» vannkvalitet, men på disse stasjonene er det høye verdier av næringsalter som er utslagsgivende parameter. Sommerverdiene av nitrat+nitritt er «moderat» eller «dårlig» på alle stasjoner som har saltholdighet mindre enn 25 PSU.

I Figur 1 er samlet nEQR-verdi, dvs. vannkvaliteten, fra Tabell 5 vist på et kart. På samme kart vises også vannkvalitet fra vannmassestasjoner i andre overvåkningsprogram og klassifisering av hardbunn.

Når det gjelder vannmassene kan en generelt si at de indre områdene som er mest påvirket av tilførsler får moderat vannkvalitet, mens i de mer åpne områdene er vannkvaliteten god. Det fins noen unntak fra dette generelle bildet. Stasjon LA-1 i Larviksfjorden rett utenfor Numedalslågens utløp blir klassifisert til å ha svært god vannkvalitet. Saltholdigheten på LA-1, som er 26 PSU i de øverste 5 meterne, viser at denne stasjonen er mer påvirket av vann fra Skagerrak enn fra elva.

Stasjonen D-2 rett innenfor Svelvik får beste tilstandsklasse basert på klorofyll-*a*, men det mangler data for 2017 og 2018, og kun data fra 2019 er brukt. Det er høye verdier av næringsalter, men dette kan skyldes at det er lite plankton. Mest sannsynlig er planktonvekst på denne stasjonen begrenset av lav saltholdighet og mye vannbevegelser i overflatelaget på grunn av jetstrømmen ut av Svelvikstrømmen. Tilstandsklassen trekkes derfor ned til moderat siden støtteparameterne ikke har «svært god» tilstand, og at det antas at de svært dårlige oksygenforholdene gjør at økosystemet i bunnvannet har svært dårlig tilstand. Stasjon VT10 i Breiangeren får også moderat vannkvalitet, og dette er forklart med tilførsler fra Drammenselva (Fagerli m.fl. 2020).

Stasjon I-1 som ligger rett utenfor Glommas vestre utløp får «god» vannkvalitet selv om nitrat-nitritt verdiene i sommersesongen havner i klassen «dårlig». Dette kan tyde på at planktonveksten også på denne stasjonen er begrenset av lav saltholdighet og mye vertikal blanding innenfor ferskvannslaget. Løst uorganisk nitrogen blir vanligvis brukt opp av planktonet.

Tabell 5. Klassifisering av vannmassene basert på data fra 2017-2019. For stasjon D-2 er det kun klorofyll-a data fra 2019, og feltet er derfor skravert. Merk at kun data for juni til september har blitt benyttet for å beregne 90-persentilen for klorofyll-a på alle stasjoner utenom I-1, Ø-1 og S-9, som også har målinger i mars, mai og oktober.

	Sal. (PSU)	KlfA	TOTN	NO3	TOTP	PO4	TOTN	NO3	TOTP	PO4	O ₂	Samlet
	0-5 m	(µg/L)	(µg N/L)	(µg N/L)	(µg P/L)	(µg P/L)	(µg N/L)	(µg N/L)	(µg P/L)	(µg P/L)	(ml O ₂ /L)	nEQR
Stasjon	Hele året	Jun- Sep	Jun- Aug	Jun- Aug	Jun- Aug	Jun- Aug	Des- Feb	Des- Feb	Des- Feb	Des- Feb	Hele året	
D-2	2,5	3,0	390	235	10,2	2,1	393	233	12,2	8,3	0,02	0,60
D-3	2,6	4,2	412	211	9,5	2,2	475	282	16,3	5,6	0,03	0,60
BC-1	7,5	7,6	375	149	11,5	2,6	376	197	16,5	12,0	0,16	0,54
ID-2	10,3	4,1	470	157	9,2	1,7	390	200	25,0	22,0	0,09	0,59
R-5	10,8	7,3	458	190	16,2	2,8	548	260	28,6	24,0	1,85	0,50
I-1	18,5	4,7	305	138	11,3	4,1	324	98	21,4	13,0	3,55	0,64
SP-1	19,2	6,0	288	56	13,5	3,9	308	137	29,2	26,0	4,76	0,60
S-9	22,5	7,0	263	46	10,8	1,6	334	133	22,3	13,0	4,52	0,59
MO-2	23,6	6,3	248	36	11,0	1,5	298	147	22,0	14,5	4,04	0,64
SKJ-1	23,9	6,7	243	31	11,3	3,4	260	121	22,4	14,1	5,14	0,62
Ø-1	24,0	4,5	228	24	10,8	2,2	285	99	20,8	10,8	5,21	0,76
LA-1	26,0	3,3	225	12	11,6	1,8	240	87	21,0	10,2	5,20	0,82
BO-1	26,2	3,0	217	11	10,3	1,3	261	103	19,2	11,8	3,61	0,62
TØ-1	27,2	5,5	323	76	16,9	3,5	306	110	22,4	12,5	4,09	0,60
KF-1	27,3	10,2	245	19	12,0	3,6	291	97	23,7	15,8	5,10	0,37
SF-1	27,8	3,9	228	10	13,6	1,6	251	92	21,3	11,5	4,53	0,80
VT2*		4,0	178	5,3	11,6	3,1	240	109	23,5	15,4	4,3	0,70
VT3*		3,0	167	3,8	12,6	3,7	232	87	23,2	15,4	4,5	0,66
VT10*		6,2	185	12,4	11,2	2,9	241	119	23,1	16,2	3,5	0,58
VT65*		4,4	175	5,9	12,6	3,1	240	104	23,9	15,8	3,8	0,67
VT66*		3,3	172	8,6	13,9	4,4	236	92	22,7	14,6	0	0,50
VT67*		3,2	193	24,8	13,9	4,5	249	98	23	14,9	2,7	0,50
VT68*		3,1	167	13,8	13,8	2,3	246	88	22,3	13,8	4,4	0,70

*Stasjonene inngikk tidligere i Ytre Oslofjord overvåkingen, men er nå en del av ØKOKYST Skagerrak. Data hentet fra Fagerli m.fl. (2020). VT68 har blitt prøvetatt siden 2018 og det der derfor ikke tilstrekkelig datagrunnlag for klassifiseringen. Feltene er derfor skravert.

Staalstrøm & Yakushev (2019) vurderte vannkvaliteten i vannmassene i Hunnebunn (stasjon Hu6 i Figur 1) til å være «svært dårlig». Her er det også store problemer med masseforekomst av grønnalger på stredene. Det ble vurdert at tiltak som reduserte nitrogennivået i området utenfor Hunnebunn med 25 %, ville ha omtrent samme effekt som å fjerne alle lokale tilførsler til Hunnebunn. Svært sårbare vannforekomster som Hunnebunn kan betraktes som en tidlig varsling av forringelse av vannkvaliteten i et større område.

6.2 Endringer over tid

I Vedlegg A er nEQR-verdier beregnet for alle støtteparameterne, med unntak av oksygen, for data tilbake til 2001. nEQR-verdi betyr normalisert «økologisk kvalitetskvotient» eller «miljøkvalitetsstandard». En verdi over 0,8 betyr «svært god» tilstandsklasse. Denne tilstandsklassen er synonymt med referansetilstanden eller naturtilstanden. Er verdien mellom 0,6 og 0,8 er tilstanden «god». Er verdien mellom 0,4 og 0,6 er tilstanden «moderat». Er verdien mellom 0,2 og 0,4 er tilstanden «dårlig». Er nEQR-verdien under 0,2 er tilstandsklassen «svært dårlig». nEQR-verdiene for alle støtteparameterne midles innenfor hver sesong. Dette betyr at høyere nEQR-verdier for enkelte av parametre trekker den samlede verdien opp innenfor hver sesong. I Vedlegg A er det en tabell for hver av stasjonene, hvor endringer over tid er beskrevet i tabelltekstene.

Her følger en kort oppsummering av endringer over tid. Generelt så kan en si at det for planteplankton har vært liten endring, eller noe økning (forverring). Her må det tas forbehold om det har blitt beregnet 90-persentil for målinger fra juni til september, og ikke for hele vekstsesongen. Derfor kan resultatene være avhengig av om man treffer en oppblomstring av plankton eller ikke. For nitrat på sommeren har det generelt vært en liten økning, mens sommerverdiene for fosfor har gått noe ned.

Krokstadjorden skiller seg tydelig ut. Der er det mye planteplankton, men svært lite næringsalter. I 2019 ble det rapportert om masseoppblomstring av trådformede grønnalger på strendene i Kurefjorden som ligger i nærheten. Det kan tenkes at disse algene sammen med store mengder planteplankton har brukt opp næringssaltene i overflatelaget.

Det har vært en nedgang i mengden planktonalger på stasjon ID-2 i Iddefjorden for perioden 2017-2019, sammenlignet med perioden før. Samtidig har det vært en tydelig nedgang av fosfor på sommeren, men en liten økning av nitrogen på sommeren. Lenger ut i Iddefjorden (stasjon R-5) har det ikke vært noen endring i mengden plankton, men en økning av nitrat på sommeren.

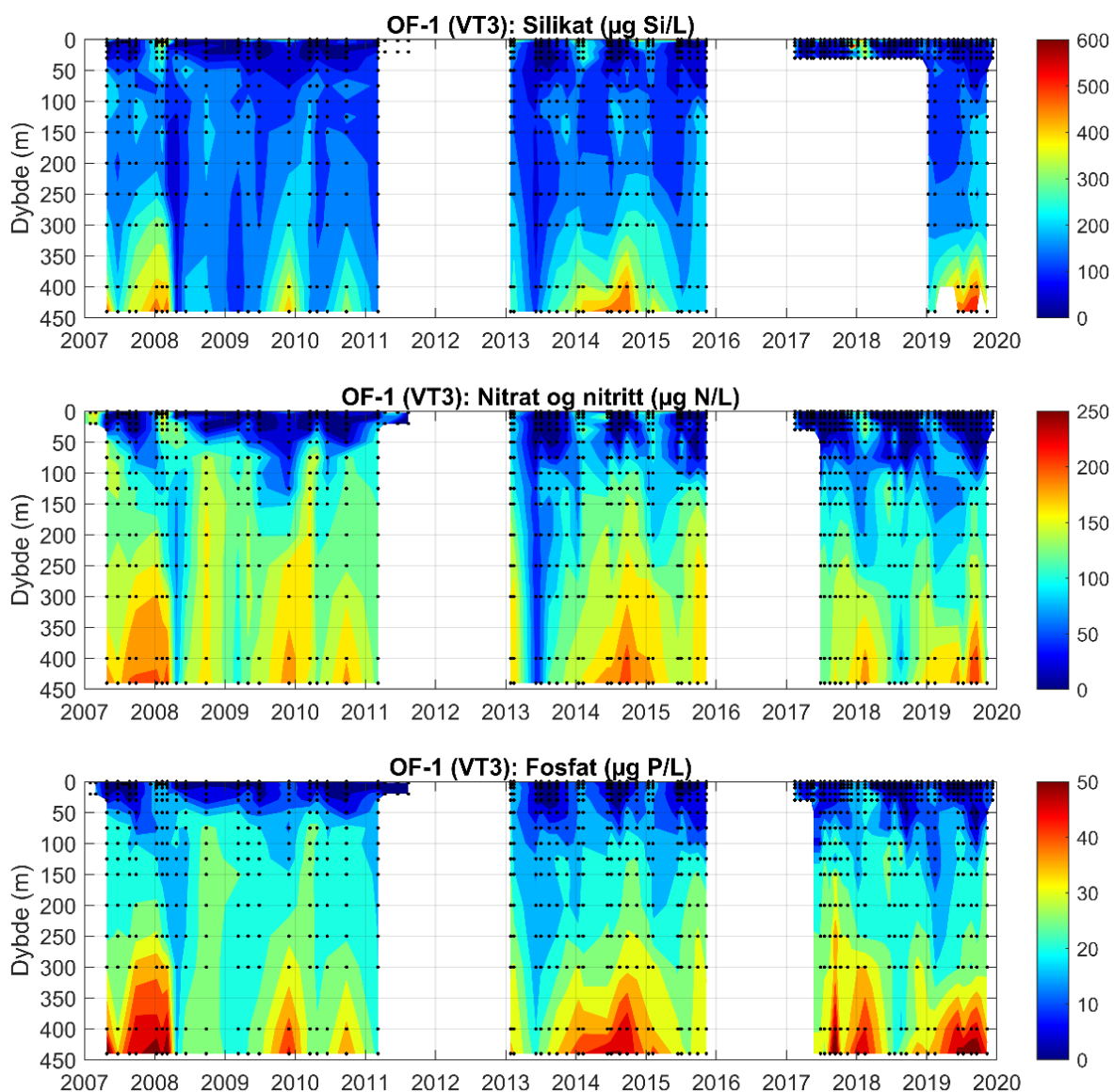
6.3 Næringsalter i hele vannsøylen

Overflatelaget tilføres næringsalter med avrenning fra land og når dypvann blandes opp i løpet av vinteren. Etter at vekstsesongen for planteplankton er over, er det en tydelig vertikal gradient i næringssaltene, med lave verdier i overflatelaget og økende verdier nedover i dypet. For å overvåke denne utviklingen tas det på stasjonen Torbjørnskjær vannprøver fra 50 til 440 m dyp som analyseres for silikat, nitrat + nitritt og fosfat i overvåkningsprogrammet for Ytre Oslofjord.

Stasjonen har betegnelsen OF-1 i dette programmet. I Miljødirektoratets overvåkningsprogram analyseres vannprøver fra 0 til 30 m, men da har stasjonen betegnelsen VT3. Data fra 2007-2019 er sammenstilt i Figur 17. I bunnvannet bygger det seg opp høye sesongmessige høye konsentrasjoner av næringsalter. Konsentrasjonen av silikat kan komme opp mot 500 µg Si/L, av nitrat og nitritt opp mot 200 µg N/L og av fosfat opp mot 50 µg P/L. Ofte så bringes dette næringsrike bunnvannet høyt opp i vannsøylen i løpet av vinterperioden. Det er derfor en betydelig oppover-rettet transport av næringsalter, som gir grunnlag for primærproduksjon i overflatelaget. Dataene i Figur 17 kan sammen med modellering benyttes til å kvantifisere denne tilførselen fra dypet og opp til overflatelaget.

Torbjørnskjær er en av de få stasjonene hvor det måles næringsalter i dypet. Det kan nevnes at stasjon Im2 ved Elle i Drøbaksundet fra overvåkningsprogrammet for indre Oslofjord (se Figur 1) også måler næringsalter i dypet. Disse to stasjonene (VT3/OF-1 og Im2) er foreløpig ikke sammenlignet. Disse dataene er svært nyttige for å forstå sirkulasjonen av næringsalter i hele fjordsystemet. De har tidligere blitt brukt til modellering av den økologiske tilstanden i Ytre Oslofjord med SMHI sin modell

Kustzonmodellen. Dataene vil også tas i bruk i det pågående prosjektet MARTINI hvor hele økosystemet Skagerrak modelleres med en avansert biogeokjemisk modell⁴.



Figur 17. Konturplott av silikat, nitrat+nitritt og fosfat på stasjon VT3 Torbjørnskjær. De svarte punktene viser hvor det er måledata. Enheten for silikat er i $\mu\text{g Si/L}$, og ikke $\mu\text{g SiO}_2\text{/L}$.

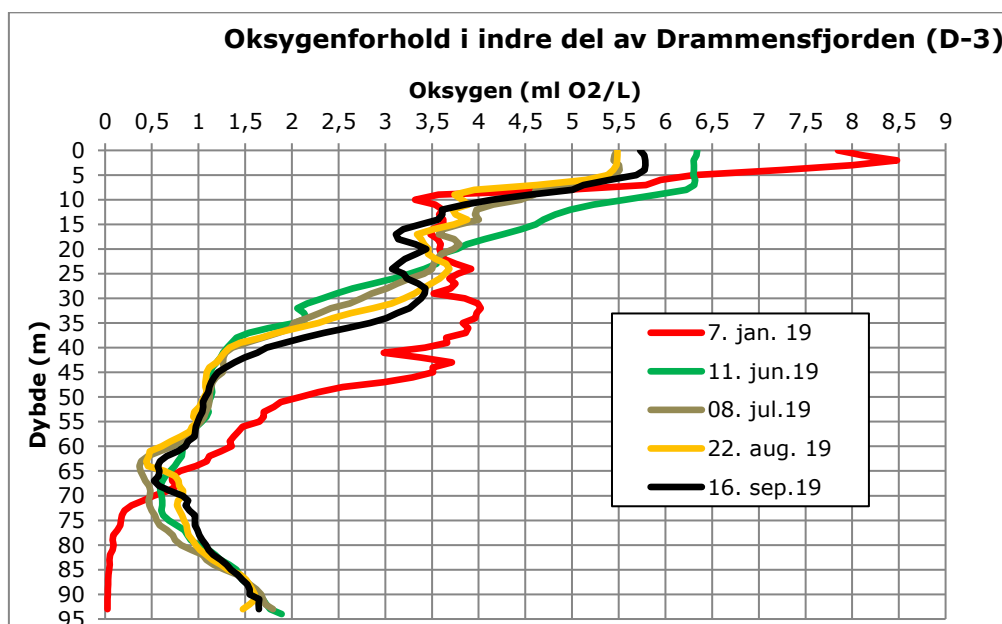
⁴ https://www.pml.ac.uk/Modelling_at_PML/Models/ERSEM

6.4 Oksygenforholdene i terskelfjordene

I fagrapporten (Engesmo m.fl., 2020) er målinger av oksygenforholdene dokumentert på de 16 stasjonene som er undersøkt i dette overvåkningsprogrammet. De stasjonene som ligger tett opptil hovedfjorden har alle relativt gode oksygenforhold, da det blir en årlig utskiftning av bunnvannet. Fjordarmer som ligger innenfor en terskel har lett for å utvikle anoksiske forhold, ettersom bunnvannet vil skiftes ut sjeldnere. Typisk sett er Iddefjorden, Frierfjorden og Drammensfjorden anoksiske under et visst dyp. I løpet av vinterperioden i 2019 var det en utskiftning av bunnvannet i både Iddefjorden og Frierfjorden, noe som gir bedre oksygenforhold i en periode, men det var igjen anoksiske forhold i begge fjordene innen den første sommerprøvetakningen i juni.

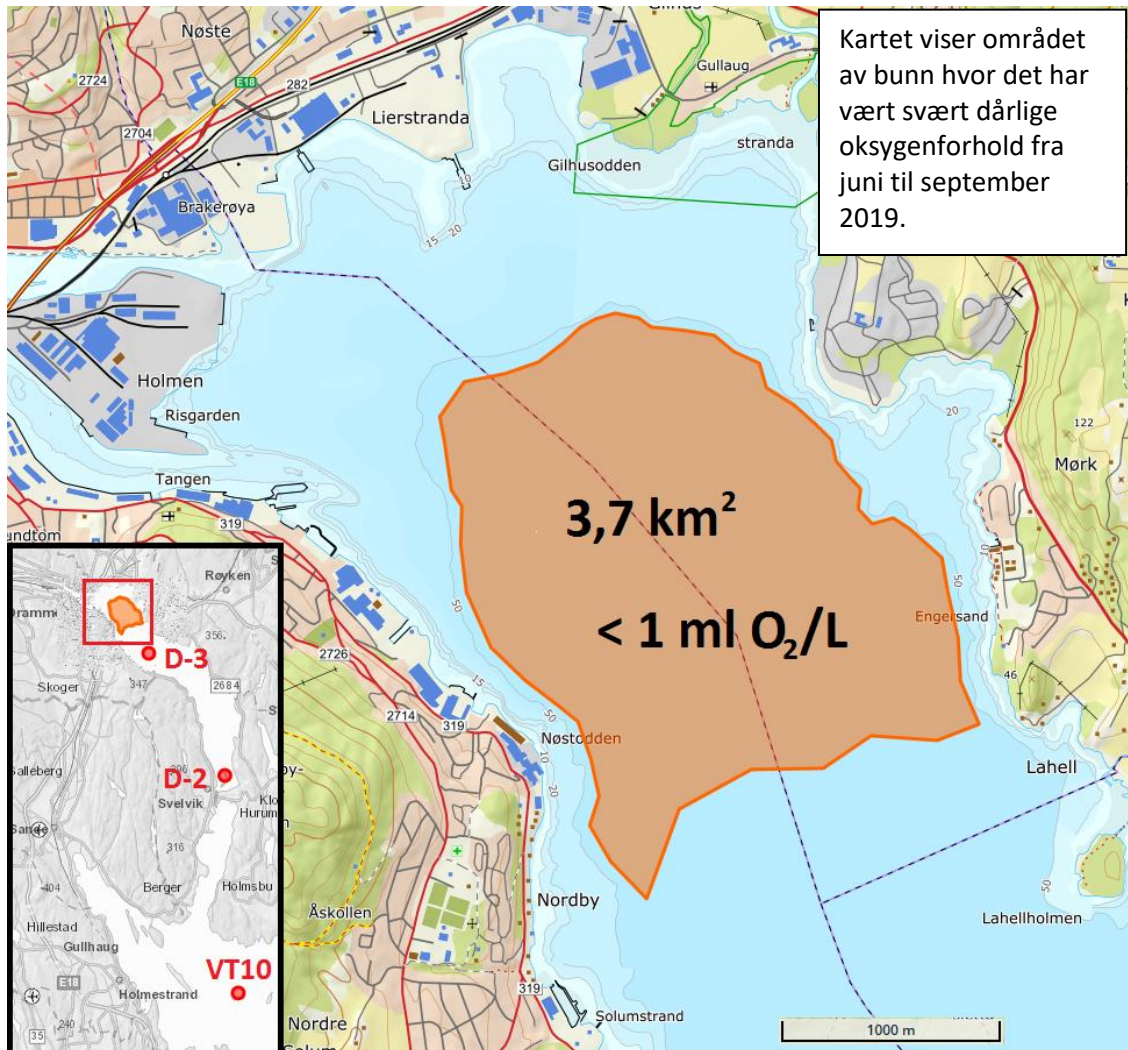
På våren 2019 var det også dypvannsfornyelse i Drammensfjorden, som brakte friskt oksygenrikt vann over terskelen ved Svelvik ned til bunnen under 75 m dyp i fjorden innenfor. Dette medførte at det var oksygenrikt vann fra ca. 75-80 m dyp og ned i dypet. Det oksygenfrie vannet som lå der fra før ble løftet opp, men ikke helt opp til overflatelaget. De to overvåkningstasjoner i Drammensfjorden innenfor Svelvik ble besøkt i januar og fra juni til november i løpet av 2019. I februar var det is i Drammensfjorden. Den innerste stasjonen D-3 ligger ca. 5,5 km fra Drammen, og den andre stasjonen D-2 ligger rett innenfor Svelvikstrømmen

I Figur 18 vises profiler av oksygenkonsentrasjon som er målt på stasjon D-3 i 2019. Den røde kurven viser forholdene slik de var i januar, med anoksiske vann under ca. 80-85 m dyp. Det vil si at det var helt fritt for oksygen. Dette gjør det umulig for alle høyere former for liv og leve der. Den grønne kurven viser forholdene i juni, etter dypvannsfornyelsen. I hele sommeren var det lave oksygenforhold i dybdeintervallet 55 til 75 m dyp, med oksygenkonsentrasjoner under 1 ml O₂/L.



Figur 18. Profiler av oksygenkonsentrasjon på stasjon D-3 i Drammensfjorden. Det oksygenfattige bunnvannet ble ikke løftet helt opp til overflatelaget ved dypvannsfornyelsen, og det dannet seg et oksygenminimum fra ca. 55-75 m dyp hvor oksygenkonsentrasjonen var under 1 ml O₂/L. Dette oksygenminimumet har vedvart hele sommeren siden det er svært lite vannbevegelser under 40 m dyp i Drammensfjorden. På stasjon D-2 lenger sør var det relativt gode oksygenforhold i hele vannsøylen.

Innenfor stasjon D-3 og inn mot Drammenselvas utløp har det mest sannsynlig vært lave oksygenforhold i dybdeintervallet 55-75 m fra juni til september. Et stort areal av bunnen innenfor Solumsbukta og Lahell har derfor hatt svært dårlige oksygenforhold. I kartet i Figur 19 er det avmerket et område av bunnen på ca. 3,7 km² hvor det etter dypvannsfornyelsen tidligere på våren plutselig ble en forverring i oksygenforholdene.



Figur 19. Et bunnareal på rundt 3,7 km² (avmerket) innerst i Drammensfjorden innenfor Solumsbukta har hatt svært dårlige oksygenforhold i 2019.

6.5 Kan Drammensfjorden klassifiseres som en innsjø?

Sirkulasjonen i overflatelaget i Drammensfjorden er beskrevet i Walday m.fl. (2019). Under overflatelaget er det en kompensasjonsstrøm som blant annet er dokumentert i Staalstrøm & Hjelmervik (2017), og under 5 til 10 meters dyp er Drammensfjorden helt klart en marin vannforekomst, hvor saltholdigheten vanligvis er rundt 31,5 PSU. Men det er veldig lite innblanding av dette saltvannet i overflatelaget. På grunn av dette er saltholdigheten i Drammensfjorden innenfor Svelvik mindre enn 3 PSU i overflatelaget (5-0 m.), og det kan vurderes om denne vannforekomsten burde klassifiseres som ferskvann.

Vi tar utgangspunkt i de målte klorofyll- α verdiene fra stasjon D-3 som for perioden 2017-2019 har en 90-persentilverdi på 4,2 $\mu\text{g/L}$ og en middelerdi på 1,5 $\mu\text{g/L}$ (Tabell 6). Ifølge Vann-nett⁵ så er Drammenselva fra Hellefoss til Drammen klassifisert kalkfattig og klar elv. Det er dermed naturlig at Drammensfjordens overflatelag også er en klar og kalkfattig innsjø. Det fins to typer avhengig av dybden. Type L05a for vanddyb fra 3 til 15 m og L05b for vanddyb større enn 15 meter. Grenseverdiene for disse to innsjøtypene er vist i Tabell 6. Merk at disse grenseverdiene gjelder for vanlig middelerdi av klorofyll- α , mens for marine vanntyper skal 90-persentilen beregnes.

Tilstanden for planteplankton blir «God» hvis grenseverdiene for marin vanntype S3 benyttes. Hvis en klassifiserer Drammensfjorden som en klar og kalkfattig innsjø blir tilstanden «Svært god». På samme måte som for stasjon D-2 ovenfor, så vil støtteparameterne trekke den samlede tilstandsklassen ned til «Moderat», og resultatet ville blitt likt som det som er presentert i tabell 5.

Det er problematisk å klassifisere Drammensfjorden som en innsjø. I innsjøer er det vanligvis en tydelig sammenheng mellom økning i fosforkonsentrasjon og mengden klorofyll- α . Denne sammenhengen er vanligvis mer utydelig i marine vannforekomster. Til tross for at overflatelaget i Drammensfjorden har liten grad av innblanding av sjøvann nedenfra, så vil det blandes inn marine planktonarter. Dette gir et

Tabell 6. Grenseverdier for kvalitetselementet planteplankton for vanntype nr. 3 («beskyttet») i regionen Skagerrak sammenlignet med verdiene for klar/kalkfattig innsjø. Grunnlaget er tabell 9.3 i veileder 02:2018. For marine forekomster skal 90 prosentil av klorofyll- α i overflatelaget i vekst-sesongen benyttes, mens for innsjøer brukes vanlig middelerdi.

Klasse	Grenseverdier for vanntype «beskyttet» i regionen Skagerrak 90 persentilen	Grenseverdier for klar og kalkfattig innsjø, 3-15 m dyp (L-N2a)	Grenseverdier for klar og kalkfattig innsjø, > 15 m dyp (L-N2b)
Svært god	2,98 – 3,92 $\mu\text{g/L}$	2 – 4 $\mu\text{g/L}$	1,3 – 2 $\mu\text{g/L}$
God	3,92 – 6,9 $\mu\text{g/L}$	4 – 6 $\mu\text{g/L}$	2 – 4 $\mu\text{g/L}$
Moderat	6,9 – 9 $\mu\text{g/L}$	6 – 13 $\mu\text{g/L}$	4 – 7 $\mu\text{g/L}$
Dårlig	9 – 18 $\mu\text{g/L}$	13 – 27 $\mu\text{g/L}$	7 – 15 $\mu\text{g/L}$
Svært dårlig	>18 $\mu\text{g/L}$	>27 $\mu\text{g/L}$	>15 $\mu\text{g/L}$

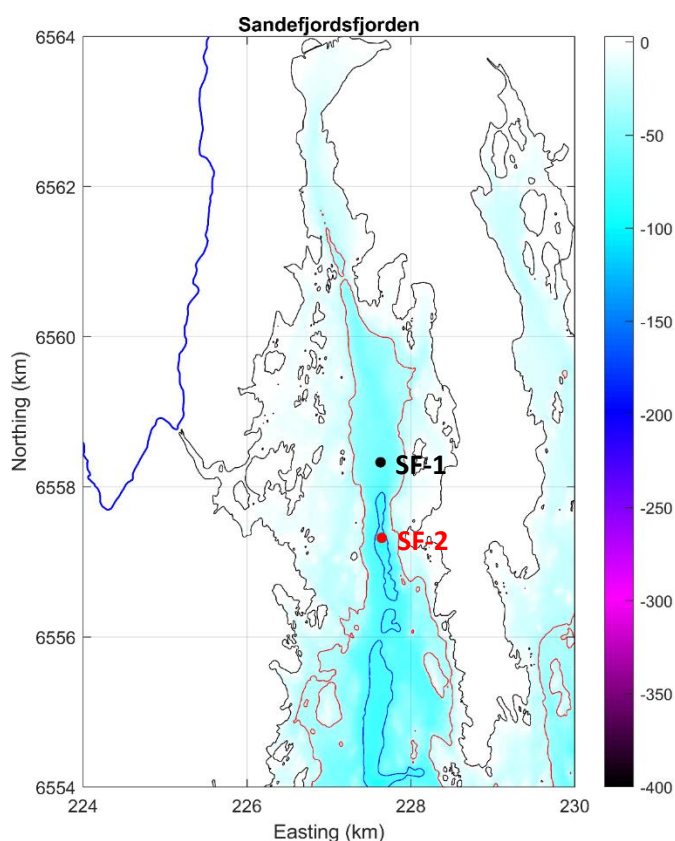
⁵ <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/012-2399-R>

mer komplisert bilde enn det planktonsamfunnet som fins i innsjøer. Planteplanktonanalysene fra stasjon D-3 viser at det var et spesielt planteplanktonsamfunn med påvirkning både av marine- og ferskvannarter.

Det kan på bakgrunn av dette se ut som at det er behov for klassegrenser for vannforekomster hvor det er svært lav saltholdighet, heller enn at de klassifiseres som en innsjø. Klassegrenser kan da utarbeides basert på de dataene som er samlet inn for Drammensfjorden, Frierfjorden, Iddefjorden/Ringdalsfjorden og muligens utenfor Glommas østre løp.

6.6 Flytting av stasjon i Sandefjordsfjorden

Stasjon SF-1 i Sandefjordsfjorden er den minst ferskvannspåvirkede stasjonen i dette programmet. Det er litt over 50 m dypt på denne stasjonen. Kartet i Figur 20 viser at det er områder hvor det er over 70 m dypt under en km sør for stasjon SF-1, og her er sannsynligvis oksygenforholdene langs bunn lavere. Det kan vurderes om denne stasjonen skal flyttes litt lenger sør, for å dokumentere hvor lave oksygenforholdene kan bli i denne vannforekomsten. Vi foreslår å inkludere stasjon SF-2 (rød prikk i Figur 20, lokasjon 59,0680° N og 10,2475° Ø) i programmet fra 2021 og at stasjon SF-1 utgår på samme tid.

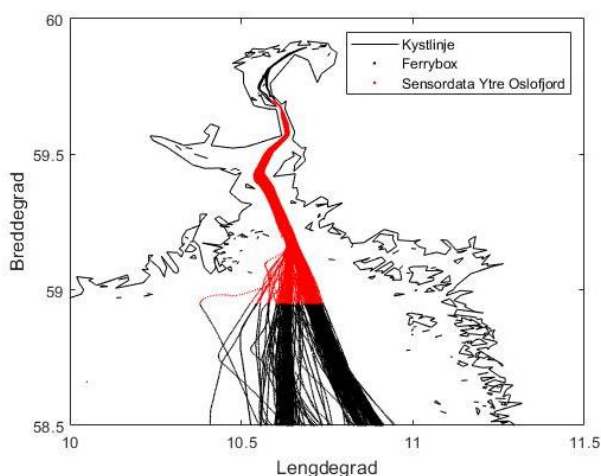


Figur 20. Kart over Sandefjordsfjorden. Fargeskalaen angir vanndybden. Blå konturlinje angir 70 m dyp, og rød konturlinje 30 m dyp. Stasjon SF-1 er angitt med svart prikk. En alternativ posisjon hvor det er over 70 m dypt er tegnet inn med rød prikk 1 km sør for SF-1 (59,0680° N og 10,2475° Ø).

6.7 Vannmasseovervåking ved bruk av FerryBox

FerryBox er et system av sensorer koblet mot en datamaskin som sender måledata, posisjon og tid over nett til NIVA langs skipsruten (Figur 21). FerryBox systemet er en del av det nasjonale infrastruktur programmet NorSOOP (www.niva.no/norsoop) og dataene her er stilt til disposisjon for prosjektet for 2019. Den høye målefrekvensen gjør det mulig å oppdage og dokumentere algeblomstringer og sammenheng mellom f.eks. ferskvanntilførsler og planktonblomstringer på en unik måte. På MS Color Fantasy befinner FerryBoxen seg i maskinrommet. Den har et vanninntak i skroget på omtrent 4 meters dyp der vann trekkes inn ved hjelp av en peristaltisk pumpe. Vannet pumpes via et kort rørsystem forbi sensorene, der automatiske målinger tas, før det går ut gjennom et utløp i skipsskroget. Vannprøver kan tas automatisk og fylles rett i prøveflasker i et kjøleskap der de står kaldt og mørkt før de hentes når båten kommer til Oslo. Skipet er også utstyrt med andre sensorer på dekk (Figur 22).

FerryBox-data fra overflatelaget i ytre Oslofjord for 2019 er vist som konturplott for saltholdighet, temperatur og klorofyll- α fluorescens for tid (x) og breddegrad (y). Data er vist for området fra ytterst i Oslofjorden og opp forbi Drøbaksundet, markert i Figur 21.

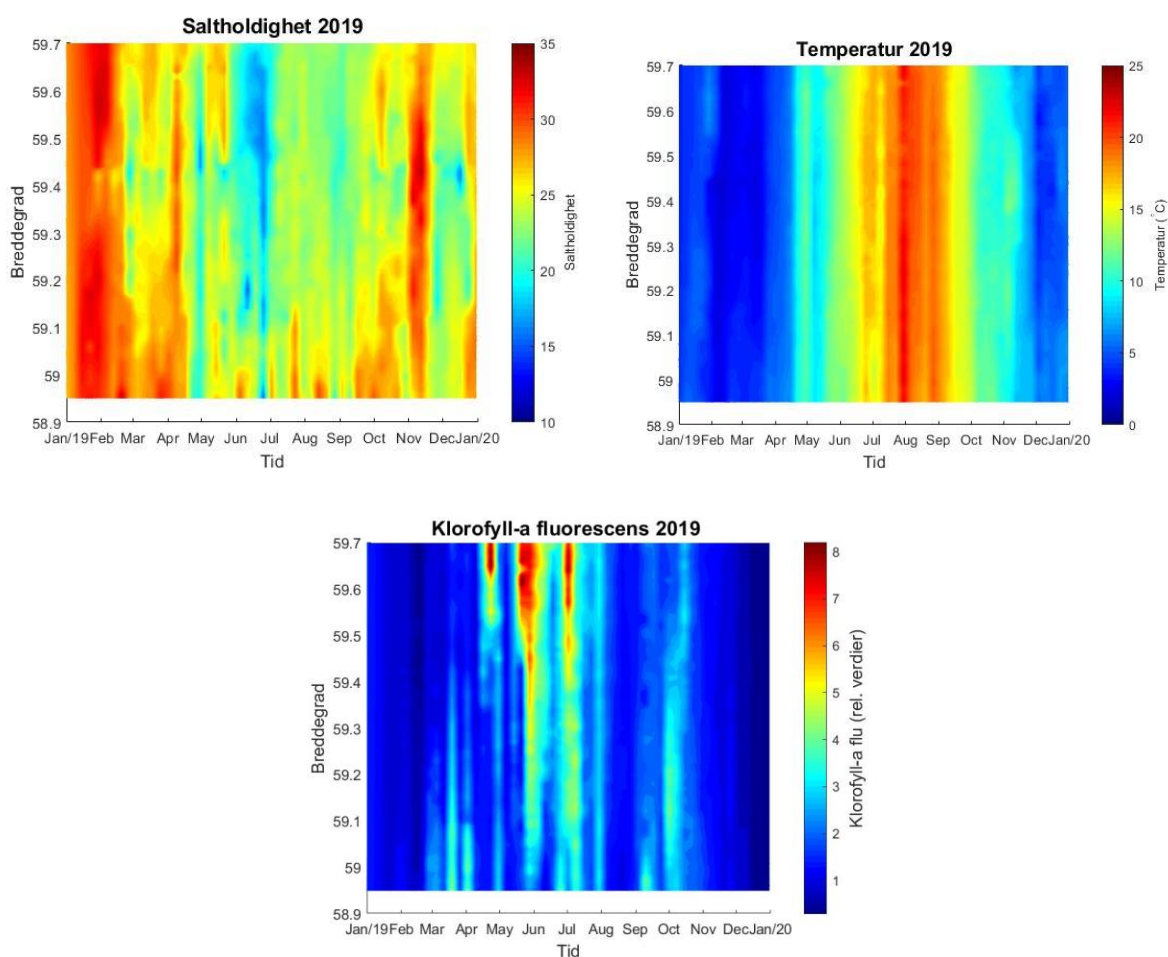


Figur 21. MS Color Fantasy går mellom Oslo-Kiel. Et kartutsnitt viser skipets posisjoner fra Skagerrak og Oslofjorden i 2019, med sensordataene fra Ytre Oslofjord uthevet i rødt.



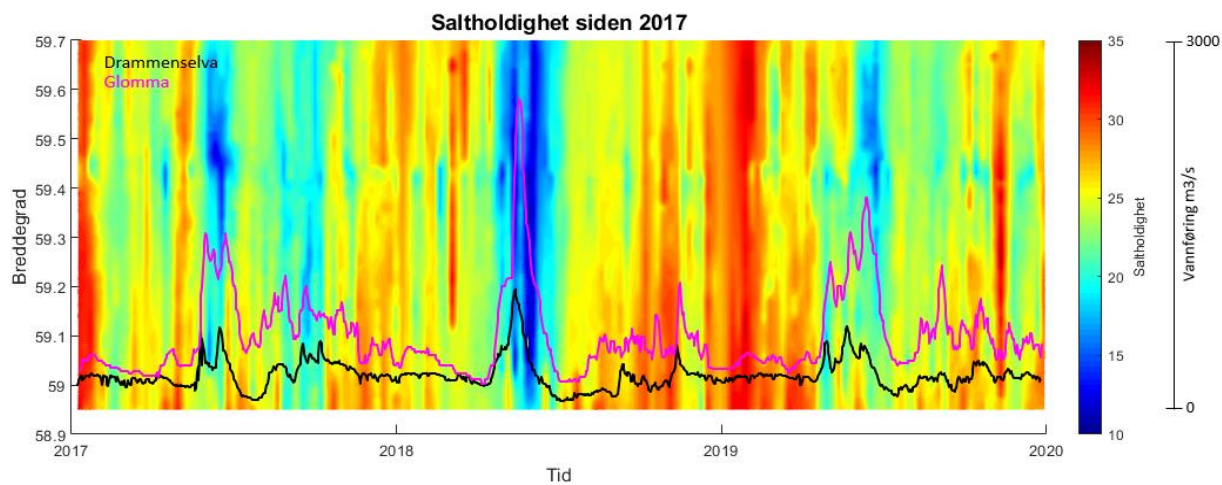
Figur 22. MS Color Fantasy illustrert med dekkens sensorer for lys (blå), havfarge (grønn), overflatetemperatur (rød), kommunikasjon til land og FerryBox systemet omtrentlig plassering i fartøyet.

Figur 23 viser konturplott av saltholdighet, temperatur og klorofyll-a fluorescens. I 2019 varte vintersirkulasjon til mars for området ved Breiangen der tilførsler fra Drammenselva har stor påvirkning, mens overflaten ved Torbjørnskjær og de ytre områdene av transektet var mindre påvirket av ferskvann. Ferskvannspåvirkningen langs FerryBox-transektet skjer i stor grad ved tilførsel av ellevann knyttet mot Drammenselva i området ved Breiangen, og ved Glomma-utløpet i området ved Hvaler. Overflatelaget var om vinteren 2019 varmere enn både i 2017 og 2018, mens det var en relativt kort og kald sommerperiode. Klorofyll-a fluorescens i overflatelaget viser oppblomstringer av planteplankton i fjorden. I 2019 startet vårbloomstringen i mars i ytre områder, før det kom flere utstrakte oppblomstringer som viste seg kraftigst ved Drøbak; først i april, deretter i mai og ved månedsskiftet juni-juli. På høsten skjedde det igjen en oppblomstring, i hovedsak i ytre områder i september og oktober. Bloomstringene i sommer- og høstperioden sammenfaller med perioder med økte ferskvannstilførsler i fjorden.



Figur 23. Konturplott av saltholdighet, Temperatur og Klorofyll-a fluorescens for 4 meters dyp i 2019.

Ferskvannstilførselene er illustrert i figur 24, der vannføring (m³/s) er overlagt saltholdighet fra FerryBox siden 2017.



Figur 24. Vannføring fra elvene Drammenselva (sort) og Glomma (rosa) overlagt saltholdigheten langs transektet til MS Color Fantasy i ytre Oslofjord. Drammenselva påvirker i indre områder og Glomma i ytre områder.

7 Hardbunn

7.1 Undersøkelser i fjæresonen

Dyr og alger i fjæra utsettes for store svingninger i temperatur og saltholdighet, samtidig som de tørres ut i lavvannsperioder. Naturlige faktorer som f.eks. bølge-, strøm- og eksponeringsgrad, ferskvannspåvirkning, substrattype og isskuring kan påvirke artssammensetningen lokalt. Forskjeller mellom stasjoner kan derfor være naturgitte. Men forskjeller i artssammensetning kan også gjenspeile andre miljøforhold. For eksempel vil utslipp av avløpsvann kunne gi endrede vekstforhold for fastsittende alger og dyr. En svak økning av tilførsler av næringsalter kan virke gunstig på algesamfunnet og medføre at artsrikheten øker (gjødslingseffekt). Større økninger av tilførslene av næringsalter vil imidlertid gi redusert artsantall med dominans av noen få arter. Ofte vil det være små hurtigvoksende grøninalger og enkelte trådformete brunalger (ofte omtalt som «sly») som øker i mengde og dominerer fordi de raskt kan utnytte overskuddet av næringsalter. De flerårige algene blir lett overgrodd av de hurtigvoksende algene, noe som kan resultere i at tang og tare reduseres og etter hvert forsvinner.

Til sammen ble det registrert 85 arter/taxa (heretter kalt taxa) av alger og dyr på de 15 stasjonene i 2019. Av disse var 57 alger og 28 dyr (Tabell 7). Det ble registrert flest taxa på stasjon G8 Hellesøy med totalt 43 taxa (28 alger og 15 dyr); her ble det også registrert flest algetaxa. Færrest taxa ble registrert på stasjon G10 Lillevikodden med totalt 17 taxa (14 alger og 3 dyr). Færrest algetaxa var det på G6 Ravnøy (13 taxa). Av dyr ble det registrert flest taxa på stasjon G7 Hui (16 taxa), og færrest på G10 Lillevikodden (3 taxa).

Tabell 7. Antall taxa av alger og dyr i fjæresonen (fjæresone- og rammeundersøkelser) i 2007, 2009, 2010, 2014, 2016, 2017 og 2019

	2019	2017	2016	2014	2010	2009	2007
Antall stasjoner	15*	15	15	16	24	10	25
Antall taxa alger	57	51	57	44	39	50	74
Antall taxa dyr	28	38	35	31	39	39	44

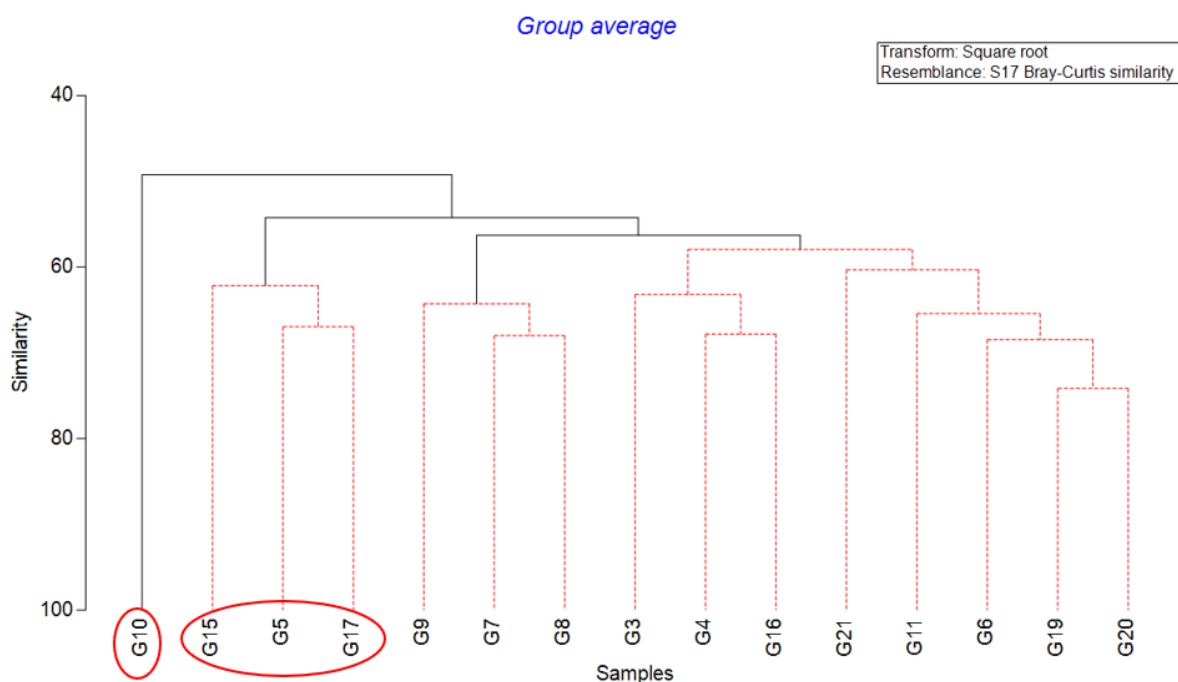
*Rammeundersøkelser på fire stasjoner, og fjæresoneundersøkelser på 14 stasjoner (på tre av stasjonene ble det utført begge undersøkelsene). Tidligere år er det kun utført rammeundersøkelser på stasjonene.

En likhetsanalyse av strandsamfunnet på de ulike stasjonene ble utført med den statistiske programpakken PRIMER 7.0.13 (Clarke og Gorley 2001). Analysen er foretatt på data fra fjæresoneundersøkelsene, og på rammeundersøkelsen på stasjon G6 Ravnøy. På stasjonene hvor det ble utført både ramme- og fjæresoneundersøkelser er kun data fra fjæresoneundersøkelsene inkludert. Resultatene fra rammeundersøkelsen på Ravnøy ble konvertert til semikvantitativ skala før analysen (Tabell 8). I analysen er enkelte arter som lett kan forveksles slått sammen. F.eks. er grøninalgene *Cladophora sericea* og *Cladophora albida* slått sammen til *Cladophora* spp. Juvenile former er ikke inkludert dersom voksne individ også er registrert i undersøkelsen. Døde individ er heller ikke inkludert. Artslisten som er benyttet i analysen er gitt i Vedlegg B.

Tabell 8. Konvertering fra frekvens (antall ruter) til semikvantitativ skala (prosent dekning) for analyse av strandsamfunnene. Benyttet på stasjon G6 Ravnøy.

Semikvantitativ skala	Prosent dekning		Frekvens (ant. ruter)	
1	enkeltfunn		1	
2	0	5	0	10
3	5	25	10	50
4	25	50	50	100
5	50	75	100	150
6	75	100	150	200

Likhetsanalysen viser at stasjon G10 Lillevikodden skilte seg mest ut fra de øvrige stasjonene (Figur 25). Stasjon G5 Torgersøy, G15 Kippenes og G17 Fuglevik grupperte seg sammen, og skilte seg også ut fra de øvrige stasjonene (Figur 25).



Figur 25. Klusteranalyse som viser likheten mellom de ulike fjærestasjonene i 2019. Røde sirkler markerer de stasjonene som skiller seg mest ut i undersøkelsen.

En videre analyse (Simper) av resultatene viser at strandsamfunnet på stasjon G10 Lillevikodden skiller seg ut med høyere forekomst av grønnalgen krøllhårsalge (*Chaetomorpha linum*), blågrønn- og kiselalger og hydroiden *Clava multicornis*, og med fravær av bl.a. blåskjell (*Mytilus edulis*), rødalgen vanlig rekeklo (*Ceramium virgatum*), stjernemosdyr (*Electra pilosa*) og vanlig strandsnegl (*Littorina littorea*) (Tabell 9). Grupperingen med stasjon G5 Torgersøy, G15 Kippenes og G17 Fuglevik skiller seg fra de andre stasjonene med å ha høyere forekomst av bl.a. blåskjell (*Mytilus edulis*) og rødalgene svartdokke (*Polysiphonia fucoides*) og tangdokke (*Polysiphonia fibrillosa*), og fravær av bl.a. mosdyr *Alcyonidium* spp. og hydroiden *Dynamena pumila* (Tabell 9).

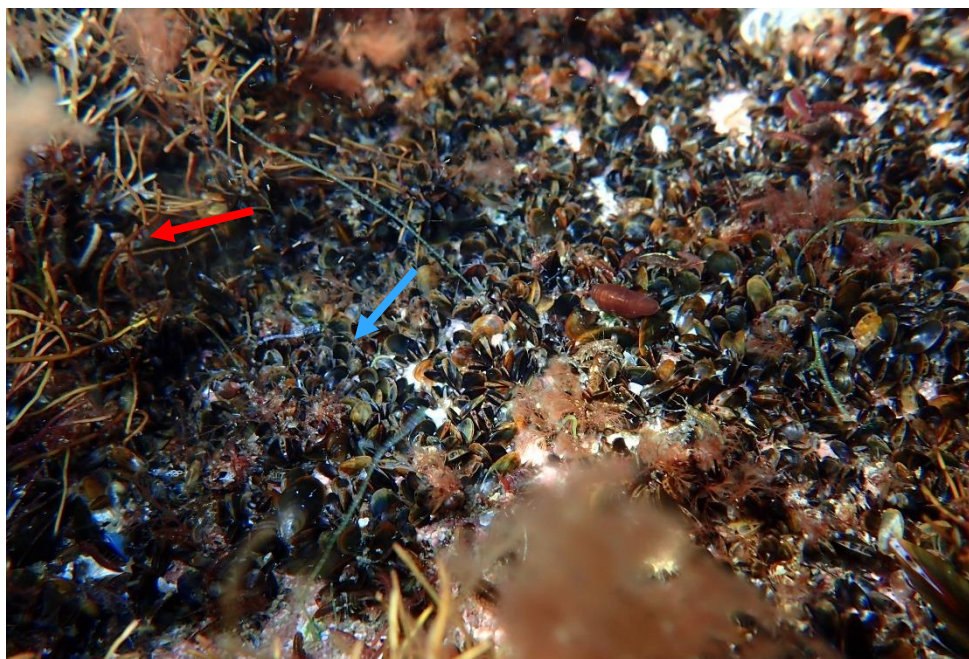
Tabell 9. Simperanalyse som viser hvilke fem taxa som bidrar mest til ulikheten mellom de ulike gruppene fra klusteranalysen i Figur 21. Gruppe 2 består av stasjon G5, G15 og G17. Gruppe 3 består av stasjon G3, G4, G6, G7, G8, G9, G11, G16, G19, G20 og G21. Forklaring av forkortelser: Av.Abund=Gjennomsnittlig forekomst. Av.Diss= Gjennomsnittlig ulikhet mellom gruppene. Diss/SD=Ulikhet mellom gruppene delt på standardavvik. Contrib%=Det prosentvise bidraget til ulikheten mellom gruppene. Cum%= Det kumulative prosentvise bidraget til ulikheten mellom gruppen.

Stasjon G10 & Gruppe 2						
Gjennomsnittlig ulikhet = 55,73						
Taxa	G10	Gruppe 2				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Mytilus edulis</i>	0	2,1	2,78	2,92	4,99	4,99
<i>Polysiphonia fucooides</i>	0	1,99	2,61	5,17	4,68	9,67
Rød skorpeformet kalkalge	0	1,88	2,43	5,58	4,37	14,04
<i>Clava multicornis</i>	1,73	0	2,26	13,24	4,05	18,1
Blågrønn/kiselalger	1,73	0	2,26	13,24	4,05	22,15
Stasjon G10 & Gruppe 3						
Gjennomsnittlig ulikhet = 49,38						
Taxa	G10	Gruppe 3				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Ceramium virgatum</i>	0	1,73	2,29	5,55	4,64	4,64
<i>Chaetomorpha linum</i>	1,73	0,13	2,17	3,35	4,4	9,04
Blågrønn/kiselalger	1,73	0,16	2,12	2,81	4,3	13,34
<i>Electra pilosa</i>	0	1,56	2,09	2,77	4,23	17,57
<i>Littorina littorea</i>	0	1,45	1,92	2,36	3,9	21,47
Gruppe 2 & 3						
Gjennomsnittlig ulikhet = 45,74						
Taxa	Gruppe 2	Gruppe 3				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Polysiphonia fucooides</i>	1,99	0,26	2,05	2,56	4,49	4,49
<i>Mytilus edulis</i>	2,1	0,77	1,65	1,59	3,61	8,1
<i>Alcyonidium</i> spp.	0	1,4	1,59	2,78	3,49	11,59
<i>Dynamena pumila</i>	0	1,37	1,53	1,89	3,36	14,94
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	1,39	0,13	1,51	1,34	3,31	18,25

Stasjon G10 Lillevikodden ligger i Larviksfjorden, like ved utløpet av Numedalslågen, og det er sannsynlig at ferskvann- og næringstilførsel fra denne fører til økt forekomst av hurtigvoksende alger som bl.a. krøllhårsalge og blågrønn- og kiselalger. Stasjonen hadde også høyest samlet forekomst, og flest taxa, av opportunistiske alger (Vedlegg B). Opportunistiske alger er hurtigvoksende, kortlivede alger som favoriseres av høy næringstilførsel. Høy forekomst av hurtigvoksende alger kan være årsak til at det ikke ble registrert blåskjell på stasjonen, da de kan konkurrere om tilgjengelig substrat.

Hva som er årsaken til at artssammensetningen på stasjon G5 Torgersøy, G15 Kippenes og G17 Fuglevik er likere hverandre enn de er til de resterende stasjonene, er vanskelig å tolke. Det ble registrert dominerende forekomster av juvenile blåskjell ved Kippenes og Fuglevik (Figur 26), mens det var spredte forekomster ved Torgersøy. På stasjon G16 Kallum, som ligger mellom Kippenes og Fuglevik, på østsiden av Oslofjorden, var det også betydelige forekomster av blåskjell. Også på stasjon G3 Østøya, ved Horten, var det dominerende forekomster av blåskjell. På de resterende

stasjonene i undersøkelsen er det registrert spredte forekomster eller fravær av blåskjell. Det tyder på at det har vært et relativt stort nedslag av blåskjell i området Horten/Moss, men det antagelig har vært mindre eller fraværende på stasjonene i øvrige områder. Voksne individer av blåskjell ble kun registrert i spredte forekomster (0-5 % dekningsgrad) på tre stasjoner (G15 Kippenes, G19 Rødskjær og G21 Hue).

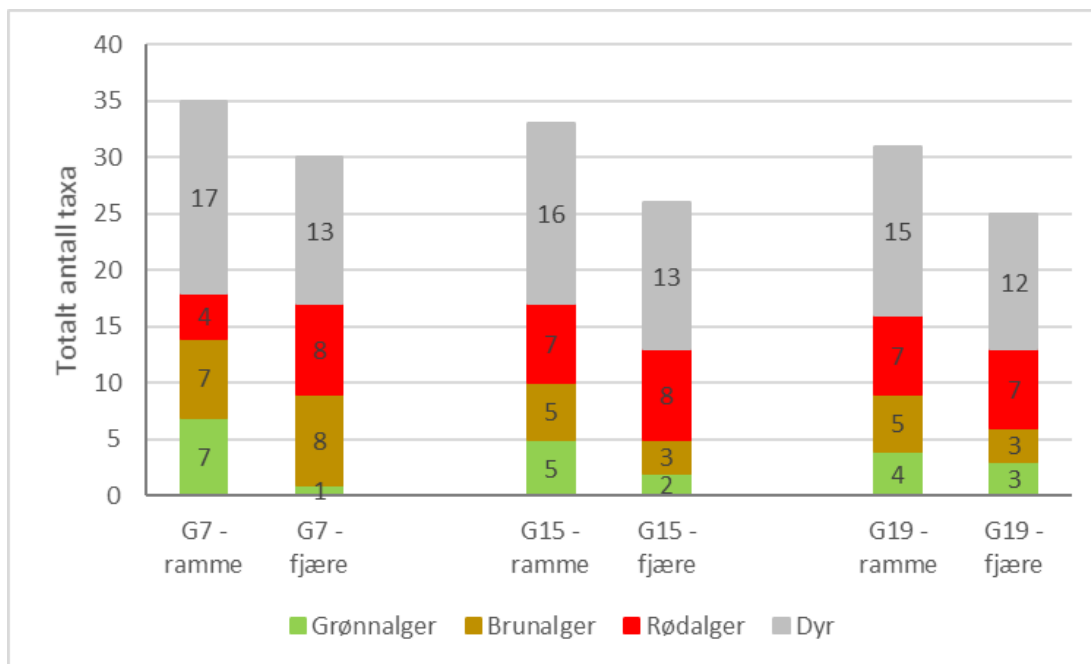


Figur 26. Juvenile blåskjell (*Mytilus edulis* - blå pil) og rødalgen pollris (*Ahnfeltia plicata* – rød pil) på fjell på stasjon G17 Fuglevik.

7.2 Sammenlikning av rammeundersøkelse og fjæresoneundersøkelse

På tre stasjoner (G7 Hui, G15 Kippenes og G19 Rødskjær) ble det gjennomført både rammeundersøkelser og fjæresoneregistreringer for å sammenlikne undersøkelsesmetodene. Det ble stort sett registrert flere taxa ved rammeundersøkelsene (Figur 27). Det var størst forskjell mellom de to metodene på Hui. Der ble det registrert færre taxa grønnalger og dyr ved fjæresoneundersøkelsen (hhv. 1 og 13) enn ved rammeundersøkelsen (hhv. 7 og 17). På stasjonen er de to rammene plassert et stykke unna hverandre (ca. 30 m), og fjæresoneundersøkelsene overlapper kun med den ene rammen (rammen som er plassert på sørenden av holmen). I rammen som overlapper med fjæresoneundersøkelsen ble det registrert tre grønnalgetaxa og 15 dyretaxa.

Fullstendige artslistene for fjære- og rammeundersøkelsene er gitt i Fagrapporten for benthosundersøkelsene (Moy 2020).



Figur 27. Antall registrerte taxa av grønnalger, brunalger, rødalger og dyr på de tre stasjonene hvor det ble utført både fjæresoneregistreringer og rammeregistreringer i 2019. Tallene i søylene viser antall taxa registrert innen hver gruppe.

Fordeler med rammeundersøkelser:

- Eksakt samme areal blir undersøkt hver gang (gitt at festene til rammen gjenfinnes)
- Grundig metode (tilstedeværelsen til arter registreres i totalt 200 ruter)
- Beholder tidsserier. Det er foretatt rammeundersøkelser i overvåkingsprogrammet for Ytre Oslofjord i 2007, 2009, 2010, 2014, 2016, 2017 og 2019 (kun på fire stasjoner)

Ulemper med rammeundersøkelser:

- Feste til rammene er markert med plastbolter boret fast i fjellet. Boltene bryr ofte av eller faller ut av hullet i fjellet, og det kan være vanskelig og tidkrevende å finne tilbake til rammefestene. Dersom de ikke blir gjenfunnet må nye huller bories, og nye bolter festes.
- Det undersøkte arealet er ganske begrenset; gir ikke nødvendigvis et representativt bilde av samfunnet i fjæra.
- Tidkrevende undersøkelse. Undersøkelsene tar som regel mellom 1,5 – 2 timer per stasjon
- Dersom man ikke finner tilbake til rammefestene, og nye fester må opprettes, vil det bli et brudd i tidsserien på stasjonen⁶.
- Setter spor i fjæra
- Rammeregistreringer kan ikke benyttes til å beregne fjæreindeksen.

⁶ Eksempel: I 2007 ble det etablert nye registreringsfelt på stasjon G5, G10, G17 og G21 (Gitmark m.fl. 2008). I 2009 ble det etablert nye registreringsfelt på stasjon G5 og G17 (Walday m.fl. 2010). I 2016 ble det etablert nytt registreringsfelt på stasjon G15 (Gitmark m.fl. 2017). I 2017 ble det opprinnelige registreringsfeltet på stasjon G15 gjenfunnet, og registreringen ble foretatt der (Gitmark & Walday 2018).

Fordeler med fjæresoneundersøkelser:

- Metodikken benyttes for beregning av fjæreindeksen (RSLA/RSL) i klassifiseringsveilederen, det vil si under Vannforskriften (Veileder 02:2018).
- Metodikken blir benyttet i de fleste overvåkingsprogrammer som f.eks. ØKOKYST (Fagerli m.fl. 2018) og i tiltaksrettet industriovertvåking (Borgersen m.fl. 2019, Gitmark m.fl. 2017).
- Tidseffektiv metode. Undersøkelsen tar som regel 20 - 30 minutter å gjennomføre. Dette betyr at man, for samme kostnad, kan undersøke betraktelig flere stasjoner med fjæresoneundersøkelser enn med rammeundersøkelser.
- Setter ingen spor i fjæra

Ulemper med fjæresoneundersøkelser:

- Arealet som undersøkes fastsettes med GPS-posisjoner og bilder. Det vil derfor ikke være det eksakt samme arealet som undersøkes hver gang.
- Det er en fare for at enkelte arter, spesielt små arter og arter med lav forekomst, kan bli oversett; ved fjæresoneundersøkelser undersøkes et større areal av strandsonen, men det benyttes kortere tid enn ved rammeundersøkelser⁷.
- Per i dag foreligger det verken artslistor eller klassegrenser for fjæreindeksen i Skagerrak (Veileder 02:2018). Det arbeides stadig med å videreutvikle indeksene, men per i dag kan ikke resultatene fra fjæresoneregistreringene i Ytre Oslofjord benyttes til å beregne fjæreindeksen.

Problemstilling ved endring fra ramme- til fjæreundersøkelse:

- På enkelte av stasjonene er de to rammene plassert et stykke unna hverandre (>10m). Ved fjæresoneundersøkelser undersøkes en ca. 10 m horisontal strekning av strandsone av strandlinja. Arealet som undersøkes i fjæresoneundersøkelsen vil ikke dekke begge rammearealene. Dersom organismesamfunnet er svært ulike i de to rammearealene vil en kunne få lavere artsdiversitet ved fjæresoneundersøkelsen, sammenliknet med rammeundersøkelsen.
- Da et mye større areal dekkes ved fjæresoneundersøkelsene enn ved rammeundersøkelser, må det brukes ulike metoder for registreringer i forekomst av de ulike taxa. Ved fjæresoneundersøkelser registreres den prosentvise dekningsgraden (etter en 6-delt semikvantitativ skala), mens ved rammeundersøkelser registreres tilstedeværelsen av arter i totalt 200 ruter⁸. I 2009 ble metodikken for registreringer i rammeundersøkelsene endret fra dekningsgrad (prosent dekning av en art i totalt fire rammer) til frekvens (tilstedeværelse av en art i totalt 200 ruter). Det ble gjort en vurdering av de to metodikkene (Waldy m.fl. 2010).

Anbefaling:

Begge metodene har fordeler og ulemper, men det anbefales å fortsette med fjæreundersøkelser i overvåkingsprogrammet for Ytre Oslofjord da denne metodikken blir benyttet i de fleste andre

⁷ Eksempel: På stasjon G15 Kippenes ble det registrert fem taxa brunalger i rammeundersøkelsen, men kun tre i fjæresoneundersøkelsen. Brun skorpeformet alge, brunli (*Ectocarpus* sp) og tanglo (*Elachista fucicola*) ble kun registrert i rammeundersøkelsen i hhv. 26, 5 og 8 ruter, mens brunalgen *Sphacelaria radicans* kun ble registrert i fjæresoneundersøkelsen (i frekvent forekomst, >5-25 % dekningsgrad). Brunli og tanglo ble registrert i lav forekomst i rammene, og tanglo er en liten art.

⁸ Eksempel: På stasjon G15 Kippenes ble rur (*Balanus* sp.) registrert i 161 ruter (av totalt 200), mens den kun ble registrert som spredt (0-5 % dekning) ved fjæresoneregistreringene (Moy og Waldy 2020). Det er sannsynlig at enkelte individer av rur er spredt over undersøkelsesområdet på stasjonen. Det vil si at de vil forekomme i mange ruter, men total dekningsgrad er lav.

overvåkingsprogram. Den gir også mulighet for å undersøke mange flere stasjoner for samme kostnad.

På enkelte av rammestasjonene er det opprettet nye fester for rammene da de opprinnelige ikke er blitt gjenfunnet. Det medfører da antagelig at undersøkelsesarealet er flyttet og tidsserien på stasjonen i praksis er brutt. Vi kan vanskelig sikre oss mot dette og det forventes derfor at det vil skje flere ganger.

Hensikten med undersøkelsene av organismer i fjæresonen i overvåkingen av Ytre Oslofjord er å følge med på utvikling av mangfold og dominans av arter. En endring fra ramme- til fjæreundersøkelser vil ikke redusere mulighetene til å avdekke strukturelle endringer av betydning i fjæresamfunnene, særlig ikke de som er forårsaket av overgjødning.

7.3 Undersøkelser av nedre voksegrense

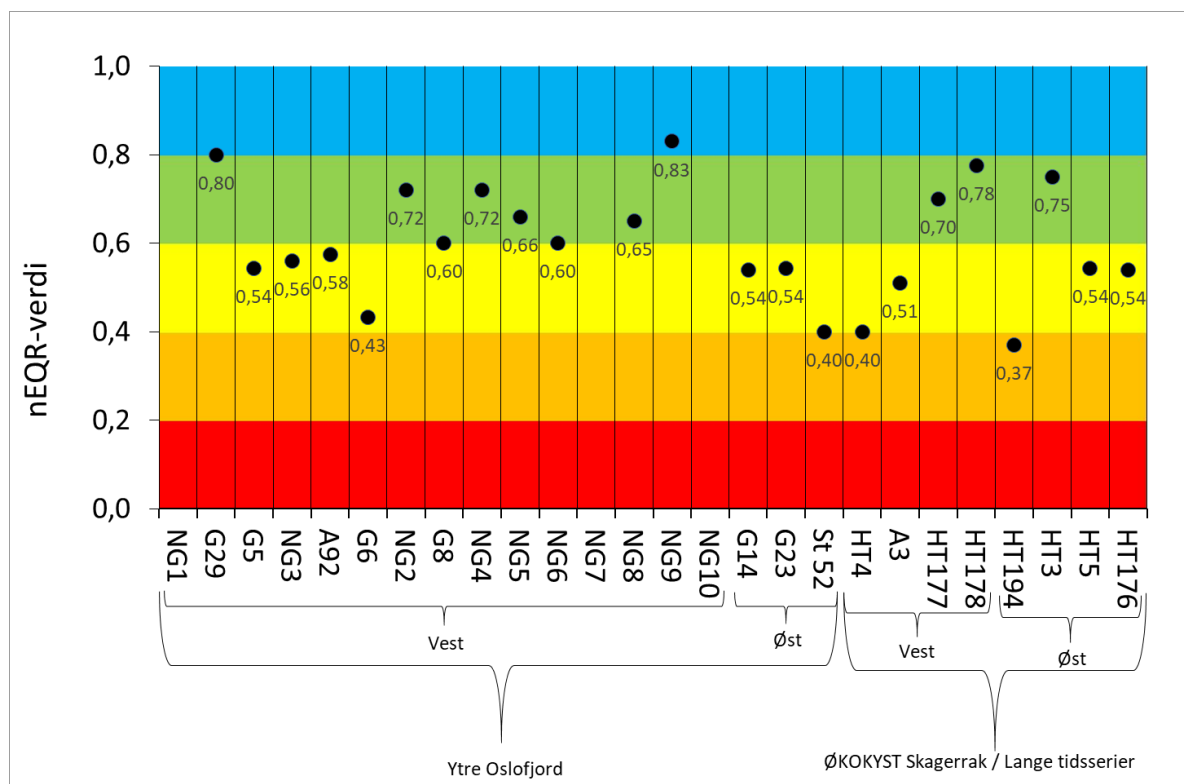
Registrering av nedre voksegrense for ni utvalgte arter på 18 stasjoner ga «svært god» økologisk tilstand på én stasjon (NG9), «god» økologisk tilstand på fem stasjoner (G29, NG2, NG4, NG5, NG8), «moderat» tilstand på åtte stasjoner (G5, G6, G8, G14, G23, A92, NG3, NG6) og «dårlig» tilstand på én stasjon (St. 52) (Tabell 10, Figur 28). På tre stasjoner kunne ikke nEQR-verdi beregnes: På stasjon NG1 Sandebukta og NG10 Kilsfjorden/Sauholmen var kun to av de ni utvalgte artene til stede med tilstrekkelig forekomst (minst tre av de ni artene må være til stede i minst spredt forekomst for å kunne beregne nEQR). På stasjon NG7 Trosbyfjorden/Håvøya var det uegnet substrat for nedre voksegrenseundersøkelse (bløtbunn dypere enn 10 m). Stasjonene NG1-10 ble undersøkt på oppdrag fra fylkesmannen i Vestfold og Telemark, og ble undersøkt for første gang i 2019.

Stasjon G29 Småskjær utenfor Jeløya har nEQR-verdi på 0,8, som er øvre verdi for «god» økologisk tilstand (på grensen til «svært god»). Stasjon G8 Hellesøy i Sandefjordsfjorden og stasjon NG6 Hvittingen i Naverfjorden har nEQR-verdi på 0,6, som er øvre verdi for «moderat» økologisk tilstand (på grensen til «god»). Stasjon 52 V. Damholmen, nord for Kirkøy, har nEQR-verdi på 0,4, som er øvre verdi for «dårlig» økologisk tilstand (på grensen til «moderat»).

Miljødirektoratets ØKOKYST-program for Skagerrak registrerte en forverring av MSMDI-indeksen på fire av sine sju stasjoner i 2019 (Fagerli m.fl. 2020). Tilstanden var «god» på Veslekalven (HT3) ved Engelsviken, Store Arøya (HT177) og Risøyodden (HT178) ved Langesund, mens den var moderat ved Åkerø (HT5) og Brattholmen (HT176) i Hvaler. Ved Færder (HT4) utenfor Tjøme, og Gullholmen (HT194) utenfor Jeløya var tilstanden dårlig i 2019 (Tabell 10). På stasjon HT194 Gullholmen, HT177 Store Arøya og HT176 Brattholmen har tilstanden blitt en klasse dårligere fra 2018 til 2019, mens på stasjon HT178 Risøyodden har den gått fra «dårlig» i 2018 til «god» i 2019. Stasjon Lyngholmen (A3), sør for Tønsberg tønne, overvåkes under programmet Lange tidsserier og viste «moderat» tilstand i 2019 (samme som i 2018) (Fagerli m.fl. 2020).

Tabell 10. Økologisk tilstand og nEQR-verdi for kvalitetselementet makroalger basert på nedre voksegrenseindeksen (MSMDI) på de 18 stasjonene undersøkt i 2019 i Overvåkingen av Ytre Oslofjord, samt de åtte stasjonene som er undersøkt i 2019 i programmet ØKOKYST Skagerrak (merket *) og Lange Tidsserier for Miljødirektoratet (merket **). Resultater fra ØKOKYST Skagerrak og Lange tidsserier er hentet fra Fagerli m.fl. 2020. De ulike fargene indikerer økologisk tilstand. n.a. indikerer at MSMDI ikke kunne beregnes på stasjonene.

Økologisk tilstand	nEQR	Stasjonsnr.	Stasjonsnavn	Vanntype
Svært god	0,83	NG9	Bærøyfjorden	S3 - Beskyttet kyst/fjord
God	0,80	G29	Småskjær	S2 - Moderat eksponert kyst
	0,72	NG2	Stiger syd	S2 - Moderat eksponert kyst
	0,72	NG4	Langøyholmen	S3 - Beskyttet kyst/fjord
	0,66	NG5	Oskjær	S1 - Åpen eksponert kyst
	0,65	NG8	Arøy	S3 - Beskyttet kyst/fjord
	0,750	HT3*	Veslekalven	S2 - Moderat eksponert kyst
	0,700	HT177*	Store Arøya	S2 - Moderat eksponert kyst
	0,775	HT178*	Risøyodden	S3 - Beskyttet kyst/fjord
Moderat	0,54	G5	Torgersøy	S2 - Moderat eksponert kyst
	0,43	G6	Ravnøy	S3- Beskyttet kyst/fjord
	0,60	G8	Hellesøy	S3- Beskyttet kyst/fjord
	0,54	G14	Bevøya S	S2 - Moderat eksponert kyst
	0,54	G23	Kråka	S3- Beskyttet kyst/fjord
	0,58	A92	Kongsholmen	S2 - Moderat eksponert kyst
	0,56	NG3	Vrengen, Hønsetangen	S3 - Beskyttet kyst/fjord
	0,60	NG6	Hvittingen	S1 - Åpen eksponert kyst
	0,543	HT5*	Åkerø	S1 - Åpen eksponert kyst
	0,510	A3**	Lyngholmen	S1 - Åpen eksponert kyst
	0,540	HT176*	Bratt-holmen	S3 - Beskyttet kyst/fjord
Dårlig	0,40	St 52	V. Damholmen	S3- Beskyttet kyst/fjord
	0,400	HT4*	Færder	S1 - Åpen eksponert kyst
	0,370	HT194*	Gullholmen	S2 - Moderat eksponert kyst
n.a.	-	NG1	Sandebukta	S3- Beskyttet kyst/fjord
	-	NG7	Trosbyfjorden, Håvøya	S3 - Beskyttet kyst/fjord
	-	NG10	Kilsfjorden, Sauholmen	S6 – Oksygen-fattig fjord



Figur 28. nEQR-verdi for kvalitetselementet makroalger basert på nedre voksegrenseindeksen (MSMDI). Figuren viser resultatene fra de 18 stasjonene undersøkt i YO-overvåkingen i 2019 (stasjon NG1-10 ble undersøkt på oppdrag fra Fylkesmannen i Vestfold og Telemark) og de åtte stasjonene som er undersøkt i programmet ØKOKYST Skagerrak og Lange Tidsserier for Miljødirektoratet i 2019. Resultater fra ØKOKYST Skagerrak og Lange tidsserier er hentet fra Fagerli m.fl. 2020. nEQR-verdi kunne ikke beregnes på stasjon NG1, NG7 og NG10. Rekkefølgen på stasjonene viser til plasseringen i Oslofjorden: innerst til ytterst i fjorden, og om de ligger på vestsiden eller østsiden. De ulike fargene indikerer økologisk tilstand: I - Svært god, II - God, III - Moderat, IV - Dårlig og V - Svært dårlig.

Tabell 11 viser nEQR-verdi og økologisk tilstand beregnet på nedre voksegrensestasjonene undersøkt i 2019, sammenlignet med resultater fra undersøkelsene gjort på stasjonene i tidligere år. Beregning av nEQR-verdi er vist i Vedlegg C. Det har vært liten forandring i tilstanden på stasjon G5 Torgersøy, G23 Kråka, G29 Småskjær og A92 Kongsholmen siden 2016, men på Torgersøy og Kongsholme har det vært en forverring av tilstanden. På stasjon G6 Ravnøy og G23 Kråka har det stort sett vært «moderat» tilstand, men i 2016 var det «god» tilstand på Ravnøy og i 2010 var det «god» tilstand på Kråka. På stasjon G8 Hellesøy har det blitt en forverring av tilstanden fra «god» i 2016 og 2017, til «moderat» i 2019. (nEQR-verdien er akkurat på grensen til «god» tilstand). På stasjon 52 V. Damholmen har det blitt en forverring av tilstanden fra «moderat» i 2016 til «dårlig» i 2019 (stasjonen ble ikke undersøkt i 2017). På stasjon G14 Bevøya S var det en forverring fra «god» tilstand i 2007 til «dårlig» i 2016, mens den var «moderat» i 2017 og 2019.

Tabell 11. nEQR-verdi for kvalitetselementet makroalger basert på nedre voksegrenseindeksen (MSMDI) på de åtte stasjonene undersøkt i 2019, sammen med resultater fra undersøkelsene gjort på stasjonene i tidligere år, samt resultatene fra de åtte stasjonene som er undersøkt i programmet ØKOKYST Skagerrak og Lange Tidsserier for Miljødirektoratet fra 2010, 2016, 2017 og 2019. Resultater fra ØKOKYST Skagerrak og Lange tidsserier er hentet fra Fagerli m.fl. 2020. De ulike fargene indikerer økologisk tilstand: I - Svært god, II - God, III - Moderat, IV- Dårlig og V- Svært dårlig.

	Ytre Oslofjord							
	G5	G6	G8	G14	G23	G29	St 52	A92
2007	0,83	0,50	0,68*	0,68	0,60	-	-	0,63
2010	0,71	0,55	0,87	0,54	0,74	-	0,60	0,48
2016	0,60	0,63	0,63	0,37	0,49	0,80	0,53	0,43
2017	0,60	0,53	0,65	0,46	0,51	0,77	-	0,53
2019	0,54	0,43	0,60	0,54	0,54	0,80	0,40	0,58
	ØKOKYST Skagerrak / Lange tidsserier**							
	HT3	HT4	HT5	HT194	A3	HT177	HT178	HT176
2010	0,68	0,57	0,68	-	0,73	0,80	0,58	0,69
2016	0,75	0,56	0,69	0,64	0,60	0,73	-	0,51
2017	0,65	0,37	0,37	0,57	0,37	-	-	-
2019	0,75	0,40	0,54	0,37	0,51	0,70	0,78	0,54

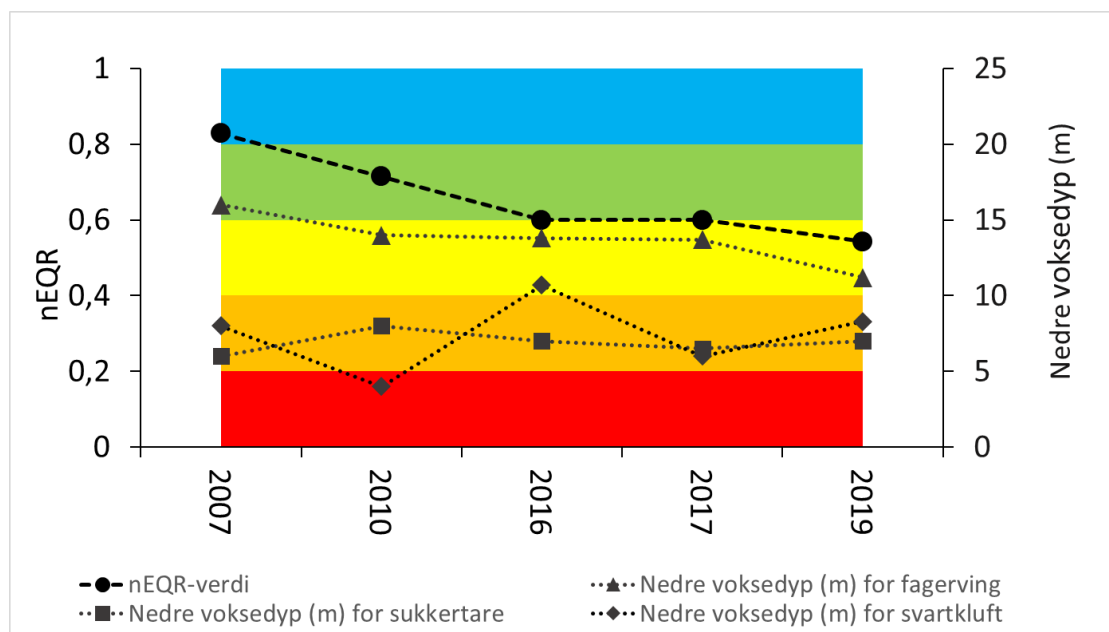
*I 2007 ble det kun dykket til 10m dyp. I 2010 ble transektet flyttet, og det ble dykket til 18 m dyp.

** For nEQR-verdier i disse programmene er det benyttet 0-verdi i de tilfeller hvor arter som tidligere er registrert på stasjonen ikke blir gjenfunnet ved senere registreringsår (det er satt grense på 4 år, tilsvarende en overvåkingssyklus. Dersom det er mer enn 4 år mellom to påfølgende undersøkelser er det ikke satt 0-verdi der hvor tidligere registrerte arter ikke er gjenfunnet)

Den økologiske tilstanden på hardbunn klassifiseres generelt dårligere enn tilstanden på nærliggende vannmassestasjoner (Figur 1). F.eks. viser vannmassestasjon I-1, nord for Kirkøy, god tilstand, mens den nærmeste hardbunnstasjonen, 52 V. Damholmen, viser dårlig tilstand.

Det er to ulike beregninger av nedre voksegrenseindeksen. En metode hvis det er første gang stasjonen blir undersøkt, og en annen dersom stasjonen er undersøkt tidligere. Ved første registrering blir ikke de artene (av de ni utvalgte makroalgene) som ikke observeres på stasjonen tatt med i summeringen av poengverdi. Ved gjenbesøk av en stasjon vil en art som tidligere har blitt observert, men ikke funnet i registreringsåret, få en poengverdi på 0, og dermed gi en dårligere poengsum (og dermed dårligere nEQR-verdi) (Veileder 02:2018).

Årsaken til endringen i nEQR-verdiene er delvis at arter som tidligere er registrert på stasjonen ikke er gjenfunnet. F.eks. på stasjon G8 Hellesøy hvor det ble registrert krusblekke (*Phyllophora pseudoceranooides*) i 2017 og teinebusk (*Rhodomela confervoides*) i 2016, men disse artene ble ikke gjenfunnet i 2019. På flere av stasjonene hvor enkelte av nedre voksegrenseartene ikke ble gjenfunnet i undersøkelsene i 2019, ble det ikke registrert forverring av nedre voksedyp for de øvrige artene (Figur 29). Dette kan tyde på andre årsaker enn eutrofi til at nedre voksegrenseindeksen har blitt dårligere på disse fleste stasjonene.



Figur 29. nEQR-verdi og nedre voksedyp (m) for sukkertare (*Saccharina latissima*), fagerving (*Delesseria sanguinea*) og svartkluff (*Furcellaria lumbricalis*), på stasjon G5 Torgersøy, utenfor Tønsberg, i 2007, 2010, 2016, 2017 og 2019. De ulike fargene indikerer økologisk tilstand:

I - Svært god, II - God, III - Moderat, IV - Dårlig og V - Svært dårlig.

Flere av nedre voksegrensestasjonene går over i bløtbunn før 20 m dyp, og stasjonene er generelt preget av sedimentert fjell. Sediment på bunnen (nedslamming) kan hindre alger og dyr i å feste og etablere seg, og nedslamming har vært antatt å være en viktig årsak til at f.eks. sukkertare ikke har reetablert seg på steder den har forsvunnet (Moy m.fl. 2008). Det er ikke gjort kvantitative mål av graden av nedslamming på bunnen i 2019 men registreringene gjort i 2007 og 2010 viser at nedslamming dekker over 50 % av bunnen på de fleste stasjoner/dyp. Det er oftest noe lavere nedslamming i de øverste meterne hvor større vannbevegelse (bølgeeksponering) vasker bort partikler.

Nedre voksegrenseartene blir oftest registrert i flekkvise forekomster i Ytre Oslofjord, og det er mulig at mangel på egnet substrat er en viktig begrensende faktor for voksedypet til makroalgene.

7.4 Fremmede arter

Det ble registrert fem fremmede arter på hardbunn i 2019. Alle artene er også tidligere registrert i overvåkingsprogrammet for Ytre Oslofjord. Videre følger en oversikt over fremmede arter som er registrert i overvåkingsprogrammet for Ytre Oslofjord.

Japansk drivtang (*Sargassum muticum*)

Japansk drivtang er en brunalge som først ble registrert i Aust-Agder i 1988. Arten er vurdert til å ha svært høy risiko pga. stort invasjonspotensiale, og høy økologisk effekt (Artsdatabanken 2018). Den ble registrert på fire stasjoner i 2007, da NIVA foretok første undersøkelse av stasjonene (Tabell 12). I 2019 ble den registrert på seks stasjoner (Tabell 12). De fleste registreringene er gjort på dykkeundersøkelsene.

Tabell 12. Registreringer av japansk drivtang på hardbunnstasjonene i Ytre Oslofjord i 2007 - 2019. Grå skraverte felt betyr at stasjonen ikke er undersøkt det året. Bokstavene i parentes indikerer den vanligste registrerte forekomsten av arten e=enkeltfunn, s=spredt forekomst (0-25 % dekningsgrad), v=vanlig forekomst (>25-75 % dekningsgrad), d=dominerende forekomst (75-100 % dekningsgrad).

Latinsk navn		<i>Sargassum muticum</i>							
Norsk navn		Japansk drivtang							
Risiko		SE = Svært høy økologisk risiko							
Stasjon / År		2007	2008	2009	2010	2014	2016	2017	2019
G6	Ravnøy	reg. mellom 3-6m (v)			reg. mellom 1-6m (s)		reg. mellom 3-6m (s-v)	reg. på 7,1m(e), 4,5m(s), 2m(v)	reg. på 6m (s)
G7	Hui								reg. i fjæra (s)
G8	Hellesøy	reg. på 6m (e)			reg. på 6 og 10m (s)			reg. på 6,6m (e)	reg. i fjæra og på 6,5m (s)
G9	Åsnes	reg. i fjæra (s)							reg. i fjæra (s)
G14	Bevøya S	reg. mellom 2-6m (e)			reg. mellom 3-6m (s)			reg. på 3,5m (s)	reg. på dykk (e)
A92	Kongsholmen		reg. mellom 3-6m (s-v)	reg. mellom 3-6m (s-v)	reg. mellom 3-6m (s-d)		reg. på 8,8m (s)	reg. på 7m (e)	reg. på 5,7m (v)

Strømgarn (*Dasya baillouviana*)

Strømgarn er en rødalge som første gang ble funnet i Norge i 1966. Den er vurdert til å ha mulig høy risiko pga. stort invasjons-potensiale, men har ingen kjent økologisk effekt (Artsdatabanken 2018). Den ble registrert på syv stasjoner i 2007, da NIVA foretok første undersøkelse av stasjonene (Tabell 13). I 2019 ble den registrert på fem stasjoner (Tabell 13). De fleste registreringene er gjort på dykkeundersøkelsene. Bilde av arten er gitt i Figur 31.

Tabell 13. Registreringer av strømgarn på hardbunnstasjonene i Ytre Oslofjord i 2007 - 2019. Grå skraverte felt betyr at stasjonen ikke er undersøkt det året. Bokstavene i parentes indikerer den vanligste registrerte forekomsten av arten e=enkeltfunn, s=spredt forekomst (0-25 % dekningsgrad), v=vanlig forekomst (>25-75 % dekningsgrad), d=dominerende forekomst (75-100 % dekningsgrad).

Latinsk navn		<i>Dasya baillouviana</i>						
Norsk navn		Strømgarn						
Risiko		PH = Potensiell høy økologisk risiko						
Stasjon / År		2007	2009	2010	2014	2016	2017	2019
G3	Østøya	reg. mellom 3-5m (s-v)						
G5	Torgersøy	reg. på 3m (s)						reg. på 6,5m (s)
G6	Ravnøy	reg. mellom 1-3m (s-v)					reg. på 3,4m (s)	
G8	Hellesøy	reg. på 5m (e)						
G10	Lillevikodden	reg. mellom 1-4m (s-v)						
G14	Bevøya S	reg. mellom 4-6m (s)		reg. mellom 0-4m (s)		reg. på 5,5m (s)	reg. på 5,7m (e) og 3,4m (s)	reg. på dykk
G15	Kippenes	reg. i fjæra (e)						reg. i fjæra (s)
G29	Småskjær							reg. på 8,5m (s)
A92	Kongsholmen							reg. på 2,7m (s)

Krokbærer (*Bonnemaisonia hamifera*)

Krokbærer er en rødalge som ble funnet i Norge første gang i 1902. Arten har en livssyklus hvor det inngår to morfologisk svært ulike stadier; et lite og enradet tetrasporofyttstadium (oftest kalt *Trailiella intricata* (rødlo)), og et flerradet gametofyttstadium (krokbærer). Det er gjort få observasjoner av gametofyttstadiet i Norge, mens tetrasporofyttstadiet til arten har stor utbredelse, og er nå registrert fra Østfold – Troms (Artsdatabanken 2018). Arten er vurdert til å ha svært høy risiko pga. stort invasjonspotensiale, og høy økologisk effekt (Artsdatabanken 2018). Rødlo-fasen av arten ble registrert på ti stasjoner i 2007, da NIVA foretok første undersøkelse av stasjonene (Tabell 14). I 2019 ble den registrert på fire stasjoner (Tabell 14). De fleste registreringene er gjort på dykkeundersøkelsene. Bilde av arten er gitt i Figur 31.

Tabell 14. Registreringer av tetrasporofyttstadium til krokbærer på hardbunnstasjonene i Ytre Oslofjord i 2007 – 2019 (gametofyttstadiet er ikke registrert i undersøkelsen). Grå skraverte felt betyr at stasjonen ikke er undersøkt det året. Bokstavene i parentes indikerer den vanligste registrerte forekomsten av arten e=enkeltpunn, s=spredt forekomst (0-25 % dekningsgrad), v=vanlig forekomst (>25-75 % dekningsgrad), d=dominerende forekomst (75-100 % dekningsgrad). *ikke sikker artsidentifikasjon

Latinsk navn		<i>Bonnemaisonia hamifera</i> *							
Norsk navn		Krokbærer/ Rødlo							
Risiko		SE = Svært høy økologisk risiko							
Stasjon / År		2007	2008	2009	2010	2014	2016	2017	2019
G3	Østøya	reg. mellom 3-10m (s)			reg. mellom 2-18m (s)				
G5	Torgersøy	reg. mellom 3-14m (s-v)			reg. mellom 1-14m (s-v)			reg. på 1m (v)	
G6	Ravnøy	reg. mellom 4-8m (s)			reg. mellom 1-10m (s-v)				
G8	Hellesøy	reg. mellom 1-10m (s-d)			reg. mellom 0-18m (s-d)		reg. i fjæra (e)	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)
G10	Lillevikodden	reg. mellom 3-10m (s)							
G11	Malmø Nord							reg. i fjæra (e)	reg. i fjæra (s)
G14	Bevøya S	reg. mellom 1-15m (s)			reg. mellom 4-15m (s-v)				reg. på 12m
G17	Fuglevik syd/Rumpa	reg. mellom 0-5m (s-d)							reg. i fjæra (s)*
G21	Hue	reg. mellom 4-8m (s)			reg. mellom 4-8m (v-d)				
G23	Kråka	reg. mellom 2-10m (s-v)			reg. mellom 3-12m (s-v)				
A92	Kongsholmen	reg. mellom 1-6m (s-d)	reg. mellom 1-10m (s-v)	reg. mellom 1-12m (v-d)	reg. mellom 1-6m (d)			reg. på 3m (v)	
St. 52	V. Damholmen				reg. mellom 3-6m (s-v)				

Brakkvannsrur (*Amphibalanus improvisus*=*Balanus improvisus*)

Brakkvannsrur ble påvist i Indre Oslofjord tidlig på 1900-tallet. Den er vurdert til å ha mulig høy risiko pga. stort invasjonspotensiale, men ingen kjent økologisk effekt (Artsdatabanken 2018). Den ble registrert på 13 stasjoner i 2007, da NIVA foretok første undersøkelse av stasjonene (Tabell 15). I 2019 ble den registrert på to stasjoner (Tabell 15). Den er sannsynligvis til stede på flere av stasjonene, men de fleste registreringene av rur i 2019 ble ikke bestemt til art. Bilde av arten er gitt i Figur 31.

Tabell 15. Registreringer av brakkvannsrur på hardbunnstasjonene i Ytre Oslofjord i 2007 – 2019. Grå skraverte felt betyr at stasjonen ikke er undersøkt det året. Bokstavene i parentes indikerer den vanligste registrerte forekomsten av arten e=enkeltfunn, s=spredd forekomst (0-25 % dekningsgrad), v=vanlig forekomst (>25-75 % dekningsgrad), d=dominerende forekomst (75-100 % dekningsgrad).

Latinsk navn		<i>Amphibalanus improvisus</i>						
Norsk navn		Brakkvannsrur						
Risiko		PH = Potensiell høy økologisk risiko						
Stasjon / År		2007	2009	2010	2014	2016	2017	2019
G3	Østøya	reg. i fjæra (s-d)	reg. i fjæra (s)					
G4	Teisberget			reg. i fjæra (d)	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (e)		
G5	Torgersøy	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (e)				reg. i fjæra (e)	
G6	Ravnøy	reg. mellom 1-8m (s-v)	reg. i fjæra (v)	reg. i fjæra (v)	reg. i fjæra (d)	reg. i fjæra (v)	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)
G7	Hui	reg. i fjæra (s)					reg. i fjæra (s)	
G8	Hellesøy	reg. i fjæra (s) og på 2m (e)	reg. i fjæra (v)		reg. i fjæra (v)		reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (v)
G9	Åsnes	reg. i fjæra (s)					reg. i fjæra (s)	
G10	Lillevikodden	reg. mellom 0-8m (s-v)	reg. i fjæra (d)	reg. i fjæra (v)	reg. i fjæra (v)	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (v)	
G11	Malmø Nord	reg. i fjæra (s)		reg. i fjæra (v)	reg. i fjæra (s)			
G14	Bevøya S	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (v)				
G15	Kippenes			reg. i fjæra (d)	reg. i fjæra (v)	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)	
G16	Kallum			reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (v)		reg. i fjæra (s)	
G17	Fuglevik syd/Rumpa			reg. i fjæra (s)			reg. i fjæra (s)	
G19	Rødskjær	reg. i fjæra (s)			reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)	
G20	Risholmen	reg. i fjæra (s)		reg. i fjæra (v)	reg. i fjæra (v)	reg. i fjæra (v)	reg. i fjæra (s)	
G21	Hue	reg. mellom 0-3m (v-d)	reg. i fjæra (d) og på 1m (s)	reg. i fjæra (d)	reg. i fjæra (d)	reg. i fjæra (d)	reg. i fjæra (v)	
G23	Kråka	reg. mellom 0-3m (s-v)	reg. i fjæra (d)	reg. i fjæra (s)				
St. 52	V. Damholmen			reg. mellom 0-2m (v-d)	reg. i fjæra (d)	reg. i fjæra (v)		

Lærsekkedyr (*Styela clava*)

Lærsekkedyr ble første gang observert i Norge rundt 1990. Den er vurdert til å ha lav risiko pga. moderat invasjonspotensiale og liten økologisk effekt (Artsdatabanken 2018). I overvåkingsprogrammet for Ytre Oslofjord foreligger det to observasjoner av arten. Den har blitt observert ved nedre voksegrenseundersøkelsen på stasjon G6 Ravnøy i 2016 og 2017. Bilde av arten er gitt i Figur 31.

Pollpryd (*Codium fragile*)

Pollpryd har vært i Norge siden 1932. Den er vurdert til å ha svært høy risiko pga. stort invasjonspotensiale og høy økologisk effekt (Artsdatabanken 2018). I overvåkingsprogrammet for Ytre Oslofjord foreligger det to observasjoner av arten. Den har blitt observert ved nedre voksegrenseundersøkelsen på stasjon G29 Småskjær og A92 Kongsholmen i 2017.

Stillehavstøsters (*Crassostrea gigas*)

Stillehavstøsters er vurdert til å ha svært høy risiko pga. stort invasjonspotensiale og middels økologisk effekt (Artsdatabanken 2018). I overvåkingsprogrammet for Ytre Oslofjord var stillehavstøsters ikke observert før den i 2014 ble funnet på seks stasjoner (Tabell 16). I 2017 ble den observert på 10 stasjoner, og i 2019 ble den registrert på åtte stasjoner (Tabell 16). Bilde av arten er gitt i Figur 31.

Tabell 16. Registreringer av stillehavstøsters på hardbunnstasjonene i Ytre Oslofjord i 2007 – 2019.

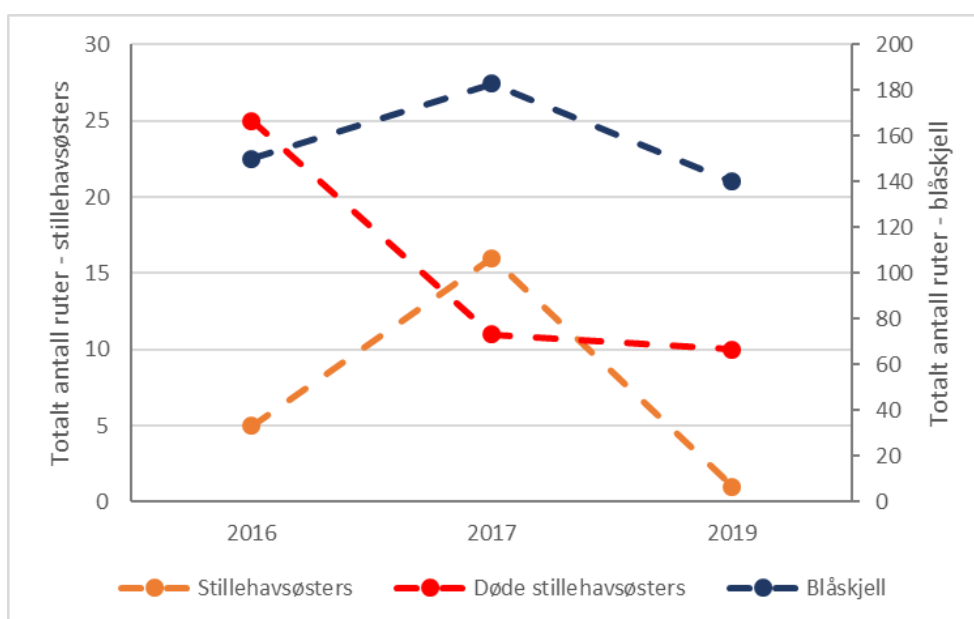
Grå skraverte felt betyr at stasjonen ikke er undersøkt det året. Bokstavene i parentes indikerer den vanligste registrerte forekomsten av arten e=enkeltfunn, s=spredt forekomst (0-25 % dekningsgrad), v=vanlig forekomst (>25-75 % dekningsgrad), d=dominerende forekomst (75-100 % dekningsgrad). * de fleste registreringene er av juvenile individer. ** usikker artsidentifikasjon på de fleste stasjonene

Latinsk navn		<i>Crassostrea gigas</i>			
Norsk navn		Stillehavstøsters			
Risiko		SE = Svært høy økologisk risiko			
Stasjon / År		2014	2016	2017	2019**
G3	Østøya		reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)
G4	Teisberget		reg. i fjæra (s)		
G5	Torgersøy		reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)	
G6	Ravnøy	reg. i fjæra (v)*	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)
G7	Hui		reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)
G8	Hellesøy				
G9	Åsnes	reg. i fjæra (e)	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)	
G10	Lillevikodden				
G11	Malmø Nord		reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (e)	
G14	Bevøya S				
G15	Kippenes	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)
G16	Kallum				
G17	Fuglevik syd/Rumpa				reg. i fjæra (s)
G19	Rødskjær	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)
G20	Risholmen	reg. i fjæra (s)*	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)
G21	Hue		reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)	reg. i fjæra (s)
G24	Sponsvikskansen	reg. i fjæra (e)			
St. 52	V. Damholmen		reg. i fjæra (e)		

På stasjon G15 Kippenes ble det hovedsakelig registrert døde stillehavstøsters i 2019. Tabell 17 viser antall ruter det ble registrert levende og døde individer på stasjonen i 2019, 2017 og 2016. Årsaken til den reduserte andelen levende stillehavstøsters på stasjonen i 2019 og 2016, sammenliknet med 2017 er uvis. Det er rapportert dødelighet av stillehavstøsters pga. østers herpesvirus (OsHV-1). Den observerte dødeligheten er artsspesifikk, og det ble ikke registrert dødelighet på blåskjell og flatøsters i de affiserte områdene (Postmyr 2016). På Kippenes ble det også registrert lavere forekomst av blåskjell (juvenile) i 2019 og 2016, sammenliknet med 2017 (Figur 30).

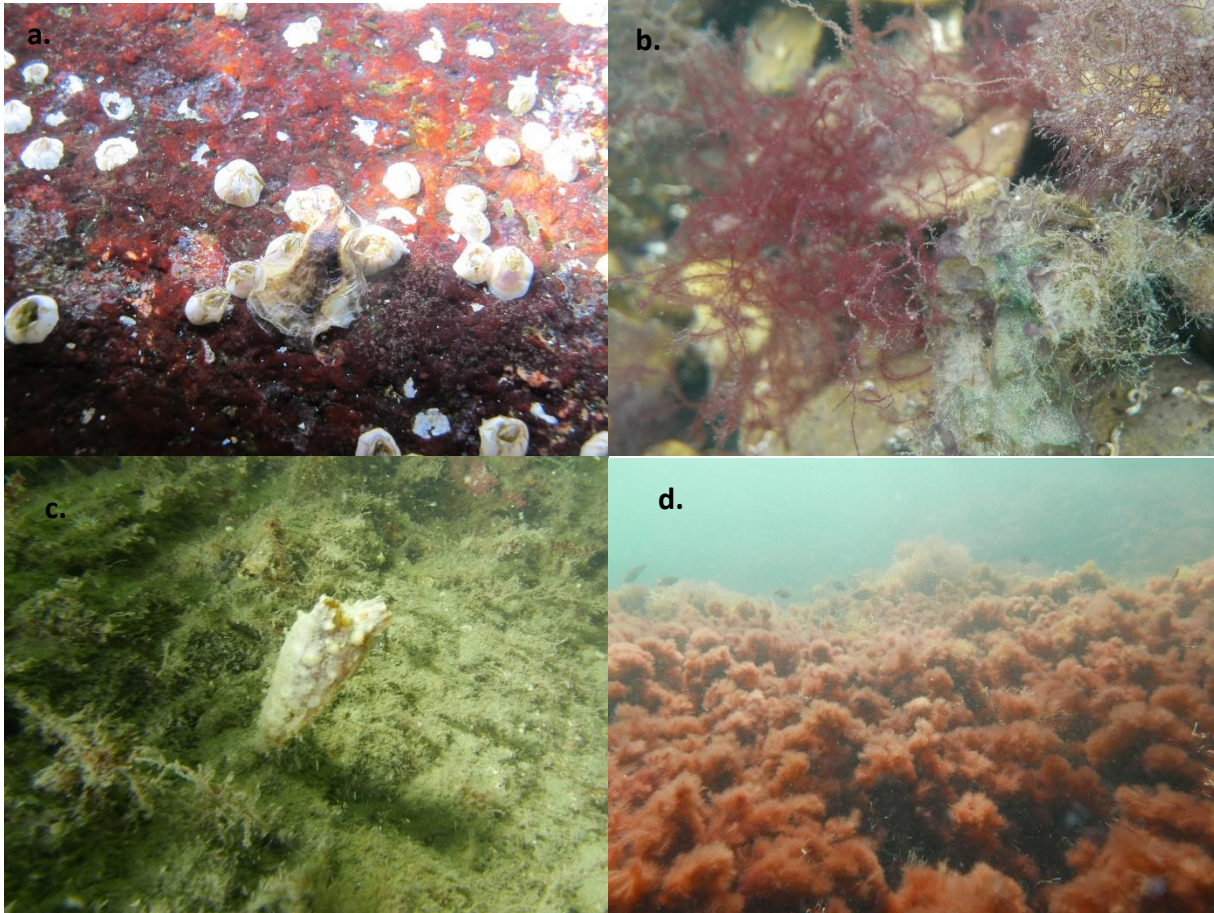
Tabell 17. Registrering av levende og døde individer av stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*), i totalt 200 ruter i fjæresonen, på stasjon G15 Kippenes i 2019, 2017 (Gitmark og Walday 2018) og 2016 (Gitmark m.fl. 2017). I 2016 ble plasseringen til ramme B (øvre og nedre nivå) ikke gjenfunnet, og det ble opprettet en ny plassering. I 2017 ble opprinnelig plassering til ramme B gjenfunnet, og det ble gjort registreringer på den.

	Antall ruter (av totalt 200)		
	2019	2017	2016
Levende stillehavsøsters	1	16	5
Døde stillehavsøsters	10	11	25



Figur 30. Forekomst, totalt antall ruter med levende stillehavsøsters (oransje prikker), døde stillehavsøsters (røde prikker) og blåskjell (blå prikker) på stasjon G15 Kippenes, registrert i 2016, 2017 og 2019.

Brakkvannsrur og stillehavsøsters lever i fjæresonen, mens de tre andre artene oftest finnes dypere i sjøsonen, og derfor forventes å kun bli observert ved dykking. Ved nedre voksegrense-undersøkelser registreres det i utgangspunktet ikke forekomster av andre arter enn de ni utvalgte makroalgene. På enkelte stasjoner er det likevel notert forekomster av fremmede arter og disse er inkludert i oversikten i Tabell 12 - 16. Dersom man hadde utført fullstendige dykketransekt alle undersøkelsesårene, er det mulig at flere fremmede arter hadde blitt oppdaget, og/eller at forekomsten av de registrerte artene hadde sett annerledes ut.



Figur 31. a. Brakkvannsrur og juvenil stillehavsøsters på stasjon G20 Risholmen, registrert i 2014. b. Strømgarn på stasjon G14 Bevøya S, registrert i 2017. c. Lærsekkedyr på stasjon G6 Ravnøy, registrert i 2016. d. Rødlø på stasjon G5 Torgersøy, registrert i 2016. Foto: Janne Gitmark

8 Oppsummering

Det har i 2019 blitt gjennomført omfattende miljøovervåking i Ytre Oslofjord. Overvåkingen har inkludert tilførselsberegninger, overvåking av vannmasser og hardbunnsundersøkelser. Tall fra meteorologisk institutt viser at det generelt blir varmere og våtere i Norge⁹. 2019 var et relativt normalt år med tanke på både temperatur, nedbør og avrenning.

Ytre Oslofjord tilføres næringsalter og partikulært materiale fra et nedbørsfelt som dekker nesten hele Østlandet. Det er fire store elver (Glomma, Drammenselva, Numedalslågen og Skienselva) som står for over 90 % av ferskvannstilførselene til Ytre Oslofjord. Tradisjonelt sett er det vanlig å diskutere nitrogen og fosfor som de viktigste tilførte næringssaltene og mengden tilførsler vil være nært knyttet mot vannføring i de store elvene. Det er en langsiktig trend at vannføringen øker og dermed også tilførselene – på tross av implementerte tiltak for å begrense menneskeskapte tilførsler.

Vannmasseundersøkelsene inkluderte for første gang parameteren DOC, som er et mål for organisk karbon. Tilførsler av DOC kommer hovedsakelig fra naturlige kilder og er sterkt knyttet til avrenning fra elvene, ved mye ferskvann fra elvene blir det lav saltholdighet og mye DOC. Mengden DOC er knyttet til fenomenet «browning» som er et problem, ikke bare i Norge, men i hele Skandinavia, dette innebærer at vannet blir brunere og det blir dårligere lysforhold både i vannsøylen og på bunn. Resultatene fra det første året med DOC overvåking viste at det var betydelig høyere verdier av DOC på stasjonene i Ringdalsfjorden (R-5) og Iddefjorden (ID-2), samt noe forhøyede verdier på stasjonene i Drammensfjorden (D-2 og D-3) i forhold til de andre stasjonene. DOC-verdiene er relativt jevne gjennom året, med noe lavere verdier i vintermånedene enn sommermånedene. I Iddefjorden og Ringdalsfjorden er det en tydelig økning i konsentrasjonen i juli og igjen en betydelig økning i september og november.

2019 var det første året i en ny syklus av overvåkingsprogrammet. Det er valgt å gå over til klassifisering etter gjeldende veileder (Veileder 02:2018) og den endrede databehandlingen, i kombinasjon med at det ikke er utført bløtbunnsanalyser i 2019, er sannsynligvis grunnen til at stasjonene i Drammensfjorden og Iddefjorden kommer ut i tilstandsklasse «moderat» istedenfor «svært dårlig», som de ble klassifisert til i forrige rapport. Klassifiseringen av vannmasser viser et generelt mønster der miljøtilstanden er bedre sentralt i fjorden enn i mere kystnære områder og inne i fjordarmene. Særlig er det områdene rundt Drammensfjorden, Tønsberg, Grenland og Hvaler som slår dårlig ut. Men det er verdt å nevne at det på flere stasjoner er kvalitetselementet «planteplankton» som slår godt ut, og støtteparameterne som trekker ned. For brakkvannsområder og andre områder med periodevis sterk ferskvannspåvirkning trenger det ikke å være næringssalttilgangen som begrenser veksten av planteplankton, men heller de omskiftende forholdene.

Data fra NIVAs FerryBox system om bord MS Color Fantasy viste at i 2019 startet vårblomstringen i mars i ytre områder, før det kom flere utstrakte oppblomstringer som viste seg kraftigst ved Drøbak; først i april, deretter i mai og ved månedsskiftet juni-juli. I september og oktober var det igjen en oppblomstring, hovedsakelig i ytre områder. Blomstringene i sommer- og høstperioden sammenfaller med perioder med økte ferskvannstilførsler i fjorden.

Vannmassestasjonen i Larviksfjorden (LA-1) blir klassifisert som «Svært god», på tross av at Numedalslågen har sitt utløp her. Larviksfjorden er åpen ut mot havet og ferskvannet blandes derfor

⁹ <https://www.met.no/vaer-og-klima/klima-siste-150-ar>

effektivt. Saltholdigheten i de øverste 10 m var i snitt 28,6 i 2019 og siden det er god vertikal blanding i fjorden, er det sesongvariasjon i temperaturen helt ned til bunn. Oksygenforholdene på bunn var også gode hele året (Engesmo m.fl. 2020). Hardbunnstasjonen G10 Lillevikodden ligger også i Larviksfjorden, like ved utløpet av Numedalslågen. Fjæresoneundersøkelser viste at dette var den stasjonen med færrest registrerte arter i 2019. Det er sannsynlig at ferskvann- og næringstilførsel fra Numedalslågen fører til økt forekomst av hurtigvoksende alger som bl.a. krøllhårsalge og blågrønn- og kiselalger.

Oslofjorden har komplisert bunntopografi og flere av fjordarmene har grunne terskler hvor det er et problem at dypvannet får lang oppholdstid, enkelte sidefjorder har nærmest permanente anoksiske forhold i bunnvannet. Spesielt gjelder dette Drammensfjorden, Frierfjorden og Iddefjorden. I løpet av vinteren 2019 var det en fullstendig dypvannsfornyelse i Frierfjorden og Iddefjorden, noe som gjorde oksygenforholdene i bunnvannet bedre i en periode på våren. Innen den første sommer prøvetakingen i juni var det imidlertid anoksiske forhold igjen i begge fjordene. Det var også en dypvannsfornyelse i Drammensfjorden, men her ble ikke det tunge bunnvannet blandet helt opp, men spredte seg i et større område på om lag 55-75 m dyp. Innenfor stasjon D-3 og inn mot Drammenselvas utløp har det mest sannsynlig vært lave oksygenverdier i dybdeintervallet 55-75 m fra juni til september. Et stort areal av bunnen innenfor Solumbukta og Lahell har derfor hatt svært dårlige oksygenforhold.

Etter ønske fra Fagrådet har det blitt sett nærmere på Drammensfjorden og gjort en vurdering på hvorvidt denne vannforekomsten bør klassifiseres som en innsjø. I veileder 02:2018 angis vanntype S5 sterkt ferskvannspåvirket til å ha saltholdighet 5-25 PSU, Drammensfjorden hadde lavere PSU (om lag 2,5) enn dette i de øverste 5 m. NIVA anbefaler heller å utvikle egne klassegrenser for marine vannforekomster med svært lav saltholdighet. Nye klassegrenser kan utarbeides basert på de dataene som er samlet inn for Drammensfjorden, Frierfjorden, Iddefjorden/Ringdalsfjorden, og muligens også utenfor Glommas østre løp.

På hardbunn ble det gjort både rammeundersøkelser, som er benyttet i dette programmet tidligere, og fjæresoneundersøkelser som er anbefalt i Veileder 2018:02 og benyttes i bl.a. Miljødirektoratets overvåkingsprogram ØKOKYST. Resultatene fra de to metodene er sammenlignet i rapporten og resultatene er tvetydige. For eksempel undersøker fjæresoneundersøkelser et større areal av strandsonen enn rammeundersøkelsene. Likevel ble det registrert flere taxa ved rammeundersøkelser enn ved fjæresoneundersøkelser. Av flere grunner som er omtalt inne i rapporten, anbefales imidlertid videre overvåking med strandsoneundersøkelser.

Klassifiseringen av hardbunnstasjoner følger i det store klassifiseringen av vannmassestasjonene, men de gir et noe mer nyansert bilde. Særlig er det to stasjoner fra Økokyst Skagerrak programmet som slår dårlig ut – HT194 ved Gullholmen (Breiangen øst) og HT4 ved Færder fyr. Resultatene er knyttet til redusert voksedyp for algene samt at enkelte arter, som tidligere fantes på stasjonene, ikke ble observert i 2019. Eksempelvis er voksedypet til rødalgen fagerving mer enn halvert i løpet av en tiårsperiode ved Færder-stasjonen. Tilstanden ved Gullholmen har blitt gradvis nedgradert de siste årene, grunnet bortfall av indikatorarter, samt grunnere voksedyp for sukkertare (Fagerli m.fl. 2020).

Det ble registrert fem fremmede arter på hardbunn i 2019. Alle artene er også tidligere registrert i overvåkingsprogrammet for Ytre Oslofjord. Totalt er det registrert syv fremmede arter i overvåkingsprogrammet siden 2007.

De miljømessige utfordringer i Ytre Oslofjord med redusert torskebestand, færre blåskjell, fugledød, nedslamming av tareskog osv., tilsier behov for en intensivering og en modifisering av miljøovervåkingen i området. Dette for å avdekke årsakssammenhenger, og for å kunne følge dynamikken i økosystemene.

9 Referanser

Aksnes, D. L., N. Dupont, A. Staby, O. Fiksen, S. Kaartvedt, and J. Aure. 2009. Coastal water darkening and implications for mesopelagic regime shifts in Norwegian fjords. *Marine Ecology Progress Series* 387:39-49.

Artsdatabanken (2018). Fremmedartslista 2018. Hentet (01.06.2020)

Borgersen, G., Gitmark, J.K., Håvardstun, J. 2019. Tiltaksorientert overvåking i Beitstadfjorden for MM Karton FollaCell AS og SalMar Settefisk AS. NIVA-rapport 7351-2019. 58s.

Brzezinski, Mark A. (1985). "The Si:C:N ratio of marine diatoms: Interspecific variability and the effect of some environmental variables". *Journal of Phycology*. 21 (3): 347–357. doi:10.1111/j.0022-3646.1985.00347. ISSN 1529-8817.

Clarke, K.R & R.N. Gorley 2001. PRIMER (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) v5; User Manual/Tutorial. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth. England.

de Wit, H.A.; Valinia, O.; Weyhenmeyer, G.A.; Futter, M.N.; Kortelainen, P.; Austnes, K.; Hessen, D.O.; Råike, A.; Laudon, H.; Vuorenmaal, J, 2016. Current Browning of Surface Waters Will Be Further Promoted by Wetter Climate. *Environmental Science & Technology Letters*. Doi: 10.1021/acs.estlett.6b00396.

Engesmo, A., Staalstrøm, A., Selvik, J.R., Kistenich, S. 2020. Tilførsler og undersøkelser i vannmassene i 2019. Fagrapport. NIVA-rapport 7513-2020. 56 sider.

Fagerli, C.W., Staalstrøm, A., Trannum, H.C., Gitmark, J.K., Eikrem, W., Marty, S., Sørensen, K. 2018. ØKOKYST – DP Skagerrak. Årsrapport 2017. M-1007, 88 sider

Fagerli, C.W., Trannum, H.C., Staalstrøm, A., Eikrem, W., Sørensen, K., Marty, S., Frigstad, H., Gitmark, J. 2020. ØKOKYST – DP Skagerrak. Årsrapport 2019. M-1603|2020. 123 sider.

Fagerli CW, Staalstrøm A, Trannum H, Gitmark JK, Eikrem W. 2018. ØKOKYST – DP Norskehavet Sør (II) Årsrapport 2017. M-1011. s 87

Frigstad, H., T. Andersen, D. O. Hessen, E. Jeansson, M. Skogen, L. J. Naustvoll, M. W. Miles, T. Johannessen, and R. G. J. Bellerby. 2013. Long-term trends in carbon, nutrients and stoichiometry in Norwegian coastal waters: Evidence of a regime shift. *Progress in Oceanography* 111:113-124.

Frigstad, H., Kaste, Ø., Deininger, A., Kvalsund, k., Christensen, G., Bellerby, R., Sørensen, K., Norli, M., King, A. 2020. Influence of riverine input on Norwegian coastal systems. *Frontiers in Marine Science* 7|332.

Gitmark, J., Walday, M. 2018 Overvåking av Ytre Oslofjord 2014-2018. Bentosundersøkelser 2017. Fagrapport. NIVA-rapport 7272-2018. 24s.

Gitmark, J.K., Fagerli, C.W., Walday, M. 2018 Overvåking av Ytre Oslofjord 2014-2018. Bentosundersøkelser 2016. Fagrapport. NIVA-rapport 7165-2017. 21s.

- Gitmark, J.K., Nilsson, H.C., Pedersen, A., Walday, M. 2008 Overvåking av Ytre Oslofjord - Bentosundersøkelser. Fagrapport. NIVA-rapport 5545-2008. 48s.
- Gitmark, J., Green, N., Beylich, B., Severinsen, G. 2017. Tiltaksrettet vannovervåking i Holmestrandsfjorden. Overvåking for NOAH Langøya 2016. NIVA-rapport 7125-2017, 114 s.
- Gundersen, C.B., Kaste, Ø., Sample, J.E., Braaten, H.F.V., Selvik, J.R., Hjermann, D.Ø., Norling, M.D., Guerrero, J. 2019. The Norwegian river monitoring programme – water quality status and trends in 2018. NIVA Rapport 7441-2019.
- Hansell, A. H., and C. A. Carlson, editors. 2015. Biogeochemistry of marine dissolved organic matter. Second Edition edition. Elsevier.
- Hansell, D.A. og Carlson, C.A. 2002. Biogeochemistry of Marine Dissolved Organic Matter. Elsevier Academic Press, London.
- Kaste, Ø., Skarbøvik, E, Greipsland, I., Gundersen, C, Austnes, K., Skancke, L.B., Calidonio, J.L.G. and J.E. Sample, 2018. The Norwegian river monitoring programmewater quality status and trends 2017. NIVA Report 7313-2018. 101 pp.
- McGovern M, Evenset A, Borgå K, de Wit HA, Braaten HFV, Hessen DO, Schultze, S.; Ruus, A.; Poste, A., 2019. Implications of Coastal Darkening for Contaminant Transport, Bioavailability, and Trophic Transfer in Northern Coastal Waters. Environmental Science & Technology 2019; 53: 7180-7182.
- Menden-Deuer, S. & Lessard, E.J. 2000. Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protist plankton. Limnology and Oceanography, 45, 569-579.
- Moe, T.F., Thrane, J.E., Persson, J., Bækkeli, K.A., Myrvold, K.M., Olstad, K., Garmo, Ø.A., Grung, M. og de Wit, H. 2018. Overvåking av referanseelver 2017. Basisovervåking i henhold til vannforskriften Miljødirektoratet, M-1002, 279 sider.
- Monteith, D.T., J.L. Stoddard, C.D. Evans, H.A. de Wit, M. Forsius, T. Høgåsen, A. Wilander, et al. 2007. Dissolved organic carbon trends resulting from changes in atmospheric deposition chemistry. Nature 450: 537–540.
- Moy, S. 2020. Bentosundersøkelser i 2019. Fagrapport. NIVA-rapport 7514-2020. 16 s.
- Moy, F., Aure, J. (HI), Falkenhaus, T. (HI), Johnsen, T., Lømsland, E., Magnusson, J., Norderhaug, K., Omlil, L. (HI), Pedersen, A., Rygg, B. 2008. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet. Årsrapport for 2007. SPFO-rapport 1024/2008.
- Olenina, I., Hajdu, S., Andersson, A., Edler, L., Wasmund, N., Busch, S., Göbel, J., Gromisz, S., Huseby, S., Huttunen, M., Jaanus, A., Kokkonen, P., Ledaine, I., Niemkiewicz, E., 2006: Biovolumes and size-classes of phytoplankton in the Baltic Sea. Baltic Sea Environment Proceedings 106, 144pp.
- Postmyr, E. 2016. Handlingsplan mot stillehavstøsters – *Crassostrea gigas*. M-588. s 56
- Redfield, AC (1934). "On the proportions of organic derivatives in sea water and their relation to the composition of plankton" (PDF). James Johnstone Memorial Volume: 176. Retrieved March 1, 2019.

Selvik, J.R.; Tjomsland, T.; Eggestad, H.O., 2007. Teoretiske tilførselsberegninger av nitrat+nitritt og fosfor til norske kystområder i 2006. NIVA-rapport 5512, TA-2347/2007.

Selvik, J.R. og J.E. Sample, 2019. Kildefordelte tilførsler av nitrogen og fosfor til norske kystområder i 2018 – tabeller, figurer og kart. NIVA-rapport 7438-2019.

Stedmon, C. A., S. Markager, and H. Kaas. 2000. Optical properties and signatures of chromophoric dissolved organic matter (CDOM) in Danish coastal waters. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 51:267-278.

Staalstrøm, A. & Hjelmervik, K. B. (2017) Strømforholdene i innløpet til Drammensfjorden, Vann, 52(1), 110-121.

Staalstrøm, A. & Yakushev, E. 2020. Vurdering av mulige tiltak for å bedre vannkvaliteten i Hunnebu. NIVA-rapport 7451-2020, 30 sider.

Staalstrøm, A., Engesmo, A., Andersen, G.S., Hjermann, D.Ø. 2020. Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i Indre Oslofjord, Årsrapport 2019. NIVA-rapport 7515-2020. 91 sider.

Thingstad, T. F., R. G. J. Bellerby, G. Bratbak, K. Y. Borsheim, J. K. Egge, M. Heldal, A. Larsen, C. Neill, J. Nejstgaard, S. Norland, R. A. Sandaa, E. F. Skjoldal, T. Tanaka, R. Thyrhaug, and B. Topper. 2008. Counterintuitive carbon-to-nutrient coupling in an Arctic pelagic ecosystem. *Nature* 455:387-U337.

Thronsen J, Hasle GR, Tangen K. 2003. Norsk kystplanktonflora. Almater Forlag, Oslo. 341 pp.

Tjomsland, T.; Selvik, J.; Brænden, R., 2010. Teotil - Model for calculation of source dependent loads in river basins. NIVA-rapport 5914-2010.

Utermöhl H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. int. Verein. theor. angew. Limnol.* 9, 1-38

Vannforskriften. (2006). Forskrift om rammer for vannforvaltning (FOR-2019-12-12-1760). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446>

Veileder 03:1997. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn. TA-1467/1997.

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

Walday, M., Borgersen, G., Beylich, B., Eikrem, W., Gitmark, J., Naustvoll, L. J., Selvik, J. R., Staalstrøm, A., 2019. Overvåking av Ytre Oslofjord i 2014-2018. 5-årsrapport. NIVA-rapport 7423-2019. 99 s + vedlegg.

Walday, M., Gitmark, J., Norling, K. 2010 Overvåking av Ytre Oslofjord – Bentosundersøkelser 2009. Fagrapport. NIVA-rapport 5949-2010. 34s.

Vedlegg A. Klassifisering av hver stasjon

I dette vedlegget er klassifiseringene basert på klorofyll- α , næringsalter i sommersesongen (juni-august) og næringsalter i vintersesongen (desember-februar). Siktdyp og oksygen i dypvannet er ikke tatt med her. Det er beregnet nEQR verdier som er en skala som går fra 0 til 1, hvor verdier under 0,2 betyr "svært dårlig" og verdier over 0,8 betyr "svært god". Det har blitt brukt data fra en periode på tre år. Grenseverdiene for å beregne nEQR-verdi har blitt justert etter saltholdigheten i 0-5 m basert på CTD data fra 2019, og disse er vist nedert i tabellene for hver stasjon Klorofyll- α er klassifisert basert på grenseverdier som gjelder for vanntype S3, beskyttet kyst i Skagerrak.

Frierfjorden (BC-1)

Tabell 18. Klassifisering av stasjon BC-1. I 2016-2019 var det mer planteplankton enn i perioden før. Det har vært en økning i mengde nitrat på sommeren de siste tre årene, men noe mindre fosfat.

Årstall	P90 Klfa	Sommer				Vinter			
	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
2001 - 2003									
2002 - 2004	0,66	0,57	0,47	0,50	0,36				
2003 - 2005	0,78	0,60	0,40	0,45	0,35				
2004 - 2006	0,79	0,64	0,40	0,45	0,36				
2005 - 2007	0,98	0,63	0,39	0,37	0,35				
2006 - 2008	0,82					0,67	0,57	0,39	0,57
2007 - 2009									
2008 - 2010									
2009 - 2011									
2010 - 2012									
2011 - 2013	0,85	0,70	0,59	0,43	0,72	0,65	0,58	0,40	0,73
2012 - 2014	0,63	0,67	0,58	0,59	0,65	0,55	0,60	0,59	0,72
2013 - 2015	0,76	0,63	0,60	0,58	0,56	0,51	0,59	0,57	0,54
2014 - 2016	0,69	0,65	0,62	0,57	0,56	0,51	0,60	0,60	0,55
2015 - 2017	0,69	0,65	0,63	0,58	0,55	0,55	0,62	0,57	0,51
2016 - 2018	0,57	0,63	0,61	0,61	0,60	0,60	0,63	0,60	0,72
2017 - 2019	0,54	0,60	0,55	0,66	0,62	0,62	0,63	0,60	0,63
Grenseverdier for saltholdighet 7,5 psu.									
	P90 Klfa	Sommer				Vinter			
nEQR	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
1,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,8	3,9	250,0	83,0	8,7	2,3	266,8	134,2	12,3	8,4
0,6	6,9	374,2	133,9	12,7	4,1	387,5	209,3	16,3	10,9
0,4	9,0	531,7	196,7	23,2	8,9	554,2	309,3	28,7	19,1
0,2	18,0	800,0	344,2	54,2	25,8	800,0	456,7	54,2	34,3
0,0	27,0	1068,3	491,7	85,2	42,7	1045,8	604,0	79,6	49,5

Larviksfjorden (LA-1)

Tabell 19. Klassifisering av stasjon LA-1. Ingen betydelig endring i de siste årene.

Årstall	P90 KlfA	Sommer				Vinter			
	Klorofyll-a	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
2001 - 2003	0,76	0,76	0,72	0,47	0,60				
2002 - 2004									
2003 - 2005									
2004 - 2006									
2005 - 2007									
2006 - 2008									
2007 - 2009									
2008 - 2010	0,80	0,81	0,90	0,67	0,84				
2009 - 2011	0,74	0,82	0,87	0,73	0,84				
2010 - 2012	0,78	0,84	0,87	0,78	0,84				
2011 - 2013	0,78	0,83	0,87	0,80	0,81	0,83	0,82	0,72	0,79
2012 - 2014	1,00	0,83	0,89	0,77	0,82	0,80	0,70	0,70	0,75
2013 - 2015	1,00	0,82	0,87	0,72	0,81	0,79	0,68	0,64	0,74
2014 - 2016	1,00	0,81	0,90	0,74	0,86	0,76	0,63	0,67	0,76
2015 - 2017	1,00	0,82	0,88	0,75	0,85	0,82	0,76	0,67	0,76
2016 - 2018	0,99	0,82	0,83	0,77	0,83	0,82	0,73	0,68	0,76
2017 - 2019	0,94	0,82	0,79	0,79	0,84	0,83	0,82	0,76	0,81
Grenseverdier for saltholdighet 26,0 psu.									
	P90 KlfA	Sommer				Vinter			
nEQR	Klorofyll-a	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,8	3,9	250,0	12,0	11,5	3,5	291,0	97,0	20,0	14,5
0,6	6,9	330,0	23,0	16,0	7,0	380,0	125,0	25,0	21,0
0,4	9,0	500,0	65,0	29,0	16,0	560,0	225,0	42,0	34,0
0,2	18,0	800,0	250,0	60,0	50,0	800,0	350,0	60,0	50,0
0	27,0	1100,0	435,0	91,0	84,0	1040,0	475,0	78,0	66,0

Sandefjordsfjorden (SF-1)

Tabell 20. Klassifisering av stasjon SF-1. Ingen betydelig endring i de siste årene.

Årstall	P90 KlfA	Sommer				Vinter			
	Klorofyll-a	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
2001 - 2003	0,77	0,76		0,60					
2002 - 2004	0,79	0,76		0,69					
2003 - 2005									
2004 - 2006									
2005 - 2007									
2006 - 2008									
2007 - 2009	0,77								
2008 - 2010	0,79	0,80	0,87	0,66	0,84				
2009 - 2011	0,60	0,80	0,80	0,69	0,82				
2010 - 2012	0,73	0,81	0,82	0,69	0,82				
2011 - 2013	0,73	0,79	0,86	0,70	0,81	0,82	0,81	0,69	0,76
2012 - 2014	0,91	0,77	0,94	0,68	0,82	0,80	0,71	0,70	0,74
2013 - 2015	1,00	0,73	0,88	0,64	0,80	0,79	0,64	0,60	0,71
2014 - 2016	0,91	0,76	0,90	0,65	0,84	0,73	0,59	0,62	0,73
2015 - 2017	0,80	0,81	0,82	0,63	0,84	0,81	0,69	0,62	0,73
2016 - 2018	0,80	0,82	0,84	0,69	0,85	0,81	0,73	0,66	0,75
2017 - 2019	0,80	0,82	0,83	0,71	0,86	0,83	0,81	0,75	0,79
Grenseverdier for saltholdighet 27,8 psu.									
	P90 KlfA	Sommer				Vinter			
nEQR	Klorofyll-a	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,8	3,9	250,0	12,0	11,5	3,5	291,0	97,0	20,0	14,5
0,6	6,9	330,0	23,0	16,0	7,0	380,0	125,0	25,0	21,0
0,4	9,0	500,0	65,0	29,0	16,0	560,0	225,0	42,0	34,0
0,2	18,0	800,0	250,0	60,0	50,0	800,0	350,0	60,0	50,0
0	27,0	1100,0	435,0	91,0	84,0	1040,0	475,0	78,0	66,0

Vestfjorden (TØ-1)

Tabell 21. Klassifisering av stasjon TØ-1. Det har vært en økning i mengde nitrat på sommeren i perioden 2015-2019, sammenlignet med perioden før, mens det har vært en liten nedgang i fosfor. Det har vært en liten økning i mengde plankton.

Årstall	P90 Klfa	Sommer				Vinter			
	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
2001 - 2003	0,66	0,66	0,34	0,39	0,57				
2002 - 2004	0,73	0,72	0,39	0,56	0,58				
2003 - 2005	0,94	0,75	0,44	0,51	0,55				
2004 - 2006	0,94	0,81	0,46	0,51	0,55				
2005 - 2007	0,79								
2006 - 2008	0,67	0,80	0,50	0,56	0,57	0,66	0,52	0,56	0,71
2007 - 2009	0,66								
2008 - 2010	0,53	0,81	0,86	0,61	0,79				
2009 - 2011	0,61	0,80	0,81	0,61	0,79				
2010 - 2012	0,63	0,78	0,72	0,60	0,77				
2011 - 2013	0,63	0,65	0,49	0,60	0,76				
2012 - 2014	0,63	0,61	0,53	0,63	0,77	0,71	0,51	0,65	0,72
2013 - 2015	0,63	0,67	0,50	0,63	0,73				
2014 - 2016	0,69	0,73	0,86	0,59	0,72	0,69	0,49	0,65	0,70
2015 - 2017	0,78	0,63	0,30	0,54	0,67	0,75	0,59	0,66	0,70
2016 - 2018	0,61	0,63	0,36	0,55	0,71	0,71	0,59	0,63	0,71
2017 - 2019	0,69	0,62	0,39	0,59	0,75	0,77	0,71	0,70	0,76

Grenseverdier for saltholdighet 27,2 psu.

nEQR	P90 Klfa	Sommer				Vinter			
	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,8	3,9	250,0	12,0	11,5	3,5	291,0	97,0	20,0	14,5
0,6	6,9	330,0	23,0	16,0	7,0	380,0	125,0	25,0	21,0
0,4	9,0	500,0	65,0	29,0	16,0	560,0	225,0	42,0	34,0
0,2	18,0	800,0	250,0	60,0	50,0	800,0	350,0	60,0	50,0
0	27,0	1100,0	435,0	91,0	84,0	1040,0	475,0	78,0	66,0

Bolærne (BO-1)**Tabell 22.** Klassifisering av stasjon BO-1. Ingen betydelig endring i de siste årene, men kun data tilbake til 2015.

Årstall	P90 KlFA	Sommer				Vinter			
	Klorofyll-a	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
2001 - 2003									
2002 - 2004									
2003 - 2005									
2004 - 2006									
2005 - 2007									
2006 - 2008									
2007 - 2009									
2008 - 2010									
2009 - 2011									
2010 - 2012									
2011 - 2013									
2012 - 2014									
2013 - 2015									
2014 - 2016									
2015 - 2017	0,99	0,82	0,88	0,76	0,85	0,80	0,80	0,71	0,76
2016 - 2018	1,00	0,83	0,85	0,80	0,86	0,82	0,72	0,71	0,74
2017 - 2019	1,00	0,83	0,81	0,82	0,88	0,82	0,76	0,81	0,80
Grenseverdier for saltholdighet 26,2 psu.									
	P90 KlFA	Sommer				Vinter			
nEQR	Klorofyll-a	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,8	3,9	250,0	12,0	11,5	3,5	291,0	97,0	20,0	14,5
0,6	6,9	330,0	23,0	16,0	7,0	380,0	125,0	25,0	21,0
0,4	9,0	500,0	65,0	29,0	16,0	560,0	225,0	42,0	34,0
0,2	18,0	800,0	250,0	60,0	50,0	800,0	350,0	60,0	50,0
0	27,0	1100,0	435,0	91,0	84,0	1040,0	475,0	78,0	66,0

Drammensfjorden (D-3)

Tabell 23. Klassifisering av stasjon D-3. Noe økning av nitrat på sommeren de siste tre årene, og en nedgang i fosfor.

Årstall	P90 Klfa	Sommer				Vinter			
	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
2001 - 2003	0,60	0,58	0,55	0,37					
2002 - 2004	0,32	0,60	0,55	0,39	0,18				
2003 - 2005	0,32	0,62	0,52	0,44	0,18				
2004 - 2006	0,33	0,64	0,52	0,43	0,18				
2005 - 2007									
2006 - 2008		0,61		0,42					
2007 - 2009	0,22					0,56	0,49	0,50	0,90
2008 - 2010	0,29	0,60	0,52	0,37	0,60				
2009 - 2011	0,50	0,58	0,47	0,37	0,63	0,56	0,49	0,50	0,90
2010 - 2012	1,00	0,59	0,42	0,39	0,61				
2011 - 2013	1,00	0,58	0,45	0,51	0,66				
2012 - 2014	0,70	0,60	0,53	0,54	0,60	0,03	0,54		0,92
2013 - 2015	0,70	0,59	0,54	0,58	0,60				
2014 - 2016	0,70	0,61	0,56	0,57	0,59	0,34	0,55	0,59	0,85
2015 - 2017	1,00	0,58	0,48	0,59	0,58	0,52	0,56	0,54	0,57
2016 - 2018	0,78	0,59	0,50	0,62	0,58				
2017 - 2019	0,78	0,56	0,44	0,73	0,62	0,49	0,49	0,57	0,52
Grenseverdier for saltholdighet 2,6 psu.									
	P90 Klfa	Sommer				Vinter			
nEQR	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,8	3,9	250,0	97,0	8,0	2,0	261,0	143,0	10,5	7,0
0,6	6,9	383,0	156,0	12,0	3,5	385,0	226,0	14,5	9,0
0,4	9,0	538,0	223,0	22,0	7,5	553,0	326,0	26,0	16,0
0,2	18,0	800,0	363,0	53,0	21,0	800,0	478,0	53,0	31,0
0	27,0	1062,0	503,0	84,0	34,5	1047,0	630,0	80,0	46,0

Drammensfjorden (D-2)

Tabell 24. Klassifisering av stasjon D-2. Det er ikke klassifisert for klorofyll- α for perioden 2017-2019 siden det var svært lite data, kun målinger fra 2019. En tydelig økning i mengde nitrat på sommeren de siste årene, sammenlignet med perioden 2014-2016. Samtidig var det en nedgang i fosfor.

Årstall	P90 KlfA	Sommer				Vinter			
	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
2001 - 2003	0,70	0,64	0,56	0,38	0,50				
2002 - 2004	0,37	0,69	0,61	0,40	0,30				
2003 - 2005	0,56	0,70	0,61	0,41	0,19				
2004 - 2006	0,54	0,69	0,61	0,37	0,18				
2005 - 2007	0,72								
2006 - 2008	0,67	0,65	0,63	0,35	0,14	0,69	0,66	0,35	0,23
2007 - 2009	0,07					0,65	0,53	0,38	0,32
2008 - 2010	0,15	0,67	0,65	0,39	0,71				
2009 - 2011	0,31	0,66	0,55	0,39	0,66	0,51	0,52	0,36	0,80
2010 - 2012	0,71	0,67	0,49	0,40	0,58				
2011 - 2013	1,00	0,63	0,49	0,50	0,59				
2012 - 2014	0,61	0,63	0,58	0,54	0,58	0,41	0,52	0,56	0,86
2013 - 2015	0,58	0,57	0,60	0,57	0,59				
2014 - 2016	0,53	0,60	0,70	0,56	0,58	0,49	0,52	0,58	0,81
2015 - 2017		0,56		0,57	0,58	0,61	0,63	0,60	0,60
2016 - 2018		0,63		0,59	0,57				
2017 - 2019		0,59	0,38	0,69	0,61	0,59	0,59	0,72	0,60
Grenseverdier for saltholdighet 2,5 psu.									
	P90 KlfA	Sommer				Vinter			
nEQR	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,8	3,9	250,0	97,0	8,0	2,0	261,0	143,0	10,5	7,0
0,6	6,9	383,0	156,0	12,0	3,5	385,0	226,0	14,5	9,0
0,4	9,0	538,0	223,0	22,0	7,5	553,0	326,0	26,0	16,0
0,2	18,0	800,0	363,0	53,0	21,0	800,0	478,0	53,0	31,0
0	27,0	1062,0	503,0	84,0	34,5	1047,0	630,0	80,0	46,0

Mossesundet (MO-2)

Tabell 25. Klassifisering av stasjon MO-2. Det var mer nitrat på sommeren i de tre siste årene, enn i perioden rett før. Samtidig var det en nedgang i fosfor.

Årstall	P90 Klfa	Sommer				Vinter			
	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
2001 - 2003	0,38	0,72	0,48	0,44	0,45				
2002 - 2004	0,60	0,77	0,40	0,62	0,58				
2003 - 2005	1,00	0,84	0,44	0,56	0,56				
2004 - 2006	1,00	0,85	0,45	0,57	0,56				
2005 - 2007	1,00								
2006 - 2008	1,00	0,81	0,55	0,70		0,83	0,59	0,59	0,67
2007 - 2009	0,67								
2008 - 2010	0,46	0,80	0,94	0,74	0,88				
2009 - 2011	0,53								
2010 - 2012	0,51	0,82	0,94	0,77	0,86				
2011 - 2013	0,64					0,80	0,60	0,60	0,67
2012 - 2014	0,66	0,76	0,55	0,72	0,79	0,76	0,57	0,68	0,71
2013 - 2015	0,67	0,76	0,53	0,72	0,79	0,77	0,58	0,64	0,67
2014 - 2016	0,69	0,74	0,60	0,69	0,81	0,72	0,57	0,69	0,72
2015 - 2017	0,58	0,75	0,60	0,71	0,82	0,74	0,54	0,66	0,71
2016 - 2018	0,64	0,77	0,64	0,71	0,82	0,75	0,56	0,65	0,72
2017 - 2019	0,64	0,80	0,54	0,81	0,85	0,78	0,56	0,72	0,74
Grenseverdier for saltholdighet 23,6 psu.									
	P90 Klfa	Sommer				Vinter			
nEQR	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,8	3,9	250,0	12,0	11,5	3,5	291,0	97,0	20,0	14,5
0,6	6,9	330,0	23,0	16,0	7,0	380,0	125,0	25,0	21,0
0,4	9,0	500,0	65,0	29,0	16,0	560,0	225,0	42,0	34,0
0,2	18,0	800,0	250,0	60,0	50,0	800,0	350,0	60,0	50,0
0	27,0	1100,0	435,0	91,0	84,0	1040,0	475,0	78,0	66,0

Krokstadjorden (KF-1)

Tabell 26. Klassifisering av stasjon KF-1. Det har vært en markant økning i mengde planteplankton i perioden 2014-2019, sammenlignet med 2001-2006. Samtidig har det vært en markant nedgang av næringsalter på sommeren.

Årstall	P90 Klfa	Sommer				Vinter			
	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
2001 - 2003	0,60	0,74	0,48	0,39	0,54				
2002 - 2004	0,60	0,79	0,50	0,54	0,53				
2003 - 2005	0,86	0,84	0,55	0,53	0,50				
2004 - 2006	1,00	0,86	0,59	0,58	0,53				
2005 - 2007									
2006 - 2008									
2007 - 2009									
2008 - 2010									
2009 - 2011									
2010 - 2012									
2011 - 2013									
2012 - 2014									
2013 - 2015									
2014 - 2016	0,59	0,81	0,89	0,72	0,85				
2015 - 2017	0,37	0,80	0,67	0,75	0,82	0,75	0,81	0,66	0,81
2016 - 2018	0,45	0,81	0,75	0,76	0,82	0,80	0,80	0,65	0,76
2017 - 2019	0,37	0,80	0,67	0,78	0,79	0,80	0,80	0,65	0,76
Grenseverdier for saltholdighet 27,3 psu.									
	P90 Klfa	Sommer				Vinter			
nEQR	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,8	3,9	250,0	12,0	11,5	3,5	291,0	97,0	20,0	14,5
0,6	6,9	330,0	23,0	16,0	7,0	380,0	125,0	25,0	21,0
0,4	9,0	500,0	65,0	29,0	16,0	560,0	225,0	42,0	34,0
0,2	18,0	800,0	250,0	60,0	50,0	800,0	350,0	60,0	50,0
0	27,0	1100,0	435,0	91,0	84,0	1040,0	475,0	78,0	66,0

Leira (Ø-1)

Tabell 27. Klassifisering av stasjon Ø-1. Det har vært en økning av nitrat på sommeren de siste tre årene.

Årstall	P90 KlfA	Sommer				Vinter			
	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
2001 - 2003	0,71	0,78	0,48	0,48	0,36				
2002 - 2004	0,76	0,81	0,51	0,56	0,31				
2003 - 2005									
2004 - 2006									
2005 - 2007									
2006 - 2008									
2007 - 2009	0,75	0,81	0,74	0,73	0,90				
2008 - 2010	0,75	0,82	0,60	0,70	0,80				
2009 - 2011	0,72	0,83	0,50	0,71	0,76				
2010 - 2012	0,75	0,84	0,51	0,76	0,76				
2011 - 2013	0,77	0,82	0,56	0,80	0,77	0,83	0,77	0,69	0,78
2012 - 2014	0,79	0,83	0,69	0,80	0,79	0,80	0,69	0,69	0,73
2013 - 2015	0,78	0,82	0,74	0,76	0,78	0,82	0,75	0,68	0,72
2014 - 2016	0,69	0,82	0,78	0,73	0,80	0,80	0,66	0,72	0,75
2015 - 2017	0,66	0,82	0,79	0,74	0,81	0,81	0,71	0,68	0,75
2016 - 2018	0,71	0,82	0,81	0,77	0,82	0,79	0,69	0,66	0,74
2017 - 2019	0,76	0,82	0,59	0,81	0,84	0,80	0,79	0,77	0,80

Grenseverdier for saltholdighet 24,0 psu.

nEQR	P90 KlfA	Sommer				Vinter			
	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,8	3,9	250,0	12,0	11,5	3,5	291,0	97,0	20,0	14,5
0,6	6,9	330,0	23,0	16,0	7,0	380,0	125,0	25,0	21,0
0,4	9,0	500,0	65,0	29,0	16,0	560,0	225,0	42,0	34,0
0,2	18,0	800,0	250,0	60,0	50,0	800,0	350,0	60,0	50,0
0	27,0	1100,0	435,0	91,0	84,0	1040,0	475,0	78,0	66,0

Ramsø (I-1)

Tabell 28. Klassifisering av stasjon I-1. Det har vært svært høye konsentrasjoner av nitrat på sommeren helt siden 2001, mens det har blitt mindre fosfat. Det var noe mer plankton i 2016-2019 sammenlignet med perioden før.

Årstall	P90 Klfa	Sommer				Vinter			
	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
2001 - 2003	0,72	0,73	0,33	0,53	0,43				
2002 - 2004	0,87	0,76	0,36	0,58	0,58	0,80	0,54	0,73	0,85
2003 - 2005	1,00	0,79	0,38	0,59	0,56	0,78	0,49	0,64	0,84
2004 - 2006	1,00	0,81	0,38	0,55	0,56	0,81	0,52	0,64	0,84
2005 - 2007	1,00	0,77	0,37	0,52	0,55	0,82	0,55	0,58	0,79
2006 - 2008	1,00	0,75	0,36	0,57	0,59	0,81	0,60	0,58	0,72
2007 - 2009	1,00	0,75	0,41	0,64	0,83				
2008 - 2010	0,89	0,76	0,38	0,61	0,79				
2009 - 2011	1,00	0,73	0,35	0,62	0,78				
2010 - 2012	0,78	0,77	0,37	0,64	0,75				
2011 - 2013	0,94	0,61	0,34	0,64	0,72				
2012 - 2014	0,90	0,60	0,37	0,62	0,72	0,71	0,60	0,69	0,79
2013 - 2015	1,00	0,57	0,33	0,60	0,70				
2014 - 2016	0,99	0,62	0,40	0,60	0,74	0,76	0,62	0,70	0,76
2015 - 2017	1,00	0,62		0,67	0,74	0,73	0,61	0,68	0,71
2016 - 2018	0,62	0,68		0,73	0,77	0,70	0,61	0,68	0,72
2017 - 2019	0,74	0,66	0,32	0,80	0,78	0,73	0,80	0,74	0,75
Grenseverdier for saltholdighet 18,5 psu.									
	P90 Klfa	Sommer				Vinter			
nEQR	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,8	3,9	250,0	12,0	11,5	3,5	291,0	97,0	20,0	14,5
0,6	6,9	330,0	23,0	16,0	7,0	380,0	125,0	25,0	21,0
0,4	9,0	500,0	65,0	29,0	16,0	560,0	225,0	42,0	34,0
0,2	18,0	800,0	250,0	60,0	50,0	800,0	350,0	60,0	50,0
0	27,0	1100,0	435,0	91,0	84,0	1040,0	475,0	78,0	66,0

Haslau (S-9)

Tabell 29. Klassifisering av stasjon S-9. Det har vært mer plankton de siste fem åren enn i perioden før, samtidig har det vært en liten nedgang i nitrat på sommeren.

Årstall	P90 KlfA	Sommer				Vinter			
	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
2001 - 2003	0,39	0,77	0,40	0,67	0,71	0,68	0,49	0,59	0,81
2002 - 2004	0,67	0,79	0,40	0,73	0,67	0,73	0,51	0,62	0,84
2003 - 2005	0,72	0,81	0,46	0,58	0,61	0,80	0,57	0,60	0,84
2004 - 2006									
2005 - 2007									
2006 - 2008									
2007 - 2009									
2008 - 2010	0,58	0,81	0,52	0,69	0,79				
2009 - 2011	0,62	0,79	0,39	0,66	0,76				
2010 - 2012	0,72	0,81	0,40	0,68	0,72				
2011 - 2013	0,72	0,73	0,38	0,74	0,71				
2012 - 2014	0,69	0,76	0,45	0,74	0,73	0,72	0,56	0,71	0,74
2013 - 2015	0,62	0,64	0,40	0,70	0,72				
2014 - 2016	0,60	0,69	0,50	0,64	0,76	0,76	0,60	0,68	0,73
2015 - 2017	0,48	0,71	0,49	0,69	0,76	0,74	0,60	0,65	0,73
2016 - 2018	0,48	0,80	0,60	0,73	0,79	0,73	0,60	0,63	0,74
2017 - 2019	0,59	0,77	0,49	0,81	0,84	0,70	0,58	0,71	0,77
Grenseverdier for saltholdighet 22,5 psu.									
	P90 KlfA	Sommer				Vinter			
nEQR	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,8	3,9	250,0	12,0	11,5	3,5	291,0	97,0	20,0	14,5
0,6	6,9	330,0	23,0	16,0	7,0	380,0	125,0	25,0	21,0
0,4	9,0	500,0	65,0	29,0	16,0	560,0	225,0	42,0	34,0
0,2	18,0	800,0	250,0	60,0	50,0	800,0	350,0	60,0	50,0
0	27,0	1100,0	435,0	91,0	84,0	1040,0	475,0	78,0	66,0

Skjebergkilen (SKJ-1)

Tabell 30. Klassifisering av stasjon SKJ-1. Kun data tilbake til 2016. Det var mer nitrat på sommeren i den siste delen av denne perioden.

Årstall	P90 KlfA	Sommer				Vinter			
	Klorofyll-a	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
2001 - 2003									
2002 - 2004									
2003 - 2005									
2004 - 2006									
2005 - 2007									
2006 - 2008									
2007 - 2009									
2008 - 2010									
2009 - 2011									
2010 - 2012									
2011 - 2013									
2012 - 2014									
2013 - 2015									
2014 - 2016									
2015 - 2017									
2016 - 2018	0,52	0,83	0,96	0,77	0,89	0,85	0,75	0,58	0,70
2017 - 2019	0,62	0,81	0,56	0,80	0,83	0,82	0,63	0,70	0,76

Grenseverdier for saltholdighet 23,9 psu.

nEQR	P90 KlfA	Sommer				Vinter			
	Klorofyll-a	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,8	3,9	250,0	12,0	11,5	3,5	291,0	97,0	20,0	14,5
0,6	6,9	330,0	23,0	16,0	7,0	380,0	125,0	25,0	21,0
0,4	9,0	500,0	65,0	29,0	16,0	560,0	225,0	42,0	34,0
0,2	18,0	800,0	250,0	60,0	50,0	800,0	350,0	60,0	50,0
0	27,0	1100,0	435,0	91,0	84,0	1040,0	475,0	78,0	66,0

Sponvika (SP-1)

Tabell 31. Klassifisering av stasjon SP-1. Kun data tilbake til 2015. Ingen store endringer. Relativt mye nitrat på sommeren i hele perioden.

Årstall	P90 KlFA	Sommer				Vinter			
	Klorofyll- α	Tot-N	NO ₃	Tot-P	PO ₄	Tot-N	NO ₃	Tot-P	PO ₄
2001 - 2003									
2002 - 2004									
2003 - 2005									
2004 - 2006									
2005 - 2007									
2006 - 2008									
2007 - 2009									
2008 - 2010									
2009 - 2011									
2010 - 2012									
2011 - 2013									
2012 - 2014									
2013 - 2015									
2014 - 2016									
2015 - 2017	0,71	0,67	0,40	0,66	0,71				
2016 - 2018	0,56	0,71	0,47	0,65	0,72	0,79	0,61	0,60	0,68
2017 - 2019	0,66	0,71	0,44	0,71	0,74	0,76	0,58	0,55	0,58
Grenseverdier for saltholdighet 19,2 psu.									
	P90 KlFA	Sommer				Vinter			
nEQR	Klorofyll- α	Tot-N	NO ₃	Tot-P	PO ₄	Tot-N	NO ₃	Tot-P	PO ₄
1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,8	3,9	250,0	12,0	11,5	3,5	291,0	97,0	20,0	14,5
0,6	6,9	330,0	23,0	16,0	7,0	380,0	125,0	25,0	21,0
0,4	9,0	500,0	65,0	29,0	16,0	560,0	225,0	42,0	34,0
0,2	18,0	800,0	250,0	60,0	50,0	800,0	350,0	60,0	50,0
0	27,0	1100,0	435,0	91,0	84,0	1040,0	475,0	78,0	66,0

Ringdalsfjorden (R-5)

Tabell 32. Klassifisering av stasjon R-5. Svært mye næringsalter på denne stasjonen, både nitrogen og fosfor, helt tilbake til 2001. I den siste perioden (2017-2019) har det på sommeren vært en liten økning av nitrogen på og nedgang i fosfor.

Årstall	P90 KlFA	Sommer				Vinter			
	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
2001 - 2003	0,18	0,56	0,44	0,34	0,40	0,42	0,31	0,43	0,80
2002 - 2004	0,21	0,57	0,46	0,38	0,34	0,42	0,28	0,47	0,75
2003 - 2005	0,58	0,59	0,44	0,39	0,30	0,49	0,33	0,47	0,56
2004 - 2006	0,59	0,61	0,51	0,36	0,31	0,49	0,36	0,47	0,48
2005 - 2007	0,57	0,58	0,50	0,35	0,29	0,52	0,44	0,44	0,43
2006 - 2008	0,64	0,55	0,44	0,36	0,33	0,46	0,41	0,44	0,48
2007 - 2009	0,58	0,55	0,60	0,38	0,46				
2008 - 2010	0,61	0,54	0,41	0,35	0,48				
2009 - 2011	0,62	0,49	0,32	0,36	0,55				
2010 - 2012	0,66	0,50	0,33	0,39	0,55				
2011 - 2013	0,53	0,48	0,35	0,48	0,57				
2012 - 2014	0,50	0,52	0,46	0,51	0,58	0,48	0,37	0,55	0,80
2013 - 2015	0,38	0,47	0,46	0,54	0,57				
2014 - 2016	0,59	0,54	0,57	0,50	0,55	0,39	0,40	0,54	0,74
2015 - 2017		0,52		0,50	0,56	0,36		0,44	0,48
2016 - 2018	0,56	0,56	0,69	0,51	0,56	0,38		0,46	0,51
2017 - 2019	0,56	0,48	0,36	0,55	0,62	0,41	0,45	0,45	0,44
Grenseverdier for saltholdighet 10,8 psu.									
	P90 KlFA	Sommer				Vinter			
nEQR	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,8	3,9	250,0	64,4	9,6	2,7	274,4	122,5	14,7	10,3
0,6	6,9	362,5	104,7	13,6	4,8	390,8	187,2	18,7	13,5
0,4	9,0	523,3	161,9	24,7	10,8	555,7	287,2	32,2	23,1
0,2	18,0	800,0	319,3	55,7	32,2	800,0	428,5	55,7	38,6
0	27,0	1076,7	476,7	86,7	53,5	1044,3	569,8	79,1	54,0

Iddefjorden (ID-2)

Tabell 33. Klassifisering av stasjon ID-2. Det har vært en betydelig nedgang i mengde fosfor på sommeren de siste tre årene, sammenlignet med perioden før. Samtidig har det vært en nedgang i mengde plankton, mens det har vært en økning av nitrogen på sommeren.

Årstall	P90 Klfa	Sommer				Vinter			
	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
2001 - 2003									
2002 - 2004									
2003 - 2005	0,62	0,62	0,52	0,32	0,14				
2004 - 2006	0,62	0,62	0,52	0,32	0,14				
2005 - 2007	0,62	0,62	0,52	0,35	0,14				
2006 - 2008	0,96	0,59	0,59	0,19	0,40	0,41		0,00	
2007 - 2009	0,51	0,59	0,60	0,14	0,57				
2008 - 2010	0,53	0,57	0,48	0,14	0,59				
2009 - 2011	0,56	0,53	0,38	0,27	0,68				
2010 - 2012	0,72	0,53	0,33	0,37	0,69				
2011 - 2013	0,71	0,49	0,34	0,45	0,70				
2012 - 2014	0,65	0,52	0,36	0,43	0,68	0,49	0,47	0,52	0,83
2013 - 2015	0,60	0,44	0,35	0,51	0,61				
2014 - 2016	0,50	0,51	0,40	0,49	0,59	0,49	0,51	0,63	0,74
2015 - 2017	0,32	0,48	0,42	0,57	0,58	0,55	0,59	0,62	0,56
2016 - 2018	0,23	0,59	0,81	0,54	0,58				
2017 - 2019	0,79	0,47	0,44	0,80	0,87	0,60	0,58	0,50	0,41

Grenseverdier for saltholdighet 10,3 psu.

nEQR	P90 Klfa	Sommer				Vinter			
	Klorofyll- α	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4	Tot-N	NO3	Tot-P	PO4
1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,8	3,9	250,0	67,2	9,4	2,6	273,2	124,2	14,4	10,1
0,6	6,9	364,2	109,1	13,4	4,7	390,3	190,5	18,4	13,1
0,4	9,0	524,5	167,1	24,4	10,6	555,4	290,5	31,7	22,5
0,2	18,0	800,0	323,0	55,4	31,2	800,0	432,7	55,4	37,9
0	27,0	1075,5	478,9	86,4	51,8	1044,6	575,0	79,2	53,3

Vedlegg B. Artsliste hardbunn

Artslisten benyttet til analyser av strandsamfunnene på stasjonene undersøkt i 2019.

Tabellen viser forekomst av taxa etter semikvantitativ skala:

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

Opportunister er merket med x. Valg av opportunistiske arter er hentet fra Veileder 02:2018.

Gruppe	Opp.	Taxa	Stasjon														
			G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G15	G16	G17	G19	G20	G21
Dyr		Alcyonidium spp.	2	2		2	2	3	2		2				4	3	2
		Asterias rubens	1				2	1	2		2	2			1		
		Balanus spp.	3	4	3	2	2	5	3	5	3	3	3	3	3	4	5
		Botryllus schlosseri							2								
		Bryozoa indet.				1											
		Clava multicornis	2							3					2	2	
		Crassostrea gigas	2			3						1		2	2	3	3
		Dynamena pumila	2	3			3	3	2		2		2		4	5	
		Electra pilosa		2	2	3	4	4	2		4	4	2	3	4	3	2
		Halichondria panicea						3			2	2					
		Laomedea cf. geniculata	3	2	1	1	2					2		3			
		Leptasterias muelleri						2									
		Littorina littorea	1	3	2	4	3	2	3		2	3	3	2	3	2	
		Littorina obtusata					3	1	2		1		2		2	2	
		Littorina saxatilis		2	2				2			2	2	2			
		Umbonula littoralis						2									
		Membranipora membranacea	2	2			4	1	2	2	5	3	2	2		2	4
		Metridium senile pallidus	1	2	2		2	2	2			1		2	2		
		Mytilus edulis	6		2	1						6	5	6	2		2
		Pomatoceros triqueter					2					3				2	
	Spirorbis spirorbis					3	3	2						2			
	Strongylocentrotus droebachiensis					1											

Gruppe	Opp.	Taxa	Stasjon														
			G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G15	G16	G17	G19	G20	G21
Grønnalger	×	<i>Blidingia minima</i>															
	×	<i>Chaetomorpha linum</i>	2		2					3				2			
	×	<i>Cladophora</i> spp.	3	2	2	2	2	2		5	2	2		2	2		2
		<i>Cladophora rupestris</i>	2		2	2				4	2		3		2	2	2
		<i>Rhizoclonium riparium</i>															
		cf. <i>Spongomorpha aeruginosa</i>	2														
	×	<i>Ulva</i> spp.	2	3	2	2		2	4	2		2	3		2	4	2
	×	<i>Ulva lactuca</i>						2	2		2					1	
Brunalger		<i>Ascophyllum nodosum</i>			3		5									2	4
		Brun skorpeformet alge - mørk			2	2		2									
		<i>Chordaria flagelliformis</i>	2	2			2	2					3				
		<i>Desmarestia viridis</i>		1													
	×	<i>Ectocarpus</i> spp.				1		2	2	2			2				
		<i>Elachista fucicola</i>	2	3	4	4	2	3	2	2	2		2		2	3	2
		<i>Eudesme virescens</i>						3									
		<i>Fucus vesiculosus</i>	4	4	5	4	4	2	5	6	5	4	3	2	5	5	4
		<i>Fucus serratus</i>	4	6	6	3	6	6	6	6	3	3	2		6	6	6
		<i>Halidrys siliquosa</i>					3	3	2								
		<i>Laminaria hyperborea</i>						2									
		<i>Leathesia difformis</i>						2	2								
	×	cf. <i>Pylaiella littoralis</i>															3
		<i>Saccharina latissima</i>						2					3				
		<i>Sargassum muticum</i>					2	2	2								
		<i>Sphacelaria</i> spp.			2		2	2			1	3					
	×	<i>Spongonema tomentosum</i>	2	2							2					3	
	Rødalger		<i>Ahnfeltia plicata</i>		2	3	2		5	3	4	4	4	2	5	4	3
		<i>Bonnemaisonia hamifera</i>						3			2			2			
		<i>Callithamnion corymbosum</i>	2	2	3		2	1						4			
		<i>Ceramium virgatum</i>	3	3	2	1	4	3	4		5	2	2	4	3	4	2
×		<i>Ceramium tenuicorne</i>	2	3	3		2	4		2			2		2		
		cf. <i>Brongniartella byssoides</i>											2				
		<i>Chondrus crispus</i>	3	3	3	3	2	4	3	2	5	2	2	3	3	3	2
		<i>Corallina officinalis</i>						2									
		<i>Dasya baillouviana</i>										2					
		<i>Dumontia contorta</i>			1												
		<i>Furcellaria lumbricalis</i>			2	2	2	4		2	4			3	3		
		<i>Hildenbrandia rubra</i>	4	3	5	5	5	6	4	6	3	5	3	5	5	5	3
		<i>Mastocarpus stellata</i>								2							
		<i>Membranoptera alata</i>									2						
		<i>Nemalion helminthoides</i>	2	2									2				
		<i>Polysiphonia brodiei</i>	3											4			
		<i>Polysiphonia elongata</i>	2		2								2	2			
		<i>Polysiphonia fucoides</i>			3		2	2				5		4			
		<i>Polysiphonia fibrillosa</i>			6						2			3			
		<i>Polysiphonia stricta</i>	4		3												3
		<i>Polyides rotundus</i>	3														
×		<i>Porphyra umbilicalis</i>			1				2								2
	<i>Rhodomela confervoides</i>	2		2			2										
	Rød skorpeformet kalkalge		2	5	2	3	2	4		4	2		4	4	3		
Annet	×	Blågrønn- og kiselalger							3	3							

Vedlegg C. Klassifisering nedre voksedyp

Nedre voksedyp (m) for 9 utvalgte makroalger, på de åtte stasjonene som ble undersøkt i 2019, 2017, 2016, 2010 og 2007. De 10 stasjonene (NG1-10) som ble undersøkt for første gang i 2019 er ikke inkludert her (se fagrapport Moy og Walday 2020).

Tabellen viser beregning av nEQR-verdi og økologisk tilstand på stasjonen (MSMDI-indeksen). Registrert nedre voksedyp for hver art på stasjonen gis poeng alt etter hvor langt unna referansedyppet det registrerte dypet er (Veileder 02:2018).

De ulike fargene indikerer økologisk tilstand. Blå=svært god, Grønn=god, Gul = moderat, Oransje=dårlig. Poengverdi 0 er merket med lyserødt, samt merknad når arten sist ble registrert.

På stasjon G8 har arter som ble registrert i 2007 men ikke i 2010 ikke fått poengverdi 0 fordi transektretningen/stasjonsplasseringen ble endret i 2010.

På de stasjonene (G5, G8, G14, G23) hvor det er registrert spredt forekomst av enkelte av de utvalgte makroalgene på nederste dykkedyp er poengverdien tatt med i summering av poengverdi dersom poengverdien er 4 eller høyere (merket lyst grått).

På stasjon A92 er det gjort undersøkelser av nedre voksegrense flere år enn vist i tabellen. Det er kun inkludert data fra de årene det er utført undersøkelser i Ytre Oslofjordprogrammet

NIVA 7532-2020

STASJON	G5	Poeng	G5	Poeng	G5	Poeng	G5	Poeng	G5	Poeng
DATO	7.9.07		18.8.10		27.9.16		27.9.17		4.7.19	
MAX DYKKEDYP	17		14		14		14		16,5	
VANNTYPE	2		2		2		2		2	
Arter / Nedre voksedyp										
<i>Chondrus crispus</i>	8	4	8	4	1	2	reg 2016	0	2,2	2
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	8	4	4	2	10,7	5	6	3	8,3	4
<i>Halidrys siliquosa</i>	-		-		-		-		-	
<i>Saccharina latissima</i>	6	3	8	4	7	3	6,5	3	7	3
<i>Phyllophora pseudoceranoide / Coccotylus truncatus</i>	14	4	12	3	11	3	13,1	4	11,8	3
<i>Rhodomela confervoides</i>	14	5	12	4	12	4	11,8	3	reg 2017	0
<i>Delesseria sanguinea</i>	16	4	14	4	13,8	4	13,7	4	11,2	3
<i>Phycodrys rubens</i>	16	5	14	4	reg 2010	0	13,7	4	11,2	4
Sum		29		25		21		21		19
Antall		7		7		7		7		7
Gjennomsnitt		4,14		3,57		3,00		3,00		2,71
nEQR		0,83		0,71		0,60		0,60		0,54
STASJON	G6	Poeng	G6	Poeng	G6	Poeng	G6	Poeng	G6	Poeng
DATO	7.9.07		16.8.10		28.9.16		26.9.17		3.7.19	
MAX DYKKEDYP	16		16		16		15		16,2	
VANNTYPE	3		3		3		3		3	
Arter / Nedre voksedyp										
<i>Chondrus crispus</i>	6	3	6	3	3	2	6	3	1	2
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	3	2	1	2	2,2	2	reg 2016	0	reg 2016	0
<i>Halidrys siliquosa</i>	2	2	2	2	1,5	2	reg 2016	0	2,6	2
<i>Saccharina latissima</i>	-		-		-		-		-	
<i>Phyllophora pseudoceranoide / Coccotylus truncatus</i>	8	3	10	4	13	5	13	5	12,4	5
<i>Rhodomela confervoides</i>	-		-		11	4	9,1	4	reg 2017	0
<i>Delesseria sanguinea</i>	-		-		10,5	4	11	4	11	4
<i>Phycodrys rubens</i>	-		-		-		-		-	
Sum		10		11		19		16		13
Antall		4		4		6		6		6
Gjennomsnitt		2,50		2,75		3,17		2,67		2,17
nEQR		0,50		0,55		0,63		0,53		0,43
STASJON	G8	Poeng	G8	Poeng	G8	Poeng	G8	Poeng	G8	Poeng
DATO	6.9.07		17.8.10		28.9.16		25.9.17		3.7.19	
MAX DYKKEDYP	10		18		17		20		21	
VANNTYPE	3		3		3		3		3	
Arter / Nedre voksedyp										
<i>Chondrus crispus</i>	10	4	10	4	5	3	10,2	5	7,5	4
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	3	2	*		11,1	4	7,1	3	8,8	4
<i>Halidrys siliquosa</i>	8	4	9	4	9,7	4	10,5	5	3,2	2
<i>Saccharina latissima</i>	3	2	4	3	3	2	8,2	5	7,5	4
<i>Phyllophora pseudoceranoide / Coccotylus truncatus</i>	10	4	-		5	3	9,5	4	reg 2017	0
<i>Rhodomela confervoides</i>	10	4	16	5	11,9	4	reg 2016	0	reg 2017	0
<i>Delesseria sanguinea</i>	10	4	18	5	15,2	5	13	4	14	5
<i>Phycodrys rubens</i>	8	3	16	5	reg 2010	0	reg 2010	0	14	5
Sum		27		26		25		26		24
Antall		8		6		8		8		8
Gjennomsnitt		3,38		4,33		3,13		3,25		3,00
nEQR		0,68		0,87		0,63		0,65		0,60

NIVA 7532-2020

STASJON	G14	Poeng	G14	Poeng	G14	Poeng	G14	Poeng	G14	Poeng
DATO	####		10.9.10		26.9.16		25.9.17		2.7.19	
MAX DYKKEDYP	15		15		16		16,8		16	
VANNTYPE	2		2		2		2		2	
Arter / Nedre voksedyp										
<i>Chondrus crispus</i>	6	4	6	4	1	2	reg 2016	0	3,7	3
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	-		3	2	reg 2010	0	reg 2010	0	reg 2010	0
<i>Halidrys siliquosa</i>	-		-		-		-		-	
<i>Saccharina latissima</i>	-		8	4	3,8	2	3,4	2	3,7	2
<i>Phyllophora pseudoceranoides / Coccotylus truncatus</i>	8	3	3	2	10,7	3	13	4	16	4
<i>Rhodomela confervoides</i>	4	2	10	4	5	3	2	2	3,5	2
<i>Delesseria sanguinea</i>	15	4	10	3	10,8	3	13,9	4	13	4
<i>Phycodrys rubens</i>	15	4	reg 2007	0	reg 2010	0	14,2	4	12,5	4
Sum		17		19		13		16		19
Antall		5		7		7		7		7
Gjennomsnitt		3,40		2,71		1,86		2,29		2,71
nEQR		0,68		0,54		0,37		0,46		0,54

STASJON	G23	Poeng	G23	Poeng	G23	Poeng	G23	Poeng	G23	Poeng
DATO	4.10.07		17.9.10		5.9.16		6.9.17		1.7.19	
MAX DYKKEDYP	14		14		15		13		14,3	
VANNTYPE	3		3		3		3		3	
Arter / Nedre voksedyp										
<i>Chondrus crispus</i>	4	2	6	3	reg 2010	0	reg 2010	0	reg 2010	0
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	4	2	4	2	6	3	5,3	3	5,5	3
<i>Halidrys siliquosa</i>	-		-		-		-		-	
<i>Saccharina latissima</i>	6	3	12	5	6	3	5,8	3	6	3
<i>Phyllophora pseudoceranoides / Coccotylus truncatus</i>	10	4	12	5	12	5	12,3	5	12,5	5
<i>Rhodomela confervoides</i>	2	2	12	4	reg 2010	0	reg 2010	0	11	4
<i>Delesseria sanguinea</i>	10	4	12	4	12	4	12,3	4	11	4
<i>Phycodrys rubens</i>	13	4	8	3	2	2	4,2	3	reg 2017	0
Sum		21		26		17		18		19
Antall		7		7		7		7		7
Gjennomsnitt		3,00		3,71		2,43		2,57		2,71
nEQR		0,60		0,74		0,49		0,51		0,54

STASJON	A92	Poeng	A92	Poeng	A92	Poeng	A92	Poeng	A92	Poeng
DATO	2007		4.6.10		27.9.16		27.9.17		4.7.19	
MAX DYKKEDYP	30		30		20		19		30	
VANNTYPE	3		3		3		3		2	
Arter / Nedre voksedyp										
<i>Chondrus crispus</i>	3	2	6	3	1	2	5,6	3	3,2	3
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	2	2	2	2	reg 2010	0	1	2	1	2
<i>Halidrys siliquosa</i>	reg 2006	0	3	2	6,7	3	3	2	5,7	4
<i>Saccharina latissima</i>	8	4	reg 2007	0	4	3	7,2	4	3,2	2
<i>Phyllophora pseudoceranoides / Coccotylus truncatus</i>	6	3	reg 2009	0	15	5	reg 2017	0	14,5	4
<i>Rhodomela confervoides</i>	10	4	12	4	reg 2010	0	reg 2010	0	8	4
<i>Delesseria sanguinea</i>	14	5	12	4	13	4	14,6	5	13,5	4
<i>Phycodrys rubens</i>	14	5	12	4	reg 2010	0	14,6	5	reg 2017	0
Sum		25		19		17		21		23
Antall		8		8		8		8		8
Gjennomsnitt		3,13		2,38		2,13		2,63		2,88
nEQR		0,63		0,48		0,43		0,53		0,58

STASJON	St 52	Poeng	St 52	Poeng	St 52	Poeng	G29	Poeng	G29	Poeng	G29	Poeng
DATO	30.9.10		5.9.16		1.7.19		27.9.16		25.9.17		2.7.19	
MAX DYKKEDYP	18		16		21,1		20		18		21,7	
VANNTYPE	3		3		3		2		2		2	
Arter / Nedre voksedyp												
<i>Chondrus crispus</i>	6	3	4	2	2	2	1,1	2	reg 2016	0	1,5	2
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	-		7	3	5	3	8,6	4	7,1	4	5,2	3
<i>Halidrys siliquosa</i>	-		-		-		-		-		-	
<i>Saccharina latissima</i>	4	3	4	3	5	3	-		11,3	5	11	5
<i>Phyllophora pseudoceranoides / Coccotylus truncatus</i>	10	4	12	5	8,5	4	13,6	4	13,1	4	17,5	4
<i>Rhodomela confervoides</i>	6	3	6	3	reg 2016	0	12,5	5	13,5	5	16	5
<i>Delesseria sanguinea</i>	-		-		4	2	16,7	4	15,3	4	17,2	4
<i>Phycodrys rubens</i>	4	2	reg 2010	0	reg 2010	0	16,7	5	15,3	5	16,4	5
Sum		15		16		14		24		27		28
Antall		5		6		7		6		7		7
Gjennomsnitt		3,00		2,67		2,00		4,00		3,86		4,00
nEQR		0,60		0,53		0,40		0,80		0,77		0,80

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

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