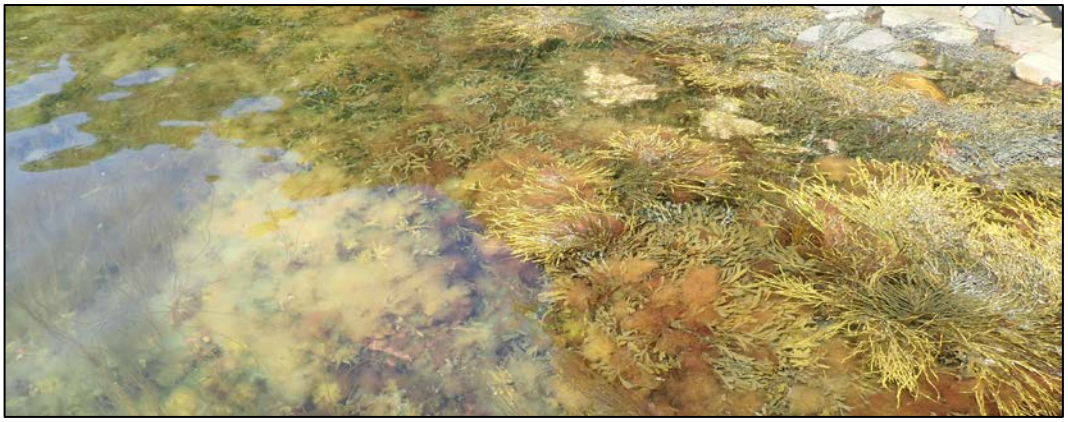
Marin Overvåking Rogaland



2010–2020

RAPPORT

Rådgivende Biologer AS 3744

Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Marin Overvåking Rogaland. 2010–2020.

FORFATTERE:

Ingeborg E. Økland, Mette Eilertsen & Christiane Todt

OPPDRAGSGIVER:

Blue Planet AS

OPPDRAGET GITT:	RAPPORT DATO:
Juni 2016	11. juli 2022

RAPPORT NR:	ANTALL SIDER:	ISBN NR:
3744	136	978-82-8308-965-3

EMNEORD:

- Vannkvalitet - Makroalger - Klorofyll	- Nedre voksegrense - Næringssalter - Oksygen i bunnvann

KONTROLL:

Godkjenning/kontrollert av	Dato	Stilling	Signatur
Joar Tverberg	11.07.2022	Forsker Marin	

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Edvard Griegsvei 3, N-5059 Bergen
Foretaksnummer 843667082-mva
Internett : www.radgivende-biologer.no E-post: post@radgivende-biologer.no
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75

Rapporten må ikke kopieres ufullstendig uten godkjenning fra Rådgivende Biologer AS.

FORORD

Overvåkingsprogrammet, **Marin Overvåking Rogaland**, har hatt som hensikt å dokumentere økologisk tilstand og utvikling til fjordsystemene i Rogaland i forhold til ytre påvirkning fra akvakultur, kommunale utslipp og andre kilder. Overvåkingsprogrammet har omfattet prøvetaking og måling i vann og sediment, samt kartlegging av makroalger. Overvåkingsprogrammet har pågått i perioden 2010 til 2020 og ble gjenopptatt i 2022 med noen justeringer til programmet.

Rådgivende Biologer AS fikk i oppdrag fra Blue Planet AS å gjennomføre overvåkingsprogrammet for **Marin Overvåking Rogaland** i perioden 2017 til og med 2020. I årene frem til 2016 ble overvåkingen utført av UNI Research (2010-2015) og Fishguard AS (2016). Denne rapporten oppsummerer resultatene fra 10-årsperioden overvåkingsprogrammet har blitt gjennomført.

Blue Planet AS har organisert denne overvåkningen. Programmet er finansiert av oppdrettsvirksomhetene Alsaker Fjordbruk, Bremnes Seashore, Eidesvik Laks, Grieg Seafood Rogaland, Varde Fiskeoppdrett, MOWI og Ewos Cargill.

Rådgivende Biologer AS takker Blue Planet AS ved Gøran Varmbo for oppdraget, og Kvitsøy Sjøtjenester AS for assistanse i forbindelse med prøvetaking og feltundersøkelser.

Bergen, 11. juli 2022

INNHOLD

Forord 2
Innhold 2
Sammendrag 3
Innledning 7
Områdebeskrivelse 8
Metode og datagrunnlag 9
Resultater 14
Diskusjon 120
Øvrige overvåkingsprogram i Rogaland 132
Vurdering av økologisk tilstand 133
Referanser 135

SAMMENDRAG

Økland, I. E., M. Eilertsen & C. Todt 2022. Marin Overvåking Rogaland. 2010-2020. Rådgivende Biologer AS, rapport 3744, 136 sider, ISBN 978-82-8308-965-3.

MARIN OVERVÅKING ROGALAND

Overvåkingsprogrammet, **Marin Overvåking Rogaland**, er et overvåkingsprogram som har hatt som hensikt å dokumentere økologisk tilstand og utvikling til fjordsystemene i Rogaland i forhold til ytre påvirkning fra akvakultur, kommunale utslipp og andre kilder. Overvåkingsprogrammet har pågått siden januar 2010 og ble avsluttet i desember 2020.

OVERVÅKINGSPROGRAMMET

Overvåkingsprogrammet har i perioden omfattet omtrent månedlige målinger av hydrografi og prøvetaking av vann ved 12 stasjoner i 11 vannforekomster (salinitet, temperatur, oksygeninnhold, klorofyll-a, siktedyp og næringssalter), årlige undersøkelser av makroalgesamfunn på 13 stasjoner i 10 vannforekomster og prøvetaking av sediment og vurdering av bløtbunnsfauna på 6 stasjoner i 6 vannforekomster tre ganger i løpet av tiårsperioden. Miljøovervåkingen har blitt gjennomført etter eller basert på vannforskriftens til enhver tid gjeldende veileder "Klassifisering av miljøtilstand i vann".

RESULTATER OG DISKUSJON

I vurdering av resultater og utviklingstrender er de undersøkte fjordområdene delt i to hovedområder: **Boknafjorden Nord** og **Sør for Boknafjorden.** Det nordlige området omfatter i hovedsak relativt eksponerte områder og fjorder med dype terskler og svært god utskifting av bunnvannet, mens det sørlige området er nokså variert, men generelt noe mindre eksponert, og med grunnere terskler ut mot Boknafjorden og det åpne havet. **Boknafjorden Nord** omfatter vannforekomstene Boknafjorden, Karmsundet, Nedstrandsfjorden, Krossfjorden og Vindafjorden. **Sør for Boknafjorden** omfatter vannforekomstene Hidlefjorden, Høgsfjorden, Finnøyfjorden og Jøsenfjorden.

BOKNAFJORDEN NORD

Vann

Seks stasjoner for hydrografimålinger og prøvetaking av vann ble undersøkt innenfor avgrensingen til Boknafjorden Nord. Hydrografimålinger i øvre del av vannsøylen har vist sesongvariasjoner i temperatur og saltinnhold, men ingen klare endringer over 10-årsperioden i Boknafjorden Nord. Sandsfjorden skilte seg noe ut, med lavere saltinnhold i overflaten enn de andre fjordene. Denne fjorden ligger lengst inne i landet, og er mer påvirket av snøsmelting og avrenning fra land. Sandsfjorden skilte seg også ut som den fjorden med lavest oksygeninnhold i bunnvannet av de undersøkte fjordene nord i Rogaland, og oksygeninnholdet i bunnvannet har vært i moderat tilstand siden 2015. Fjorden har flere terskler, og det var en tydelig nedgang i oksygeninnhold i vannsøylen dypere enn den dypeste terskelen. De andre undersøkte fjordene hadde gode oksygenforhold gjennom hele vannsøylen gjennom perioden.

Det gjennomsnittlige klorofyllinnholdet havnet i hovedsak innenfor de to beste tilstandsklassene gjennom 10-årsperioden. Det er ikke observert noen tydelige forskjeller mellom vannforekomstene i Boknafjorden Nord, men det kan se ut som om det er noe større variasjon i Sandsfjorden enn de andre fjordene.

Det har vært lavt innhold av næringssalt i tiårsperioden, med gjennomsnittskonsentrasjoner i svært god eller god tilstandsklasse ved alle stasjonene. Variasjonen i konsentrasjon av næringssalt i de ulike fjordene har vært relativt liten, men innlandsfjordene Sandsfjorden og Vindafjorden hadde generelt noe

lavere innhold av fosfat og total fosfor om vinteren enn fjordene nærmere kysten, dvs. at innholdet av næringssalter økte med nærhet til kyst. Den samme trenden ble ikke observert om sommeren, da det er større forbruk av næringssalter i vannet. Fra 2017 til 2020 var det generelt mer variasjon i ammonium-konsentrasjonen om sommeren, der gjennomsnittet for sesongen oftere var i god tilstand og i et tilfelle i moderat tilstand. Det var også større variasjon mellom fjordene i dette tidsrommet enn tidligere i perioden.

Sediment

To stasjoner for prøvetaking av sediment ble undersøkt innenfor avgrensingen til Boknafjorden Nord, st. B5 og B1, sentralt i henholdsvis Boknafjorden og Vindafjorden. Innholdet av organisk materiale (nTOC), fosfor og kobber i sedimentet varierte i tiårsperioden uten å vise en markant trend i Boknafjorden. Innholdet av kobber var innenfor svært god tilstand i hele perioden. I Vindafjorden har det også vært varierende innhold av organisk materiale i sedimentet, men fosfor og kobber har økt jevnt, hvor innholdet av kobber har gått fra svært god til god tilstand. Innholdet av tungmetallet sink har økt markant fra svært god tilstand til moderat tilstand på begge stasjoner. Sink er et nødvendig mineral i fiskefôr og tilføres vannforekomsten via avføring og fôr-rester fra åpne merdanlegg eller utslipp fra landbaserte anlegg, og oppdrett er en sannsynlig kilde til forhøyede konsentrasjoner av sink i fjordsystemet. Det er ingen oppdrettsanlegg nærmere enn 6 km fra st. B5 og 3 km fra st. B1, og det kan antas at det ikke er utslipp fra et enkeltanlegg som har ført til økte sinkverdier, men at sinkholdig finstoff fra fjordsystemet i Boknafjorden Nord sedimenterer i det dypeste bassenget i Boknafjorden og Vindafjorden.

For bløtbunnsfauna viste indekser til god og svært god tilstand både i Boknafjorden og Vindafjorden i løpet av undersøkelsesperioden, men det var tydelig at bunndyrsamfunnet gjennomgikk en del endringer, med høyere antall individer og arter, samt en markant økning i opportunistiske børstemark i 2014, som gir indikasjoner på mer næring i form av organiske partikler på sjøbunnen. I 2017 var individ- og artstall imidlertid noe lavere enn i 2014, men fremdeles høyere enn antallet i 2011.

Makroalger

I vurderingen av utviklingstrender for makroalgesamfunn i løpet av tiårsperioden ligger en del usikkerhet, siden videotransektene ikke har hatt det eksakt samme forløpet fra år til år.

Fem makroalgestasjoner har blitt undersøkt innenfor avgrensingen til Boknafjorden Nord. St 3 ved Boknaflæet og st. 16 ved Nedstrand ligger skjermet til for bølger og strøm, og er stasjoner som gjennom hele perioden har gitt inntrykk av eutrofierende forhold og relativt liten dekningsgrad av habitatbyggende alger som tang og tare. St. 17 Kvernaneset, st. 19 Bjergøy og st. 20 Hagaskjeret er alle stasjoner som ligger mer eksponert til ut mot åpne sjøområder som henholdsvis Nedstrandsfjorden, Vestre Ombofjorden og Jelsafjorden. Habitatbyggende alger som tang og tare var mer dominerende her enn ved de mer beskyttede stasjonene. For de fleste stasjoner var det høy dekningsgrad av trådformede opportunister og mosaikk av alger allerede ved oppstart av overvåkingsprogrammet i 2010 som siden økte. Dette er den tydeligste utviklingstrenden for makroalgesamfunn i området. For stasjonene i Boknafjorden Nord hadde dekningsgraden til sukkertare ulike utviklingstrender gjennom perioden, med både svak økning og reduksjon i dekningsgrad på flere stasjoner. For flere av stasjonene var det også en negativ utvikling i forhold til dekningsgrad av stortare og nedre voksegrense for både sukkertare og stortare.

SØR FOR BOKNAFJORDEN

Vann

Fem stasjoner for hydrografimålinger og prøvetaking av vann ble undersøkt innenfor avgrensingen til Sør for Boknafjorden. Hydrografimålinger viste sesongvariasjoner i temperatur og saltinnhold, men ingen klare endringer over 10-årsperioden sør for Boknafjorden. De undersøkte fjordene hadde generelt gode oksygenforhold gjennom hele vannsøylen, bortsett fra Jøsenfjorden, hvor konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet endret seg fra god til dårlig tilstand i løpet av ett år, fra 2013 til 2014, og siden havnet innenfor dårlig tilstand. I indre del av Jøsenfjorden, på den dypeste stasjonen i fjorden, har oksygenkonsentrasjonen havnet i svært dårlig tilstand siden høsten 2018. Andelen av vannsøylen med svært lavt oksygeninnhold økte også gjennom 10-årsperioden. Jøsenfjorden er en terskelfjord som i perioder har lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet, fjorden har nå vært inne i en lengre periode uten utskifting. Når oksygeninnholdet blir lavt nok vil ikke bunnlevende organismer som bryter ned organisk materiale overleve, og en vil få mikrobiell nedbrytning av organisk materiale, som kan gi produksjon av H_2S og metan, og som igjen vil redusere oksygeninnholdet ytterligere i vannsøylen.

Det gjennomsnittlige klorofyllinnholdet havnet i hovedsak innenfor de to beste tilstandsklassene gjennom 10-årsperioden i alle de undersøkte fjordene. Høgsfjorden hadde imidlertid noen flere gjennomsnittsmålinger i moderat tilstand. Det kan se ut som om det er noe mer variasjon mellom de ulike årene, og de ulike fjordene i tiden etter 2015, og Høgsfjorden skilte seg ut med noe høyere konsentrasjoner enn de andre fjordene.

Det har vært lavt innhold av næringssalt i tiårsperioden, med gjennomsnittskonsentrasjoner i svært god eller god tilstandsklasse ved alle stasjonene. Variasjonen i konsentrasjon av næringssalter i de ulike fjordene har vært relativt liten, men som for fjordene i området Boknafjorden Nord, var det lavere vinterkonsentrasjoner av total fosfor og fosfor i indre fjordstrøk enn i de kystnære fjordene. Tilsvarende var det også generelt mer variasjon, og høyere sommerkonsentrasjoner av ammonium i perioden 2017–2020 enn tidligere.

Sediment

Fire stasjoner for prøvetaking av sediment ble undersøkt innenfor avgrensingen Sør for Boknafjorden. St. B2 (indre) og B6 (ytre) i Jøsenfjorden, st. B3 i Hidlefjorden og st. B4 i Finnøyfjorden. Sedimentkvalitet viste at innholdet av organisk stoff (nTOC), fosfor og kobber i sedimentet har hatt en svakt økende trend i tiårsperioden, både i Hidlefjorden, Finnøyfjorden og i det ytre bassenget i Jøsenfjorden. Resultatene for det indre bassenget varierte noe, sannsynligvis fordi det ikke var nøyaktig samme stasjon som ble undersøkt alle årene. Tilsvarende som for stasjonene i Boknafjorden Nord har det vært en klar økning av sinkinnhold i sedimentet, hvor det i Finnøyfjorden og Hidlefjorden økte fra svært god tilstand i 2011 til god tilstand i 2017, og i Hidlefjorden med konsentrasjoner tett opp til grensen for moderat tilstand. I Jøsenfjorden har innholdet av sink i sedimentet økt markant i det indre bassenget, fra svært god tilstand i 2011 til moderat tilstand i 2017. Tilsvarende har sinkinnholdet økt fra god til moderat tilstand i ytre deler av Jøsenfjorden.

Som for Boknafjorden Nord, var det påfallende at bløtbunnsfauna Sør for Boknafjorden gikk gjennom store endringer, spesielt i Hidlefjorden og Finnøyfjorden med høyere antall individ og arter, samt en markant økning i opportunistiske og moderat tolerante børstemark i 2014, som gir indikasjoner på mer næring i form av organiske partikler på sjøbunnen. I 2017 var individ- og artstall imidlertid noe lavere enn i 2014, men fremdeles høyere enn i 2011. En økning i individantall og artsdiversitet viser at artssamfunnet har gått fra et samfunn på nokså næringsfattig sjøbunn til et samfunn med mer næringstilgang, og dermed habitat for en større diversitet av både forurensingssensitive og mer tolerante arter. I indre deler av Jøsenfjorden var det lavt antall individ og arter gjennom hele perioden, og fjorden har trolig vært preget av varierende oksygenforhold og periodevis oksygensvikt. Endringene som har blitt observert i perioden har vært nokså små, selv om individantallet og artsmangfoldet var lavest også i Jøsenfjorden i 2011, som for øvrige stasjoner Sør for Boknafjorden.

Makroalger

Det er åtte makroalgestasjoner som er innenfor avgrensingen til Sør for Boknafjorden, fra sørsiden av Ombo og vest for Rennesøy i nordlig del til Høgsfjorden i sørlig del. Makroalgesamfunnet hadde generelt tilsvarende forhold og trender som i Boknafjorden Nord. For stasjonene Sør for Boknafjorden hadde dekningsgraden til sukkertare også ulike utviklingstrender, med både svak økning og reduksjon i dekningsgrad på flere stasjoner. Nedre voksegrense til sukkertare hadde også en nedadgående utvikling på de fleste stasjoner, hvor det også var reduksjon i dekningsgrad til sukkertare. Stortarevegetasjonen hadde en negativ utvikling i dekningsgrad, i tillegg til reduksjon i nedre voksedyp, noe som gjelder nesten alle stasjoner. Flere av stasjonene viste til eutrofierende forhold med mye trådformede opportunister. De mest eutrofierte stasjonene var st. 8 Rossholmen, st. 9 Klubben på sørsiden av Rennesøy, st. 12 Vierneset og st. 14 Lauvvikholmen i Høgsfjorden og st. 21. Ombo. Trådformede opportunister og mosaikk av alger hadde høy dekningsgrad allerede ved oppstart i 2010, og økte gjennom hele perioden.

UTVIKLINGSTRENDER OG ÅRSAKSSAMMENHENGER

Overvåkingsprogrammet Marin Overvåking i Rogaland viser generelt en utvikling av økologisk tilstand i noe negativ retning over en periode på ti år. I terskelfjordene Sandsfjorden og Jøsenfjorden var det moderate og dårlige oksygenforhold i bunnvannet i slutten av perioden, og undersøkelsene viser at en gradvis større del av vannsøylen fikk reduserte oksygenforhold over tid. Klimaendringer fører til mer sjelden utskifting av bunnvannet, spesielt i terskelfjorder. Øvrige fjorder har gode oksygenforhold gjennom hele vannsøylen. Vannkvalitet og klorofyll i de øvre deler av vannsøylen viser generelt til gode forhold sentralt i fjordene. Det siste årene har det imidlertid variert mer mellom fjordene med høyere sommerkonsentrasjoner av ammonium og klorofyll. Flere målinger i god og moderat tilstand enn tidligere, spesielt i Høgsfjorden, tenderer mot en negativ utvikling med økt innhold av næringssalter.

Innholdet av fosfor, sink og kobber i sedimentet økte generelt for de fleste vannforekomstene, hvor innholdet av sink nå er i moderat tilstand sentralt i Boknafjorden, Vindafjorden og Jøsenfjorden, og nær moderat tilstand også for Hidlefjorden. Bunnfaunaen endret seg i løpet av tiårsperioden med økt antall individ og arter, og økt tilstedeværelse av opportunistiske og moderat tolerante arter, som indikerer økte tilførsler av organiske partikler til sjøbunnen. For makroalgesamfunnet var det eutrofierende forhold på flere stasjoner, en økning i trådformede opportunister og mosaikk av alger, og tendens til reduksjon i dekningsgrad og nedre voksegrense av stortare og sukkertare for enkelte stasjoner. Årsaken til reduksjon i nedre voksegrense og dekningsgrad for tare, samt økning av trådformede opportunister og mosaikk av alger er sammensatt, og skyldes både klimaendringer og menneskeskapte forhold. Viktige faktorer som bidrar er påvekst av andre organismer (begroing), økt sedimentering, økt næringssaltinnhold, reduserte lysforhold og økt temperatur i vannsøylen.

Akvakulturnæringen er bidragsytere av betydning når det gjelder tilførsler av sink, kobber og organiske tilførsler til sjøområdene, både partikulært og oppløst. Sammen med kommunale avløp og annen industri, påvirker det miljøtilstanden i vannforekomstene i Rogaland. Selv om organiske tilførsler til de fleste vannforekomster i overvåkingsprogrammet har økt også i tiårsperioden 2010-2020, hadde mesteparten av økningen i organiske tilførsler skjedd i tidsrommet før 2010.

ØKOLOGISK TILSTAND

Miljømålet for alle vannforekomster er god økologisk og kjemisk tilstand. Undersøkte parametre i overvåkingsprogrammet er med på å klassifisere økologisk tilstand i en vannforekomst, og resultater fra Marin Overvåking i Rogaland, sammen med andre undersøkelser i Ryfylke, viser at flere vannforekomster har moderat økologisk tilstand og ikke oppnår miljømålet. Av de undersøkte vannforekomstene i overvåkingsprogrammet er Boknafjorden, Vindafjorden, Sandsfjorden og Jøsenfjorden vurdert å ha moderat økologisk tilstand, mens de øvrige har god eller svært god tilstand.

INNLEDNING

Overvåkingsprogrammet, **Marin Overvåking Rogaland**, er et samarbeid mellom flere akvakulturbedrifter i Rogaland, og er utarbeidet av Blue Planet AS, Havforskningsinstituttet ved Vivian Husa, og Uni Miljø/SAM-Marin. Programmet hadde oppstart med prøvetaking i januar 2010 og ble avsluttet i desember 2020. Målsetningen er å kunne dokumentere økologisk tilstand og eventuelle endringer i miljøtilstanden i de viktigste vannforekomstene med oppdrettsaktivitet i fjordsystemene rundt Boknafjorden. Overvåkingsprogrammet tar for seg den generelle tilstanden i fjordsystemene, og ikke direkte ved oppdrettsaktivitet eller utslippskilder. Undersøkelsesprogrammet inkluderer analyser av vann- og sedimentkvalitet, bløtbunnsfauna på dyp fjordbunn og makroalgesamfunn i sjøsonen. Føringer fra vanndirektivet og naturmangfoldloven ligger til grunn for vurdering av vannforekomstenes tilstand.

Denne rapporten er en sammenstilling av resultater fra perioden 2010–2020, og viser trender og sammenligning for tiårsperioden, samt vurderinger i forhold til utvikling i utslipp av organiske tilførsler fra oppdrettsvirksomhet i de ulike fjordområdene i regionen de siste 10 årene.

VANNDIREKTIVET

Vannforskriften har som hovedformål å gi rammer for fastsettelse av miljømål som sikrer en mest mulig helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomstene, og miljømålet for naturlige vannforekomster er at de skal ha minst "god" økologisk og kjemisk tilstand. Miljømålene skal i utgangspunktet nås innen utgangen av den til enhver tid gjeldende planperiode. For vurdering av tilstand har Miljødirektoratet utarbeidet klassifiseringssystemer for vannforekomster (Direktoratsgruppa for vanndirektivet: veileder 02:2018).

Figur 1. *Vanndirektivets tilstandsklassifisering for vannforekomster, samt grenser for når miljømål oppnås og når tiltak må iverksettes for å oppnå miljømål. Figur er hentet fra veileder 02:2018.*

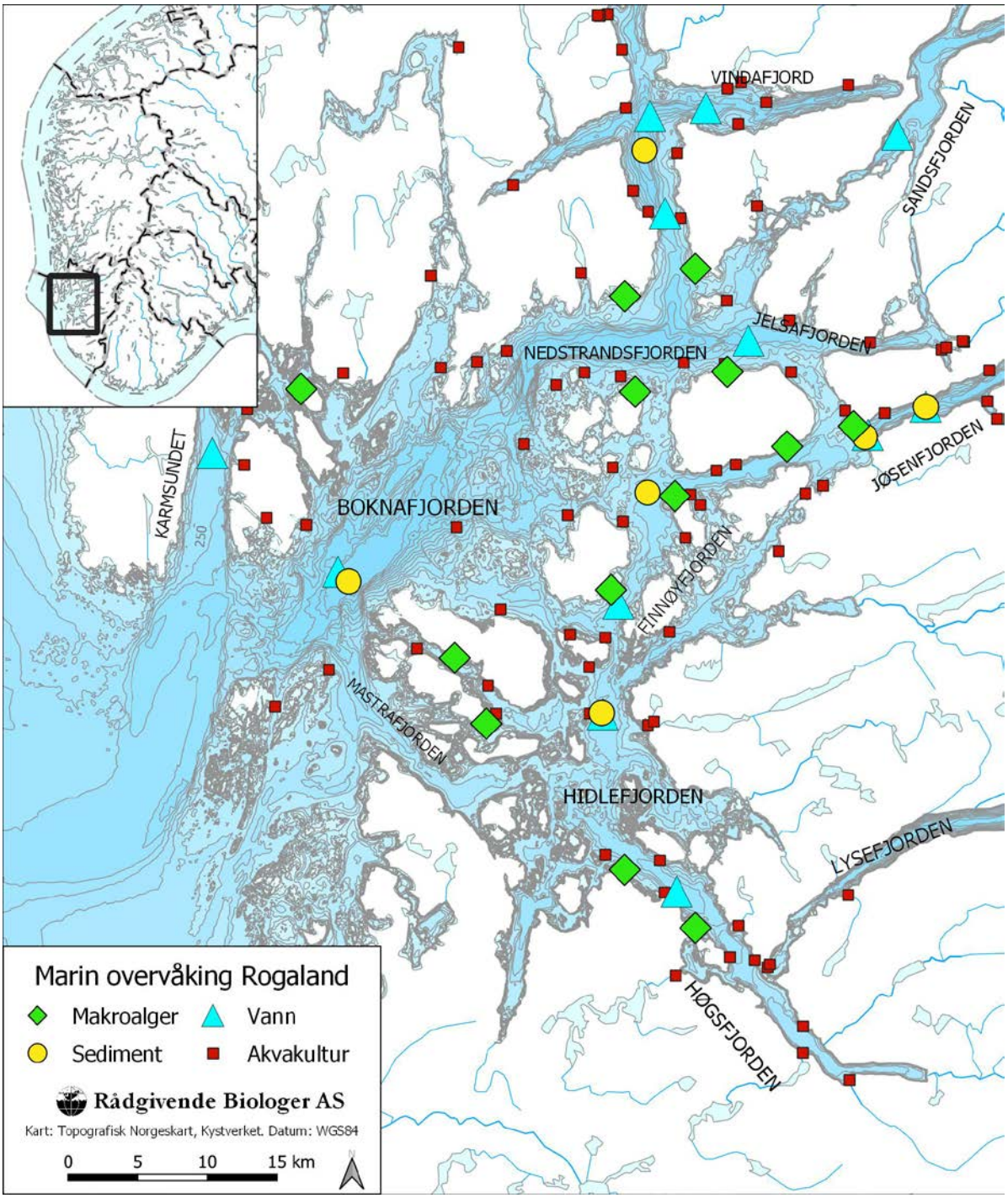
Biologiske kvalitetselementer vektlegges, mens fysiske og kjemiske kvalitetselementer som eksempelvis næringssalter, oksygen i bunnvann og vannregionspesifikke miljøgifter (blant annet kobber og sink) er støtteparametere for vurdering av økologisk tilstand. Den økologiske tilstanden i en vannforekomst skal bestemmes ut fra det kvalitetselementet som angir den dårligste tilstanden ("det verste styrer"-prinsippet).

NATURMANGFOLDLOVEN

Undersøkelsene tar også hensyn til forvaltningsmålet nedfestet i naturmangfoldloven (§§ 4-5), og kunnskapsgrunnlaget er vurdert som "godt" (§ 8), slik at "føre var"-prinsippet ikke behøver å komme til anvendelse i denne sammenhengen (§ 9). Vurderingene omfatter en gjennomgang av resultatene der de samlede belastningene på økosystemene og naturmiljøet i de respektive vannforekomstene og fjordsystemet er inkludert (§ 10).

OMRÅDEBESKRIVELSE

Undersøkelsesområdet omfatter i hovedsak fjordsystemene tilknyttet Boknafjorden, samt Karmsundet og Hidle- og Høgsfjorden (**figur 2**). Boknafjorden er en stor, åpen og eksponert fjord med et maksimal dyp på 580 m, der hovedterskelen mellom Karmøy og Kvitsøy ligger på rundt 200 m dyp. Krossfjorden, Vindafjorden, Jøsenfjorden og Nedstrandsfjorden er dype fjorder, opptil 700 m dype, med terskler på rundt 200–350 m dyp. Finnøyfjorden, Hidlefjorden og Høgsfjorden er moderat dype fjorder, opptil 350 m dype, men også med relativt grunne terskler.



***Figur 2**. Oversiktskart over fjordsystemer som er undersøkt i perioden 2010-2020, samt plassering av stasjoner for vann, sediment og makroalger. Akvakulturlokaliteter er markert med røde punkt.*

METODE OG DATAGRUNNLAG

Miljøovervåkingen har i perioden 2010–2020 blitt gjennomført etter, eller basert på, vannforskriftens til enhver tid gjeldende veileder "Klassifisering av miljøtilstand i vann". Overvåkingsprogrammet har bestått av prøvetaking, analyser, resultat og vurderinger av miljøtilstand i **vann**, i **sediment** og for **makroalger** i vannforekomster basert på stasjonsnett og frekvens gitt i overvåkingsprogrammet. Miljøtilstand for vann og sediment er vurdert etter følgende klassifiseringssystem (**tabell 1**).

Tabell 1. *Tilstandsklasser for miljøtilstand etter Vannforskriftens veileder.*

Tilstandsklasser	I – svært god	II – god	III – moderat	IV – dårlig	V – svært dårlig

Vi viser til årsrapporter og sammendragsrapporter for detaljerte beskrivelser av metode, detaljer om stasjoner og resultater, jf. Referanser. Det er inkludert en noe mer detaljert beskrivelse av metoden for makroalger, da denne ikke følger standardiserte metoder.

For vurdering av utvikling opp mot eventuelle økte tilførsler er det er hentet informasjon om utslippsdata for de ulike fjordene fra Norske utslipp (norskeutslipp.no), fiskeridirektoratets portal for akvakultur (portal.fiskeridir.no) og fra Miljødirektoratets Miljøatlas (miljoatlas.miljodirektoratet.no). I tillegg er nedbørsdata hentet fra Meteorologisk institutt brukt (yr.no).

VANN

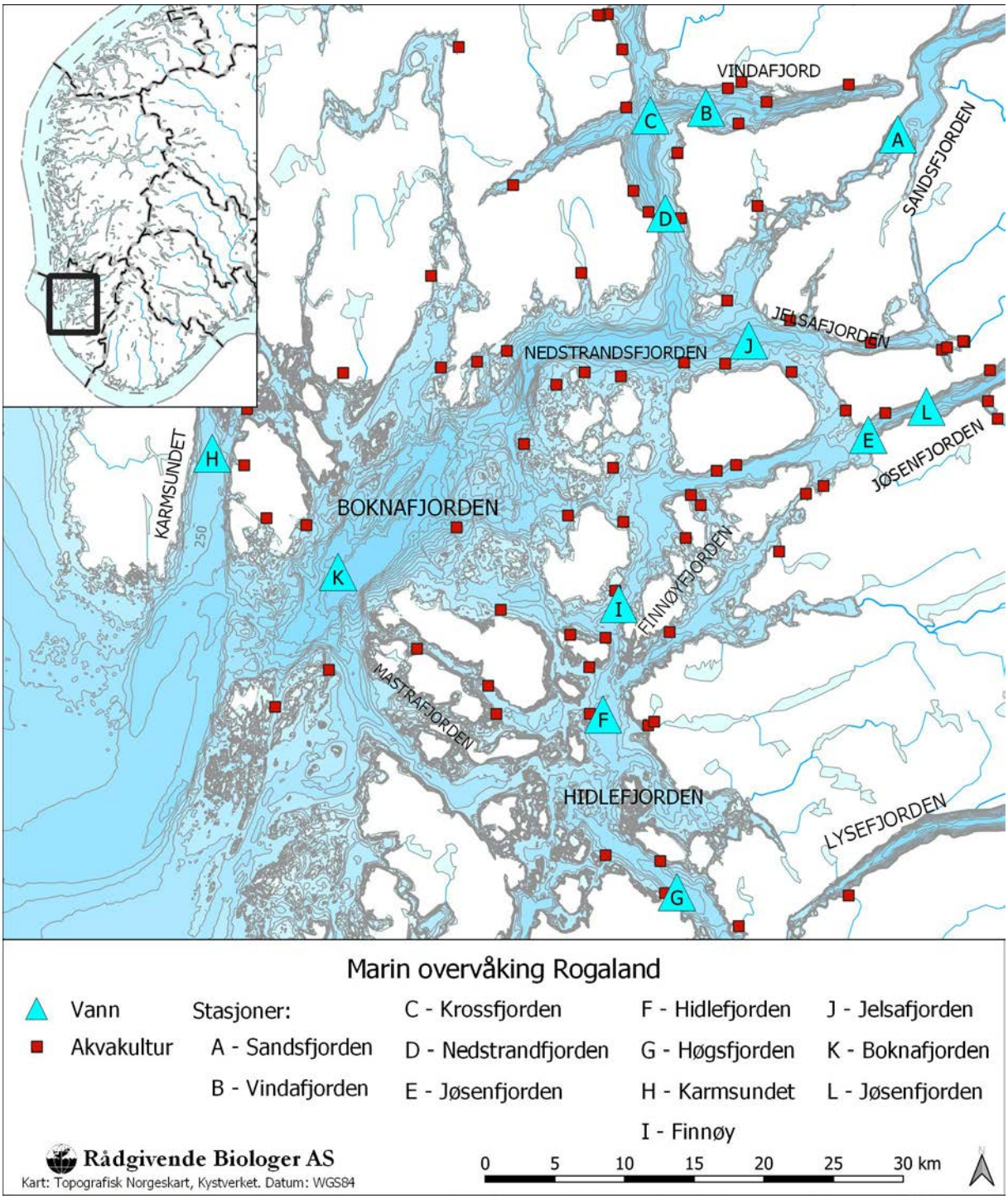
I perioden 2010–2012 ble det utført hydrografiske målinger og vannprøvetaking på 11 stasjoner, og fra 2013 ble det undersøkt 12 stasjoner (**figur 2** og **3**). Vurdering av oksygen, næringssalter, klorofyll og siktedyp er gjort etter Vannforskriftens veileder 02:2018. For næringssalt er dette basert på gjennomsnittskonsentrasjoner fra 0, 5, 10 og 15 m dyp i vinter- (desember, januar, februar) og sommersesong (juni, juli og august). For klorofyll er gjennomsnittverdier presentert, mens tilstandsvurderingen for vannforekomsten er basert på 90-persentilen av gjennomsnittsverdiene fra 0, 5 og 10 m fra CTD-målinger i sesongen for klorofyll (februar-oktober).

HYDROGRAFI

Fra 2010 til 2013 ble hydrografi (oksygen, temperatur, saltinnhold og klorofyll (Vassdal mfl. 2012) kun målt ned til 15-20 m, og dataene fra denne perioden er derfor ikke presentert i figurene for salinitet, temperatur og tetthet, som går ned til 30 m dyp. Fra 2013 ble det også målt oksygeninnhold ned til bunnen fire ganger i året. En del målinger fra den tidlige delen av perioden har blitt ekskludert fordi dataene har for lav oppløsning, eller at det er feil i de mottatte dataene. Disse dataene er ikke presentert i denne rapporten, men finnes i årsrapportene. Surfer v15 (Golden Software) er benyttet for behandling og fremstilling av hydrografidata. Tetthet, temperatur, salinitet, og oksygen er fremstilt i konturplott (x,y,z) som er en todimensjonal fremstilling av tredimensjonale data, der linjene i figurene fungerer som koter. I konturplott er verdier mellom prøvetakingspunkt en interpolering mellom punktene, altså en tilnærming til de eksakte verdiene. Klorofyll ble målt som fluorescens og verdier fra 0, 5, 10 og 15 meter er presentert i figurer.

VANNPRØVER

Vannprøver har blitt tatt jevnlig i perioden 2010–2020 for analyse av næringssalter og klorofyll-a. Prøver til næringssalt ble tatt på 0, 5, 10 og 15 m dyp, mens prøver for klorofyll-a ble tatt på 5 m dyp. Prøver for oksygen i bunnvann ble tatt 4 ganger i året (februar, april, september og november) og analysert ved hjelp av Winklers metode.



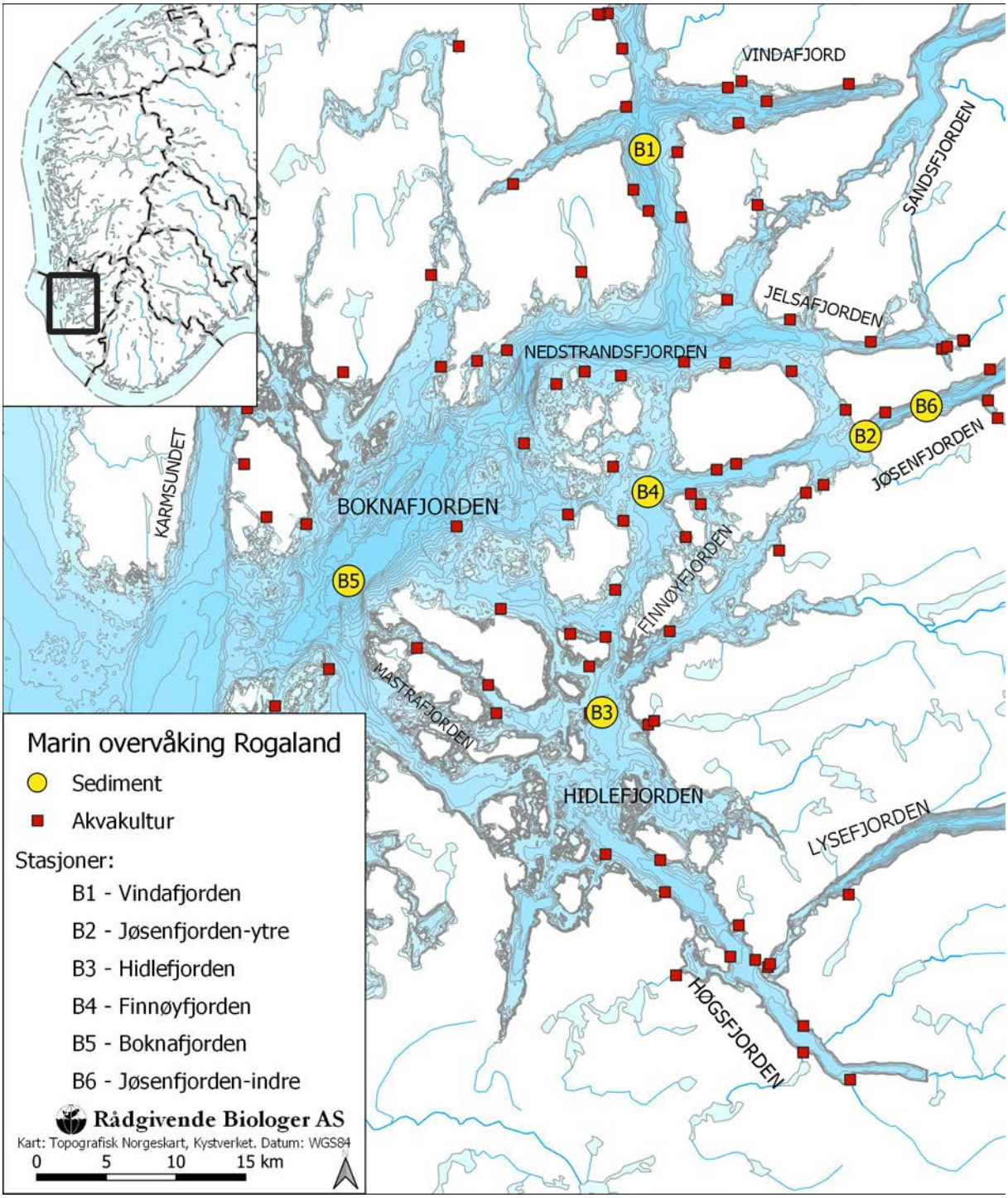
Figur 3. *Oversikt over stasjoner for vannprøvetaking i 2010-2020.*

SEDIMENT

Sediment og bløtbunnsfauna har blitt undersøkt på 5 stasjoner i 2011 og 6 stasjoner i 2014 og 2017. I 2017 ble det tatt prøver av Rådgivende Biologer AS på de samme stasjonene som i 2014 (**figur 4**, **tabell 2**), men posisjonen gitt for B2 i rapport fra 2014 var feilaktig og derfor havnet stasjon B2 helt ytterst i fjorden og ikke på det dypeste i det ytre bassenget, som i 2014. Det er også tatt inn andre data fra undersøkelser i området for vurdering av utvikling. Vurdering og klassifisering av bunnfauna er gjort etter datidens gjeldende veileder til vannforskriften; veileder 01:2009 i 2011, veileder 02:2013 i 2014, og 02:2013 revidert 2015 i 2017.

***Tabell 2**. Sedimentstasjoner og dyp.*

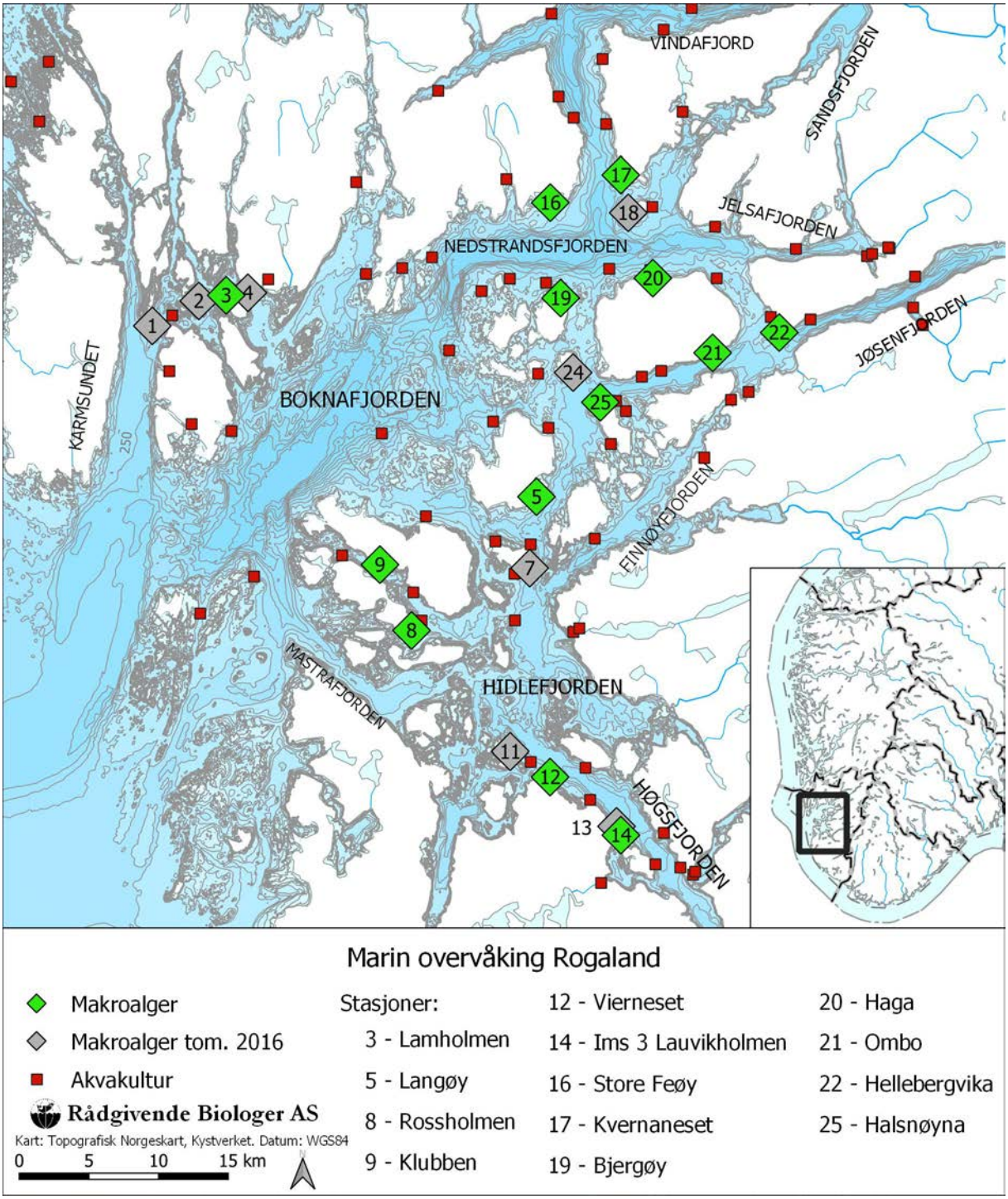
Stasjonskode	Fjord/ stasjonsnavn	Dyp (m)
B1	Vindafjorden	718
B2	Jøsenfjorden	232
B3	Hidlefjorden	187
B4	Finnøyfjorden	290
B5	Boknafjorden	575
B6	Jøsenfjorden	530



***Figur 4.** Oversikt over stasjoner for sedimentprøvetaking i 2010–2020.*

MAKROALGER

Makroalger i sjøsonen har blitt kartlagt vha. videotransekt på 21 stasjoner frem til 2016 og 13 stasjoner frem til 2020 (**figur 2** & **5**). En presentasjon av resultater vil dermed kun gjøres for de 13 stasjonene som har blitt overvåket gjennom hele tiårsperioden (**figur 5**).



Figur 5. *Oversikt over stasjoner for kartlegging av makroalger i 2010–2020. Stasjoner som har blitt undersøkt i hele overvåkingperioden er vist med stasjonsnavn i tegnforklaringen.*

Metodikken for kartlegging av makroalger følger ikke standardiserte metoder som resulterer i en tallfestet tilstandsvurdering, men har vært basert på elementer fra vannforskriftens veileder for klassifisering av miljøtilstand i vann 01:2009. Videotransekter har blitt kjørt langs havbunnen fra startpunkt til sluttpunkt, det vil si oppstart med noe avstand til land og inn til fjæresonen. Fem grupperinger av makroalger har blitt registrert langs bunnen, delt inn i grupper av habitatbyggende alger som tang og tare, små alger og opportunistiske alger som vist til nedenfor.

- **Sukkertare**
- **Stor-, finger- og butare**
- **Tang**
- **Trådformede opportunister**
- **Algemosaikk**

Forekomst og dekningsgrad til grupperingene av makroalger har blitt registrert i henhold til en semikvantitativ skala fra 0–4 i tråd med veileder 02:2018 (**tabell 3**). Dekningsgrad for de ulike gruppene har blitt oppgitt i dybdeintervallene: *0-2, 2-5, 5-8, 8-11, 11-15, 15-20* og *20-25* m.

Tabell 3. *Oversikt over metodikk for semikvantitativ kartlegging av makroalgegrupperinger.*

Mengde	Dekningsgrad makroalger i %
4	75–100
3	50–75
2	25–50
1	<25
0	Ingen forekomst

Usikkerhet rundt kartlegging og vurdering av resultater

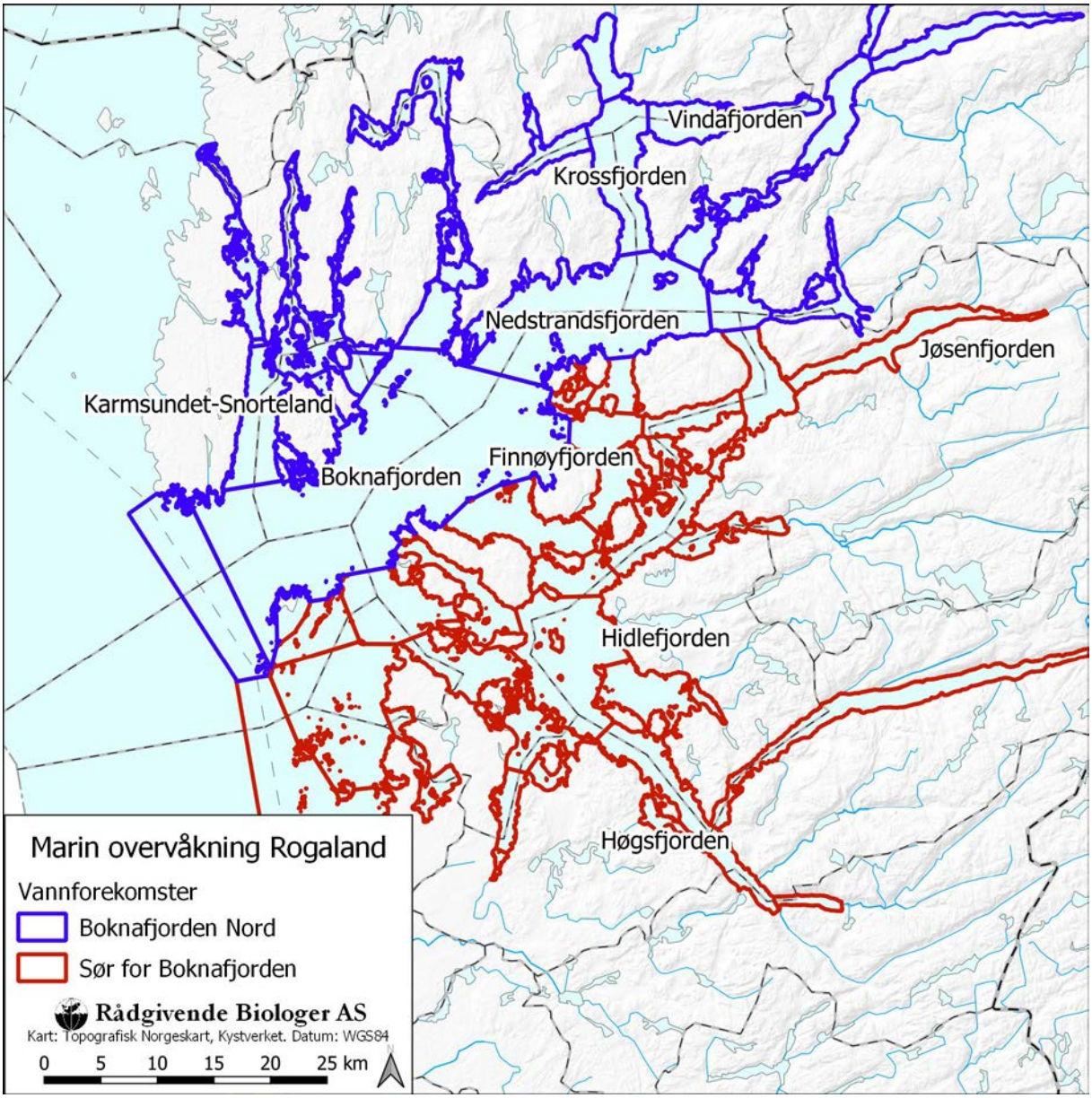
For makroalger er det noe større usikkerhet rundt kartlegging og vurdering av resultater enn for vann og sediment, som utføres etter standardiserte metoder, og med standardisert prøvetakingsutstyr. Kartleggingen av dekningsgrad for de ulike makroalgegrupperingene er en mer subjektiv vurdering, og har gjennom overvåkingsperioden blitt gjennomført av 5 ulike personer i tidsrommet fra 2010-2016 og 1 person i perioden 2017–2020. I og med at det ikke er gjort av samme person gjennom hele perioden vil det kunne være forskjeller i hvordan dekningsgrad og forekommende arter er vurdert.

En gjennomgang av registrerte dybder av sukkertare i denne tiårsperioden viser at det vil være noe usikkerhet tilknyttet nedre voksegrense, som er hvor en art har dekningsgrad på mer enn 5 %. I de første undersøkelsene stemmer ikke alltid tekst og dekningsgrad i tabeller overens. Det antas at nedre voksegrense er vurdert i tråd med vannforskriftens veileder hvor en art har minst spredt forekomst med mer enn 5 % dekningsgrad. Generelt er det også forskjeller i detaljering av beskrivelser for de ulike årsrapportene i overvåkingsperioden. Når det ikke har stått spesifikke dybder i tekst har det blitt tatt ett snitt for det dypeste dybdeintervallet hvor sukkertare ble registrert i.

Fjæresoneindeksen etter vannforskriftens veileder 02:2018 er inkludert i videreføringen av dette overvåkingsprogrammet for 2022 og opsjonsårene 2024 og 2026, og vil være med på å bygge et bedre og mer sammenlignbart datagrunnlag for tilstandsvurdering av makroalgesamfunn i fjæresonen og sjøsonen.

RESULTATER

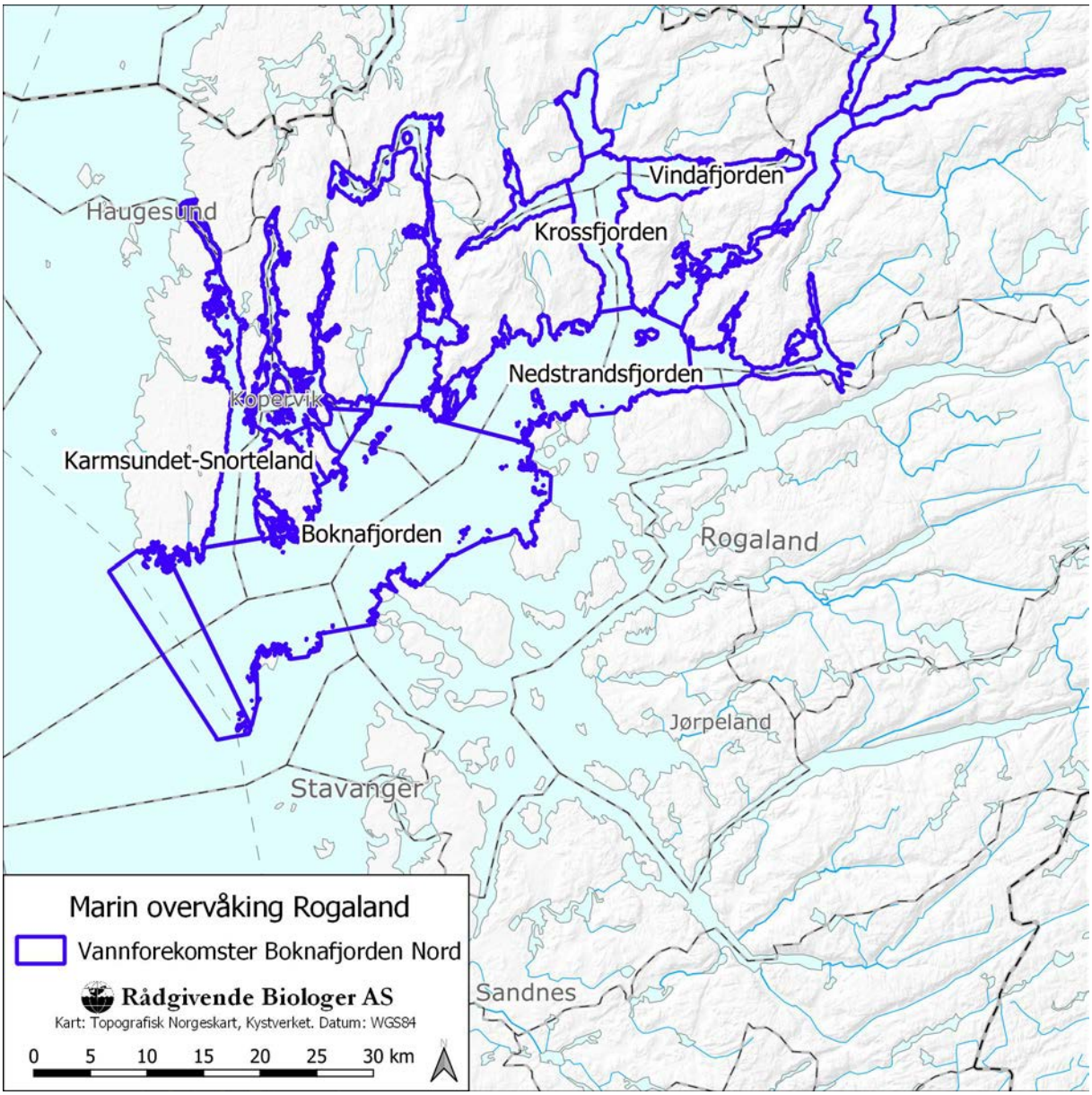
Vi har i denne sammenstillingsrapporten delt de undersøkte fjordområdene inn i to hovedområder: **Boknafjorden Nord** og **Sør for Boknafjorden.** Det nordlige området omfatter i hovedsak relativt eksponerte områder og fjorder med dype terskler og svært god utskifting av bunnvannet, mens det sørlige området er nokså variert, men er generelt noe mindre eksponert, og med grunnere terskler ut mot Boknafjorden og det åpne havet.



Figur 6. *Oversikt over vannforekomster i inndelt områder for sammenstillingen av Marin Overvåking Rogaland 2010-2020; Boknafjorden Nord og Sør for Boknafjorden.*

BOKNAFJORDEN NORD

Fjordområdene i inndelingen **Boknafjorden Nord** omfatter de undersøkte vannforekomstene Boknafjorden, Karmsundet, Nedstrandsfjorden, Krossfjorden og Vindafjorden (**figur 7**). En sammenstilling av data fra 2010–2020 fremstilles for hver av vannforekomstene.



Figur 7. *Oversikt over vannforekomster i Boknafjorden Nord.*

BOKNAFJORDEN

Utslipp til fjorden

I 2020 var det 4 oppdrettslokaliteter i området, med en samlet tillatt biomasse (MTB) på 16 560 tonn. I 2010 var det 2 oppdrettslokaliteter. med en samlet MTB på 5 940 tonn. Det har vært mer enn en dobling av den samlede MTB for vannforekomsten over de siste 10 årene. I henhold til portal.fiskeridir.no hadde Boknafjorden en gjennomsnittlig biomasse på 2 813 tonn/mnd. i perioden 2015-2016, noe som tilsvarer 7,4 tonn/km^2/mnd., mens den i 2017–2018 hadde en gjennomsnittlig biomasse på 2 699 tonn eller 7,1 tonn/km^2/mnd. I 2019–2020 var den gjennomsnittlige biomassen fra akvakultur 3 064 tonn eller 8,1 tonn/km^2/mnd. Det er registrert utslipp fra flere mindre avløpsrenseanlegg i Miljødirektoratets kartverktøy Miljøatlas, og i tillegg er det trolig små utslipp fra for eksempel privatboliger, hytter og jordbruk som ikke kommer fram i miljødirektoratets kartvertøy.

Vannkvalitet

Hydrografi

Hydrografimålingene mellom 2013 og 2020 på stasjon K, sentralt i Boknafjorden, viser at det periodevis var et lag med lavere saltinnhold i overflaten enn i resten av vannsøylen, men variasjonen i salinitet var mindre enn det som ble observert i fjorder som ligger lenger inn i landet, og saltinnholdet var sjelden under 27 ‰ (**figur 8**). Tykkelsen på brakkvannslaget var stort sett mindre enn 10 m, og i deler av perioden lå saliniteten over 30 ‰ også i øvre del av vannsøylen. Dette sammenfalt trolig med perioder der vind og strømforhold førte til mer omrøring i øvre deler av vannmassene. Temperaturen varierte typisk mellom 4 og 8 °C på det kaldeste i januar–februar og mellom 15 og 18 °C i august–september.

Oksygeninnhold

Tilstandsklassevurderinger er utviklet for bunnvann, men vi har beskrevet hele profilen med tilstandsklasser per dyp for å illustrere dynamikken i vannsøylen. Dette er gjennomgående for samtlige stasjoner.

Oksygeninnholdet i vannsøylen i Boknafjorden (K) var høyt fra overflaten til bunnen på 559 m dyp i perioden 2013–2020, og havnet for det meste i tilstandsklasse "svært god" (**figur 9**). Det var en kort periode i november 2015 og september 2016, hvor det ble målt oksygen i tilstandsklasse "god" i deler av vannsøylen, med konsentrasjoner rett under grensen mellom tilstandsklasse "svært god" og "god". Stort sett var oksygenkonsentrasjonen over 5 ml/l gjennom hele vannsøylen. Boknafjorden ligger åpent ut mot Nordsjøen, og de gjennomgående høye oksygenkonsentrasjonene viser god vannutskifting i fjorden.

Klorofyll

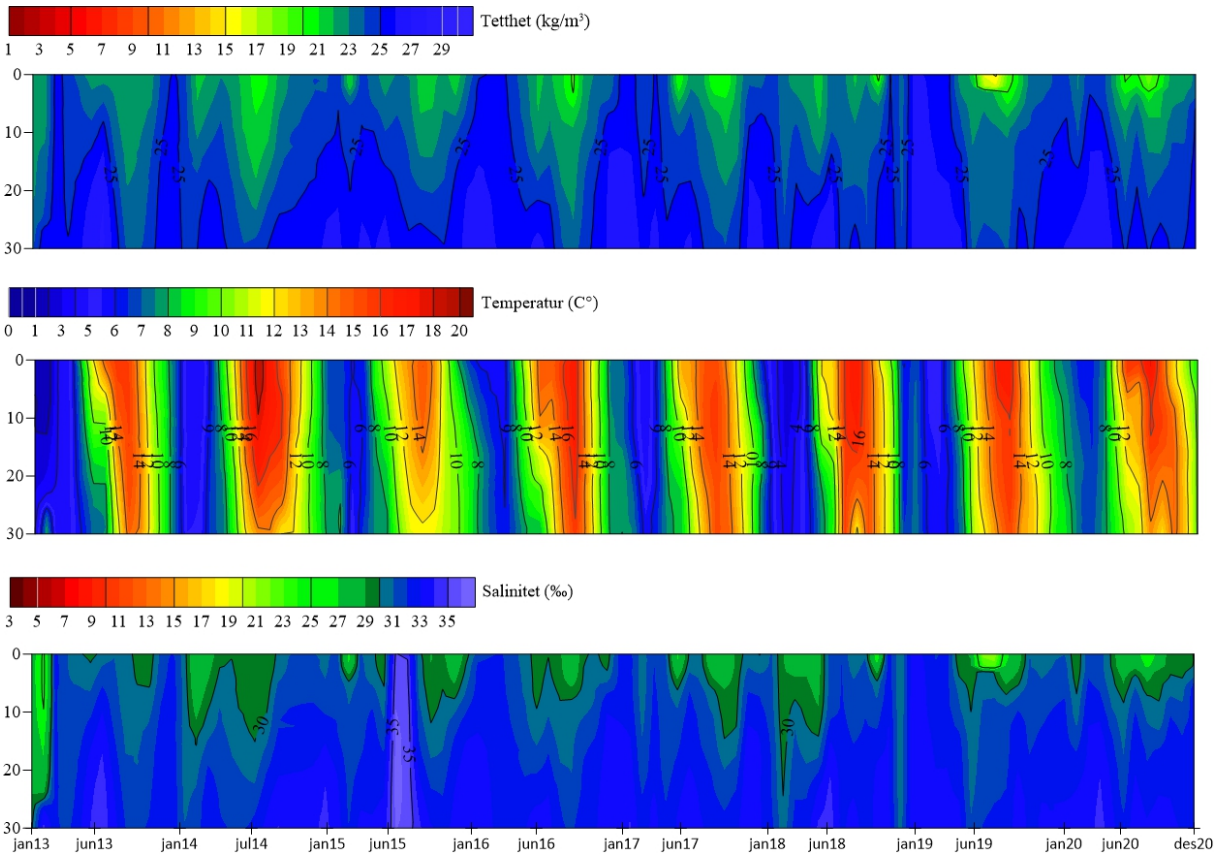
Klorofyllnivået i Boknafjorden var generelt lavt i perioden 2010–2020, og gjennomsnitts-konsentrasjoner i beste tilstandsklasse dominerte (**figur 10**). Unntaket var mars 2013, med konsentrasjon innen tilstandsklasse "moderat", og mars 2016 og april 2018, der gjennomsnitts-konsentrasjonen lå nær grensa mellom tilstandsklasse "god" og "moderat". Det var generelt større variasjon mellom enkeltmålinger i vår- og sommersesongen, og dette er trolig et resultat av mindre sesongmessige oppblomstringer av planktonalger.

Næringssalter

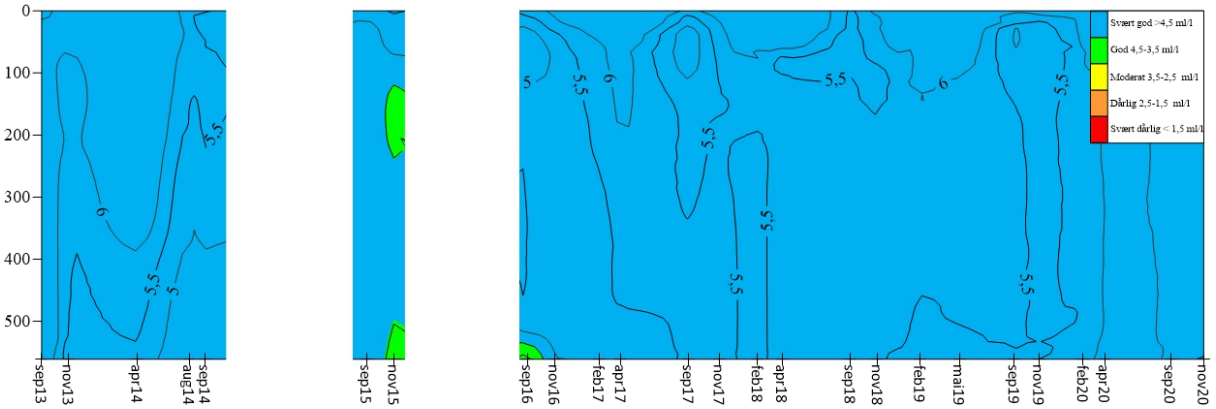
Innholdet av næringssaltene fosfat, total fosfor, total nitrogen, nitrat/nitritt (heretter omtalt som nitritt) og ammonium i øvre del av vannsøylen i Boknafjorden var generelt lavt gjennom perioden, med gjennomsnittskonsentrasjoner for det meste innenfor tilstandsklassene "svært god" eller "god" (**figur 10**). Unntakene var en nitritt-konsentrasjon vinteren 2011/2012 og en ammoniumkonsentrasjon sommeren 2018 som lå i tilstandsklasse "moderat". Det var liten variasjon mellom målingene i 2012, og dette kan tyde på en lengre periode med forhøyet nitrittinnhold i øvre del av vannsøylen vinteren 2011/2012. Statusrapport for MOR mai 2012 (Vassdal mfl. 2012) viser til en periode med mye storm og uvær i perioden før og mellom prøvetaking vinteren 2011/2012. Dette kan ha ført til økt omrøring og

tilførsel av nitrat/nitritt til øvre del av vannmassene. Den forhøyede gjennomsnittskonsentrasjonen av ammonium var på grunn av en svært høy enkeltmåling, noe som tyder på punktforurensing heller enn forhøyd ammoniumkonsentrasjon med større utbredelse. Generelt var det liten variasjon mellom enkeltmålingene i perioden, og det ser ikke ut til å ha vært forhøyede konsentrasjoner av næringssalter over lengre tid eller med stor vertikal utbredelse.

Gjennomsnittlig sommer- og vinterkonsentrasjon for total fosfor og total nitrogen havnet innenfor tilstandsklasse "svært god" gjennom hele tiårsperioden (**tabell 4**). Gjennomsnittlig vinterkonsentrasjon av nitritt i 2012, og gjennomsnittlig sommerkonsentrasjon av nitritt i 2014 og ammonium i 2017–2019 lå innenfor tilstandsklasse "god", men ellers var konsentrasjonene av ammonium og nitritt i beste tilstandsklasse gjennom hele perioden. Lett forhøyede sommer-konsentrasjoner av ammonium i 2017–2019 kan tyde på en økning av ammoniumkonsentrasjon mot slutten av perioden, men i 2020 var konsentrasjonen tilbake i tilstandsklasse "svært god". Videreføringen av programmet vil vise om dette gjelder en avgrenset periode, eller om det er økende ammoniumkonsentrasjoner i sommerhalvåret.



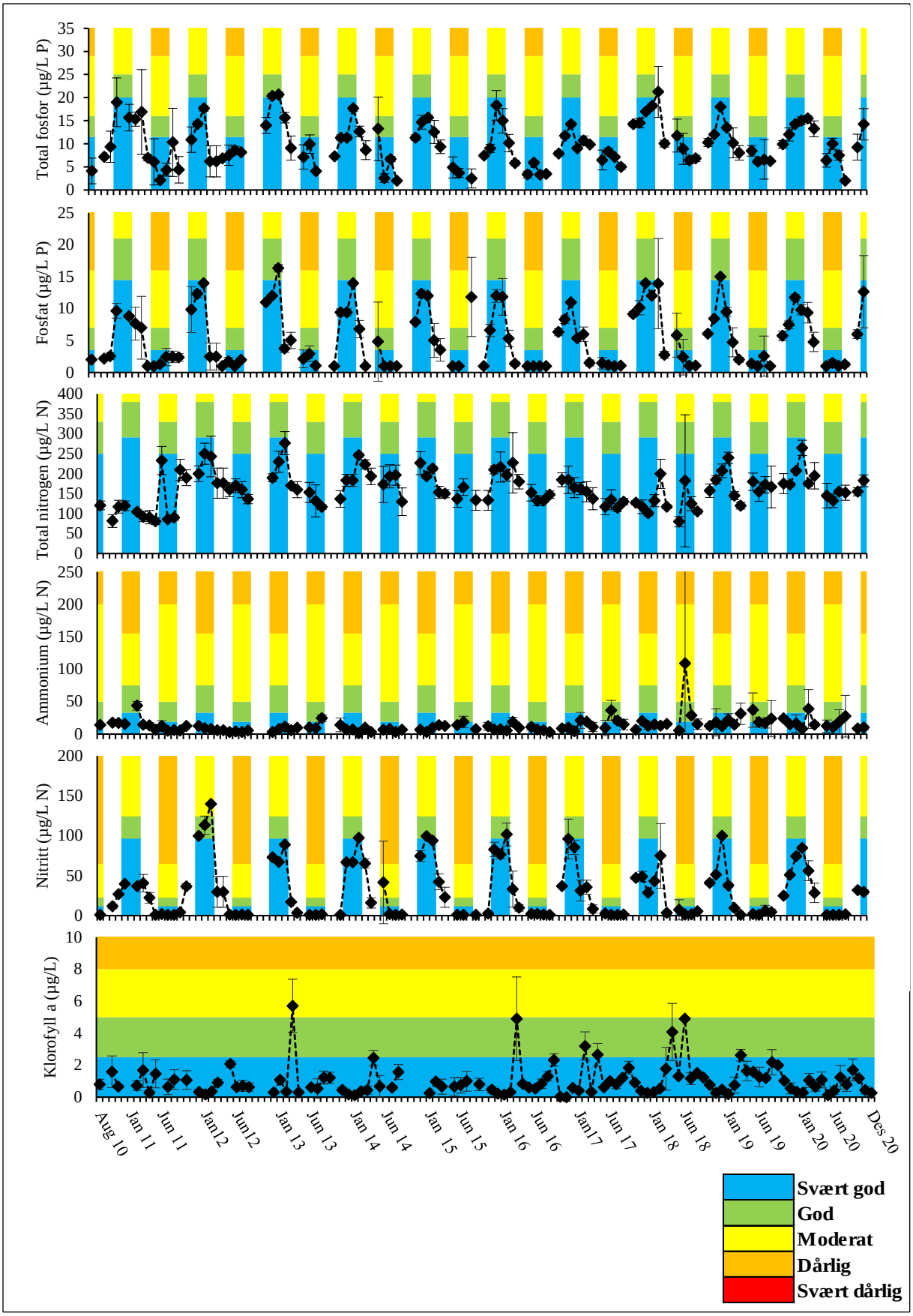
***Figur 8**. Konturplott av tetthet (kg/m^2), temperatur (°C) og salinitet (‰) i vannsøylen i Boknafjorden (K). Y-akse viser dybdeintervallet 0–30 m, x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Fargeskalaen er relativ, med lilla for de laveste verdiene og rød for de høyeste for temperatur, og motsatt for tetthet og salinitet. Vannets tetthet avgjøres av temperatur og salinitet, og vann med ulik tetthet viser lagdeling i vannsøylen. Saltvann er tettere og tyngre enn ferskvann, og ferskvannslaget vil derfor legge seg øverst. Temperatur har den sterkeste påvirkningen på tettheten, og om sommeren når temperaturen stiger blir lagdelingen mindre tydelig de øvre 30 meterne utover høsten.*



***Figur 9**. Konturplott av oksygeninnhold (ml/l O_2) i Boknafjorden (K). Y-akse viser dybdeintervallet 0–559 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Farger viser tilstandsklasser i henholdt til veileder 02:2018 (tegnforklaring oppe i høyre hjørne). Hvitt felt i grafen markerer at det ikke ble prøvetatt over lengre perioder.*

***Tabell 4.** Gjennomsnittskonsentrasjon av næringssalt (total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitrat/nitritt) med standardavvik (SD) for sommermånedene (juni, juli og august) og vintermånedene (desember, januar og februar) som inngår i perioden for tilstandsvurdering. Gjennomsnittsberegningen er gjort fra konsentrasjoner på 0, 5, 10 og 15 m dyp.*

		Enhet	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Vinter	**Tot-fosfor**	µg/l	-	17	14	18	13	14	14	12	17	15	14
	SD		-	4,2	3,3	3,4	3,2	2,1	4,6	2,3	1,7	2,7	1,6
	Fosfat	µg/l	-	9,3	12	13	11	11	10	8,2	12	11	9,7
	SD		-	0,9	2,6	2,5	2,3	2,1	3,1	2,5	1,7	3,0	1,9
	Tot-nitrogen	µg/l	-	112	231	232	204	211	208	171	117	211	215
	SD		-	12	39	43	34	21	23	26	18	27	41
	Ammonium	µg/l	-	30	9,6	7,1	4,8	6,4	6,5	12	17	21	11
	SD		-	16	2,3	4,6	3,1	3,3	1,1	10,0	4,5	12,8	8,2
	Nitritt	µg/l	-	38	118	76	77	89	87	71	40	63	70
	SD		-	1,8	19	9,9	15	12	14	33	9,5	28	15
Sommer	**Tot-fosfor**	µg/l	4,1	4,2	8,1	7,1	7,5	4,3	4,2	7,3	9,0	7,1	8,0
	SD		2,8	3,1	1,3	3,0	5,8	1,7	1,4	1,4	3,5	2,6	1,9
	Fosfat	µg/l	2,0	1,6	1,6	2,0	2,3	1,0	1,0	1,2	3,1	1,7	1,2
	SD		0,0	0,9	0,6	1,2	3,6	0,0	0,0	0,5	3,1	1,8	0,4
	Tot-nitrogen	µg/l	121	136	156	134	188	152	139	123	129	169	144
	SD		11	75	21	29	32	25	16	20	97	23	21
	Ammonium	µg/l	14	7,7	4,1	14	5,7	16	8	22	48	24	14
	SD		2,6	5,5	1,0	8,0	2,3	6,4	3,5	16	93	18	12
	Nitritt	µg/l	1,0	1,3	1,1	1,1	15	1,0	1,9	1,6	3,3	2,9	1,0
	SD		0,0	0,8	0,3	0,2	33	0,0	1,3	1,9	7,2	4,4	0,0



***Figur 10**. Linjediagram med gjennomsnittlig innhold av total fosfor, fosfat, totalt nitrogen, ammonium, nitritt og klorofyll a (µg/l) fra 0, 5, 10 og 15 m djup med standardavvik i vannsøylen på stasjon Boknafjorden (K). For klorofyll er verdi for vannprøver på 5 m dyp brukt der dette er analysert.*

Sedimentkvalitet

Sedimentet på stasjon B5 (St K-Bokn1), på 575 m dyp midt i Boknafjorden, er finkornet og består hovedsakelig av leire og silt. Innholdet av organisk stoff i sedimentet var nokså lavt i 2011 og 2017, da innholdet av normalisert TOC var innenfor tilstandsklasse "god", men var høyt i 2014, tilsvarende tilstandsklasse "dårlig" (**tabell 5**). Fosforinnholdet var noe høyere i 2014 og 2017 enn i 2011. Innholdet av kobber var nokså lavt alle år, og lå innenfor bakgrunnsnivå. Innholdet av sink var også på bakgrunnsnivå i 2011 og 2014, men var forhøyet og havnet innenfor tilstandsklasse "moderat" i 2017.

Bløtbunnsfauna

Analyser av bløtbunnsfauna på stasjonen viste "svært god" miljøtilstand i 2011 og "god" miljøtilstand i 2014 og 2017 (**tabell 5**). Før 2012 ble mangfoldsindeksen etter Shannon (H') brukt som vurderingsgrunnlag, mens analysene var mer omfattende i 2014 (veileder 02:2013) og 2017 veileder (02:2013 - oppdatert 2015), og inkluderte da beregning av en samlet nEQR-verdi for flere indekser. Sammenlignet med 2011 var individantallet tredoblet i 2014, og også artsantallet var høyere. I 2017 var både individ- og artsantallet lavere igjen, men fremdeles høyere enn i 2011. Faunasamfunnet var dominert av de samme artene i alle år, men spesielt den forurensingstolerante flerbørstemarken *Heteromastus filiformis*, som nærer seg av organiske partikler i sedimentoverflatelaget, var mer tallrik i 2014 enn de andre årene. Både det nokså høye innholdet av nTOC i sedimentprøven fra 2014 og det høyere individ- og artsantallet av partikkelspisende bunnfauna i 2014, tyder på økte tilførsler av organiske partikler i forkant av undersøkelsene, samt en viss reduksjon av tilførslene frem til undersøkelsene i 2017.

Ved en tidligere undersøkelse av stasjonen for en C-gransking på lokalitet Hestholmen i 2008 (Vassenden & Johansen 2008) var resultatene for sedimentkvalitet og bløtbunnsfauna nokså like som i 2011, men arts- og individantallet var enda litt lavere enn i 2011.

Tabell 5. *Sedimentkvalitet og bløtbunnsfauna på stasjon B5 (St K-Bokn1) i Boknafjorden. Sedimentkvalitet inkluderer andel finstoff (silt og leire) i sedimentet, innhold av organisk stoff som normalisert TOC (nTOC), samt innhold av fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn). Resultater for bløtbunnsfauna inkluderer artsantall (S), individantall (N), og Shannon-Indeks (H') for stasjonen samlet, og NQI1-indeks og samlet nEQR for grabbgjennomsnitt, som er middelverdi for nEQR-verdiene for NQI1, ES_{100}, H', ISI_{2012} og NSI. Tilstandsklasser er angitt etter veiledere gyldig til enhver tid (se avsnitt om metoder).*

Stasjon B5	Sedimentkvalitet					Bløtbunnsfauna				
	% leire & silt	nTOC (mg/g)	P (g/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	S ($\bar{G}$)	N ($\bar{G}$)	H' ($\bar{G}$)	NQI1 ($\bar{G}$)	nEQR ($\bar{G}$)
2017	95	22,0 (II)	0,80	19 (I)	179 (III)	32	228	4,03 (II)	0,79 (II)	0,76 (II)
2014	93	39,2 (IV)	0,85	21 (I)	110 (I)	48	334	4,50 (I)	0,79 (II)	0,70 (II)
2011	98	22,0 (II)	0,68	21,0 (I)	120 (I)	28	146	3,86 (II)	0,80 (I)	-
2008*	88,6	23,1 (II)	0,74	14,0 (I)	110 (I)	30	158	4,09 (II)	-	-

* Kilde: Vassenden & Johansen (2008).

KARMSUNDET

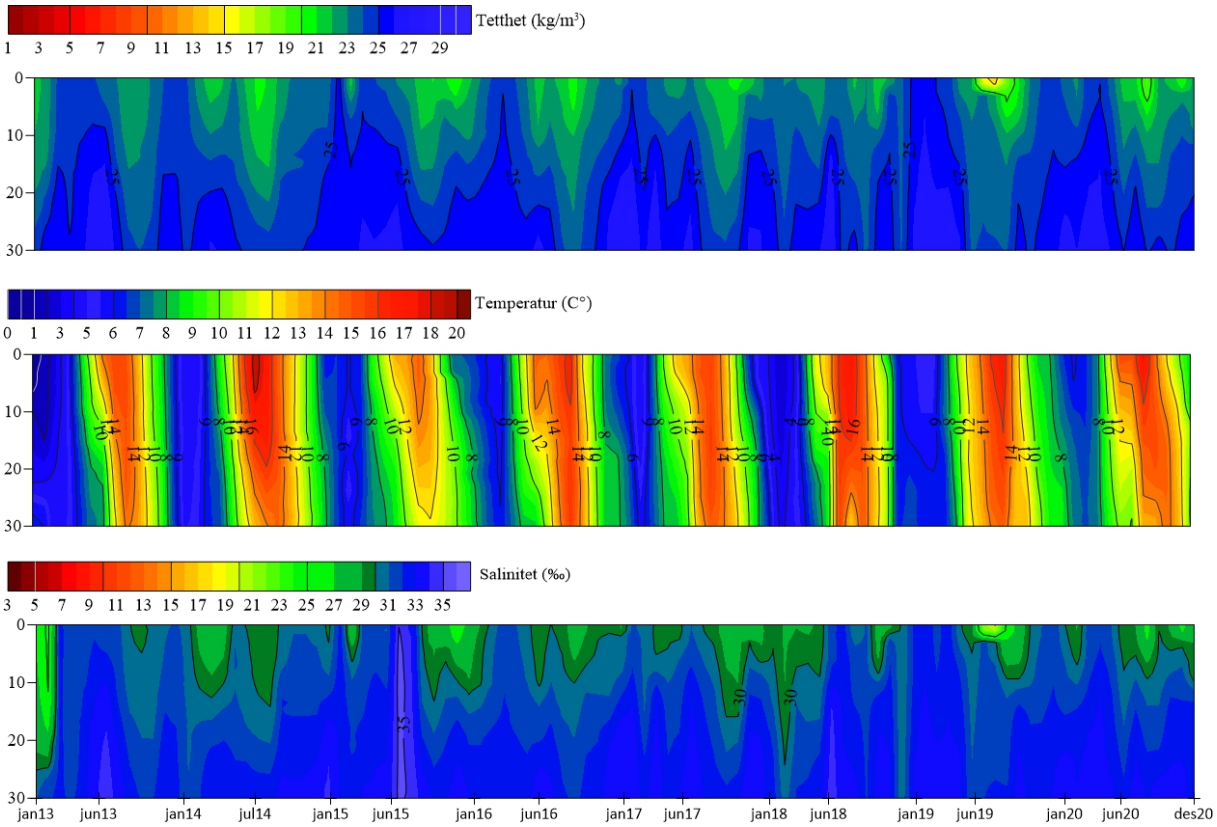
Utslipp til fjorden

Stasjonen ligger nær grensen mellom vannforekomstene Karmsundet-Kopervik og Karmsundet-Snorteland. Ingen av vannforekomstene har hatt oppdrettsvirksomhet de siste 10 årene. Det er registrert utslipp fra flere avløpsrenseanlegg i Karmsundet i miljødirektoratets kartverktøy (miljøatlas.miljødirektoratet.no). Stasjonen ligger ikke langt fra vannforekomsten Boknaflæet, som hadde en oppdrettslokalitet med MTB på 5 680 tonn i 2020. I 2013 hadde denne lokaliteten en MTB på 3 600 tonn. I henhold til portal.fiskeridir.no hadde Boknaflæet en gjennomsnittlig biomasse på 1 642 tonn/mnd. i perioden 2015-2016, noe som tilsvarer 55,7 tonn/km^2/mnd., mens den i 2017–2018 hadde en gjennomsnittlig biomasse på 1 140 tonn eller 33,7 tonn/km^2/mnd. I 2019–2020 var den gjennomsnittlige biomassen fra akvakultur 1 645 tonn eller 55,8 tonn/km^2/mnd. Det er registrert utslipp fra to mindre avløpsrenseanlegg til Boknaflæet i Miljødirektoratets kartverktøy Miljøatlas.

Vannkvalitet

Hydrografi

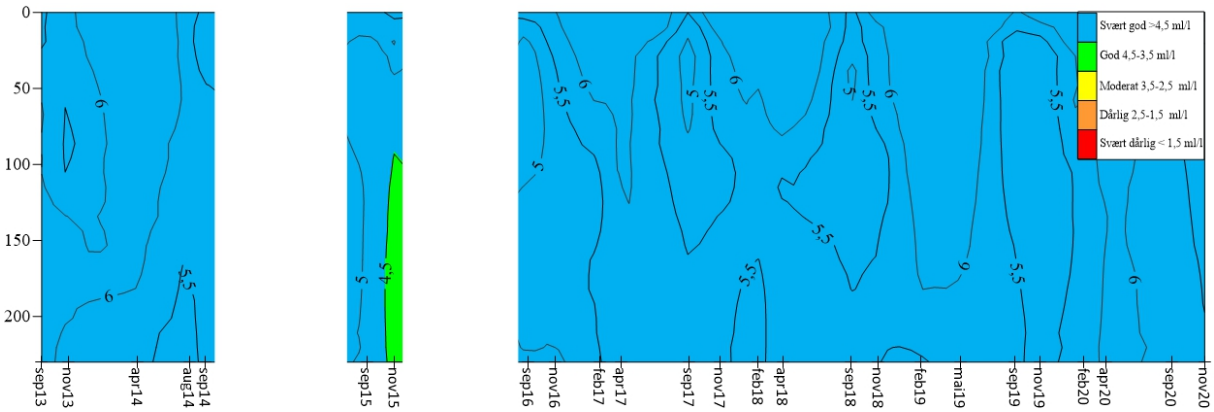
Hydrografimålingene mellom 2013 og 2020 på stasjon H i Karmsundet viser at det periodevis var et lag med lavere saltinnhold og tetthet i overflaten enn i resten av vannsøylen, men variasjonen i salinitet var mindre enn det som ble observert i fjorder som ligger lenger inn i landet, og saltinnholdet var sjelden under 27 ‰ (**figur 11**). Tykkelsen på brakkvannslaget var stort sett mindre enn 10 m og i deler av perioden lå saliniteten over 30 ‰ også i øvre del av vannsøylen. Dette sammenfalt trolig med perioder der vind og strømforhold førte til mer omrøring i øvre deler av vannmassene. Temperaturene varierte typisk mellom 5 og 8 °C på det kaldeste i januar–februar og 15 til 18 °C i august–september.



Figur 11. *Konturplott av tetthet (kg/m^2), temperatur (°C) og salinitet (‰) i vannsøylen i Karmsundet (H). Y-akse viser dybdeintervallet 0–30 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Fargeskalaen er relativ, med lilla for de laveste verdiene og rød for de høyeste for temperatur, og motsatt for tetthet og salinitet. Se også figurtekst* ***figur 8****.*

Oksygeninnhold

Oksygeninnholdet i vannsøylen i Karmsundet (H) var høyt fra overflaten til bunnen på 230 m dyp i perioden 2013–2020, og lå i tilstandsklasse "svært god" gjennom hele perioden, unntatt ved en måling i november 2015, da vannet fra 100 m til bunnen på 230 m lå rett under grensen mellom tilstandsklasse "svært god" og "god" (**figur 9**). Stort sett lå oksygenkonsentrasjonen over 5 ml/l i hele vannsøylen. Karmsundet ligger åpent ut mot Skudenesfjorden og Nordsjøen, og de gjennomgående høye oksygenkonsentrasjonene viser god vannutskifting i fjorden.



Figur 12. *Konturplott av oksygeninnhold (ml/l O_2) i vannsøylen Karmsundet (H). Y-akse viser dybdeintervallet 0–230 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Se også figurtekst* ***figur 9****.*

Klorofyll

Klorofyllnivået i Karmsundet var generelt lavt i perioden 2010–2020, med gjennomsnitts-konsentrasjoner i tilstandsklasse "svært god" eller "god" (**figur 13**). De aller fleste målinger var innenfor beste tilstandsklasse. De tidspunktene der klorofyllinnholdet var innenfor tilstandsklasse "god" var alle om vår eller sommer, og dette var også årstidene med mest variasjon mellom enkeltmålinger. Dette er trolig et resultat av mindre sesongmessige oppblomstringer av planktonalger.

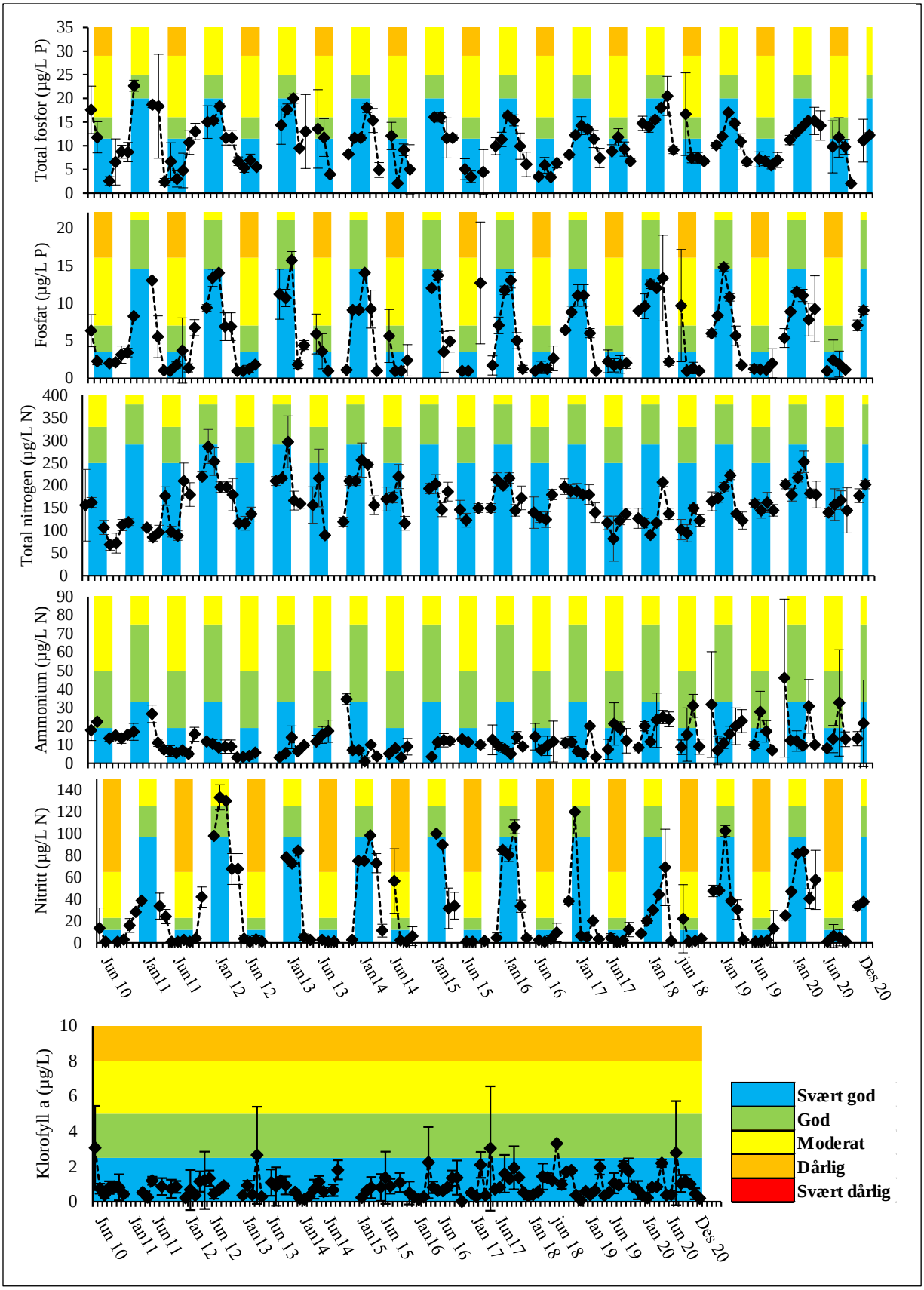
Næringssalter

Innholdet av næringssaltene fosfat, total fosfor, total nitrogen, nitritt og ammonium i øvre del av vannsøylen i Karmsundet var generelt lavt gjennom perioden, for det meste innenfor tilstandsklassene "svært god" eller "god" (**figur 13**). Unntakene var to målinger av nitritt-konsentrasjon vinteren 2011/2012, samt en måling av total fosfor og fosfat sommeren 2018, som lå i tilstandsklasse "moderat". Det var liten variasjon mellom målingene i 2012, og dette kan tyde på en lengre periode med forhøyet nitrittinnhold i øvre del av vannsøylen vinteren 2011/2012. Dette kan komme av en periode med mye storm og uvær i perioden før og mellom prøvetaking, som kan ha ført til økt omrøring og tilførsel av nitrat/nitritt til øvre del av vannmassene (Vassdal mfl. 2012). Den forhøyede gjennomsnitts-konsentrasjonen av fosfat og total fosfor var på grunn av en svært høy enkeltmåling, noe som tyder på punktforurensing heller enn forhøyede konsentrasjoner med større utbredelse. Generelt var det liten variasjon mellom enkeltmålingene i perioder for tilstandsklassevurdering, og det ser ikke ut til å være forhøyede konsentrasjoner av næringssalt over lengre tid eller med stor vertikal utbredelse.

Gjennomsnittlige sommer- og vinterkonsentrasjon for ammonium og total nitrogen lå innenfor tilstandsklasse "svært god" gjennom hele tiårsperioden (**tabell 6**). Gjennomsnittlig vinterkonsentrasjon av nitritt i 2012 og total fosfor i 2011, og gjennomsnittlig sommerkonsentrasjon av nitritt i 2014 og fosfat i 2013 og 2018 lå innenfor tilstandsklasse "god", men ellers var konsentrasjonene i beste tilstandsklasse.

Tabell 6. *Gjennomsnittskonsentrasjon av næringssalt (total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitrat/nitritt) med standardavvik for sommermånedene (juni, juli og august) og vintermånedene (desember, januar og februar) som inngår i perioden for tilstandsvurdering. Gjennomsnittsberegningen er gjort fra konsentrasjoner på 0, 5, 10 og 15 m dyp.*

		Enhet	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Vinter	**Tot-fosfor**	µg/l	-	23	16	17	14	16	14	13	16	15	14
	SD		-	1,2	2,4	3,3	3,2	0,6	2,5	1,4	1,9	2,2	1,1
	Fosfat	µg/l	-	8,3	12	13	11	13	11	10	11	11	10
	SD		-	0,1	2,3	3,0	2,5	1,0	2,8	1,5	1,6	2,8	1,3
	Tot-nitrogen	µg/l	-	119	253	241	226	198	210	185	109	198	217
	SD		-	7,4	38	51	31	16	13	13	15	23	34
	Ammonium	µg/l	-	17	10	7,4	5,0	7,4	7,2	7,6	15	13	9,6
	SD		-	4,6	2,0	5,9	3,4	4,3	2,2	3,4	9,3	6,1	3,3
	Nitritt	µg/l	-	39	120	78	83	95	91	44	32	63	71
	SD		-	0,6	18	5,3	12	5,7	13	56	10	30	18
Sommer	**Tot-fosfor**	µg/l	7,2	4,8	5,9	9,7	7,8	4,2	4,2	10	11	6,6	10
	SD		5,5	3,3	1,1	6,4	4,7	1,8	1,5	2,0	6,5	1,2	3,8
	Fosfat	µg/l	2,1	2,2	1,4	3,5	2,5	1,0	1,2	1,9	4,0	1,2	1,8
	SD		0,3	2,5	0,4	2,8	2,9	0,0	0,5	1,1	5,7	0,3	1,8
	Tot-nitrogen	µg/l	135	121	123	154	188	135	132	107	116	156	155
	SD		33	44	15	67	31	21	22	33	30	17	25
	Ammonium	µg/l	18	6,4	4,3	15	5,4	12	10	16	18	18	18
	SD		5,0	1,8	1,4	4,8	2,2	1,2	5,6	9,3	13	10	19
	Nitritt	µg/l	1,0	1,5	1,7	1,6	20	1,0	2,3	2,5	8,2	1,4	4,0
	SD		0,0	0,9	2,1	1,4	31	0,0	1,9	2,7	19	0,7	7,1



***Figur 13**. Linjediagram med gjennomsnittlig innhold av total fosfor, fosfat, totalt nitrogen, ammonium, nitritt og klorofyll a (µg/L) med standardavvik i vannsøylen på stasjon Karmsundet (H). Se også figurtekst **figur 10**.*

Makroalgesamfunn

Stasjon 3 - Lamholmen

Stasjonen er plassert på Lamholmane i Boknaflæet, nordvest for Ognøya og ligger relativt beskyttet til med mange holmer og skjær i området (***figur* 14**). Store deler av transektet har gått langs sand- og steinbunn fra rundt 20 m dyp, frem til fast fjell fra rundt 3 m dyp og opp til fjæresonen. Nærmeste oppdrettslokalitet ligger vel 4 km vest-sørvest for Lamholmane.

Dekningsgrad av makroalgegrupperinger

Tang, som forekommer i hovedsak i fjæresonen og de første meterne av sjøsonen, har stort sett vært tilstedeværende i tiårsperioden, unntatt i årene 2012–2014. Dekningsgraden har vært flekkvis med mindre enn 25 % dekningsgrad, men var høyere i årene 2018–2020, spesielt i 2019 og 2020, hvor det også ble registrert en del sagtang i dybdeintervallet 8–5 m (**tabell 7**, **figur 15**).

Figur 14. *Oversiktsbilde av stasjon 3 Lamholmen og nærbilde av fjæresonen fra 2017 med flekker av tangvegetasjon og små og trådformede alger.*

Tang er habitatbyggende alger og er viktige leveområder for andre arter. Hvorfor det generelt er lite tangvegetasjon ved Lamholmen er usikkert, spesielt siden Lamholmen ligger relativt beskyttet til. Fravær av tang kan være tegn på høyt beitepress, ekstremforhold eller konkurranse med andre arter. Ved veldig eksponerte lokaliteter er det ofte fravær av tang på grunn av bølger og drag som river vekk tangvegetasjonen. I fjæresonen ved Lamholmen er det arter som fremmedarten rødlo (SE: Svært høy risiko), vorteflik og andre små eller trådformede alger som har dominert. Rødlo produserer stoff som er giftige for sporer til andre algearter og utkonkurrerer andre arter, og er en av de vanligste trådformede algene som etablerer seg der andre arter har forsvunnet. Ifølge Fremmedartslisten (Artsdatabanken 2018) er arten vurdert å ha spesielt høy økologisk risiko, da den kan forhindre at sukkertare kan etablere seg. Sukkertareskog i Nordsjøen og Skagerrak er i seg selv rødlistet i kategori sterkt truet (EN) i Norsk Rødliste for Naturtyper (Artsdatabanken 2018). Undersøkelsene de siste årene viser imidlertid en positiv utvikling, med mer tangvegetasjon siden 2018.

Tareskog er dominerende habitat i sjøsonen, sukkertare mest i moderat eksponerte til beskyttede områder, og stortare i eksponerte områder. **Sukkertare** langs sjøbunnen opp til Lamholmen har variert mellom en dekningsgrad på mindre enn 25% og opptil 50 % i de ulike dybdeintervallene. Det var i gjennomsnitt høyest dekningsgrad av sukkertare de to første årene (**figur 15**), mens det i 2012 og 2013 var en markant nedgang, før det tok seg opp igjen i 2014. I 2015-2016 var det igjen relativt lite sukkertare, men det økte igjen i 2017 og 2018. De to siste årene har det vært relativt lav dekningsgrad av sukkertare. Det har ikke blitt registrert tilsvarende mengder sukkertare som de to første årene av overvåkingsprogrammet, og selv om dekningsgraden har variert en del mellom år, ser det ut til å ha vært en nedadgående trend i dekningsgrad av sukkertare langs transektet ved Lamholmen i denne tiårsperioden.

St. 3	Tang										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	1	1				1	1	1	2	4	2
2 - 5											
5 - 8										1,5	3
8 - 11											
11 - 15											
15 - 20											
20 - 25											

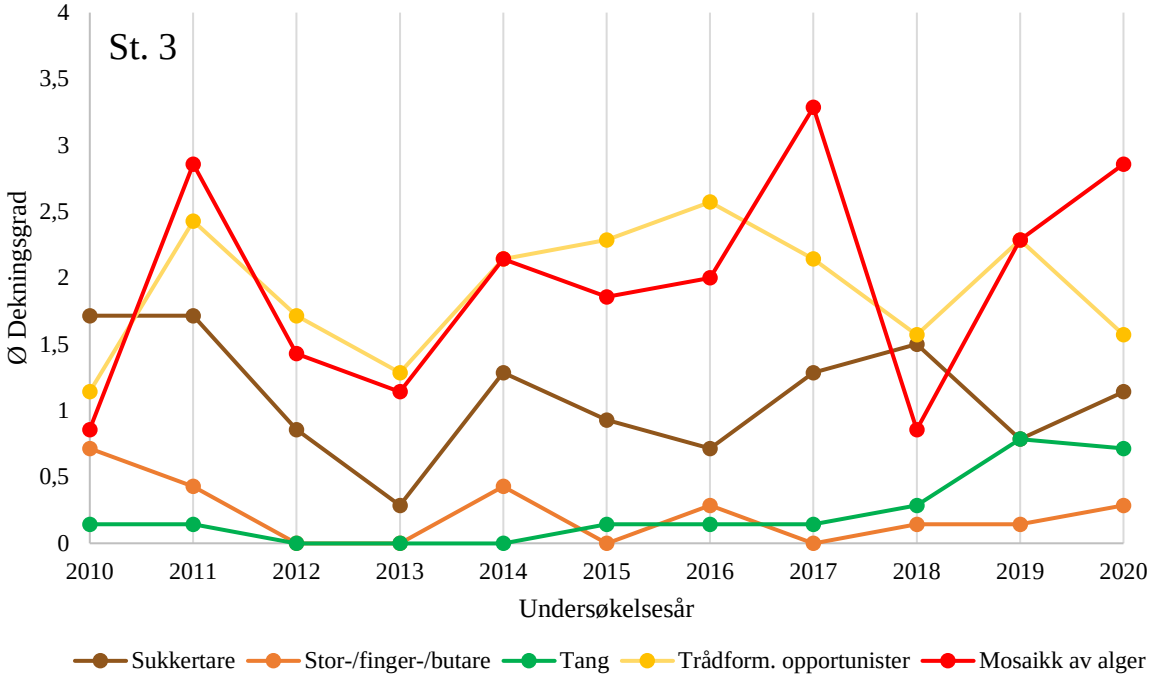
Tabell 7. *Dekningsgrad på stasjon 3 – Lamholmen, av tang, sukkertare, stor-, finger-, butare, trådformede opportunister og mosaikk av alger i definerte dybdeintervaller fra 2010-2020.*

St. 3	Sukkertare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2	1					1		1		1
2 - 5	1	2			1	1	1	1	1	1	1
5 - 8	2	2	1		2	1	1	1	1	1	1
8 - 11	3	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1
11 - 15	2	3	2	1	2	1,5	1	2	2,5	1	2
15 - 20	2	1	2		2	1		2	2	1,5	1
20 - 25		1						1	1		1

St. 3	Stor-/finger-/butare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2				2		1		1		2
2 - 5										1	
5 - 8											
8 - 11											
11 - 15	1	1									
15 - 20	2	1			1		1				
20 - 25		1									

St. 3	Trådformede opportunister										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	1	4			3	3	2	3	3	2	2
2 - 5	2	3		2	3	4	3,5	3	3	3	3
5 - 8	3	2	3	2	3	4	3	3	2	3	3
8 - 11	2	2	4	3	3	3	4	3	3	3	2
11 - 15		2	3	2	2	2	3,5	2		3	1
15 - 20		2	2		1		2	1		1	
20 - 25		2								1	

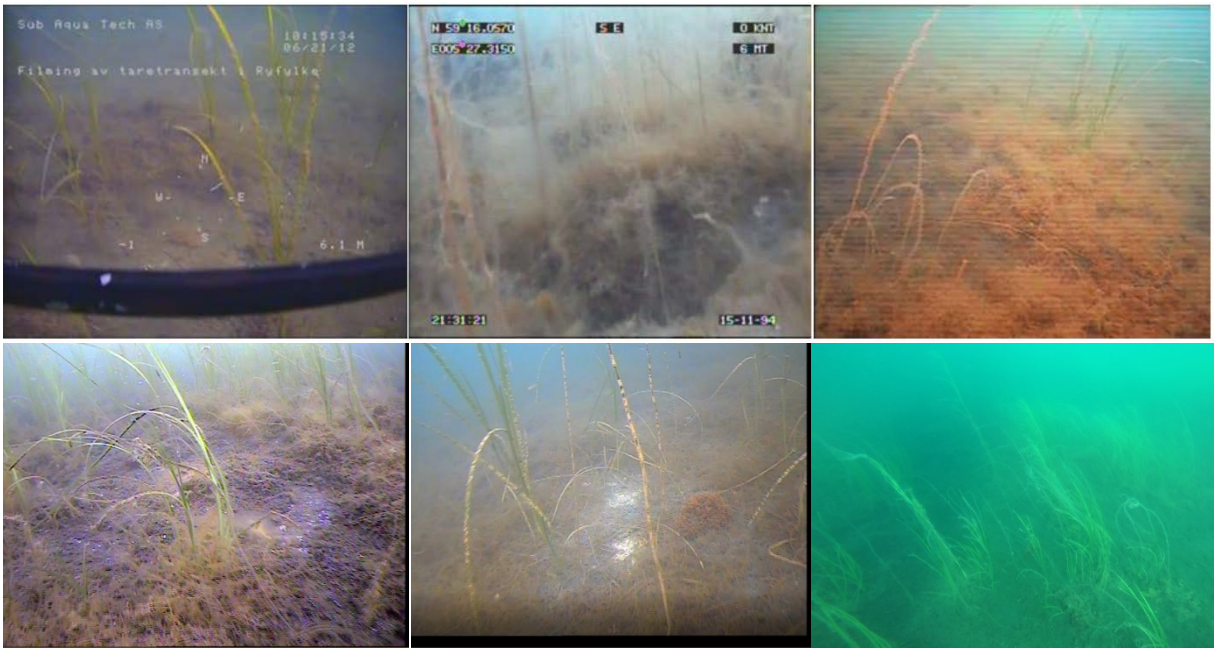
St. 3	Mosaikk av alger										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2	1	1		3	3	3	4	3	3	3
2 - 5		4		2	3	1	2	4	3	2	3
5 - 8		4	2	2	3	1	2	4		2	4
8 - 11		4		2	2	2	2	3		2	4
11 - 15	2	4	2	2	2	3	2	3		2	3
15 - 20	2	2	3		2	3	3	3		3	2
20 - 25		1	2					2		2	1



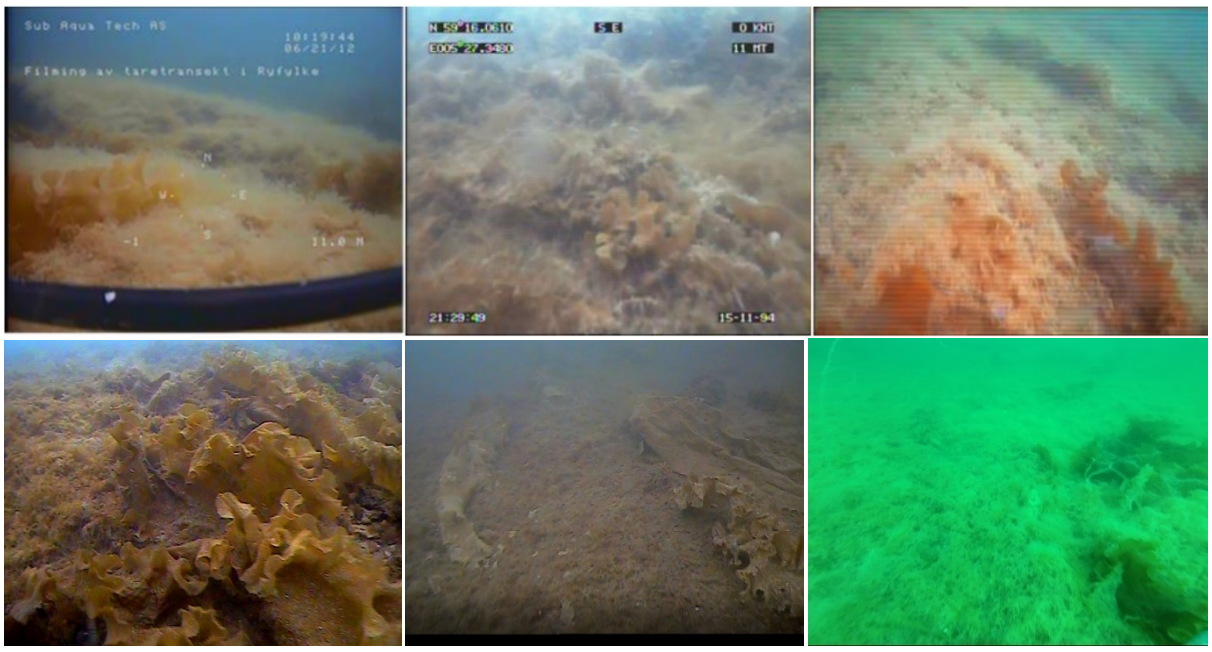
Figur 15. *Gjennomsnittlig dekningsgrad av makroalgegrupperinger på stasjon 3 - Lamholmen i perioden 2010-2020.*

For grupperingen **stor-, finger- og butare** er det i hovedsak fingertare som har blitt registrert i de øverste meterne av sjøsonen, bortsett fra de to første årene, hvor det også ble registrert spredte forekomster av stortare dypere enn 11 m. Den lave dekningsgraden av spesielt fingertare skyldes trolig at den ikke klarer å etablere seg blant små og trådformede alger.

Trådformede opportunister og **mosaikk av alger** har stort sett vært de dominerende grupperingene langs bunnen og det har stedvis langs transektet vært vanskelig å se undervegetasjon under trådformede alger. De vanligste artene har vært sli, rødlo, bleiktuste, martaum, vorteflik og knuldre. Mengden har variert noe mellom år, men har generelt økt i løpet av tiårsperioden.



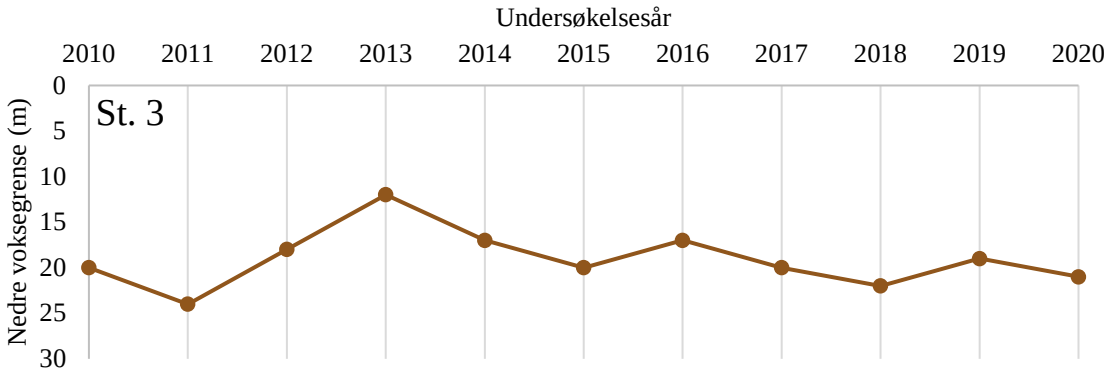
Figur 16. *Bilder fra 6 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020. Bilder er hentet fra årsrapporter og er gjennomgående i rapporten.*



Figur 17. *Bilder fra 11 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*

Nedre voksegrense for sukkertare

Nedre voksegrense eller nedre voksedyp for en art er det dypet hvor arten forekommer spredt eller med mer enn 5 % dekningsgrad. I løpet av en tiårsperiode har nedre voksegrense for sukkertare ved Lamholmen variert betydelig mellom år, med dypeste registrering i 2011 på 24 m dyp og grunneste i 2013 på 12 m dyp. I snitt har nedre voksegrense vært på 19 m dyp, hvor det har vært relativt stabilt de siste fire årene av undersøkelsen med variasjon på 1-2 meter. Sammenliknet med det første året, og generelt for perioden, har nedre voksegrense for sukkertare ved Lamholmen vært relativt stabil.



Figur 18. *Nedre voksegrense for sukkertare i perioden 2010–2020. Nedre voksegrense fra 2015–2020 viser til spesifikke dyp. Fra tiden før er det enten tatt utgangspunkt i snittet i dybdeintervallet eller spesifikke dyp hentet i beskrivelsene fra tidligere rapporter. Dette er gjennomgående for alle stasjoner.*

Oppsummert for de ulike makroalgegrupperingene er det store variasjoner mellom år langs transektet ved Lamholmen, men resultatene indikerer at det i løpet av en tiårsperiode har vært en nedgang i mengde sukkertare og en økning i trådformede opportunister og mosaikk av alger. Nedre voksegrense for sukkertare viser ikke en tydelig utviklingstrend i løpet av tiårsperioden.

NEDSTRANDSFJORDEN

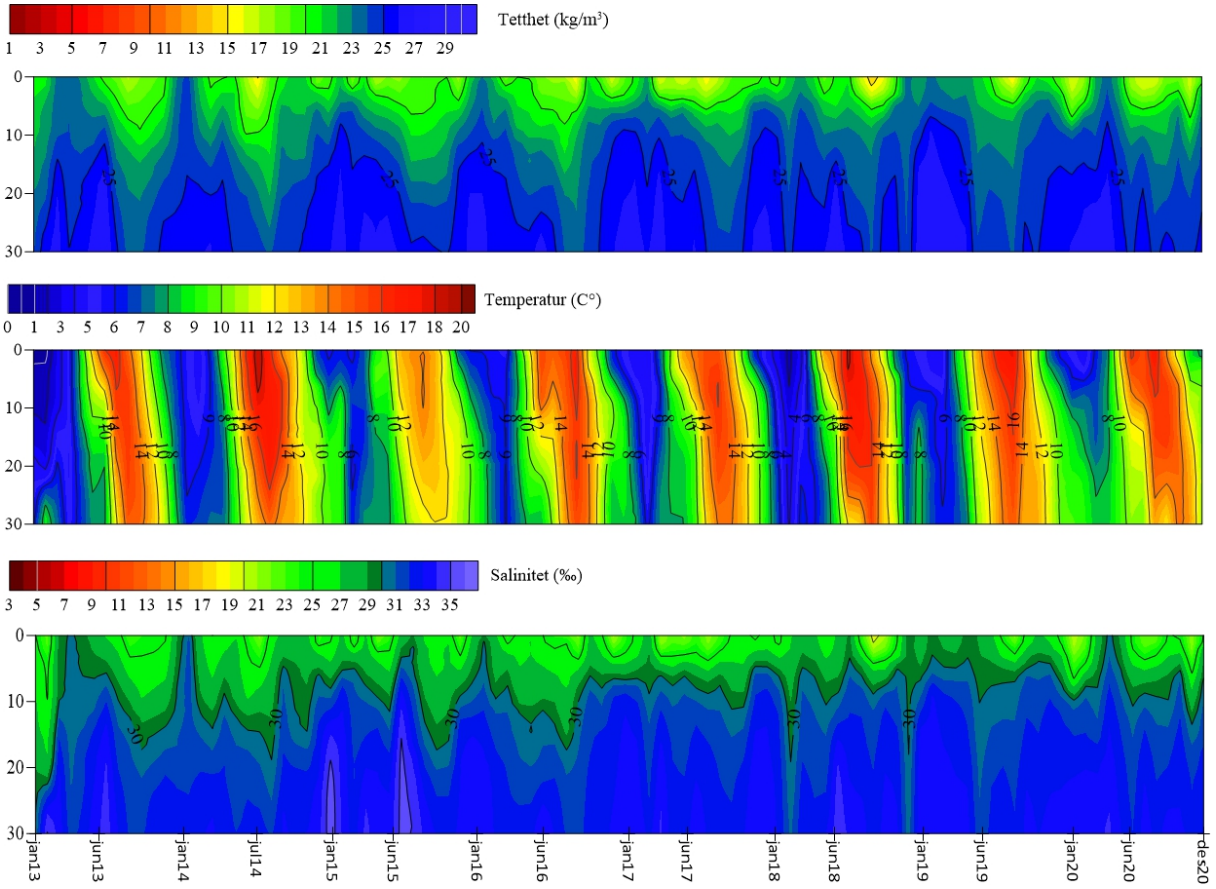
Utslipp til fjorden

Nedstrandsfjorden hadde i 2020 en samlet MTB på 18 120 tonn på fordelt på 6 lokaliteter. I 2010 var 5 lokaliteter i bruk, med en samlet MTB på 15 480 tonn. I 2015–2016 hadde vannforekomsten en gjennomsnittlig biomasse på 5 706 tonn/mnd. eller 37,7 tonn/km^2/mnd., mens den i 2017–2018 hadde en biomasse på 6748 tonn/mnd. eller 44,6 tonn/km^2/mnd. og i 2019–2020 en biomasse på 6802 tonn/mnd. eller 45 tonn/km^2/mnd. Det har vært en økning i organisk belasting over perioden. Det er utslipp fra 5 mindre avløpsrenseanlegg til Nedstrandsfjorden og det er trolig noen små utslipp fra for eksempel privatboliger, hytter og jordbruk som ikke kommer fram i miljødirektoratets kartvertøy.

Vannkvalitet

Hydrografi

Stasjon D (Nedstrandsfjorden) ligger i den sørlige delen av Krossfjorden, nær grensen til Nedstrandsfjorden. Det var lagdeling i vannsøylen stort sett gjennom hele perioden, med et lag med lavere salinitet og tetthet i overflaten, med unntak av kortere perioder våren 2013, vinteren 2014 og våren 2020, da saliniteten var over 30 ‰ gjennom hele vannsøylen (**figur 19**).

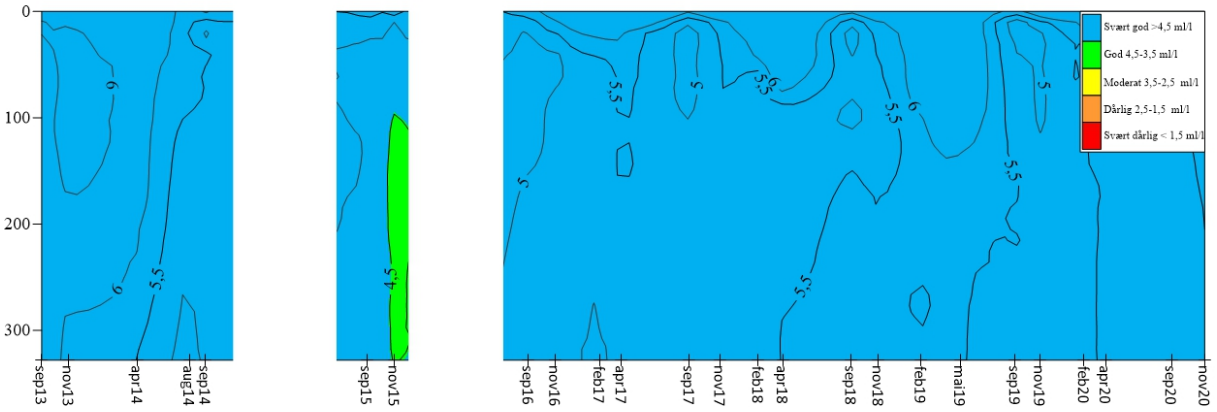


Figur 19. *Konturplott av tetthet (kg/m^2), temperatur (°C) og salinitet (‰) i vannsøylen. Y-akse viser dybdeintervallet 0–30 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking i perioden 2013–2020. Fargeskalaen er relativ, med lilla for de laveste verdiene og rød for de høyeste for temperatur, og motsatt for tetthet og salinitet. Se også figurtekst* ***figur 8****.*

Tykkelsen på laget med lavere salinitet varierte noe, men var over store delen av perioden ned mot 10 m dypt. Temperaturmålingene viste årstidsvariasjoner med vintertemperaturer på 4–7 °C og sommertemperaturer på 14–16 °C. Sommeren 2015 hadde noe lavere sommertemperaturer, og temperaturen kom ikke høyere enn 14 °C. Vinteren 2019/2020 skilte seg også ut med at det kalde overflatelaget ikke gikk dypere enn 15 m.

Oksygeninnhold

Oksygeninnholdet i vannsøylen var høyt og var i tilstandsklasse "svært god" fra overflaten og ned til bunnen på ca. 340 m dyp, med unntak ved en målerunde i november 2015, da oksygeninnholdet havnet i tilstandsklasse "god" dypere enn 100 m **(figur 20**). Gjennom store deler av perioden har oksygenkonsentrasjonen gjennom hele vannsøylen ligget over 5 ml/l. Dette tyder på god vannutskifting i fjorden.



Figur 20. *Konturplott av oksygeninnhold (ml/l O_2) i vannsøylen i Nedstrandsfjorden. Y-akse viser dybdeintervallet 0–340 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Se også figurtekst* ***figur 9****.*

Klorofyll

Klorofyllnivået var lavt, og alle gjennomsnittskonsentrasjonene havnet innenfor tilstandsklasse "svært god" eller "god" gjennom hele perioden, og det ble ikke observert endring i konsentrasjonsnivå utenom sesongvariasjon (**figur 21**). Stort sett havnet klorofyllinnholdet innenfor beste tilstandsklasse, og det var lite variasjon mellom enkeltmålinger. Prøvene som hadde gjennomsnittsverdi i god tilstand var tatt på vår og sommerhalvåret, og det var generelt større variasjon mellom enkeltmålingene på disse tidspunktene. Disse målingene viser trolig mindre sesongmessige oppblomstringer av planktoniske alger.

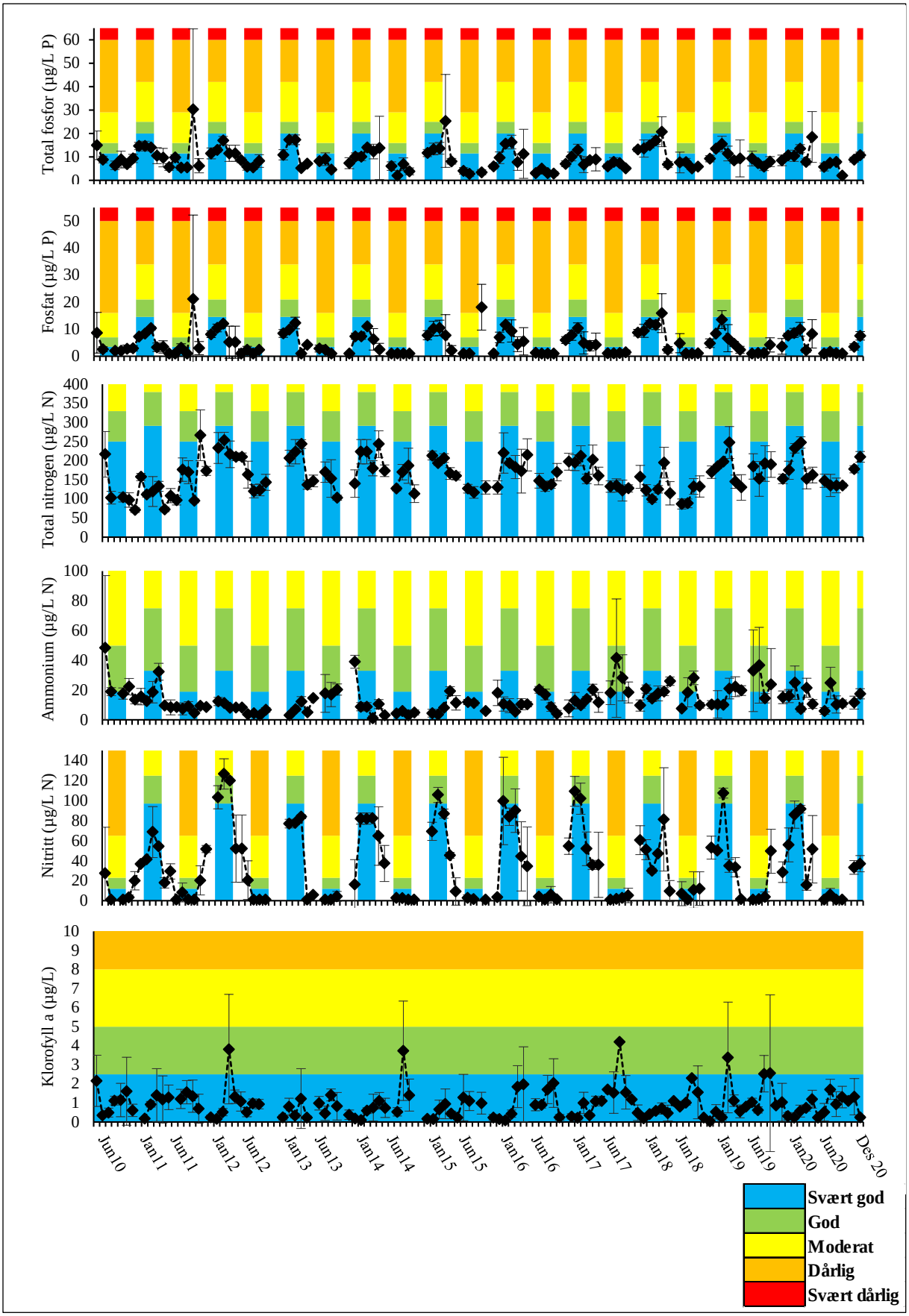
Næringssalt

Gjennomsnittlig innhold av næringssaltene total fosfor, fosfat, totalt nitrogen, ammonium og nitritt i vannsøylen i Nedstrandsfjorden var generelt lavt gjennom hele perioden, og i periodene som inngår i tilstandsvurderingen for det meste innenfor tilstandsklassene "svært god" eller "god" (**figur 21**). Det var enkelte unntak for nitritt i januar til februar 2012, hvor gjennomsnittskonsentrasjon havnet i tilstandsklasse "moderat" eller på grensen til "moderat".

Gjennomsnittlig sommer- og vinterkonsentrasjon av total fosfor, fosfat, og total nitrogen lå innenfor tilstandsklasse "svært god" gjennom hele tiårsperioden (**tabell 8**). I 2017 og 2019 lå sommerkonsentrasjon av ammonium i "god" tilstand og det samme gjorde vinterkonsentrasjonen av nitritt i 2012. For øvrige år var også innholdet av ammonium og nitritt i beste tilstandsklasse. Det ser ikke ut til å være forhøyede konsentrasjoner av næringssalt over lengre perioder eller med stor vertikal utbredelse og bortsett fra sesongvariasjon er det ikke observert større endring av konsentrasjonsnivå over tiårsperioden.

Tabell 8: *Gjennomsnittskonsentrasjon av næringssalt (total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitrat/nitritt med standardavvik for sommermånedene (juni, juli og august) og vintermånedene (desember, januar og februar) som inngår i perioden for tilstandsvurdering. Gjennomsnittsberegningen er gjort fra konsentrasjoner på 0, 5, 10 og 15 m dyp.*

		Enhet	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Vinter	**Tot-fosfor**	µg/l	-	14	14	15	11	13	14	10	15	13	12
	SD		-	1,3	2,9	3,6	2,3	2,1	3,7	3,6	2,7	3,0	2,2
	Fosfat	µg/l	-	8,6	10	10	8,6	9,5	9,3	7,7	11	9,5	8,7
	SD		-	1,4	1,9	2,2	2,0	2,5	3,1	3,6	2,1	4,4	1,9
	Tot-nitrogen	µg/l	-	121	234	224	209	204	199	187	115	210	218
	SD		-	23	33	26	33	12	35	32	16	36	36
	Ammonium	µg/l	-	21,2	10,6	7,5	6,2	5,4	8,6	12	19	13	9,7
	SD		-	9,9	2,5	4,4	4,4	2,4	4,1	3,7	4,2	8,1	9,9
	Nitritt	µg/l	-	55	117	80	82	87	91	88	43	64	78
	SD		-	17	14	4,2	4,0	17	26	30	11	33	20
Sommer	**Tot-fosfor**	µg/l	7,6	6,9	6,6	7,3	5,0	3,4	3,7	7,1	6,8	7,5	7,0
	SD		2,0	2,3	2,1	2,5	2,8	1,4	1,1	1,4	2,8	2,4	1,4
	Fosfat	µg/l	2,3	1,7	1,9	2,1	1,0	1,0	1,1	1,1	2,3	1,1	1,2
	SD		0,7	1,3	0,9	1,1	0,0	0,0	0,2	0,2	2,6	0,2	0,5
	Tot-nitrogen	µg/l	104	147	129	142	161	122	139	130	102	177	139
	SD		13	45	19	41	37	13	14	20	26	42	21
	Ammonium	µg/l	18	7,0	4,7	18	4,3	12	15	29	18	28	14
	SD		3,0	3,3	1,9	7,9	1,3	1,6	5,8	25	10	22	11
	Nitritt	µg/l	1,0	3,6	1,0	2,1	2,1	2,3	3,7	1,9	6,3	2,2	2,7
	SD		0,0	5,9	0,0	3,0	1,0	2,2	4,8	2,2	12,1	2,9	4,1



***Figur 21**. Linjediagram med gjennomsnittlig innhold av total fosfor, fosfat, totalt nitrogen, ammonium, nitritt og klorofyll a (µg/l) med standardavvik i vannsøylen i Nedstrandsfjorden (D) i 2010–2020. Se også figurtekst **figur 10**.*

Makroalgesamfunn

Stasjon 16 Store Ferøy

Stasjonen er plassert på øyen Stora Færøyna i Nedstrandsfjorden, knapt 900 meter sør for Nedstrand. Stasjonen ligger relativt beskyttet til på innsiden av øyen, vendt mot Nedstrand. Store deler av transektet har gått langs bløtbunn fra rundt 18 m dyp, frem til steinbunn og fast fjell fra ca. 6 m dyp og opp til fjæresonen (***figur* 22**). Nærmeste oppdrettslokalitet ligger vel 2 km mot østnordøst. Et kommunalt avløp har utslippspunkt rett utenfor Nedstrand, i tillegg til at det er noe landbruk rundt Nedstrand.

Dekningsgrad av makroalgegrupperinger

Tang har vært tilstedeværende i tiårsperioden, unntatt i årene 2013–2016. Dekningsgraden har vært lav og flekkvis med mindre enn 25 % dekning av blæretang eller grisetang, bortsett fra det første året, hvor det var mer en 25 % dekning av tang (**tabell 9**, **figur 23**). I fjæresonen ved Ferøy er det arter som rur, vorteflik og mosaikk av trådformede rød- og grønnalger som har dominert, blant annet rødlo, rekeklo og grønndusk. Med unntak av de årene med fravær av tang viser ikke tiårsperioden til noen utviklingstrend i mengde tangvegetasjon.

Figur 22. *Oversiktsbilde av stasjon 16 Store Ferøy og nærbilde av fjøresonen fra 2020 med flekker av tangvegetasjon og små og trådformede alger.*

Langs sjøbunnen opp til Ferøy er det kun spredte enkeltindivider av **sukkertare** som har blitt observert, noe som ikke er uventet, siden store deler av transektet går langs bløtbunn. Gjennomsnittlig dekningsgrad har variert noe, men det er ingen tegn til økning eller reduksjon i forekomst av sukkertare i tiårsperioden. Det er fast fjell fra 5 m dyp, men sukkertare har kun blitt observert på fjell i dybdeintervallet 5–2 m i 2013. Fravær av sukkertare skyldes trolig at den ikke klarer å etablere seg blant små, trådformede og mattedannende alger. På bakgrunn av at det er bløtbunn dypere enn rundt 5 m er det ikke aktuelt med vurderinger av nedre voksegrense for sukkertare.

For grupperingen **Stor-, finger- og butare** var det kun enkeltobservasjoner i 2013. Stasjonen er for trolig for beskyttet til at det kan etablere seg stortare eller butare, sannsynligvis også for fingertare, og dette forklarer fraværet av denne grupperingen fra 5 m dyp og opp til fjæresonen.

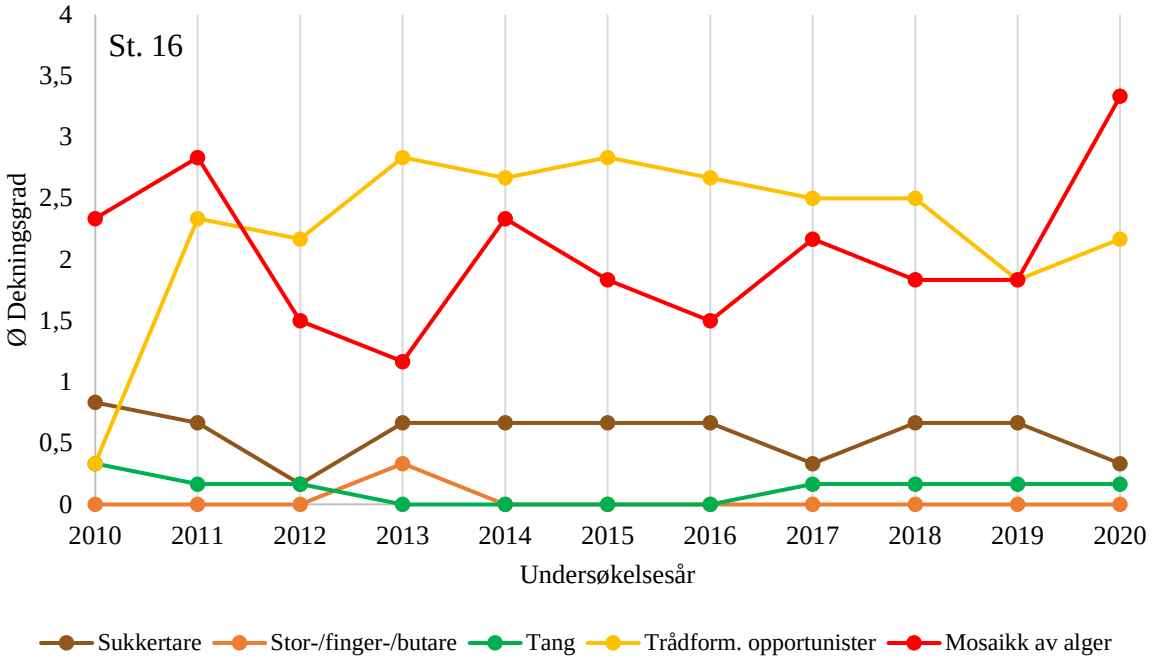
Trådformede opportunister og **mosaikk av alger** har i tiårsperioden vært de dominerende grupperingene langs bunnen og på fjellbunn, og til tider har det vært vanskelig å se undervegetasjon under trådformede alger. For algemosaikk har det vært store svingninger i dekningsgrad, med høy dekningsgrad de to første årene, for å deretter reduseres noe i årene frem til 2020, som var året med høyest registrert dekningsgrad i perioden. Dekningsgraden av trådformede opportunister var lav det første året, men i 2011 økte mengden markant og har vært høy siden, med over 50 % dekningsgrad. Ålegras har gjennom tiårsperioden vært til stede i varierende grad på bløtbunn mellom 8 og 5 m dyp. De vanligste artene på stasjonen har vært rødlo, bleiktuste, martaum, vortesmokk, strandtagl, vorteflik, knuldre og arter fra slektene rekeklo, dokke og grønndusk.

St 16	Tang										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2	1	1					1	1	1	1
2 - 5											
5 - 8											
8 - 11											
11 - 15											
15 - 20											
20 - 25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

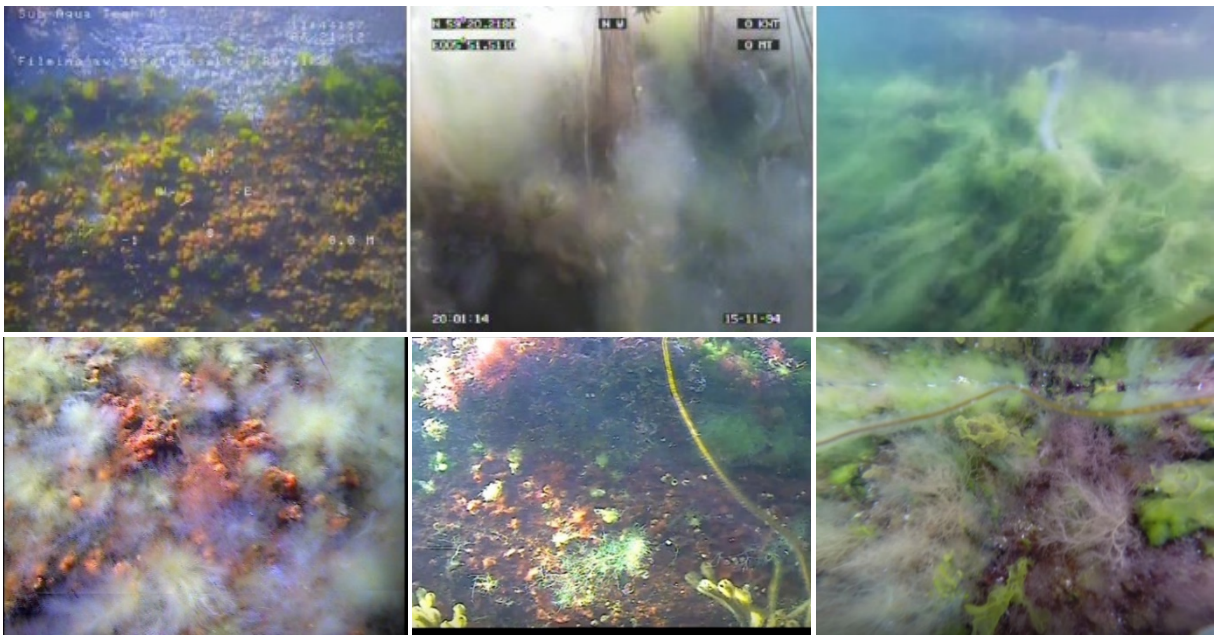
Tabell 9. *Dekningsgrad på stasjon 16 – Store Ferøy, av tang, sukkertare, stor-, finger-, butare, trådformede opportunister og mosaikk av alger i definerte dybdeintervaller fra 2010-2020.*

St 16	Sukkertare											Stor-/finger-/butare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2																						
2 - 5				1																		
5 - 8	1	1		1	1	1	1		1	1	1											
8 - 11	2	1		1	1	1	1	1	1	1	1											
11 - 15	1	1		1	1	1	1	1	1	1					1							
15 - 20	1	1	1		1	1	1		1	1					1							
20 - 25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

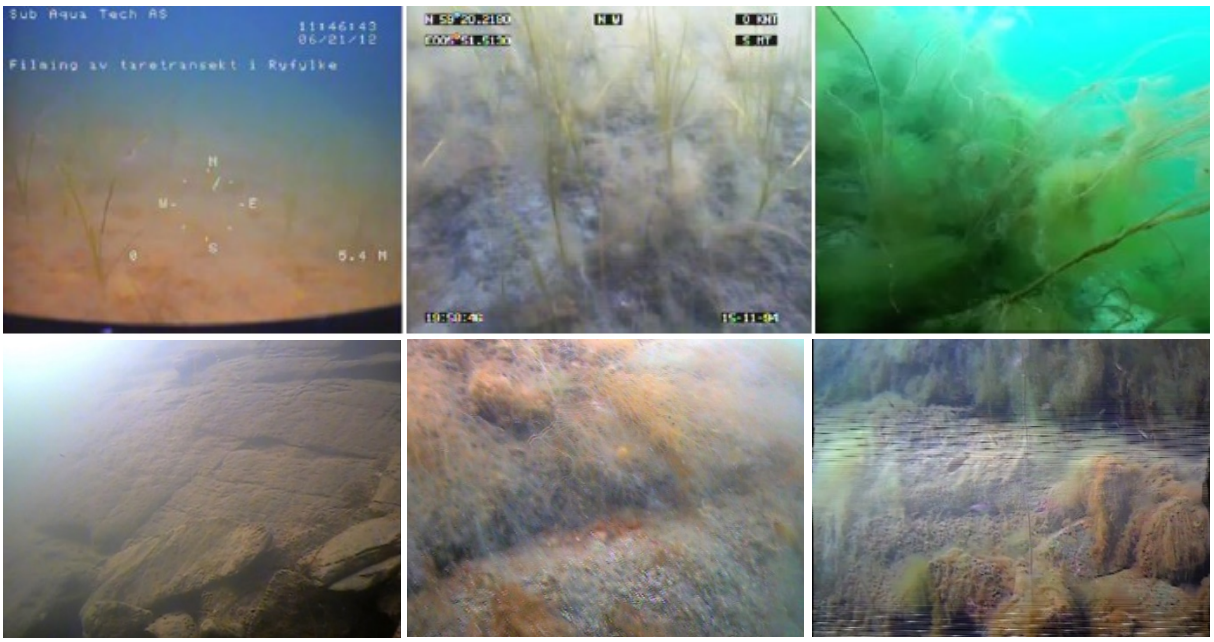
St 16	Trådformede opportunister											Mosaikk av alger										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2		3		1	4	4	4	2	2	1,5	3	2	3	3	3	2	2	1	4	3	3	4
2 - 5	2	4	3	3	4	4	4	2	3	1,5	3	2	3	2	2	2	2	2	4	2	2	4
5 - 8		3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2		3	2	2	3	2	2	4
8 - 11		2	4	4	3	3	3	4	3	2	2	3	4	1		3	2	2	1	2	2	4
11 - 15		1	2	3	2	2	2	3	3	2	1	2	4	1	1	3	2	1	1	2	1	3
15 - 20		1	1	2				1	1	1	1	2			1	1	1	1			1	1
20 - 25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Figur 23. *Gjennomsnittlig dekningsgrad av makroalgegrupperinger på stasjon 16 – Store Ferøy i perioden 2010–2020.*



Figur 24. *Bilder fra 0,5 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*



Figur 25. *Bilder fra 5 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2019, 2018 og 2020. Merk at fra 2018 viser bilder hardbunn, og kommer av at overgangen fra bløtbunn til hardbunn skjer rundt 5 m, og det har i årsrapportene siden 2017 blitt valgt å presentere hardbunn på dette dypet.*

Oppsummert for tiårsperioden for de ulike makroalgegrupperingene ved Store Ferøy har det ikke vært noen tydelige utviklingstrender for tang- og tarevegetasjon. Trådformede opportunister og mosaikk av alger har vært de dominerende grupperingene, hvor algemosaikk har hatt store svingninger, mens trådformede opportunister viser en mer klar økning siden 2010. Nedre voksegrense for sukkertare er ikke vurdert, da det kun er fjellbunn ned til ca. 6 m dyp.

Stasjon 17 Kvernaneset

Stasjonen er plassert sør for Kvernaneset, rett ved Torskabua i Nedstrandsfjorden, på grensen til Vindafjorden (***figur* 26**). Stasjonen ligger åpent og eksponert til i Nedstrandsfjorden. Mesteparten av transektet har fast fjell fra rundt 27 m dyp og opp til fjæresonen. Det ligger tre oppdrettslokaliteter mellom 3–4 km i nordlig, østlig og sørlige retninger for stasjonen, i tillegg til at det er noe landbruk i området ved Kvernaneset.

Dekningsgrad av makroalgegrupperinger

Tang har stort sett vært tilstedeværende i tiårsperioden, med unntak av 2017. Dekningsgraden har variert fra > 75 % i 2010 og 2011 til mindre enn 25 % dekningsgrad i 2018. Mengden tang har gradvis blitt redusert og hatt en nedadgående trend i løpet av tiårsperioden (**tabell 7**, **figur 27**). I fjæresonen ved Kvernaneset er det arter som rur, vorteflik og andre små eller trådformede alger som har dominert de siste årene.

Figur 26. *Oversiktsbilde av stasjon 17 Kvernaneset og nærbilde av fjæresonen fra 2020 med flekker av tangvegetasjon, samt små og trådformede alger.*

Dekningsgraden for **Sukkertare** har variert fra mindre enn 25% og opptil 75 % langs sjøbunnen opp til Kvernaneset. Mengden sukkertare var nokså stabil i perioden fra 2010–2016. Det ble observert en markant økning i mengde i 2017, for så å reduseres i 2019-2020, men fremdeles med høyere dekningsgrad enn tidligere år. I en tiårsperiode har dekningsgrad av sukkertare langs transektet økt.

For grupperingen **stor-, finger- og butare** har stortare og fingertare blitt registrert langs transektet. Stortare har generelt dominert fra mellom 15 og 11 m dyp og opp til fingertarebeltet. Dekning av fingertare har variert noe, da det også er mye skolmetang og andre mindre alger i de øverste meterne av sjøsonen. Samlet dekningsgrad for denne grupperingen langs transektet har variert noe, men vært relativt stabil siden 2014. Det ser imidlertid ut til at nedre voksegrense for stortare kan ha blitt redusert de siste årene, spesielt siden 2018, hvor det ikke ble registrert stortare lenger ned enn til rundt 11 m dyp. Dette er imidlertid ikke en klar trend.

Trådformede opportunister og **mosaikk av alger** har variert på stasjonen, men begge grupperinger har hatt en gjennomsnittlig økning i dekningsgrad, sammenlignet med de første årene av overvåkingsprogrammet. Særlig mosaikk av alger har økt i dybdeintervallet 0–2 m siden 2013. De vanligste artene av har vært rødlo, fagerving, smalving, stivt kjerringhår, søl, vorteflik, grønndusk, rekeklo og dokkearter.

St 17	Tang										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	4	4	2	3	2	1,5	2		1	1	1
2 - 5	2									1	
5 - 8											
8 - 11											
11 - 15											
15 - 20											
20 - 25											

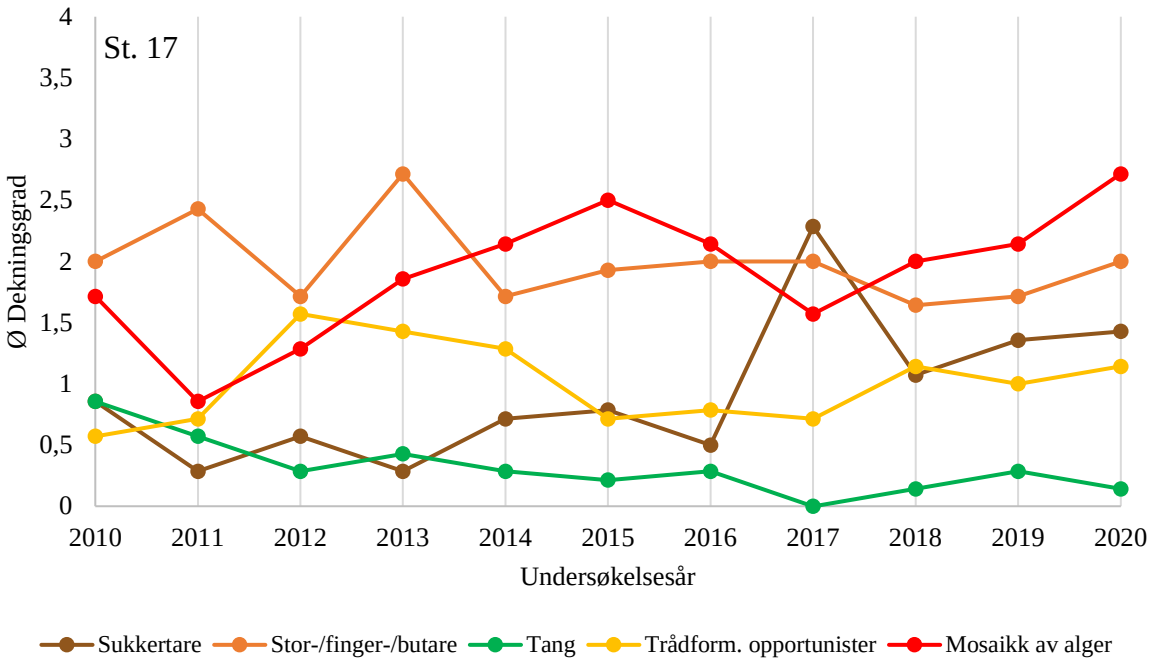
Tabell 10. *Dekningsgrad på stasjon 17 – Kvernaneset, av tang, sukkertare, stor-, finger- og butare, trådformede opportunister og mosaikk av alger i definerte dybdeintervaller fra 2010–2020.*

St 17	Sukkertare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2								1			1
2 - 5								3	1	1	2
5 - 8					1	1		3	1	2	2
8 - 11	1		1		2	2	1	3	2,5	3	2
11 - 15	3	1	1	1	2	1,5	1,5	3	1	2,5	2
15 - 20	1	1	1	1		1	1	2	1	1	1
20 - 25	1		1					1	1		

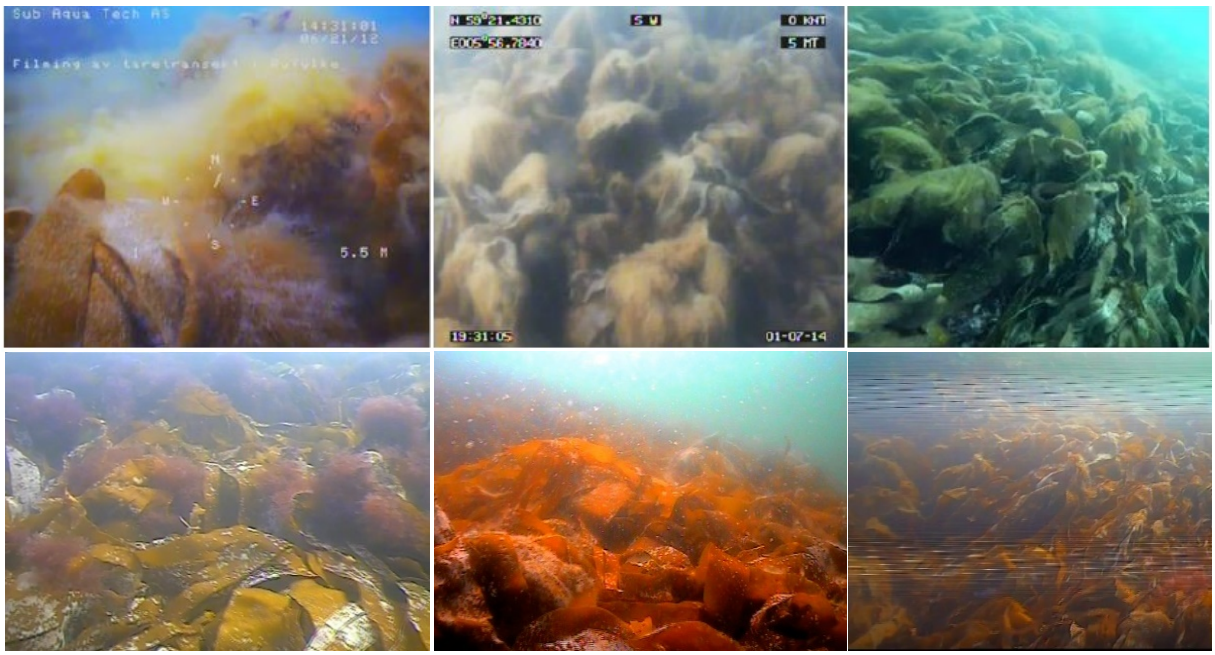
St 17	Stor-/finger-/butare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2		1	3	2	2,5	1	2	3	2	3
2 - 5	3	4	3	4	4	4	4	1	4	4	4
5 - 8	4	4	3	4	3	3	4	3	3,5	4	4
8 - 11	4	4	3	4	2	3	3	3	1	1	3
11 - 15	1	3	1	2	1	1	2	2		1	
15 - 20		1	1	1				2			
20 - 25		1		1				1			

St 17	Trådformede opportunister										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	1		2	2	2	2	2,5	2	1	1	1
2 - 5	1		2	3	3	2	2	1	1	1	1
5 - 8	1		3	3	3	1	1	1	1	1	1
8 - 11	1	1	2	2	1			1	1	1	2
11 - 15		2	2						2	1	2
15 - 20		1							1	1	1
20 - 25		1							1	1	

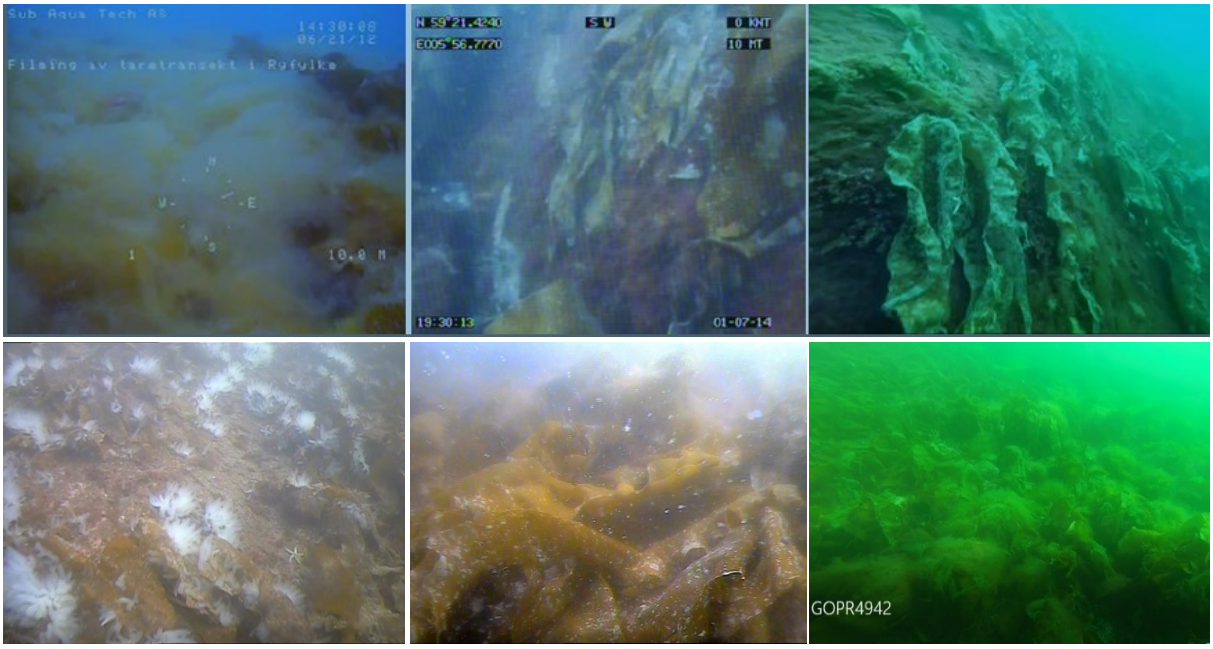
St 17	Mosaikk av alger										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	1		1	3	3	2,5	3	3	3	4	4
2 - 5	2	1	1			1,5	1	1	1	3	2
5 - 8		1	1		1	1,5	1	1	1	2	2
8 - 11		1	1	2	2	2	1	1	2	2	3
11 - 15	2	1	2	2	2	3	3	1	3	2	3
15 - 20	4	1	2	3	4	4	4	2	2	1	3
20 - 25	3	1	1	3	3	3	2	2	2	1	2



Figur 27. *Gjennomsnittlig dekningsgrad av makroalgegrupperinger på stasjon 17 – Kvernaneset i perioden 2010–2020.*



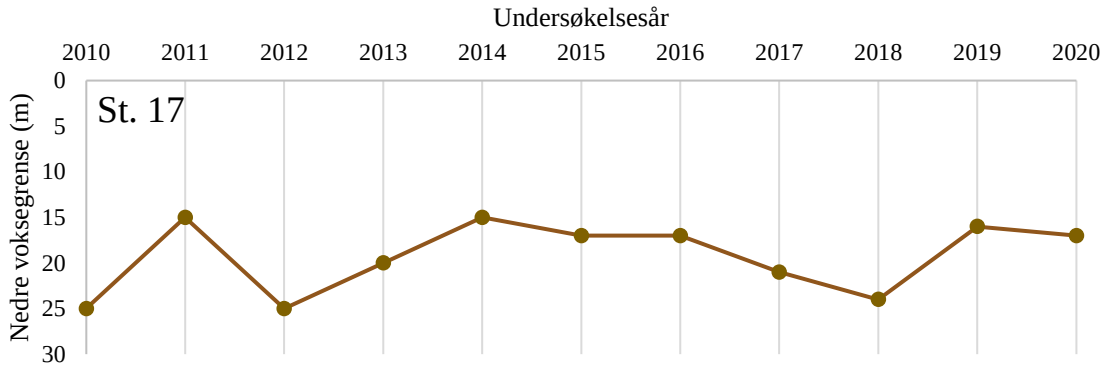
Figur 28. *Bilder fra 5 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*



Figur 29. *Bilder fra 11 m dyp i 2012,2014,2016, 2017, 2018 og 2020.*

Nedre voksegrense for sukkertare

I løpet av en tiårsperiode har nedre voksegrense for sukkertare ved Kvernaneset variert betydelig, med dypeste registrering i 2010 på 25 m dyp og grunneste i 2011 og 2014 på 15 m dyp. I snitt har nedre voksegrense ligget på 19,3 m dyp, men har de siste to årene av overvåkingsprogrammet vært mellom 16 og 17 m dyp. Undersøkelsene viser en svak nedadgående trend i nedre voksegrense for sukkertare ved Kvernaneset.



Figur 30. *Nedre voksegrense for sukkertare i perioden 2010–2020.*

Oppsummert er det for de ulike makroalgegrupperingene en nedadgående trend for tang i fjæresonen ved Kvernaneset, en gjennomsnittlig økning av dekningsgrad av sukkertare, men med en nedadgående trend i forhold til nedre voksedyp. Det er ingen tydelig endring av stor- og fingertare for transektet. Den første undersøkelsen i 2010 beskriver et tangbelte av blæretang, etterfulgt av sagtang og stortare ned til 10 m dyp, hvor sukkertare blir mer vanlig. I 2020 var det nesten ingen tang og lite fingertare i øvre del av sjøsonen, det var erstattet av mosaikk av alger og trådformede opportunister. Dekningsgrad av trådformede opportunister og mosaikk av alger har økt i løpet av tiårsperioden.

Stasjon 19 Bjergøy

Stasjonen er plassert på Hønsaholmen, på nordøstsiden av øyen Bjergøy i Nedstrandsfjorden. Stasjonen ligger relativt åpent og eksponert til mot Nedstrandsfjorden i nord og Vestre Ombofjorden i sør (***figur* 31**). Mesteparten av transektet har fast fjell fra rundt 27 m dyp og opp til fjæresonen, men med noen partier av stein- og sandbunn. Det ligger en oppdrettslokalitet ca. 1,5 km mot nordvest, og to lokaliteter omtrent 4 km i østlig og nordvestlig retning, i tillegg til at det er noe landbruk på Bjergøy.

Dekningsgrad av makroalgegrupperinger

Tang har stort sett vært tilstedeværende i tiårsperioden, med unntak av i 2011. Dekningsgraden var flekkvis med mindre enn 25 % dekningsgrad i starten av overvåkingsprogrammet, og opp til mellom 50 og 75 % de fire siste årene (**tabell 11**). Mengden av tangvegetasjon, i hovedsak blæretang og sagtang, har økt og hatt en positiv utvikling gjennom perioden. I fjæresonen er rur, vorteflik og mosaikk av alger vanlig sammen med tangvegetasjonen.

***Figur 31.** Oversiktsbilde av stasjon 19 Bjergøy og nærbilde av fjøresonen fra 2020 med tangvegetasjon og små og trådformede alger.*

Langs sjøbunnen opp til Bjergøy har dekningsgraden av **sukkertare** variert mellom mindre enn 25 % og opptil 50 % på ulike dyp. Det var lavest dekningsgrad av sukkertare de fire første årene, mens det i 2014 var en markant økning i dekningsgrad, som fortsatte til 2016. I tiden etter 2016 har dekningsgraden vært noe lavere, men fremdeles høyere enn tidligere i overvåkingsprogrammet, og har samlet sett har det vært en oppadgående trend i løpet av tiårsperioden.

For grupperingen **stor-, finger- og butare** har stortare og fingertare blitt registrert langs transektet. Gjennomsnittlig dekningsgrad på stasjonen var høyest i perioden 2010–2013, men gikk markant ned i 2013 og har siden da vært relativt lav (**figur 32**). Siden 2015 har det i liten grad har blitt observert stortare fra 20 m dyp og opp til 8 m dyp (**tabell 11**). I 2020 skjedde det imidlertid en markant økning av stor- og fingertare på grunn sjøbunn, fra 5 til 0 m dyp, med dekningsgrad over 75 %. Ser en bort fra siste års resultater har det vært en nedadgående utvikling i forhold til dekningsgrad av grupperingen stor- og fingertare.

Trådformede opportunister og **mosaikk av alger** har variert på stasjonen, men begge grupperinger har hatt en gjennomsnittlig økning i dekningsgrad sammenlignet med de første årene av overvåkingsprogrammet. Særlig mosaikk av alger har økt og hatt høy dekningsgrad siden 2012. De vanligste artene har vært pollpryd, martaum, svartkluft, krusflik, dokke, rekeklo og grønndusk. Pollpryd har blitt registrert siden 2010 og er en fremmedart, vurdert til svært høy økologisk risiko (SE) i fremmedartslisten 2018. Arten kan fortrenge sagtang og sukkertare, men det ser ikke ut å ha vært en særlig økning i dekningsgrad av pollpryd i løpet av tiårsperioden.

St 19	Tang										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	1		1	1	1	2	2	4	3	3	4
2 - 5										1	
5 - 8											
8 - 11											
11 - 15											
15 - 20											
20 - 25											

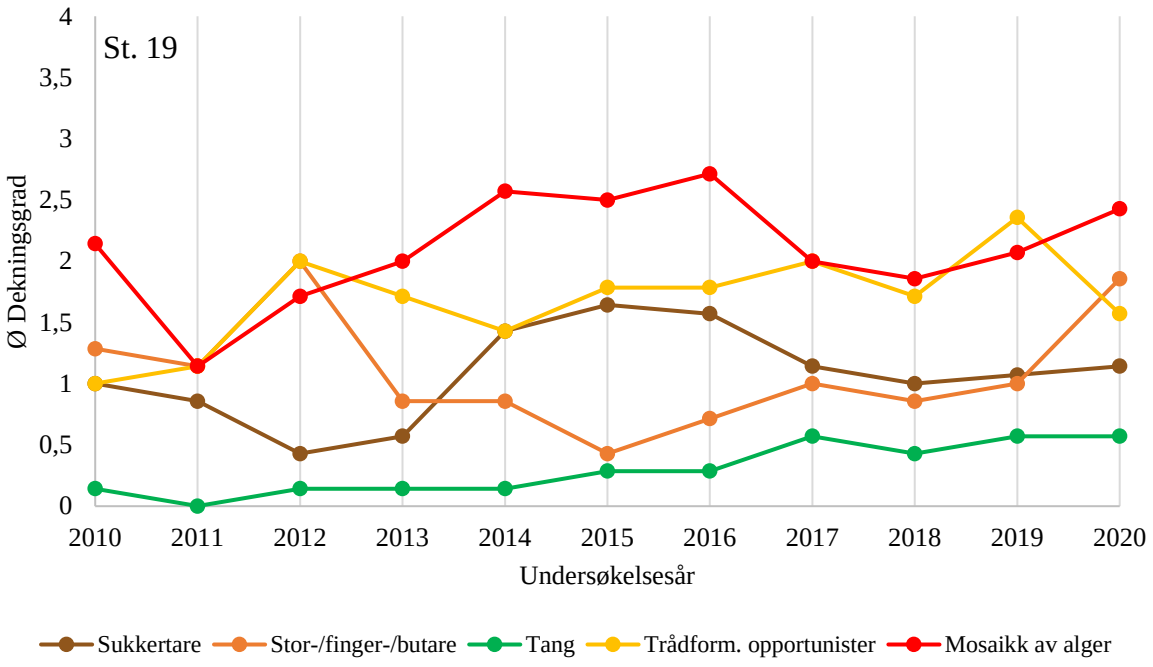
Tabell 11. *Dekningsgrad på stasjon 19 – Bjergøy, av tang, sukkertare, stor-, finger-, butare, trådformede opportunister og mosaikk av alger i definerte dybdeintervaller fra 2010–2020.*

St 19	Sukkertare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2						2			1		1
2 - 5		1			2	2,5	1	1	1	1	2
5 - 8		1	1		2	2	2,5	2	1	1	2
8 - 11	2	1	2	1	2	2	3	2	1	2	1
11 - 15	2	2		1	2	2	2,5	2	1	2,5	1
15 - 20	2	1		1	1	1	1	1	1	1	1
20 - 25	1			1	1		1		1		

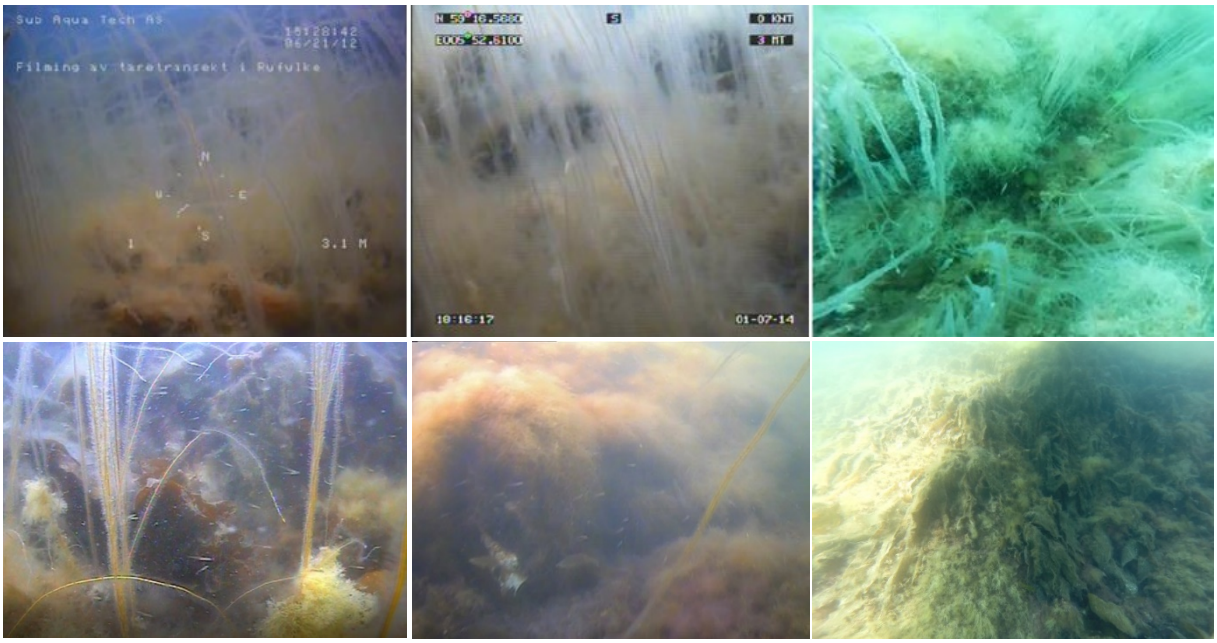
St 19	Stor-/finger-/butare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	3	4	3		3	3	3	4	3	3	4
2 - 5	1	3	3	1	1		2	2	3	2	4
5 - 8			2	1							2
8 - 11			2	1						1	1
11 - 15	2		2	1	1			1		1	1
15 - 20	2	1	1	1	1						1
20 - 25	1		1	1							

St 19	Trådformede opportunister										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2			2	3	2	3	3	1	1	3	1
2 - 5	2	1	4	3	3	3,5	4	3	2	4	3
5 - 8	3	2	3	2	2	3	2,5	3	3	3	2
8 - 11	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2,5	2
11 - 15		1	2	2	1	1	1	2	2	2	2
15 - 20		1						2	1	1	1
20 - 25								1		1	

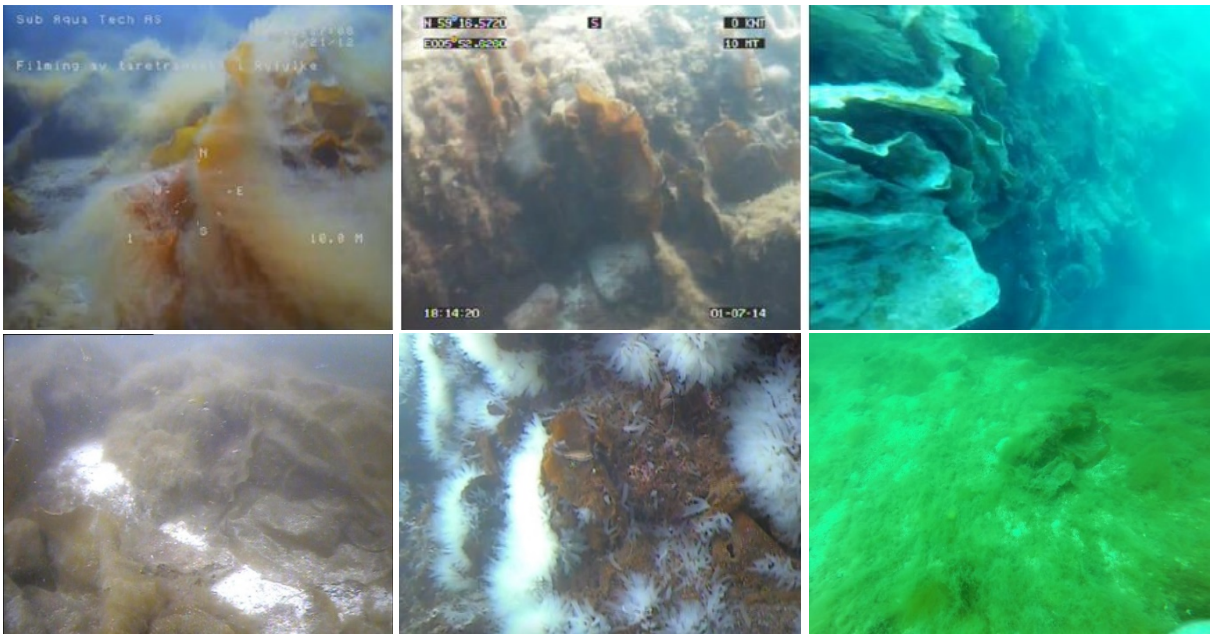
St 19	Mosaikk av alger										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	3		2	2	3	3	3		2	2	2
2 - 5	2	1	2	2	2	1	2	3	2	2	3
5 - 8	2	2	3	2	3	2,5	3	3	2	2,5	3
8 - 11	2	1	2	2	3	2,5	3	2	2	3	3
11 - 15	2	2	1	2	3	3	3	2	2	2	3
15 - 20	2	1	1	2	2	3	3	3	2	2	2
20 - 25	2	1	1	2	2	2,5	2	1	1	1	1



Figur 32. *Gjennomsnittlig dekningsgrad av makroalgegrupperinger på stasjon 19 – Bjergøy i perioden 2010–2020.*



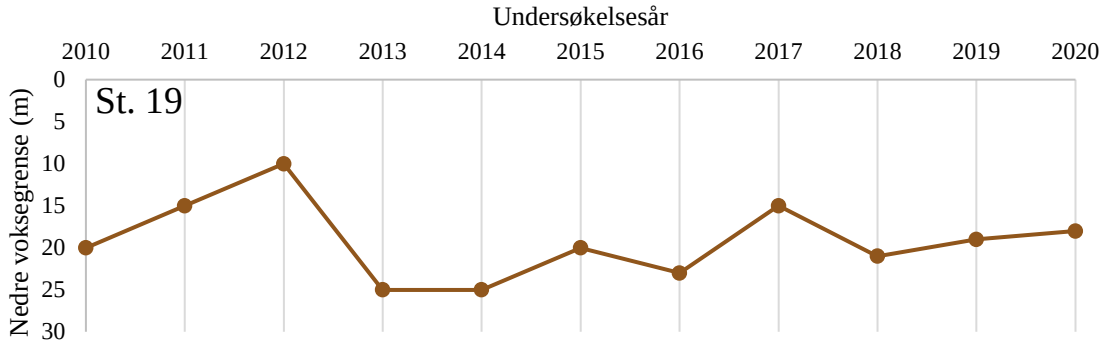
Figur 33. *Bilder fra 3 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*



Figur 34. *Bilder fra 10-11 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*

Nedre voksegrense for sukkertare

I løpet av en tiårsperiode har nedre voksegrense for sukkertare ved Bjergøy variert betydelig, med grunneste registrering i 2012 på 10 m dyp og dypeste i 2013 på 25 m dyp. I snitt har nedre voksegrense vært rundt 19 m dyp for hele tiårsperioden, og siden 2014 har nedre voksedyp for sukkertare hatt en nedadgående trend (***figur* 35**).



Figur 35. *Nedre voksegrense for sukkertare i perioden 2010–2020.*

Oppsummert for tiårsperioden har det ved Bjergøy vært en positiv utvikling for tang i fjæresonen og øvre del av sjøsonen, en gjennomsnittlig økning av dekningsgrad av sukkertare, men med en svak nedadgående trend i forhold til nedre voksedyp siden 2014. For stor- og fingertare har gjennomsnittlig dekningsgrad hatt en nedadgående utvikling, med lite registreringer av stortare dypere enn 8 m de siste 6 årene, som tilsier at nedre voksedyp er redusert også for stortare. Både trådformede opportunister og mosaikk av alger har hatt en relativt høy og økende dekningsgrad gjennom perioden.

Stasjon 20 Hagaskjeret

Stasjonen er plassert på nordsiden av øyen Ombo i Nedstrandsfjorden og ligger relativt åpent til ut mot nord, øst og vest (***figur* 36**). Store deler av transektet har gått langs sand- og steinbunn fra rundt 31 m dyp, med enkelte partier av fjell innimellom, frem til fast fjell fra rundt 9 m dyp og opp til fjæresonen. Nærmeste oppdrettslokalitet ligger vel 0,5 km nord for stasjonen, og to andre lokaliteter ligger 3 km og 5 km unna i henholdsvis vestlig og østlig retning langs Ombo. Et kommunalt avløp har utslippspunkt rett sør for Hagaskjeret, 300 meter vest for stasjonen, i tillegg til at det er noe landbruk i området.

Dekningsgrad av makroalgegrupperinger

Tang har stort sett vært tilstedeværende i tiårsperioden, med unntak av årene 2013 og 2019, i hovedsak sagtang, men enkelte år også noe blæretang. Mengden har variert, men stort sett med dekningsgrader over 50 % i dybdeintervallet 0–2 m (**tabell 12**). I fjæresonen ved Hagaskjeret har arter som rur, vorteflik og mosaikk av alger som rødlo, rekeklo, dokke og grønnduskarter dominert, samt varierende mengder sagtang ned til en meter ned i sjøsonen. Gjennom overvåkingsperioden har det ikke vært en tydelig trend i utvikling for tangvegetasjon ved Hagaskjeret, med en del årsvariasjon.

Figur 36. *Oversiktsbilde av stasjon 20 Hagaskjeret og nærbilde av fjøresonen fra 2020 med flekker av tangvegetasjon og små og trådformede alger.*

Dekningsgraden av **sukkertare** har variert noe langs sjøbunnen opp til Hagaskjeret, men har stort sett hatt dekningsgrad på mindre enn 25% i de ulike dybdeintervallene. Sukkertare hadde høyest dekningsgrad i 2010 og 2018, og lavest i 2012 (***figur* 37**). Siden 2014 har den gjennomsnittlige dekningsgraden av sukkertare vært relativt stabil, med en svak økning.

For grupperingen **stor-, finger- og butare** ble stortare og fingertare registrert langs transektet. Forekomstene av stortare har gjennom overvåkingsperioden stort sett vært spredte, men med et tett fingertarebelte i øvre del av sjøsonen. Gjennomsnittlig dekningsgrad på stasjonen har variert noe mellom år, men viser verken til en nedadgående eller oppadgående trend.

Mosaikk av alger har fra starten av overvåkingsprogrammet vært den mest dominerende grupperingen med stort sett 50 % til > 75 % dekningsgrad, unntatt i 2011, da dekningsgraden var under 25 %. Dekningsgrad av **trådformede opportunister** var relativt lav de fire første årene, men har siden 2015 generelt økt. De vanligste artene for grupperingen har vært rødlo, bleiktuste, martaum, vorteflik, dokke, rekeklo, grønndusk og sli (Ectocarpales). Begge grupperinger har hatt en økning i dekningsgrad i løpet av tiårsperioden.

St 20	Tang										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2	4	2		2	3	3	3	1		2
2 - 5											
5 - 8											
8 - 11											
11 - 15											
15 - 20											
20 - 25											

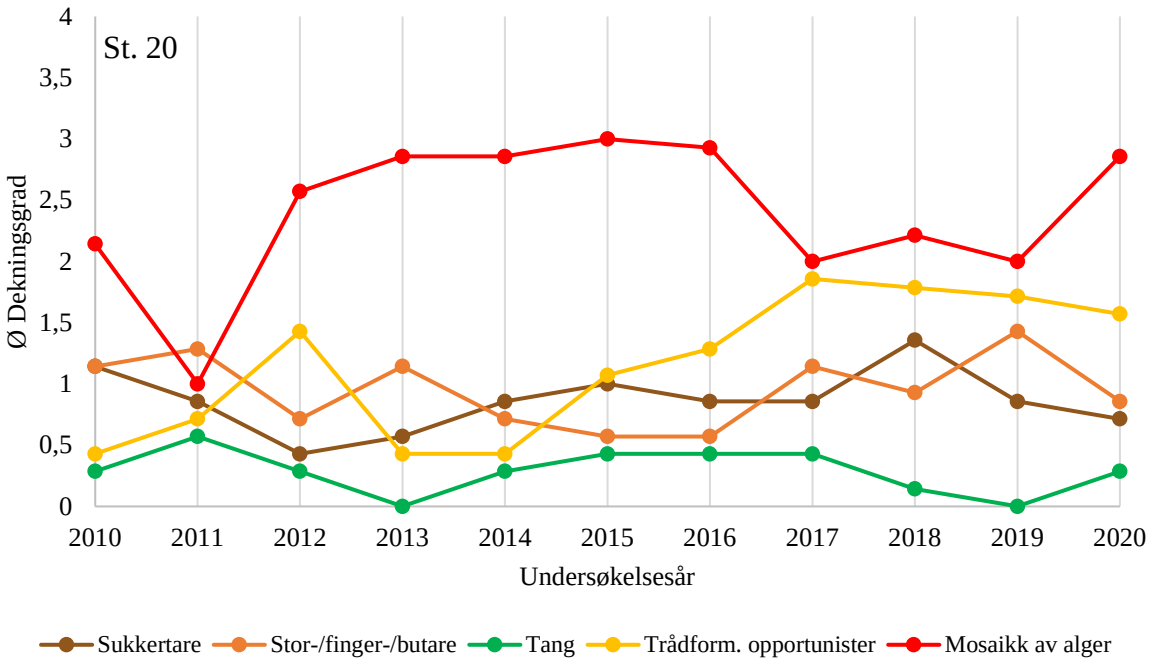
Tabell 12. *Dekningsgrad på stasjon 20 – Hagaskjeret, av tang, sukkertare, stor-, finger-, butare, trådformede opportunister og mosaikk av alger i definerte dybdeintervaller fra 2010–2020.*

St 20	Sukkertare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2											
2 - 5						1		1	1	1	
5 - 8					1	1	1	1	2		1
8 - 11	2		1	1	1	1	1	1	2	1	1
11 - 15	2	3	1	1	2	2	2	1	2	2	1
15 - 20	2	2	1	1	1	1	1	1	1,5	1	1
20 - 25	2	1		1	1	1	1	1	1	1	1

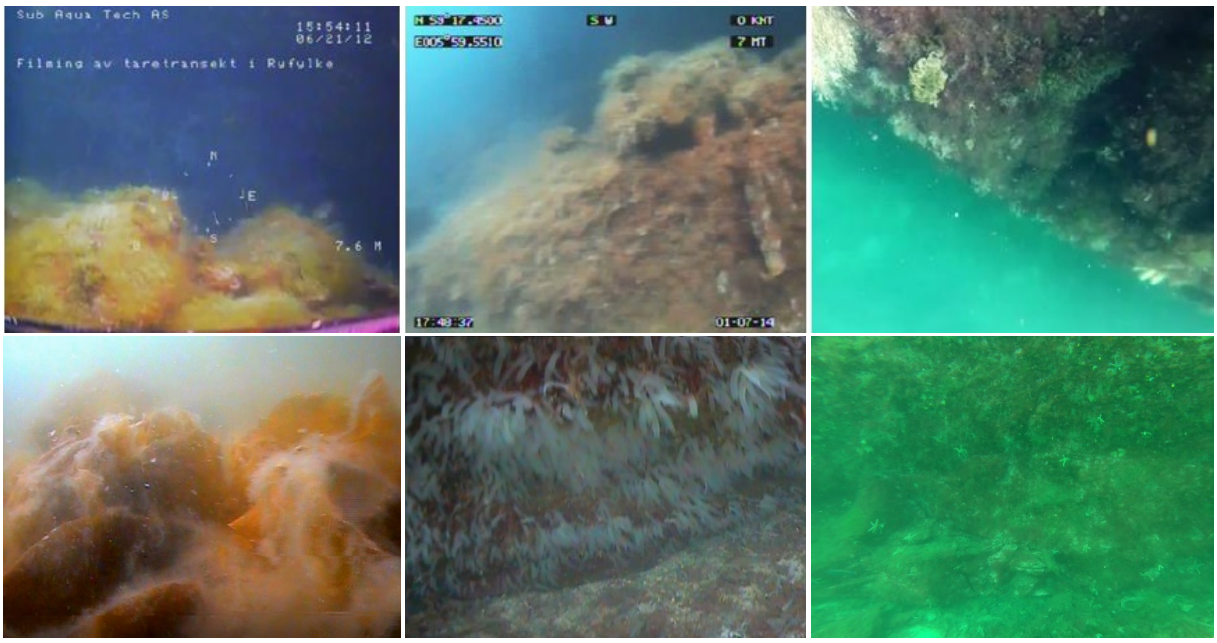
St 20	Stor-/finger-/butare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	4	4	2	4	3	4	4	4	3,5	3	4
2 - 5	3	4		2	2			1	2	3	
5 - 8		1						1	1	1	
8 - 11											
11 - 15			1	1						1	1
15 - 20			1					1		1	
20 - 25	1		1	1				1		1	1

St 20	Trådformede opportunister										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2			2		1	1,5	2	1	2	1	1
2 - 5					1	1	2	1	1	2	1
5 - 8		2	2			2	2	1	3	2	2
8 - 11	2	3	3	2	1	3	3	4	2,5	3	3
11 - 15	1		3	1				3	2	2	3
15 - 20								2	1	1	1
20 - 25								1	1	1	

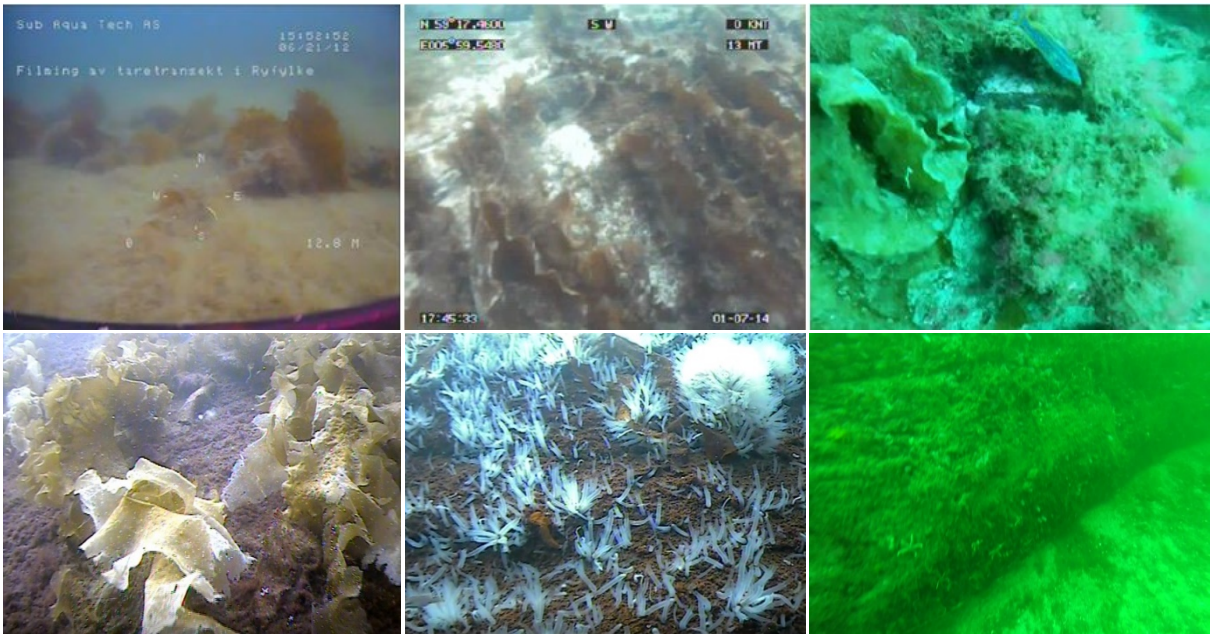
St 20	Mosaikk av alger										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2		1	3	2	2	2	2	2	3	3	3
2 - 5	3		3	3	3	4	4	3	2	3	4
5 - 8	4	1	2	3	3	4	4	3	2	2	4
8 - 11	2	1		3	3	3	2	3	2	2	3
11 - 15	2	2	2	3	3	2	3	1	2,5	2	3
15 - 20	2	1	4	3	3	3,5	3	1	2	1	2
20 - 25	2	1	4	3	3	2,5	2,5	1	2	1	1



Figur 37. *Gjennomsnittlig dekningsgrad av makroalgegrupperinger på stasjon 20 – Hagaskjeret i perioden 2010–2020.*



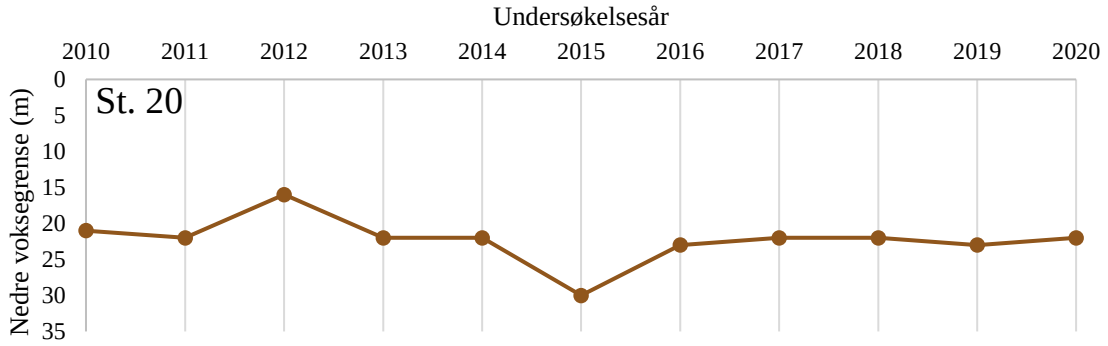
Figur 38. *Bilder fra 7 m dyp i 2012, 2014, 2016 og 7–9 m dyp i 2018, 2019 og 2020.*



Figur 39. *Bilder fra 14 m dyp i 2012, 2014, 2016, og 13 m dyp i 2018, 2019 og 2020.*

Nedre voksegrense for sukkertare

I løpet av tiårsperioden har nedre voksegrense for sukkertare ved Hagaskjeret variert noe, med grunneste registrering i 2012 på 16 m dyp og dypeste i 2015 på 30 m dyp (***Figur* 40**). I snitt har nedre voksegrense vært på 22 m dyp og har vært relativt jevnt de siste fire årene av undersøkelsen. Denne stasjonen har en av de dypeste nedre voksegrensene for sukkertare i overvåkingsprogrammet. Undersøkelsene viser ikke til en reduksjon i nedre voksegrense for sukkertare ved Hagaskjeret.



Figur 40. *Nedre voksegrense for sukkertare i perioden 2010–2020.*

Oppsummert for tiårsperioden har vært relativt uendrede forhold for både tangvegetasjon og stor- og fingertarevegetasjon, og en svak økning i dekningsgrad av sukkertare ved Hagaskjeret. Både trådformede opportunister og mosaikk av alger har hatt en relativt høy og økende dekningsgrad gjennom perioden. Nedre voksegrense for sukkertare har variert noe mellom år, men resultatene gir ikke indikasjoner på en negativ utvikling.

JELSAFJORDEN

Utslipp til fjorden

Jelsafjorden har ikke noen registrerte oppdrettslokaliteter, men grenser til vannforekomstene Nedstrandsfjorden, Hjelmelandsfjorden og Erfjorden, som alle har oppdrettsvirksomhet. Det er registrert ett utslipp fra avløpsanlegg i Miljødirektoratets kartverktøy Miljøatlas, og trolig er det også noen mindre utslipp fra privatboliger og lignende. Utslipp til Nedstrandsfjorden er beskrevet i eget kapittel.

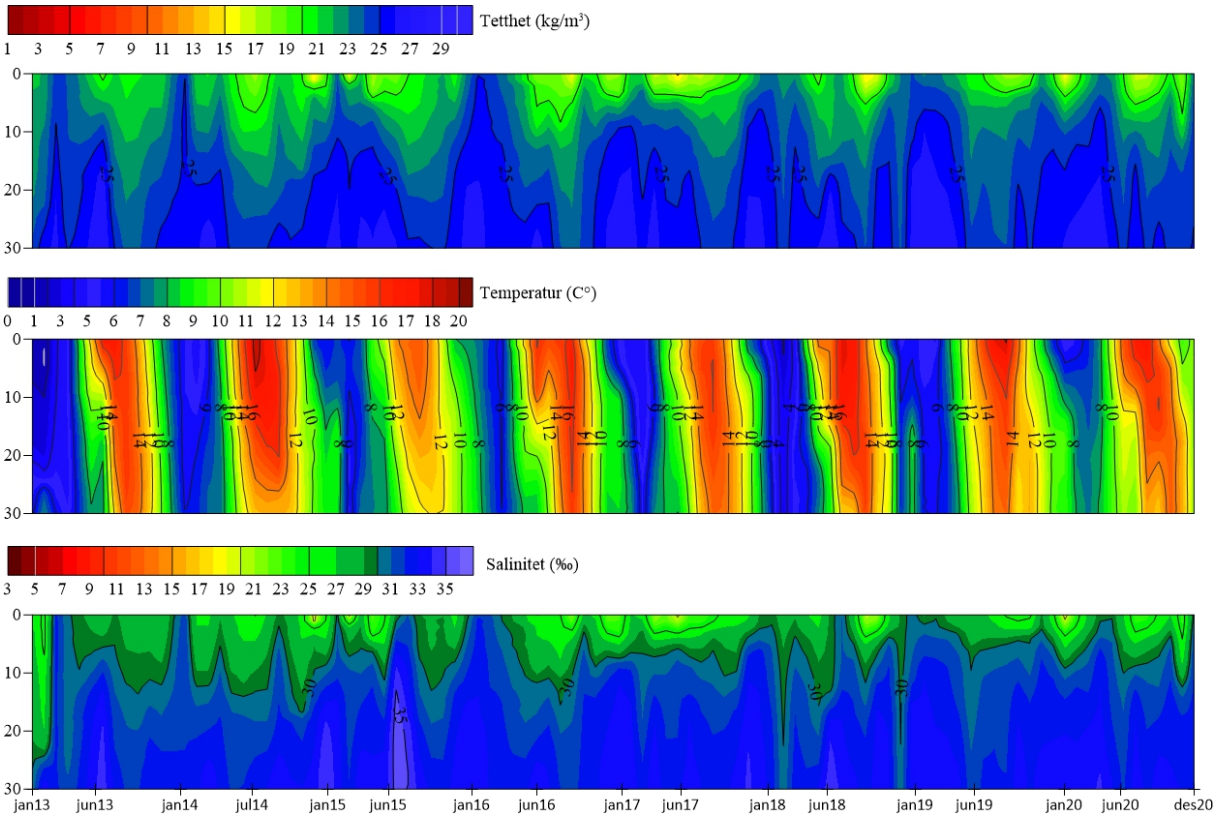
Erfjorden har 4 oppdrettslokaliteter i 2020, der ett anlegg er et landbasert settefiskanlegg. Anleggene i sjø har en samlet MTB på 4000 tonn. I 2010 var det også 2 sjøanlegg og samlet MTB var den samme (portal.fiskeridir.no). I følge portal.fiskeridir.no hadde Erfjorden en gjennomsnittlig biomasse på 853 tonn/mnd. i perioden 2015–2016, noe som tilsvarte 63,2 tonn/km^2/mnd., mens den i 2017–2018 hadde en gjennomsnittlig biomasse på 1217 tonn eller 90,1 tonn/km^2/mnd. I 2019–2020 var den gjennomsnittlige biomassen fra akvakultur 902 tonn eller 66,8 tonn/km^2/mnd. Det er registrert utslipp fra 4 mindre avløpsrenseanlegg i Miljødirektoratets kartverktøy (miljøatlas.miljødirektoratet.no.).

Hjelmelandsfjorden har 2 lokaliteter i 2020 med en samlet MTB på 10 620 tonn. I 2010 var det også 2 anlegg med en samlet MTB på 7200 tonn. Det har vært en økning i samlet MTB over perioden. Etter portal.fiskeridir.no hadde Hjelmelandsfjorden en gjennomsnittlig biomasse på 3 162 tonn/mnd. i perioden 2015–2016, noe som utgjorde 109,8 tonn/km^2/mnd., mens den i 2017–2018 hadde en gjennomsnittlig biomasse på 3 390 tonn eller 117,8 tonn/km^2/mnd. I 2019–2020 var den gjennomsnittlige biomassen fra akvakultur 2752 tonn eller 95,6 tonn/km^2/mnd. Det er i Miljødirektoratets kartverktøy (Miljøatlas.miljødirektoratet.no) registrert utslipp til Hjelmelandsfjorden fra flere mindre avløpsrenseanlegg.

Vannkvalitet

Hydrografi

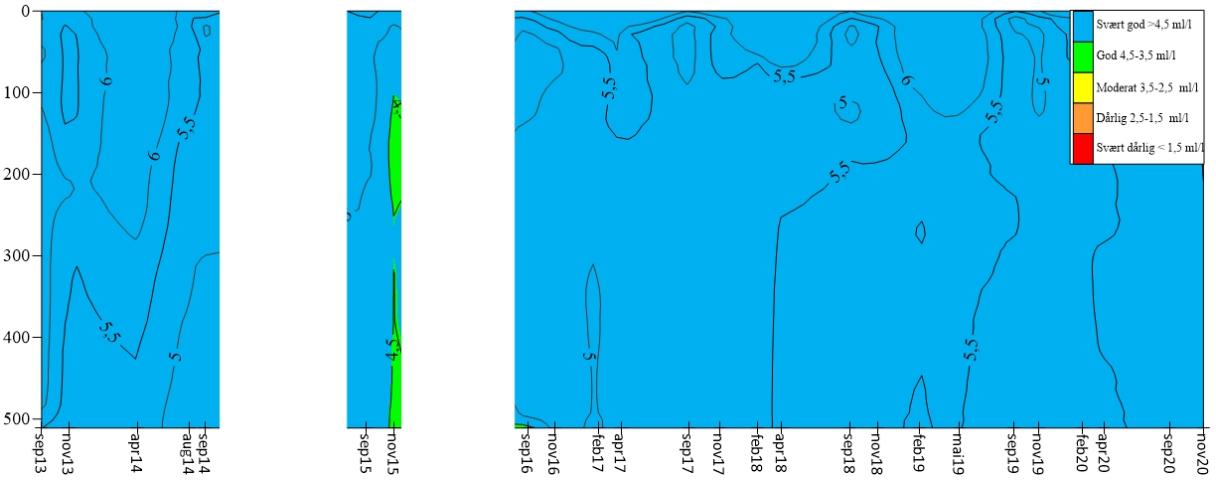
På stasjon J i Jelsafjorden var det et ca. 10 m dypt overflatelag med lavere salinitet og tetthet gjennom hele perioden, men i kortere perioder vinteren 2013, 2014, 2016 og sommeren 2014 og 2018 hadde hele vannsøylen salinitet over 30 ‰, mens i andre perioder gikk lavsalinitetslaget ned mot 20 m dyp (**figur 41**). Perioder uten tydelig lagdeling, der saliniteten er relativt høy gjennom hele vannsøylen, henger trolig sammen med perioder der vind og strømforhold fører til økt omrøring i overflaten. Temperaturmålingene viste årstidsvariasjon med vintertemperaturer på 5–7 °C og sommertemperaturer på 14–16 °C. Vinteren 2019/2020 gikk ikke det kalde overflatelaget dypere enn 15 m dyp.



Figur 41. *Konturplott av tetthet (kg/m^2), temperatur (°C) og salinitet (‰) i vannsøylen i Jelsafjorden (J). Y-akse viser dybdeintervallet 0–30 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Fargeskalaen er relativ, med lilla for de laveste verdiene og rød for de høyeste for temperatur, og motsatt for tetthet og salinitet. Se også figurtekst* ***figur 8****.*

Oksygeninnhold

Oksygeninnholdet i vannsøylen var høyt og innen tilstandsklasse "svært god" fra overflaten og ned til bunnen på ca. 511 m dyp, med unntak ved en målerunde i november 2015, da oksygeninnholdet var i tilstandsklasse "god" dypere enn 100 m (**figur 42**). Gjennom store deler av perioden har oksygenkonsentrasjonen gjennom hele vannsøylen vært over 5 ml/l. Dette tyder på god vannutskifting i fjorden.



Figur 42. *Konturplott av oksygeninnhold (ml/l O_2) i vannsøylen i Jelsafjorden (J). Y-akse viser dyp fra 0 til 511 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Se også figurtekst i* ***figur 9****.*

Klorofyll

Klorofyllnivået var for det meste lavt, med gjennomsnittskonsentrasjoner innenfor tilstandsklasse "svært god" (**figur 43**). Det var enkelte unntak, som sommer/tidlig høst 2014, da gjennomsnittskonsentrasjonen var innen tilstandsklasse "moderat", og standardavviket viser at det var stor variasjon mellom enkeltmålinger. Klorofylldata fra CTD-målingene fra de øverste 30 metene av vannsøylen viste konsentrasjoner tilsvarende "dårlig" tilstand mellom 8 og 10 m dyp. Dette er trolig et tegn på en algeoppblomstring. I tillegg viste resultatene fra enkelte tidspunkt våren 2010, 2011 og 2012 gjennomsnittskonsentrasjoner i "god" tilstand, og relativt stor variasjon mellom enkeltmålinger, noe som trolig viser mindre sesongmessige oppblomstringer av planktoniske alger.

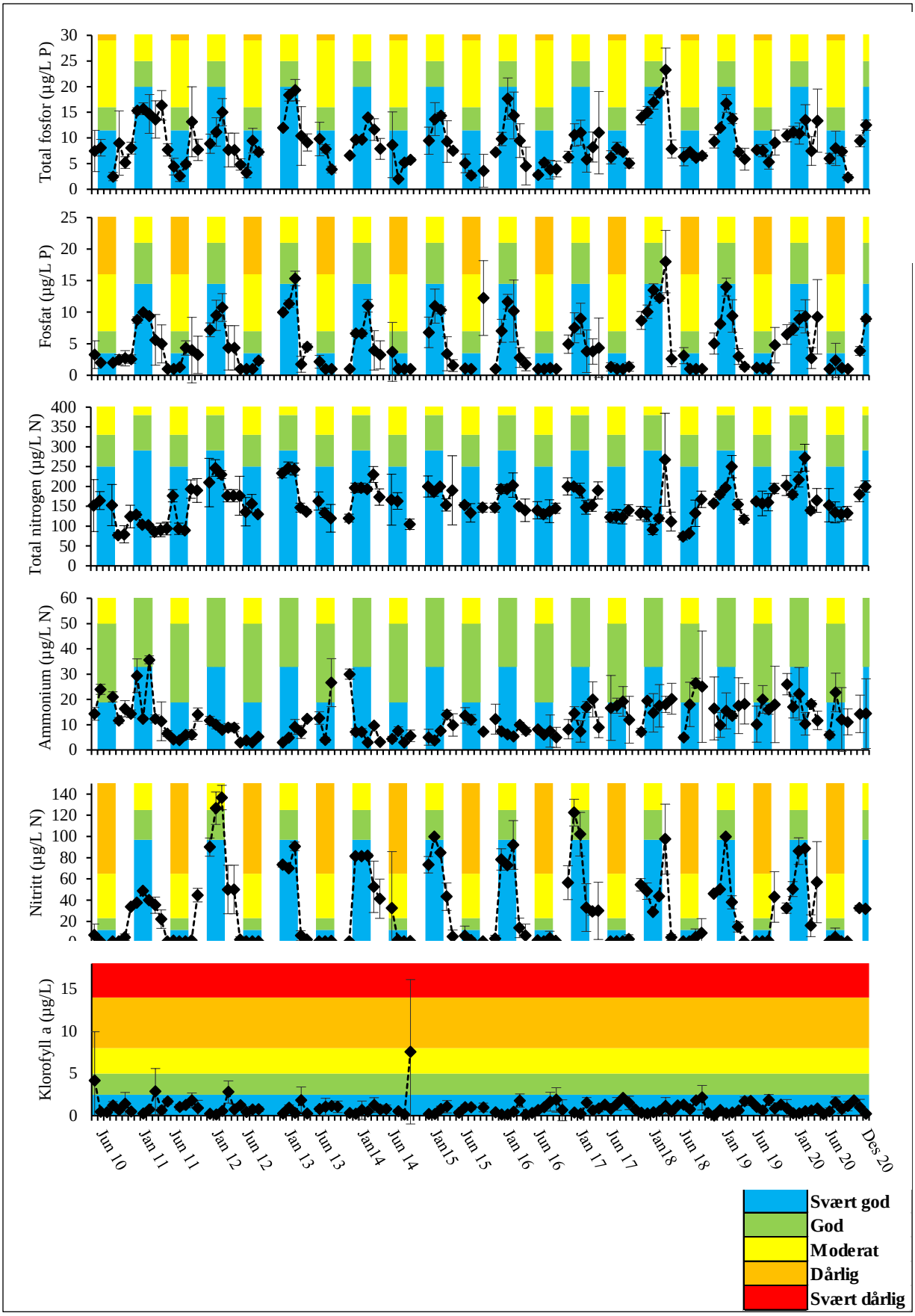
Næringssalt

Det gjennomsnittlige innholdet av næringssaltene total fosfor, fosfat, totalt nitrogen, ammonium og nitritt i vannsøylen i Jelsafjorden har i hovedsak havnet i tilstandsklasse "svært god" eller "god" i periodene for tilstandsklassevurdering mellom 2010–2020 (**figur 43**). Unntaket var nitritt, som hadde enkelte gjennomsnittskonsentrasjoner i tilstandsklasse "moderat" vinteren 2012.

Gjennomsnittlig sommer- og vinterkonsentrasjon for total fosfor, fosfat, og total nitrogen lå innenfor tilstandsklasse "svært god" gjennom hele tiårsperioden (**tabell 13**). Det samme gjorde gjennomsnittlig vinter- og sommerkonsentrasjon av nitritt og ammonium, med unntak av nitritt vinteren 2012 og sommeren 2014, og ammonium sommeren 2010, som alle havnet i "god" tilstand. Generelt var det noe høyere innhold av næringssalt i vintermånedene, som et resultat av naturlig sesongvariasjon.

Tabell 13: *Gjennomsnittskonsentrasjon av næringssalt (total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitrat/nitritt) med standardavvik for sommermånedene (juni, juli og august) og vintermånedene (desember, januar og februar) som inngår i perioden for tilstandsvurdering. Gjennomsnittsberegningen er gjort fra konsentrasjoner på 0, 5, 10 og 15 m dyp.*

		Enhet	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Vinter	**Tot-fosfor**	µg/l	-	15	12	17	11	12	14	9,1	17	14	12
	SD		-	2,0	3,4	3,6	2,2	3,1	4,6	3,3	1,9	2,3	2,3
	Fosfat	µg/l	-	9,4	9,1	12	8,1	9,4	9,6	6,7	12	11	8,5
	SD		-	0,6	2,3	2,5	2,3	2,7	3,4	3,5	1,7	3,0	1,9
	Tot-nitrogen	µg/l	-	112	229	241	196	196	197	179	114	209	223
	SD		-	14	36	14	8,8	16	17	27	21	35	45
	Ammonium	µg/l	-	25,8	9,9	5,7	5,8	5,4	6,3	13	14	14	15
	SD		-	11	2,0	3,1	2,3	2,3	1,0	5,1	6,3	5,2	8,1
	Nitritt	µg/l	-	42	118	78	82	86	81	86	40	63	75
	SD		-	5,1	24	9,9	1,4	12	15	44	9,6	28	20
Sommer	**Tot-fosfor**	µg/l	5,3	4,0	6,7	7,2	5,3	3,9	4,0	7,2	6,6	6,8	7,1
	SD		3,3	1,5	3,0	3,1	4,3	1,8	1,4	1,2	1,1	1,5	2,1
	Fosfat	µg/l	2,0	2,2	1,4	1,4	1,9	1,0	1,1	1,1	1,7	1,1	1,5
	SD		0,0	1,7	0,7	0,8	2,7	0,1	0,2	0,4	1,2	0,1	1,6
	Tot-nitrogen	µg/l	159	120	141	139	167	143	136	123	96	160	139
	SD		36	44	24	29	35	19	20	14	33	20	29
	Ammonium	µg/l	23	4,7	4,0	14	5,0	13	7,3	18	17	15	14
	SD		2,4	1,1	1,1	11	2,2	2,5	3,5	7,6	10	6,4	11
	Nitritt	µg/l	1,0	1,2	1,0	1,2	12	4,3	2,4	1,0	2,3	1,3	2,4
	SD		0,0	0,7	0,0	0,2	30,8	6,4	3,7	0,1	4,6	0,7	4,9



***Figur 43**. Linjediagram med gjennomsnittlig innhold av total fosfor, fosfat, totalt nitrogen, ammonium, nitritt og klorofyll a (µg/l) med standardavvik i vannsøylen på stasjon Jelsafjorden (J) i 2020. Se også figurtekst **figur 10**.*

KROSSFJORDEN

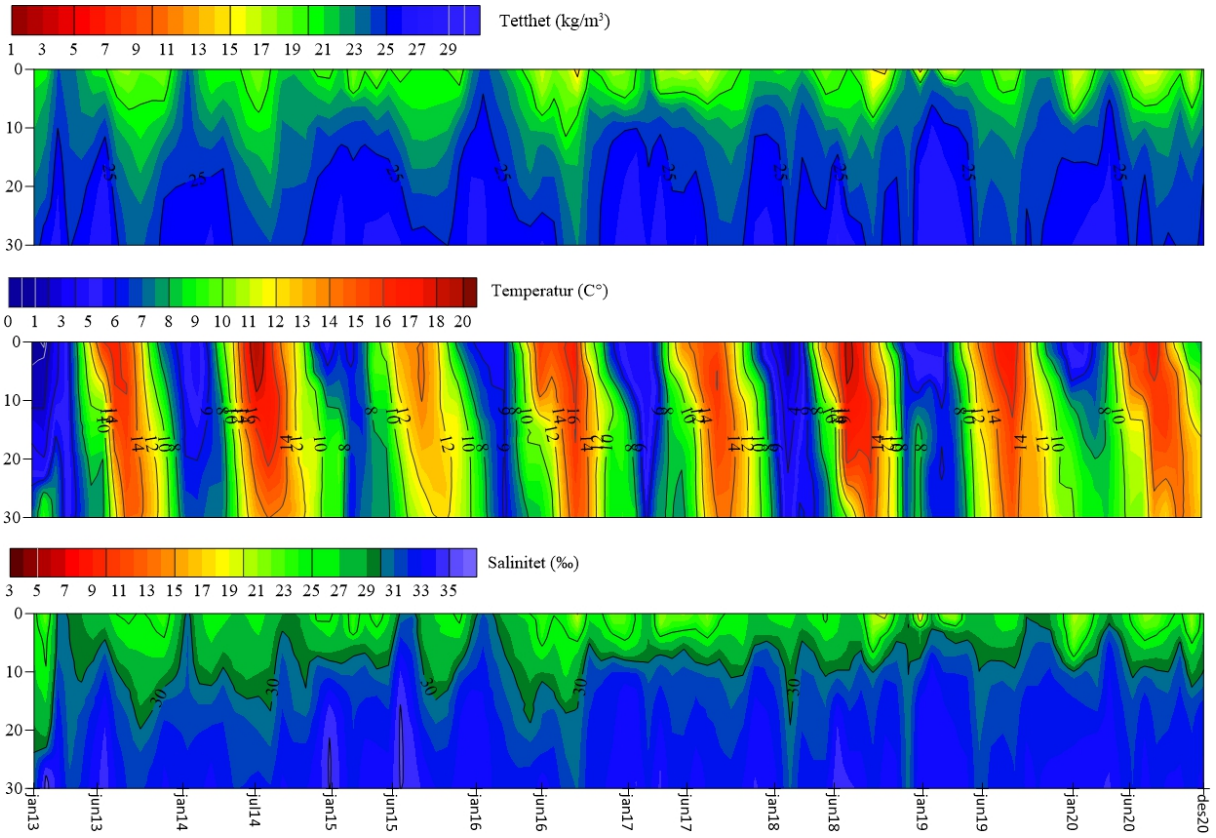
Utslipp til fjorden

I 2020 var det 3 oppdrettslokaliteter i området, med en samlet MTB på 12 960 tonn. I 2010 var det 4 oppdrettslokaliteter med en samlet MTB på 12 480 tonn. Det har vært en marginal økning i den totale tillatte biomassen innenfor vannforekomsten over de siste 10 årene. I følge portal.fiskeridir.no hadde Krossfjorden en gjennomsnittlig biomasse på 3 794 tonn/mnd. i perioden 2015–2016, noe som tilsvarte 75,8 tonn/km^2/mnd., mens den i 2017–2018 hadde en gjennomsnittlig biomasse på 2 770 tonn eller 55,4 tonn/km^2/mnd. I 2019–2020 var den gjennomsnittlige biomassen 3 009 tonn eller 60,1 tonn/km^2/mnd. Det er ikke registrert utslipp fra avløpsrenseanlegg i miljødirektoratets kartverktøy (miljøatlas.miljødirektoratet.no.), men det er trolig noen små utslipp fra for eksempel privatboliger, hytter og jordbruk som ikke kommer fram i kartvertøyet.

Vannkvalitet

Hydrografi

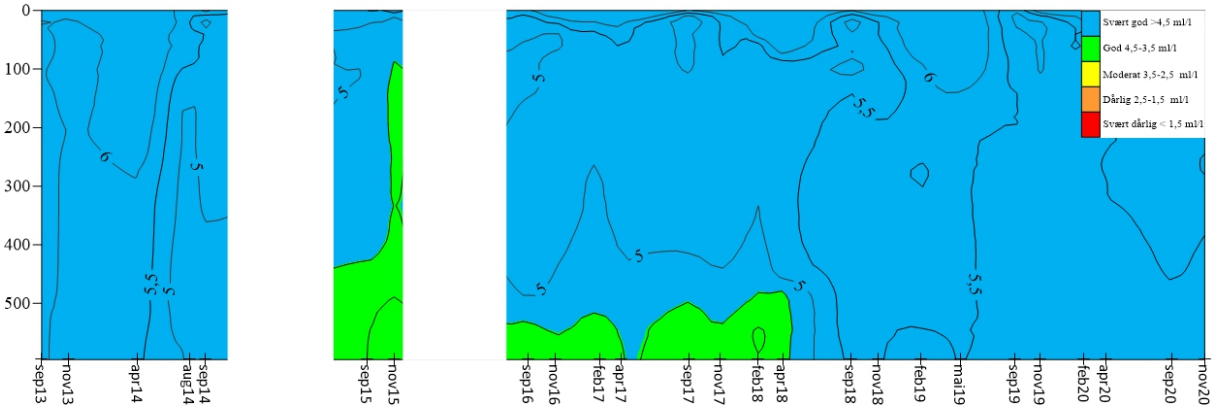
Stasjon C ligger sentralt i vannforekomsten Krossfjorden. Med unntak av enkeltmålinger vinteren 2013, 2014 og 2016, og sommeren 2015 var det en tydelig lagdeling i vannsøylen gjennom hele året, med et overflatelag med noe lavere salinitet og tetthet (**figur 44**). Dette laget var stort sett mellom 5 og 10 m dypt. Saliniteten i overflatelaget var stort sett mellom ca. 25 og 30 ‰. Temperaturen i de øverste 30 m av vannsøylen varierte med årstid fra mellom 5–6 °C i januar og februar som er de kaldeste vintermånedene, til opp mot 18 °C på de varmeste målingene i august–september 2014 og 2018. I januar 2013 var temperaturene under 2 °C ned til 10 m dyp. Vinteren 2020 skilte seg ut ved at det kalde vinterlaget ikke gikk dypere enn ca. 15 m, mens det dypere vannet var 8–10 °C.



Figur 44. *Konturplott av tetthet (kg/m^2), temperatur (°C) og salinitet (‰) i vannsøylen. Y-akse viser dybdeintervallet 0–30 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking i perioden 2013–2020. Fargeskalaen er relativ, med lilla for de laveste verdiene og rød for de høyeste for temperatur, og motsatt for tetthet og salinitet. Se også figurtekst* ***figur 8****.*

Oksygeninnhold

Oksygeninnholdet i vannsøylen i Krossfjorden ved stasjon C har vært innenfor de to beste tilstandsklassene i perioden 2013–2020 (**figur 45**). I september 2015 var oksygenkonsentrasjonen dypere enn 420 m i "god" tilstandsklasse, og i november samme år var konsentrasjonen dypere enn 100 m rett under grensen mellom tilstandsklasse "god" og "svært god". Frem til 2018 var oksygeninnholdet dypere enn 500 m for det meste i "god" tilstand, men våren 2017 kom det litt mer oksygenrikt vann ned til bunnen. Våren 2018 kom det inn mer oksygenrikt vann, og siden har oksygeninnholdet i hele vannsøylen havnet innenfor beste tilstandsklasse. Dette tyder på god vannutskifting i fjorden.



Figur 45. *Konturplott av oksygeninnhold (ml/l O_2) i vannsøylen i Krossfjorden. Y-akse viser dybdeintervallet 0–596 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking i perioden 2013–2020. Se også figurtekst* ***figur 9****.*

Klorofyll

Klorofyllnivået var lavt, med gjennomsnittsverdier innen tilstandsklasse "svært god" eller "god" (**figur 46**). For det meste lå klorofyllinnholdet innenfor beste tilstandsklasse, med lite variasjon mellom enkeltmålinger. Prøvene med gjennomsnittsverdi i god tilstand ble tatt på vår- og sommerhalvåret, og i den perioden var det også større variasjon mellom enkeltmålingene. Disse målingene viser trolig mindre sesongmessige oppblomstringer av planteplankton.

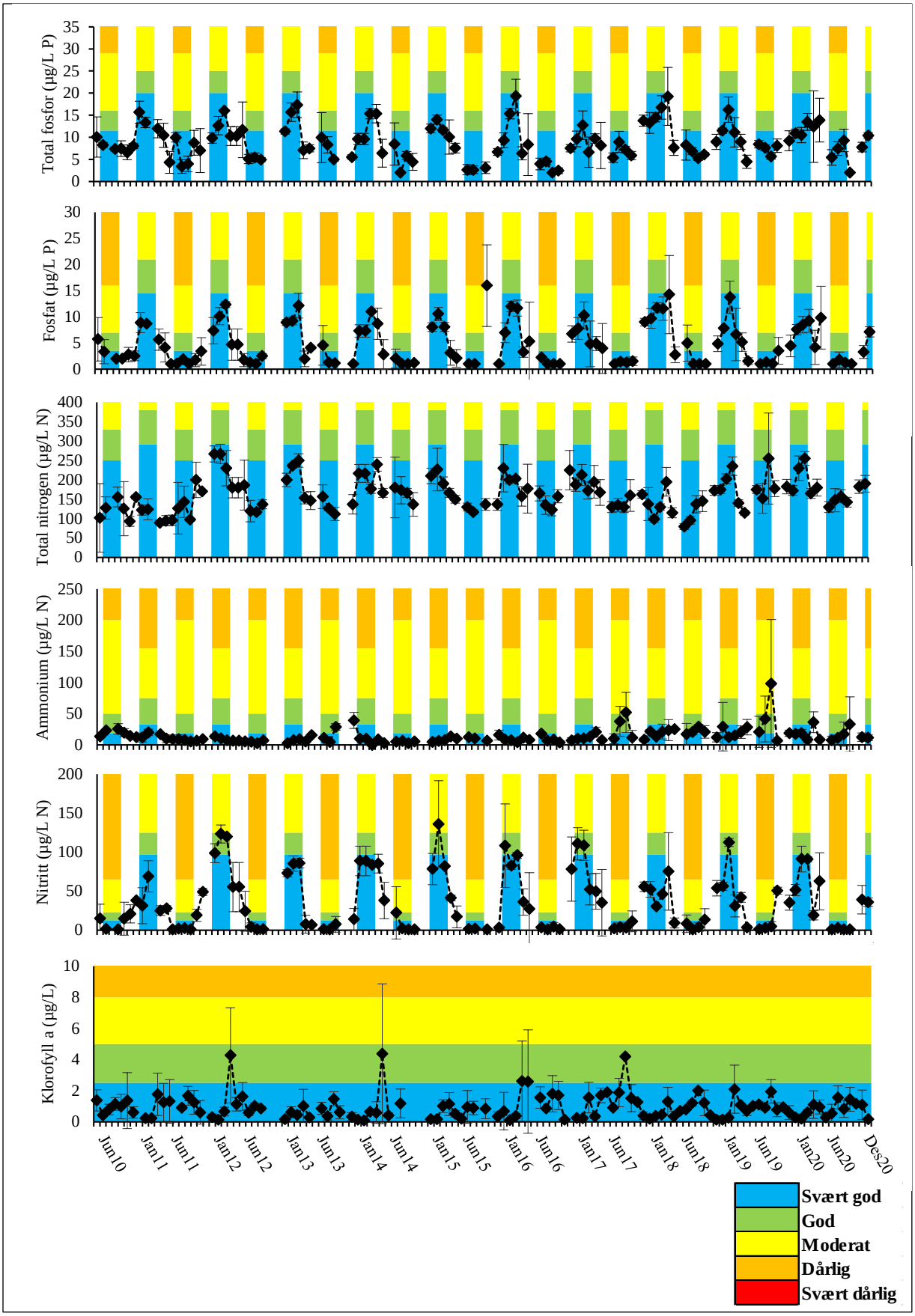
Næringssalt

Gjennomsnittlig innhold av næringssaltene total fosfor, fosfat, totalt nitrogen, ammonium og nitritt var generelt lavt gjennom hele perioden i vannsøylen i Krossfjorden, og i periodene som inngår i tilstandsvurderingen lå gjennomsnittskonsentrasjonen for det meste innenfor tilstandsklassene "svært god" eller "god" (**figur 46**). Det var enkelte unntak, som for nitritt vinteren 2012 og 2015 og ammonium i august 2018, som hadde gjennomsnittskonsentrasjon i tilstandsklasse "moderat". Det var stor variasjon mellom enkeltmålingene ved disse tidspunktene, noe som kan indikere punktforurensinger heller enn forhøyet næringssaltinnhold gjennom vannsøylen. Tilsvarende som andre fjorder i Boknafjorden Nord var nitrittkonsentrasjonen vinteren 2012 stabil rundt grensen mellom tilstandsklasse "god" og "moderat".

Gjennomsnittlig sommer- og vinterkonsentrasjon for total fosfor, fosfat, og total nitrogen lå innenfor tilstandsklasse "svært god" gjennom hele 10-årsperioden (**tabell 14**). Gjennomsnittlig sommer-konsentrasjon av ammonium lå innenfor tilstandsklasse "moderat" i 2019, og "god" i 2010 og 2017–2018, i vintersesongen lå ammoniumkonsentrasjonen i "svært god" tilstand. Nitrittinnholdet var lett forhøyet vinteren 2012 og 2015, med konsentrasjoner innenfor "god" tilstand, mens sommerkonsentrasjonen havnet i beste tilstandsklasse gjennom hele perioden. I sommermånedene var det relativt stor variasjon mellom målingene. Med unntak av sesongvariasjon ser næringssaltinnholdet i de øverste 15 m ut til være relativt stabilt uten klare endringer over perioden, men det kan se ut til at gjennomsnittskonsentrasjonen av ammonium var noe forhøyet gjennom somrene 2017–2019, og nitritt var litt forhøyet i enkelte perioder vinterstid.

Tabell 14: *Gjennomsnittskonsentrasjon av næringssalt (total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitrat/nitritt) med standardavvik for sommermånedene (juni, juli og august) og vintermånedene (desember, januar og februar) som inngår i perioden for tilstandsvurdering. Gjennomsnittsberegningen er gjort fra konsentrasjoner på 0, 5, 10 og 15 m dyp.*

		Enhet	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Vinter	**Tot-fosfor**	µg/l	-	15	13	15	12	13	15	9,7	15	13	12
	SD		-	2,2	2,9	3,2	3,0	1,3	4,9	3,7	2,4	3,4	2,0
	Fosfat	µg/l	-	8,8	9,9	10	8,5	8,9	10	7,6	11	9,4	8,4
	SD		-	1,2	2,6	2,0	2,0	1,5	2,8	3,8	1,9	4,5	1,7
	Tot-nitrogen	µg/l	-	123	254	229	203	209	211	191	122	204	219
	SD		-	19	34	26	26	34	34	27	29	30	41
	Ammonium	µg/l	-	16	11	6,6	6,6	6,3	6,9	11	17	9,6	12
	SD		-	7,1	3,3	3,0	5,3	3,3	3,1	3,7	7,5	21,8	6,9
	Nitritt	µg/l	-	50	114	81	87	99	96	91	43	67	78
	SD		-	28	14	8,9	14	41	29	34	11	37	22
Sommer	**Tot-fosfor**	µg/l	7,8	5,8	5,2	7,7	5,5	2,7	3,5	7,2	6,8	7,3	7,4
	SD		0,7	3,4	0,8	3,7	3,7	0,9	1,4	2,1	2,2	1,4	2,4
	Fosfat	µg/l	2,7	1,3	1,6	2,3	1,3	1,0	1,4	1,2	2,3	1,1	1,4
	SD		1,6	0,5	0,8	2,6	1,0	0,0	0,6	0,5	2,7	0,2	0,9
	Tot-nitrogen	µg/l	142	123	124	132	173	128	141	132	104	194	145
	SD		29	44	18	27	44	13	26	14	29	79	23
	Ammonium	µg/l	25	7,6	5,1	15,1	4,9	12	11	33	22	54	12
	SD		5,5	3,8	2,4	11	1,6	1,7	5,4	28	11	68	12
	Nitritt	µg/l	1,3	1,8	2,0	3,2	8,4	1,7	3,0	3,0	4,4	2,9	1,6
	SD		0,7	1,5	3,0	5,9	20	1,1	3,2	3,7	7,2	4,1	2,1



***Figur 46**. Linjediagram med gjennomsnittlig innhold av total fosfor, fosfat, totalt nitrogen, ammonium, nitritt og klorofyll a (µg/l) med standardavvik i vannsøylen i Krossfjorden mellom 2010 og 2020. Se også figurtekst **figur 10**.*

VINDAFJORDEN

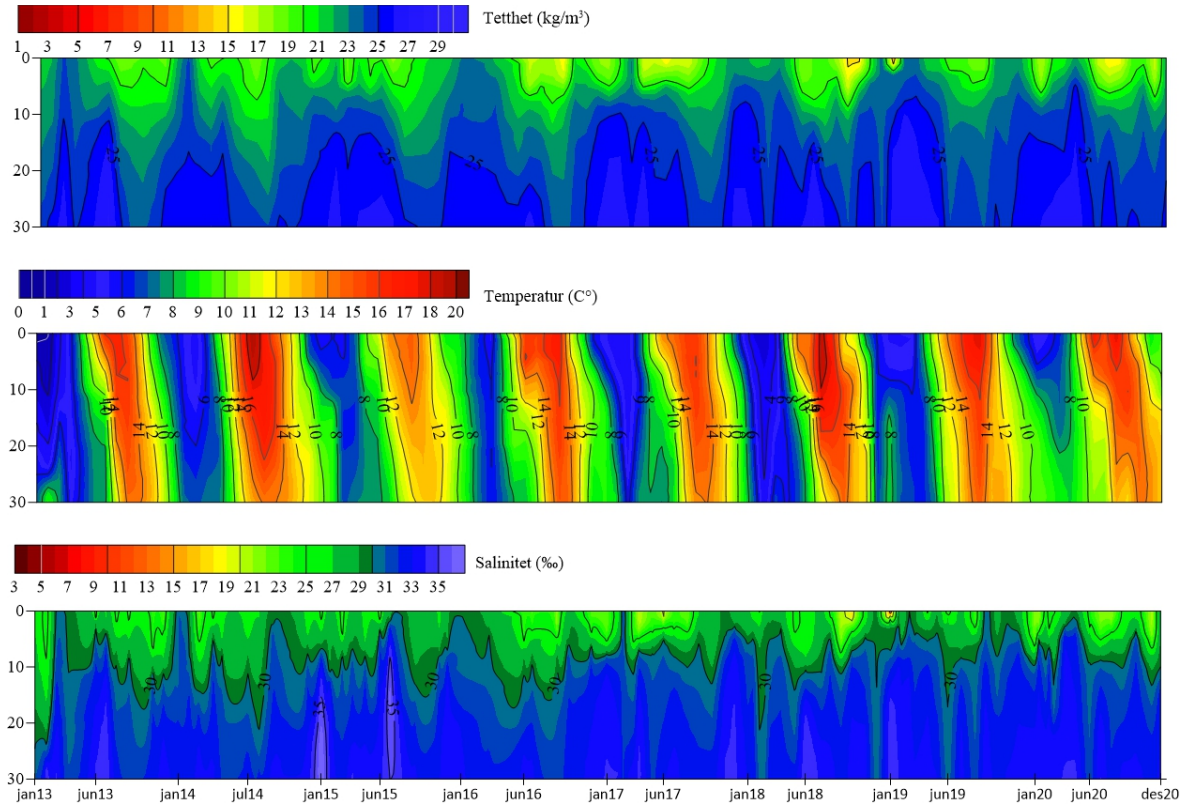
Utslipp til fjorden

I denne delen av fjorden var det i 2020 tre oppdrettsanlegg med en samlet tillatt biomasse (MTB) på 10 620 tonn (portal.fiskeridirektoratet.no). I 2010 var det fire oppdrettsanlegg i området med en samlet MTB på 10 140 tonn, så det har vært en svak økning av tillatt biomasse i vannforekomsten gjennom de siste 10 årene. Ifølge Fiskeridirektoratet hadde vannforekomsten en biomasse per måned på 2 139 tonn eller 64,6 tonn/km^2/mnd. i 2015–2016, mens den i 2017–2018 hadde en biomasse per måned på 3 520 tonn eller 106 tonn/km^2/mnd. og i 2019–2020 3169 tonn eller 95,6 tonn/km^2/mnd. I tillegg er det et landbasert yngleanlegg for Kveite i området som har utslipp til fjorden. Det er ikke registrert utslipp fra avløpsrenseanlegg i miljødirektoratets kartverktøy (miljøatlas.miljødirektoratet.no), men det har trolig vært noen små utslipp fra for eksempel privatboliger, hytter og jordbruk som ikke kommer fram i miljødirektoratets kartvertøy

Vannkvalitet

Hydrografi

Stasjon B Vindafjorden ligger i nordøstlig del av Vindafjorden. Hydrografimålingene viste ingen klare endringer i forhold i de øverste 30 m av vannsøylen mellom 2013 og 2020. Med unntak av enkeltmålinger vinteren 2013, 2014 og 2016 og sommeren 2015 var det en tydelig lagdeling i vannsøylen gjennom hele året, med et overflatelag med noe lavere salinitet og tetthet (**figur 47**).



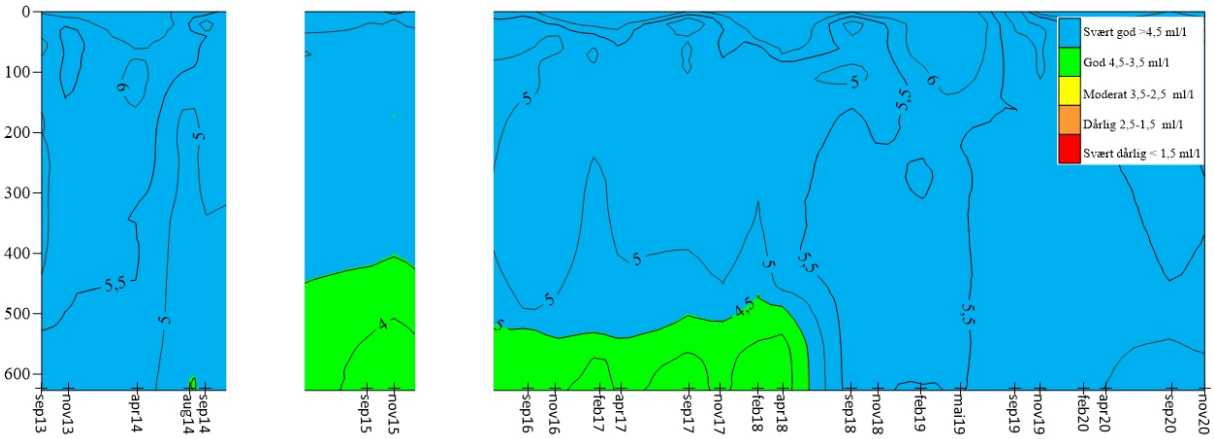
***Figur 47**. Konturplott av tetthet (kg/m^2), temperatur (°C) og salinitet (‰) i vannsøylen. Y-akse viser dybdeintervallet 0–30 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking gjennom perioden. Fargeskalaen er relativ, med lilla for de laveste verdiene og rød for de høyeste for temperatur, og motsatt for tetthet og salinitet. Se også figurtekst **figur 8**.*

Perioder uten tydelig lagdeling henger trolig sammen med perioder der vind og strømforhold fører til økt omrøring ved overflaten. Tykkelsen på dette laget varierte litt, men laget strakk seg stort sett ned mot 10 m dyp. Saliniteten i overflatelaget var stort sett mellom 22 og 30 ‰. Temperaturen i de øverste 30 m av vannsøylen varierte med årstid fra 4–6 °C i januar og februar som er de kaldeste

vintermånedene, til opp mot 18 °C på det varmeste i august–september 2014 og 2018. Vinteren 2020 skilte seg ut ved at det kalde vinterlaget ikke gikk dypere enn ca. 15 m dyp, mens det dypere vannet var 8–10 °C. Tidlig i 2020 var temperaturen noe høyere enn normalen, mens det var mer variasjon i temperaturen vinteren 2015/2016 og i slutten av 2019.

Oksygeninnhold

Oksygeninnholdet i vannsøylen i Vindafjorden ved stasjon B havnet innenfor de to beste tilstandsklassene gjennom perioden (**figur 48**). Frem til høsten 2014 var oksygeninnholdet innen tilstandsklasse "svært god" gjennom hele vannsøylen ned til bunnen på ca. 627 m dyp. Fra høsten 2014 til vinteren 2015/2016 var oksygeninnholdet dypere enn ca. 400 m dyp i tilstandsklasse "god", mellom 2015 og 2018 var dette området smalere, dvs. dypere enn ca. 500 m. Våren 2018 kom det inn mer oksygenrikt vann, og siden har oksygeninnholdet i hele vannsøylen vært innenfor beste tilstandsklasse.



Figur 48. *Konturplott av oksygeninnhold (ml/l O_2) i vannsøylen i Vindafjorden (B). Y-akse viser dybdeintervallet 0–627 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Se også figurtekst* ***figur 9****.*

Klorofyll

Gjennomsnittskonsentrasjonen av klorofyll fra 0, 5, 10 og 15 m dyp var innenfor tilstandsklasse "svært god" eller "god" gjennom hele perioden og det ble ikke observert endring i konsentrasjonsnivået over 10 års-perioden (**figur 49**). Målingene i tilstandsklasse "god" ble gjort i vår- eller sommersesongen, og er trolig knyttet til mindre algeoppblomstringer som er vanlige på de årstidene. Standardavviket viser at det var en del variasjon mellom ulike målinger, spesielt der det var tegn til algeoppblomstring. Dette viser at en generelt ikke har forhøyede klorofyllkonsentrasjoner gjennom de øverste 15 meterne av vannsøylen.

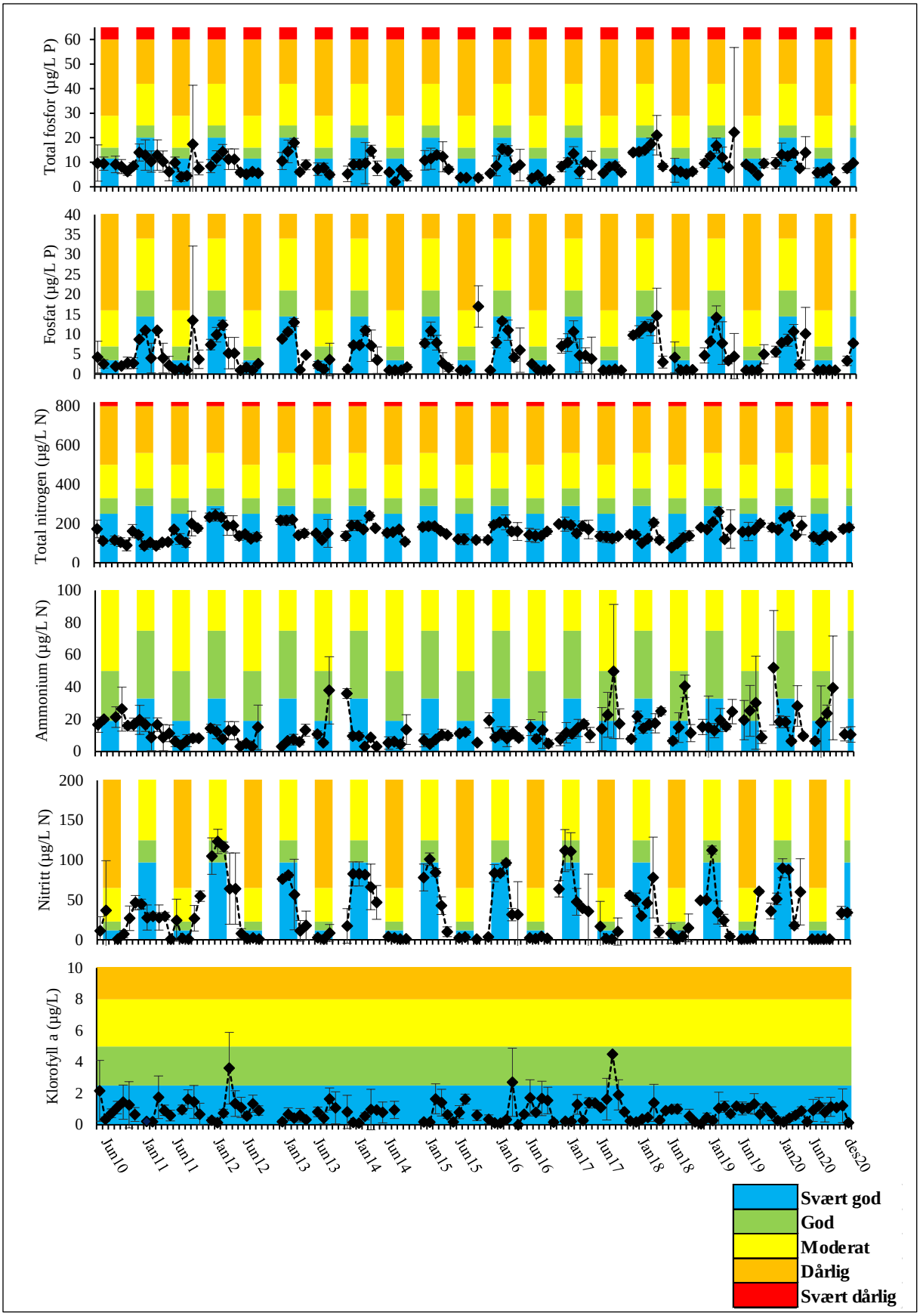
Næringssalt

Gjennomsnittlig innhold av næringssaltene total fosfor, fosfat, totalt nitrogen, ammonium og nitritt i vannsøylen var i all hovedsak lavt i perioden 2010–2020 i Vindafjorden, og gjennomsnittsmålingene lå, med unntak av en nitritt-måling våren 2010, innenfor tilstandsklasse "svært god" eller "god" (**figur 49**). Konsentrasjonene var noe høyere om vinteren enn om sommeren, dette er naturlig sesongvariasjon. De fleste gjennomsnittsverdiene lå i svært god tilstand, men med enkeltmålinger med forhøyede konsentrasjoner.

Gjennomsnittlig sommer- og vinterkonsentrasjon for total fosfor, fosfat, og total nitrogen lå innenfor tilstandsklasse "svært god" gjennom hele tiårsperioden (**tabell 15**). Gjennomsnittlig sommer-konsentrasjon av ammonium lå innenfor tilstandsklasse "god" i 2010 og 2017–2019, mens nitritt-innholdet tilsvarte tilstandsklasse "god" sommeren 2010 og vinteren 2011/2012. I sommermånedene var det relativt stor variasjon mellom målingene. Med unntak av sesongvariasjon framsto næringssaltinnholdet i de øverste 15 m som relativt stabilt, uten klare endringer gjennom perioden, selv om konsentrasjonen av nitritt og ammonium var lett forhøyet i enkelte perioder om somrene.

Tabell 15. *Gjennomsnittskonsentrasjon av næringssalt (total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitrat/nitritt) med standardavvik for sommermånedene (juni, juli og august) og vintermånedene (desember, januar og februar) som inngår i perioden for tilstandsvurdering. Gjennomsnittsberegningen er gjort fra konsentrasjoner på 0, 5, 10 og 15 m dyp.*

		Enhet	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Vinter	**Tot-fosfor**	µg/l	-	12	12	14	9,3	12	13	9,9	16	14	13
	SD		-	4,5	3,6	4,4	4,5	3,2	4,1	3,9	2,2	3,6	2,7
	Fosfat	µg/l	-	7,9	9,9	11	8,5	8,9	11	7,8	11	10	9,1
	SD		-	3,6	2,5	1,9	2,0	2,1	2,8	3,9	1,6	4,4	1,8
	Tot-nitrogen	µg/l	-	111	237	218	183	186	202	180	122	212	212
	SD		-	28	22	16	22	13	23	32	21	41	35
	Ammonium	µg/l	-	15	11	5,6	7,4	6,3	9,4	12,4	18,3	22,2	11,3
	SD		-	8,1	3,8	2,6	3,6	2,5	3,7	4,9	4,4	11,4	6,5
	Nitritt	µg/l	-	34	115	72	82	88	88	90	42	66	76
	SD		-	12	16	25	11	14	8,8	38	10	36	20
Sommer	**Tot-fosfor**	µg/l	9,3	6,1	5,6	6,6	5,0	3,7	3,4	7,4	6,1	7,1	6,4
	SD		2,7	3,2	0,8	2,1	2,3	0,6	1,4	1,8	2,7	2,0	1,5
	Fosfat	µg/l	2,3	1,2	1,8	2,4	1,0	1,0	1,5	1,1	2,1	1,0	1,1
	SD		0,7	0,3	0,9	2,4	0,0	0,0	0,8	0,3	2,6	0,0	0,2
	Tot-nitrogen	µg/l	113	131	134	139	160	120	139	130	101	162	128
	SD		16	36	18	40	12	18	26	23	26	26	21
	Ammonium	µg/l	21	5,6	7,7	18	5,3	12	12	29	21	25	15
	SD		4,2	2,9	8,9	18	2,5	1,7	7,2	29	16	19	15
	Nitritt	µg/l	19	9,2	1,7	4,2	2,6	3,0	2,8	6,5	4,5	1,4	1,0
	SD		44	17,6	1,5	6,6	1,6	2,8	1,8	18,1	8,1	0,8	0,0



***Figur 49**. Linjediagram med gjennomsnittlig innhold av total fosfor, fosfat, totalt nitrogen, ammonium, nitritt og klorofyll a (µg/L) med standardavvik i vannsøylen i Vindafjorden (B) i 2010–2020. Se også figurtekst **figur 10**.*

Sedimentkvalitet

Sedimentet på stasjon B1 (St B-Vind1) på 718 m dyp i det dypeste bassenget i Vindafjorden er finkornet og består hovedsakelig av leire og silt. Innholdet av organisk stoff i sedimentet ble målt til å være nokså lavt, og innholdet av normalisert TOC lå innenfor tilstandsklasse "svært god" i 2011, "moderat" i 2014 og "god" i 2017 (**tabell 16**). Fosforinnholdet var markant høyere i 2014 og 2017 enn i 2011. Innholdet av kobber var relativt lavt, tilsvarende bakgrunnsnivå i 2011 og 2014, og tilstandsklasse "god" i 2017. Innholdet av sink var derimot forhøyet i 2017, med 158 mg/kg, som ligger innenfor tilstandsklasse "moderat". I 2011 og 2014 var innholdet lavere og var innenfor tilstandsklasse "bakgrunn".

Bløtbunnsfauna

Bløtbunnsfauna på stasjonen har gjennomgått endringer i perioden 2010–2020 (**tabell 16**), men havnet ved undersøkelser i 2011, 2014 og 2017 innenfor tilstandsklasse "god". Artsmangfoldet på stasjonen var generelt lavt, men innenfor normalen, og individantallet var normalt, med unntak av 2014, da det var høyt. Det var en blanding av arter som er moderat forurensingstolerante sammen med mange forurensingssensitive arter. Undersøkelsen fra 2014 dokumenterte en noe dårligere tilstand på stasjonen enn undersøkelsene i 2011 og 2017, med en Shannon-indeks innenfor tilstandsklasse "moderat". Individantallet var markant høyere og det var en utpreget dominans av én art, som utgjorde mer enn 50 % av det totale individantallet. Også artsantallet var høyere i 2014 enn de andre år, og det er sannsynlig at økte tilførsler av organiske partikler på sjøbunnen i forkant av undersøkelsen i 2014 førte til midlertidig økt næringstilgang for partikkelspisende og opportunistiske arter i området.

Stasjonen ble også undersøkt tidligere, i 2007 og 2010, under miljøundersøkelser ved oppdrettsanlegget Halsavik. Mens innholdet av organisk stoff og tungmetall i 2007 var nokså likt det som var målt i 2011, var det en avvikende høy verdi for normalisert TOC og en avvikende lav verdi for sink i 2010. Shannon-indeksen viste "god" tilstand både i 2007 og 2010. Siden 2007 har det vært en tydelig økning i både arts- og individantall på stasjonen, selv om tallene var høyere i 2014 enn i 2017.

Tabell 16. *Sedimentkvalitet og bløtbunnsfauna på stasjon B1 (St B-Vind1) i Vindafjorden. Sedimentkvalitet inkluderer andel finstoff (silt og leire) i sedimentet, innhold av organisk stoff som normalisert TOC (nTOC), samt innhold av fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn). Resultater for bløtbunnsfauna inkluderer artsantall (S), individantall (N), og Shannon-Indeks (H') for stasjonen samlet, og NQI1-indeks og middelverdien for nEQR-verdiene for NQI1, ES_{100}, H', ISI_{2012} og NSI. Tilstandsklasser er angitt etter veiledere gyldig til enhver tid (se avsnitt om metoder).*

Stasjon B1	Sedimentkvalitet					Bløtbunnsfauna				
	% leire & silt	nTOC (mg/g)	P (g/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	S ($\bar{G}$)	N ($\bar{G}$)	H' ($\bar{G}$)	NQI1 ($\bar{G}$)	nEQR ($\bar{G}$)
2017	95	21,9 (II)	1,25	39 (II)	158 (III)	22	105	3,39 (II)	0,71 (II)	0,73 (II)
2014	94	31,1 (III)	1,03	28 (I)	130 (I)	33	489	2,48 (III)	0,67 (II)	0,62 (II)
2011	99	16,5 (I)	0,82	19,3 (I)	120 (I)	18	46	3,36 (II)	0,75 (I)	-
2010*	99	31,2 (III)	0,56	18,0 (I)	85 (I)	23	152	3,38 (II)	-	-
2007**	100	19,0 (I)	0,68	21,0 (I)	110 (I)	17	82	3,49 (II)	-	-

* Kilde: Johansen & Hatlen 2010; ** Kilde: Heggøy & Johnsen 2008.

SANDSFJORDEN

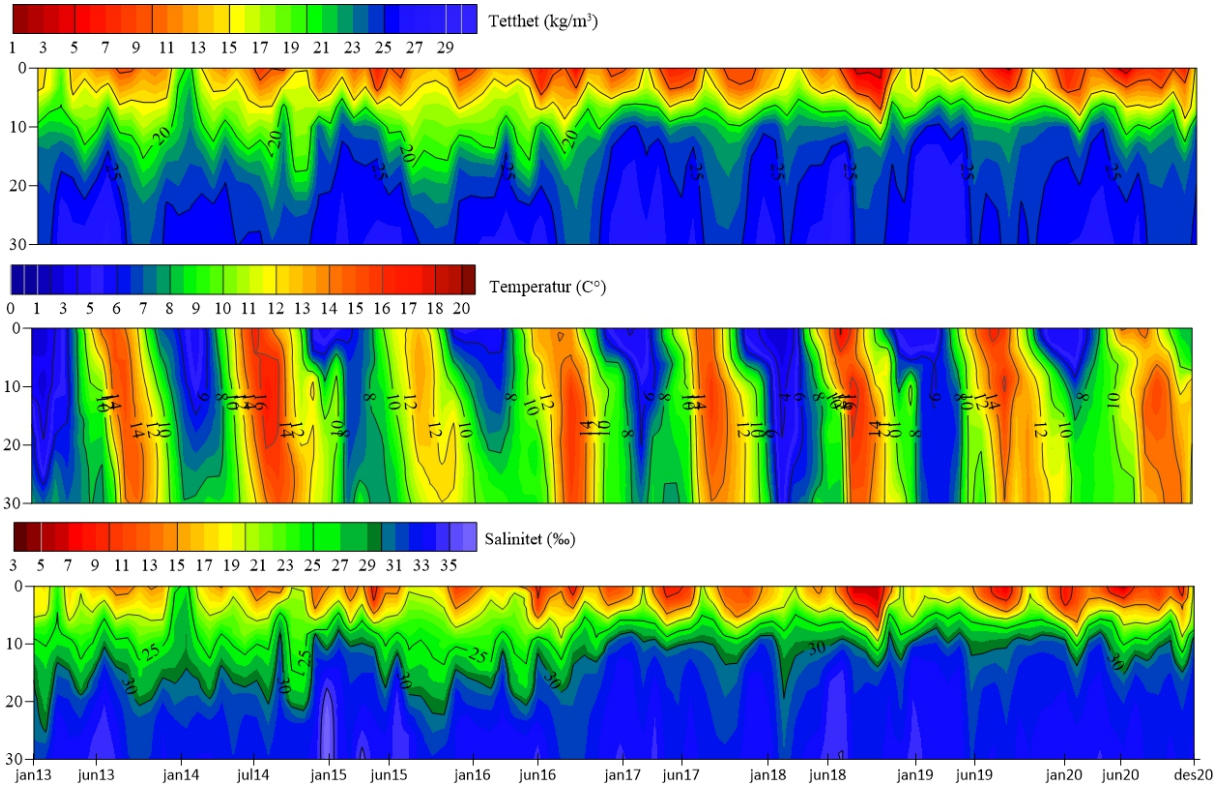
Utslipp til fjorden

I Sandsfjorden var det ikke oppdrettsvirksomhet i perioden 2010–2020, og det er ikke registrert utslipp fra avløpsrenseanlegg i miljødirektoratets kartverktøy (miljøatlas.miljødirektoratet.no). Det er trolig noen små utslipp fra for eksempel privatboliger, hytter og jordbruk som ikke kommer fram i miljødirektoratets kartvertøy. Sandsfjorden går over i Hylsfjorden mot nordøst, og i denne fjorden ligger det to oppdrettsanlegg. Ifølge Fiskeridirektoratet hadde denne vannforekomsten en gjennomsnitts biomasse per måned på 37,9, 39,3 og 33,5 tonn/km^2 i henholdsvis 2015–2016, 2017–2018 og 2019–2020.

Vannkvalitet

Hydrografi

Stasjon A ligger sentralt i det indre bassenget i Sandsfjorden. Det var ingen klar endring i de hydrografiske forholdene i den øverste delen av vannsøylen i perioden 2010–2020 (**figur 50**). Tetthet og salinitet viste enkelte perioder med sterkere ferskvannspåvirkning i overflaten, dette henger sammen med perioder med mer nedbør enn normalt, som for eksempel høsten 2018.

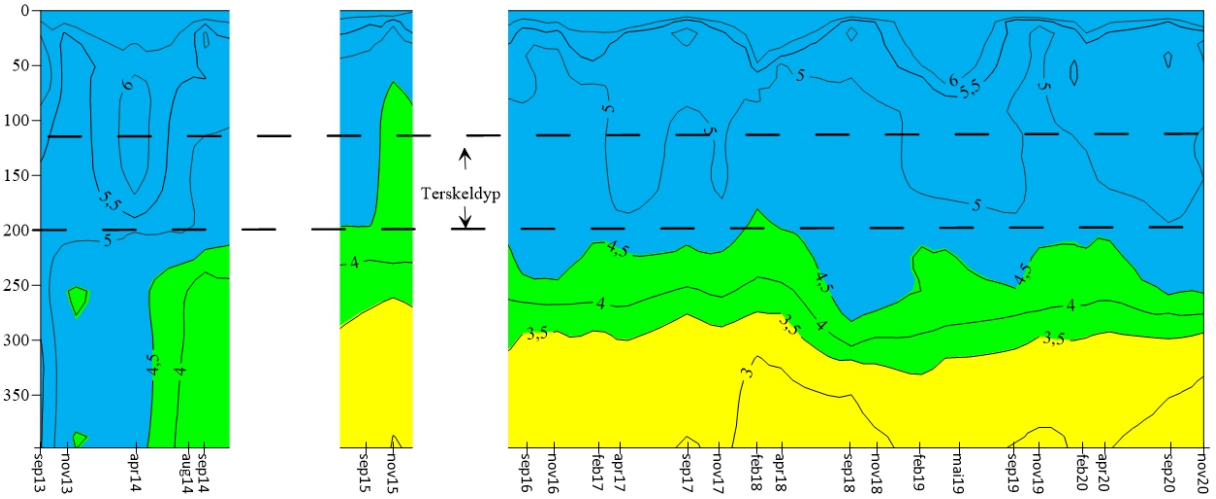


***Figur 50**. Konturplott av tetthet, temperatur og salinitet i vannsøylen i Sandsfjorden (A) mellom 2013 og 2020. Y-akse viser dybdeintervallet 0–30 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Fargeskalaen er relativ, med lilla for de laveste verdiene og rød for de høyeste for temperatur og motsatt for tetthet og salinitet. Se også figurtekst **figur 8**.*

Sandsfjorden ligger i den indre delen av Rogaland, og fjordsystemet har høyere tilførsel av ferskvann fra snøsmelting og nedbørsfelt i indre fjellstrøk. Temperaturen viste klare årstidsvariasjoner gjennom perioden med høye temperaturer i juli–september og lave temperaturer i januar–mars. Vintrene 2015–2016 og 2019–2020 skilte seg ut ved at det kalde vinterlaget ikke gikk dypere enn ca. 15 m. Tidlig i 2020 var temperaturen noe høyere enn normalen, mens det var mer variasjon i temperaturen vinteren 2015/2016 og i slutten av 2019 (yr.no).

Oksygeninnhold

Målingene viste en nedadgående trend i oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet i Sandsfjorden mellom 2013 og 2020. Oksygeninnholdet i hele vannsøylen var innenfor beste tilstandsklasse fra september 2013 til april 2014 (**figur 51**). Mellom april og august 2014 sank oksygeninnholdet i nedre del av vannsøylen og oksygenkonsentrasjonen dypere enn ca. 220 m havnet innenfor "god" tilstandsklasse. Mellom september 2014 og september 2015 sank oksygeninnholdet i bunnvannet til "moderat" tilstandsklasse noe som har vært gjeldende dypere enn ca. 300 m gjennom resten av perioden. Oksygenkonsentrasjonen er også svakt nedadgående med tiden. Det er flere terskler i Sandsfjorden, der den grunneste ligger på ca. 110 m dyp i ytre del av Midtsund. Lenger inne i Sandsfjorden ved Omsmaneset er det en terskel på ca. 200 meter dyp. Denne ligger ikke langt fra stasjonen og virker å være den som påvirker oksygennivået i området mest. I det meste av perioden ligger oksygeninnholdet over terskelen i beste tilstandsklasse.



***Figur 51**. Konturplott av oksygeninnhold (ml/l O_2) i vannsøylen i Sandsfjorden (A). Y-akse viser dybdeintervallet 0–398 m og x-akse viser tidspunkt for prøvetaking. Se også figurtekst **figur 9**.*

Klorofyll

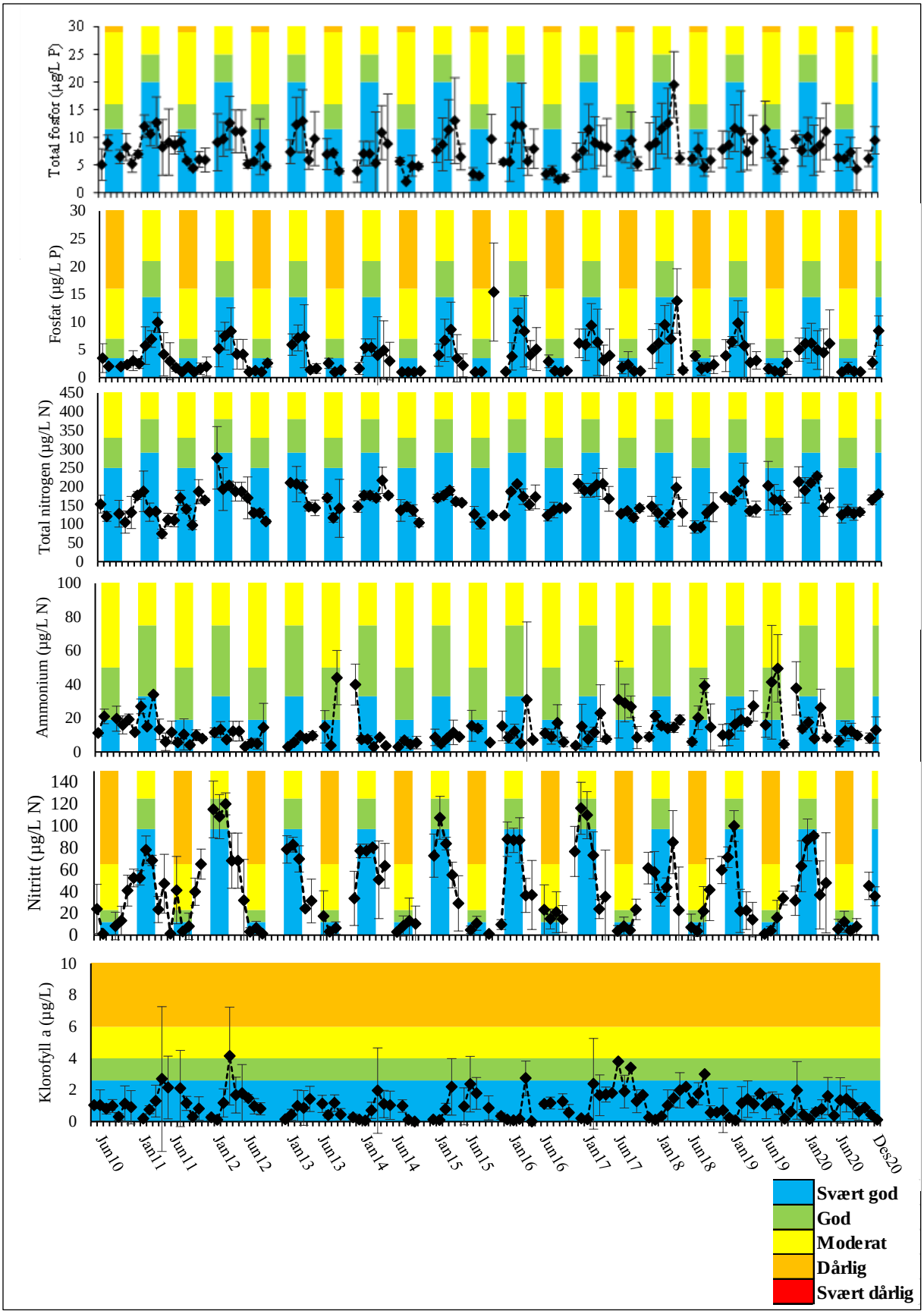
Gjennomsnittskonsentrasjonen av klorofyll fra 0, 5, 10 og 15 m dyp var for det meste innenfor tilstandsklasse "svært god" eller "god" gjennom hele perioden og det er ingen tegn til endringer over tid gjennom perioden (**figur 52**). Målingene i tilstandsklasse "god" ble gjort i vår- eller sommersesongen, og er trolig knyttet til mindre algeoppblomstringer som er vanlige på den årstiden. I mars 2012 lå gjennomsnittskonsentrasjonene i tilstandsklasse "moderat", denne målingen er trolig også knyttet til en algeoppblomstring. Standardavviket viser at det er en del variasjon mellom de ulike målingene, spesielt der en har tegn til algeoppblomstring. Dette viser at det generelt ikke har vært forhøyet klorofyllkonsentrasjon gjennom de øverste 15 m, men med enkelte mindre dybdebegrensete oppblomstringer.

Næringssalt

Gjennomsnittlig innhold av næringssaltene total fosfor, fosfat, totalt nitrogen, ammonium og nitritt i vannsøylen var i all hovedsak lavt i perioden 2010–2020 i Sandsfjorden, med gjennomsnittsverdier innen tilstandsklasse "svært god" eller "god" (**figur 52**). Gjennomsnittlig sommer- og vinter-konsentrasjon for total fosfor, fosfat og total nitrogen havnet innenfor tilstandsklasse "svært god" gjennom hele tiårsperioden (**tabell 17**). Gjennomsnittlig sommerkonsentrasjon av ammonium havnet i tilstandsklasse "god" i 2010, 2013 og 2017–2019, mens nitrittinnholdet tilsvarte tilstandsklasse "god" sommeren 2011 og 2016 og vinteren 2011/2012 og 2016/2017. I sommermånedene var det relativt stor variasjon mellom målingene. Med unntak av sesongvariasjoner var det ingen klare endringer i konsentrasjonene over perioden, selv om gjennomsnittskonsentrasjonen for nitritt og ammonium var noe forhøyet i enkelte perioder, spesielt i sommersesongen.

Tabell 17. *Gjennomsnittskonsentrasjon av næringssalt (total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitrat/nitritt) med standardavvik for sommermånedene (juni, juli og august) og vintermånedene (desember, januar og februar) som inngår i perioden for tilstandsvurdering. Gjennomsnittsberegningen er gjort fra konsentrasjoner på 0, 5, 10 og 15 m dyp.*

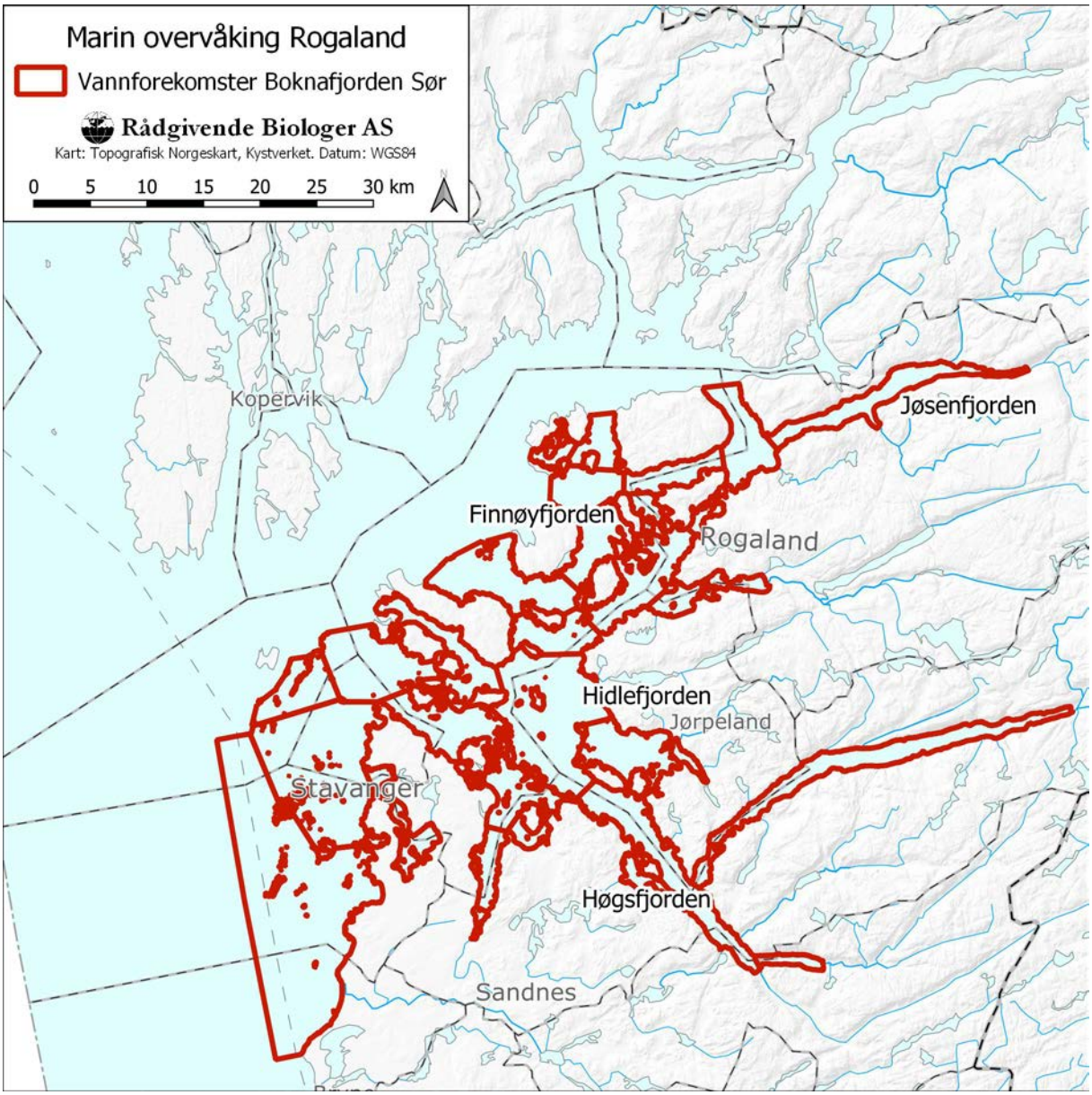
		Enhet	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Vinter	**Tot-fosfor**	µg/l	-	12	10	11	6,5	9,2	9,9	9,3	11	10	8,5
	SD		-	2,9	4,2	4,7	4,9	4,1	5,6	4,2	5,0	4,8	3,6
	Fosfat	µg/l	-	7,5	7,0	6,8	4,9	6,5	7,5	7,3	7,6	7,3	5,8
	SD		-	2,8	3,3	3,3	3,7	3,8	4,6	4,4	4,5	4,3	3,0
	Tot-nitrogen	µg/l	-	151	224	206	174	179	189	195	120	188	209
	SD		-	40	64	26	10	13	18	22	18	34	25
	Ammonium	µg/l	-	25,3	10,7	6,1	6,0	7,2	8,7	11	16	9,4	12
	SD		-	8,6	3,8	3,0	2,7	3,2	4,1	8,1	3,8	7,6	4,6
	Nitritt	µg/l	-	66	114	77	78	88	87	100	45	64	80
	SD		-	13	18	11	4,8	21	14	28	15	36	20
Sommer	**Tot-fosfor**	µg/l	7,7	6,5	6,2	6,0	4,2	3,2	3,2	7,9	6,2	7,6	6,6
	SD		1,8	2,3	3,0	2,2	1,9	0,8	1,0	3,1	2,3	4,1	2,0
	Fosfat	µg/l	2,0	1,3	1,6	1,6	1,0	1,0	1,7	1,8	2,4	1,2	1,3
	SD		0,0	0,5	0,8	0,9	0,0	0,1	1,1	1,4	1,4	0,6	0,7
	Tot-nitrogen	µg/l	124	136	122	143	140	115	135	127	105	177	129
	SD		24	34	13	46	18	21	16	10	24	47	18
	Ammonium	µg/l	20	6,7	8,3	21	4,8	15	12	29	22	36	10
	SD		5,5	5,5	8,8	20	2,2	6,0	7,2	14	15	26	5,2
	Nitritt	µg/l	4,7	17	3,7	9,0	8,1	7,8	20	5,5	11	7,0	7,3
	SD		9,0	24	4,2	14	12	5,6	17	5,9	16	11	7,9



Figur 52. *Linjediagram med gjennomsnittlig innhold av total fosfor, fosfat, totalt nitrogen, ammonium, nitrat og klorofyll-a (µg/L) med standardavvik i Sandsfjorden (A). Se også figurtekst* ***figur 10****.*

SØR FOR BOKNAFJORDEN

Fjordområdene i inndelingen **Sør for Boknafjorden** omfatter de undersøkte vannforekomstene Hidlefjorden, Høgsfjorden, Finnøyfjorden og Jøsenfjorden. En sammenstilling av data i perioden 2010-2022 fremstilles for hver av vannforekomstene.



Figur 53. *Oversikt over vannforekomster Sør i Boknafjorden.*

HØGSFJORDEN

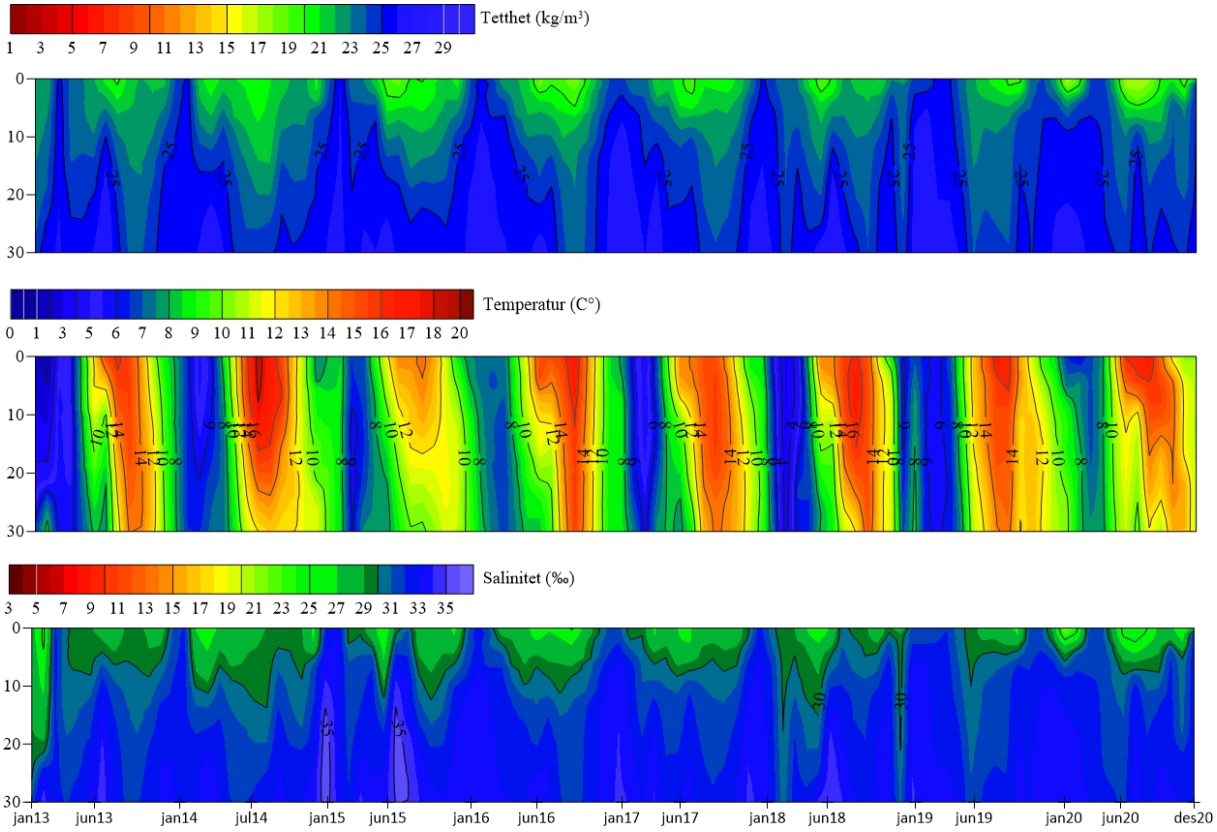
Utslipp til fjorden

I 2020 var det 6 oppdrettslokaliteter i Høgsfjorden, med en samlet MTB på 9 320 tonn. I 2010 var det 4 oppdrettslokaliteter med en samlet biomasse på 6 460 tonn. I følge portal.fiskeridir.no hadde Høgsfjorden en gjennomsnittlig biomasse på 1 347 tonn/mnd. i perioden 2015–2016, noe som tilsvarer 28,7 tonn/km^2/mnd., mens den i 2017–2018 hadde en gjennomsnittlig biomasse på 1 875 tonn/mnd. eller 39,9 tonn/km^2/mnd. I 2019–2020 var den gjennomsnittlige biomassen fra akvakultur 2 868 tonn/mnd. eller 61,1 tonn/km^2/mnd. Det er registrert utslipp fra flere avløpsrenseanlegg i miljødirektoratets kartverktøy (miljøatlas.miljødirektoratet.no.), og i tillegg har det har trolig også vært noen små utslipp fra for eksempel privatboliger, hytter og jordbruk som ikke kommer fram i miljødirektoratets kartvertøy.

Vannkvalitet

Hydrografi

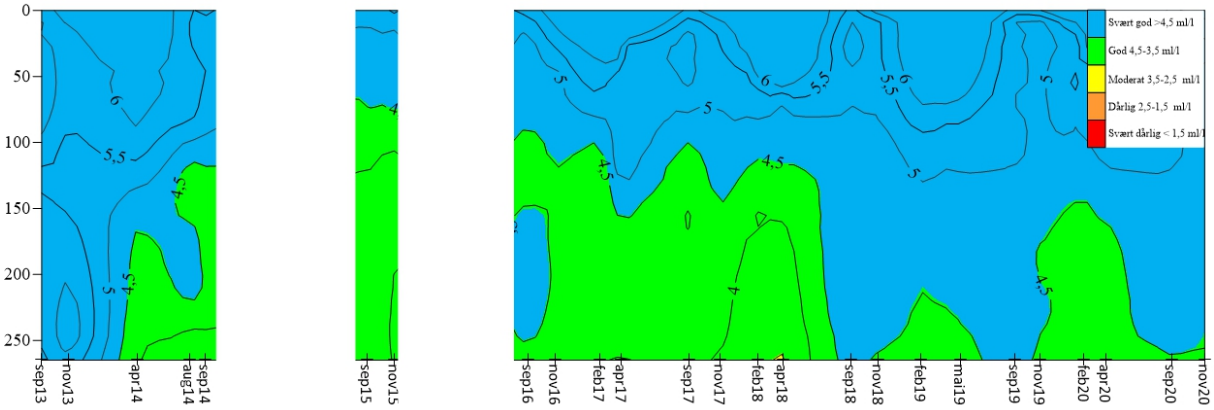
Stasjon G ligger i ytre del av Høgsfjorden. Hydrografimålingene fra Høgsfjorden mellom 2013 og 2020 viste et periodevis lag med noe lavere saltinnhold og tetthet i vannoverflaten, men saliniteten var sjelden under 25 ‰. Brakkvannslaget gikk stort sett ikke dypere enn 10 m, og i perioder om vinteren lå saliniteten over 30 ‰ også i øvre del av vannsøylen (**figur 54**). Dette er trolig perioder der vind og strømforhold førte til økt omrøring i overflaten. Temperaturene varierte typisk mellom 4–8 °C på det kaldeste i januar–februar til 15–18 °C i august–september. Vinteren 2019/2020 skilte seg noe ut ved at det kalde overflate laget ikke gikk like dypt som tidligere år.



Figur 54. *Konturplott av tetthet (kg/m^2), temperatur (°C) og salinitet (‰) i vannsøylen. Y-akse viser dybdeintervallet 0–30 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Fargeskalaen er relativ, med lilla for de laveste verdiene og rød for de høyeste for temperatur, og motsatt for tetthet og salinitet. Se også figurtekst* ***figur 8****.*

Oksygeninnhold

Oksygeninnholdet i vannsøylen i Høgsfjorden (G) lå i tilstandsklasse "svært god" i de øverste 70 m av vannsøylen gjennom hele perioden, mens innholdet mellom tilstandsklasse "svært god" og "god" dypere enn 70 m (**figur 55**). I april 2018 var oksygeninnholdet ved bunnen i tilstandsklasse "moderat". Generelt var det gode oksygenforhold gjennom vannsøylen, men trolig kan det oppstå perioder med redusert oksygeninnhold ved bunnen. Høgsfjorden går over i Horgefjorden og Hidlefjorden, som går videre ut i Talgjefjorden. Denne har en terskel på 125 m ved overgangen til Boknafjorden, og dette kan bidra til periodevis lavere oksygenkonsentrasjon.



Figur 55. *Konturplott av oksygeninnhold (ml/l O_2) i vannsøylen. Y-akse viser dybdeintervallet 0–265 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Se også figurtekst* ***figur 9****.*

Klorofyll

Gjennomsnittlig klorofyllnivå i Høgsfjorden varierte mellom tilstandsklasse "svært god" og "moderat". Det var flest målinger i tilstandsklasse "svært god", men gjennomsnittskonsentrasjoner innen tilstandsklasse "moderat" ble målt i mars og juni 2016, juni 2017, mars 2018 og april 2020, og ved noen av disse tidspunktene var det enkeltmålinger i "dårlig" tilstand (**figur 56**). De forhøyede konsentrasjonene ble alle målt i vår- og sommersesongen og viser kortere algeoppblomstringer. Det var også relativt stor variasjon mellom enkeltmålinger ved flere tilfeller om våren. Dette er trolig et resultat av mindre sesongmessige oppblomstringer av planktonalger.

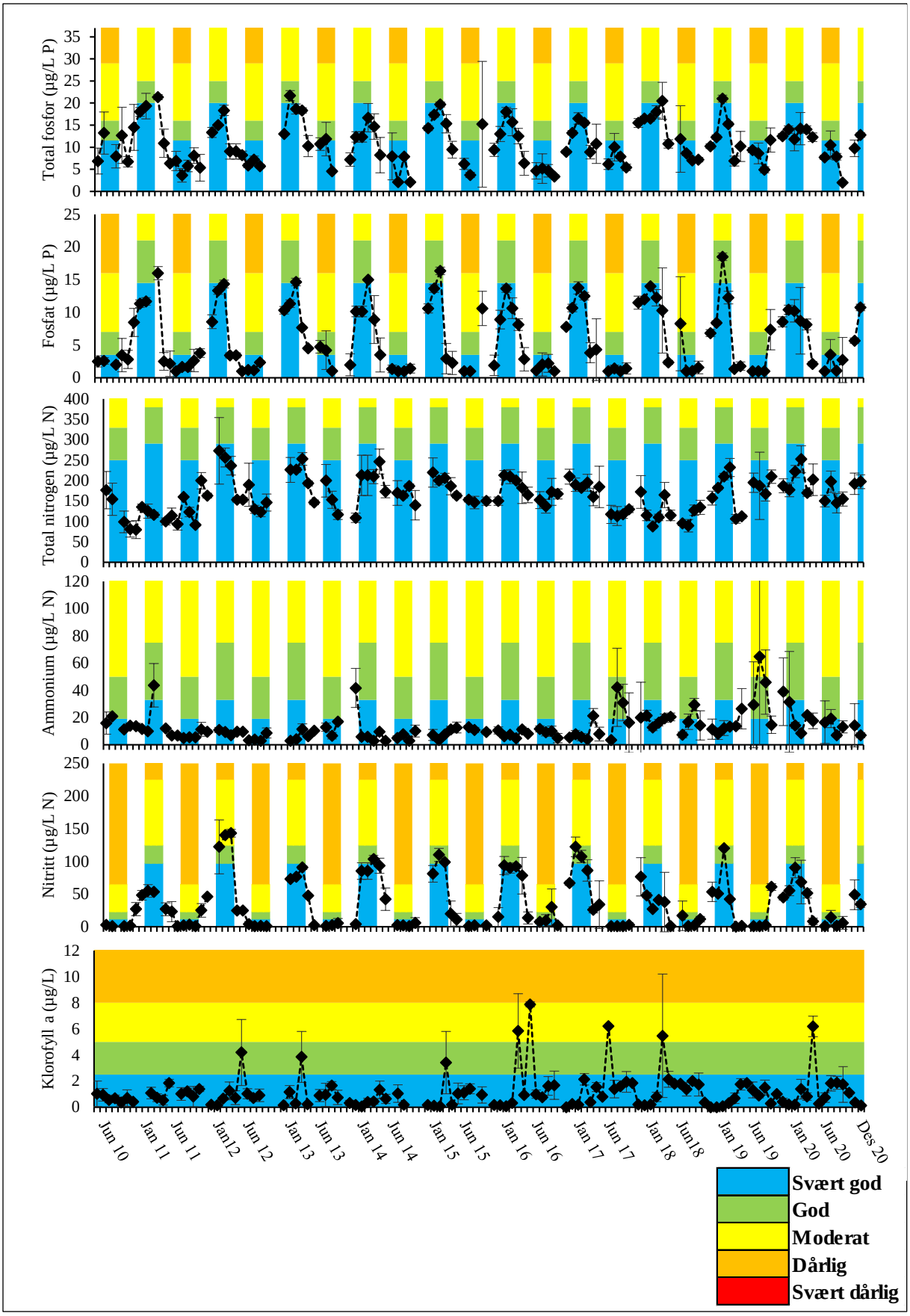
Næringssalter

Innholdet av næringssaltene fosfat, total fosfor, total nitrogen, nitritt og ammonium i øvre del av vannsøylen i Høgsfjorden var generelt lavt gjennom perioden, og i periodene som inngår i tilstandsvurderingen var gjennomsnittskonsentrasjonene for det meste innenfor tilstandsklassene "svært god" eller "god" (**figur 56**). Unntakene var to gjennomsnittskonsentrasjoner av nitritt vinteren 2011/2012 som lå innenfor tilstandsklasse "moderat", og en tredje på grensen mellom "moderat" og god". En gjennomsnittskonsentrasjon av ammonium sommeren 2019 havnet også i tilstandsklasse "moderat", men dette er på grunn av en svært høy verdi på et enkeltdyp heller enn forhøyede konsentrasjoner gjennom vannsøylen.

Gjennomsnittlig sommer- og vinterkonsentrasjon for total fosfor og total nitrogen lå innenfor tilstandsklasse "svært god" gjennom hele 10-års-perioden (**tabell 18**). Gjennomsnittlig vinter-konsentrasjon av nitritt havnet i tilstandsklasse "moderat" i 2012, og vinterkonsentrasjonen og sommerkonsentrasjonen av nitritt i henholdsvis 2017 og 2016, og sommerkonsentrasjonen av ammonium i 2017 og 2019 lå innenfor tilstandsklasse "god".

Tabell 18: *Gjennomsnittskonsentrasjon av næringssalt (total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitrat/nitritt) med standardavvik for sommermånedene (juni, juli og august) og vintermånedene (desember, januar og februar) som inngår i perioden for tilstandsvurdering. Gjennomsnittsberegningen er gjort fra konsentrasjoner på 0, 5, 10 og 15 m dyp.*

		Enhet	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Vinter	**Tot-fosfor**	µg/l	-	19	16	18	14	17	16	15	17	16	13
	SD		-	2,1	2,4	3,9	2,8	2,4	2,8	1,6	1,1	3,8	2,6
	Fosfat	µg/l	-	12	12	12	12	14	11	12	13	13	9,8
	SD		-	0,5	2,8	2,0	2,5	2,5	2,4	1,4	1,1	4,4	2,9
	Tot-nitrogen	µg/l	-	121	256	236	212	209	208	189	104	208	218
	SD		-	13	47	22	36	21	12	15	15	25	38
	Ammonium	µg/l	-	27	9,1	6,2	5,0	6,1	6,2	5,8	17	14	11
	SD		-	21	2,1	4,4	1,5	2,9	1,3	2,6	4,6	4,3	22
	Nitritt	µg/l	-	54	135	80	91	97	92	105	39	71	71
	SD		-	6,2	23	8,3	13	15	8,3	20	9,4	36	25
Sommer	**Tot-fosfor**	µg/l	11	5,4	6,2	9,0	5,9	5,0	4,8	8,0	9,2	7,6	8,7
	SD		4,5	2,1	0,9	4,0	3,9	1,6	2,2	2,4	4,5	2,4	2,2
	Fosfat	µg/l	2,3	1,4	1,6	3,3	1,1	1,0	1,8	1,1	3,4	1,0	1,9
	SD		0,4	0,4	0,6	2,3	0,3	0,0	1,2	0,3	5,2	0,0	1,7
	Tot-nitrogen	µg/l	127	125	133	157	173	150	154	116	104	183	164
	SD		43	30	17	43	19	11	27	18	20	47	32
	Ammonium	µg/l	16	5,3	5,2	12	5,2	12	10	26	18	47	14
	SD		5,4	0,9	3,3	4,9	2,2	1,8	2,9	24	10	57	10
	Nitritt	µg/l	1,0	2,1	1,1	3,0	1,8	1,5	15,6	1,0	6,7	1,5	5,5
	SD		0,0	2,4	0,2	4,4	0,6	1,2	18,8	0,0	14,1	1,0	8,7



***Figur 56**. Linjediagram med gjennomsnittlig innhold av total fosfor, fosfat, totalt nitrogen, ammonium, nitritt og klorofyll a (µg/l) med standardavvik og siktedyp (m) i vannsøylen i Høgsfjorden (G). Se også figurtekst **figur 10**.*

Makroalgesamfunn

Stasjon 12 Vierneset

Stasjonen er plassert på Vierneset i ytre deler av Høgsfjorden og ligger relativt eksponert til ut mot fjorden (***figur* 57**). Transektet har vekslet mellom sand- og steinbunn og fast fjell fra rundt 33-28 m dyp og opp til fjæresonen. Det ligger tre oppdrettslokaliteter med avstander på 1,5 til 3,5 km mot nord, øst og sør for stasjonen. Nærmeste kommunale avløpsanlegg ligger i Viervågen, 0,7 km sør for Vierneset.

Dekningsgrad av makroalgegrupperinger

Tang har vekslet mellom å ikke være til stede og hatt lav forekomst, med dekningsgrad lavere enn 25 % i løpet av tiårsperioden. Det har vært like mange år i ulike deler av perioden uten tangvegetasjon som med tangvegetasjon og det er ingen klar utviklingstrend for forekomst av tang ved Vierneset (**tabell 19**).

Figur 57. *Oversiktsbilde av stasjon 12 Vierneset og nærbilde av fjæresonen.*

Sukkertare langs sjøbunnen opp til Vierneset varierte mellom dekningsgrad på mindre enn 25% til over 75 %. I tiårsperioden har gjennomsnittlig dekningsgrad av sukkertare variert betydelig på stasjonen de fem første årene, men har vært relativt stabil siden 2015 (***figur* 58**). Det var høyest dekningsgrad av sukkertare de to første årene, mens det i 2012 og 2013 var en markant nedgang, for så å ta seg opp igjen i 2014 med høyeste registrerte dekningsgrad. Siden 2014 har det ikke blitt registrert tilsvarende mengder sukkertare som de to første årene av overvåkingsprogrammet, foruten i 2020, det siste undersøkelsesåret i tiårsperioden. Det er ingen tydelig utviklingstrend når en ser på gjennomsnittlig dekningsgrad for transektet, men dekningsgraden for de ulike dybdeintervallene kan indikere en nedadgående trend, da det ikke er registrert dekningsgrader over 75 % i noen dybdeintervaller siden 2015.

For grupperingen **stor-, finger- og butare** har fingertare stort sett vært dominerende i de øverste meterne av sjøsonen, med unntak av i 2011 og 2013. I 2013 var det ikke mulig å se vegetasjonen bak tett vekst av blant annet martaum. I årene 2010 til 2015 ble det registrert mer tare dypere ned langs transektet, som i mindre grad ble observert fra 2015 til 2020. I løpet av tiårsperioden ser det ut til å ha blitt gradvis mindre forekomst av tarevegetasjon dypere ned i transektet, og nedre voksedyp framstår som redusert for stortare. Trolig har dominans av trådformede alger og martaum de siste årene gjort det mer vanskelig å se eventuell tarevegetasjon. Mye trådformede alger som dekker større vegetasjon medfører en del usikkerhet rundt vurdering av utvikling av dekningsgrad langs transektet i perioden.

St 12	Tang										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2				2	1	1	1	1		
2 - 5							1				
5 - 8											
8 - 11											
11 - 15											
15 - 20											
20 - 25											

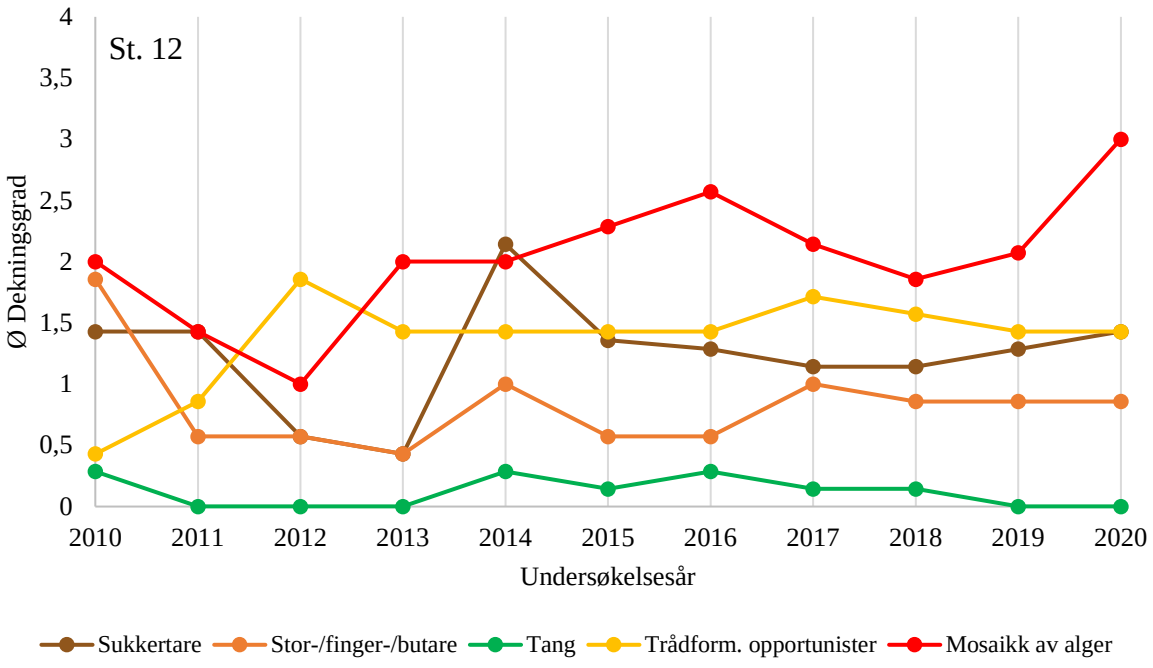
Tabell 19. *Dekningsgrad på stasjon 12 – Vierneset av tang, sukkertare, stor-, finger- og butare, trådformede opportunister og mosaikk av alger i definerte dybdeintervall fra 2010–2020.*

St 12	Sukkertare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2						2	1		1		1
2 - 5					3	1	1	1	1		1
5 - 8	2		1		4	2,5	2	2	1	2	2
8 - 11	2	4	1		3	1	2	2	1	3	2
11 - 15	2	4	1	2	2	1	1	1	2	2	2
15 - 20	3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
20 - 25	1	1			1	1	1	1	1	1	1

St 12	Stor-/finger-/butare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	4		1		3	4	4	4	4	4	4
2 - 5	2	2			2			3	1		
5 - 8			1						1		
8 - 11	1			1	1					1	1
11 - 15	2			2	1					1	1
15 - 20	2	1	1								
20 - 25	2	1	1								

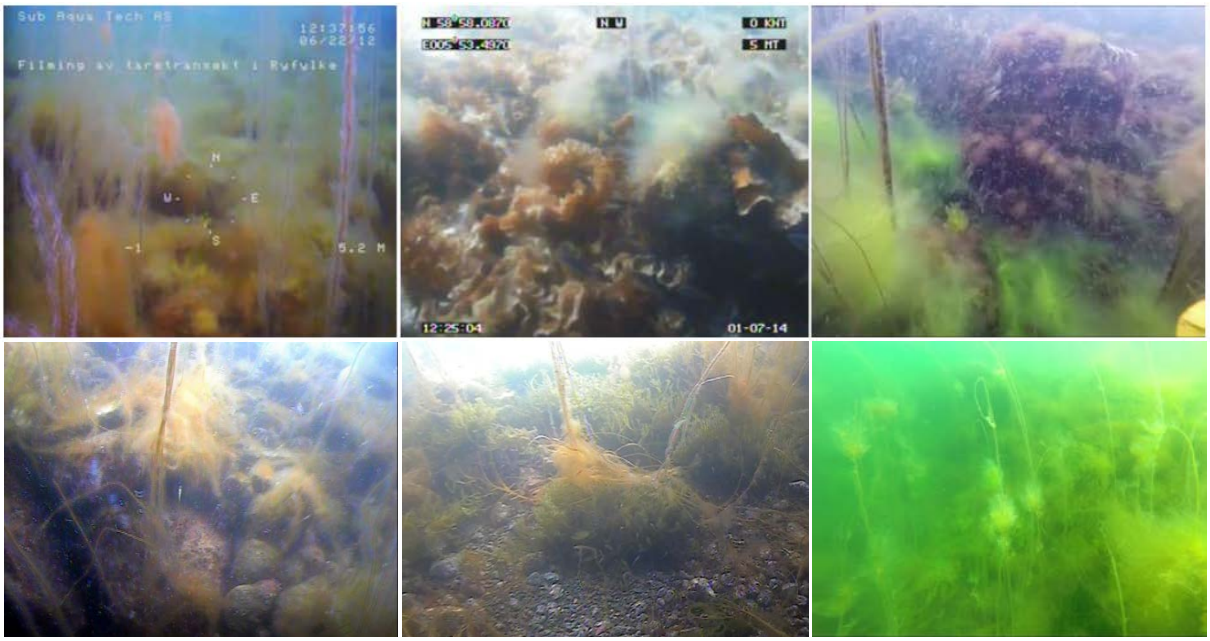
St 12	Trådformede opportunister										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2			2		2	2	1		1	1	1
2 - 5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
5 - 8	1		4	3	2	3	3	3	3	3	3
8 - 11			3	3	2	1	2	3	3	2	2
11 - 15			1	1	1	1	1	2	1	1	1
15 - 20		3						1		1	
20 - 25											

St 12	Mosaikk av alger										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	1	4	1		1	2	2	1	1	3	4
2 - 5	3	3	1		1	2	2	2	3	3	4
5 - 8	2			3	2	2	2	3	2	2	4
8 - 11	2		1	3	2	2,5	3	3	2	2	3
11 - 15	2	1	1	3	2	2	3	3	2	2	3
15 - 20	2	1	2	3	3	2,5	3	2	2	1,5	2
20 - 25	2	1	1	2	3	3	3	1	1	1	1



Figur 58. *Gjennomsnittlig dekningsgrad av makroalgegrupperinger på stasjon 12 – Vierneset i perioden 2010–2020.*

Trådformede opportunister og **mosaikk av alger** har stort sett vært de dominerende grupperingene langs bunnen, og det har stedvis vært vanskelig å se undervegetasjon under trådformede alger og den større trådformede algen martaum. Særlig mosaikk av alger har hatt en markant økning siden 2010. Det var lav dekningsgrad av trådformede alger i 2010 og 2011, men siden da har dekningsgraden vært relativt stabil og høy. Denne stasjonen har gjennom hele perioden gitt inntrykk av eutrofierende forhold med mye trådformede alger. De vanligste artene har vært rødlo, bleiktuste, martaum, vorteflik, silkegrønndusk, sli-arter (Ectocarpales) og pollpryd. Mengden av begge grupperinger har variert noe mellom år, men har generelt økt i løpet av tiårsperioden.

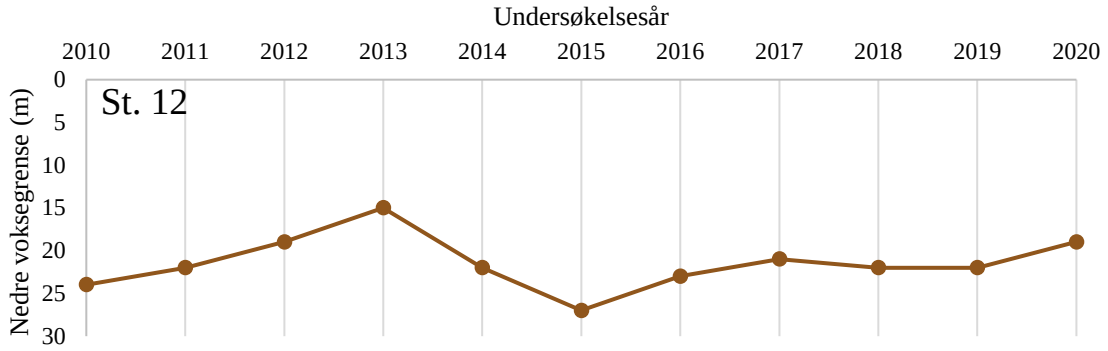


Figur 59. *Bilder fra 5 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*

Figur 60. *Bilder fra 10 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*

Nedre voksegrense for sukkertare

I løpet av en tiårsperiode har nedre voksegrense for sukkertare ved Vierneset variert fra dypeste registrering i 2015 på 27 m dyp og grunneste i 2013 på 15 m dyp. I snitt har nedre voksegrense vært 21,5 m dyp og har vært relativt jevnt de siste fem årene av undersøkelsen. Med utgangspunkt i det første året i undersøkelsen har det vært en svak nedadgående trend for nedre voksegrense, selv om det i 2015 og 2016 ble registrert de dypeste voksegrensene. Siden 2015 har det vært en gradvis reduksjon i voksegrense.



Figur 61. *Nedre voksegrense for sukkertare i perioden 2010–2020.*

Oppsummert for tiårsperioden har det ikke vært noen tydelige utviklingstrender for tangvegetasjon ved Vierneset. Dekningsgrad for sukkertare viser en svak nedadgående trend for de ulike dybdeintervallene i siste del av perioden. For grupperingen stor-, finger- og butare har det vært en nedadgående trend med gradvis mindre forekomster av tarevegetasjon dypere ned i transektet siden undersøkelsene startet i 2010. Både trådformede opportunister og mosaikk av alger har hatt en relativt høy og økende dekningsgrad gjennom perioden. Denne stasjonen har gjennom hele perioden gitt inntrykk av eutrofierende forhold med mye trådformede alger. Nedre voksegrense for sukkertare har variert betydelig i perioden, men viser en svak nedadgående trend.

Stasjon 14 IMS Lauvvikholmen

Stasjonen er plassert øst for Bersagel, nord for Lauvvikholmen, i midtre deler av Høgsfjorden, og ligger relativt eksponert til mot nord (***figur* 62**). Transektet har vekslet mellom sand- og steinbunn og fast fjell fra rundt 24 m dyp, og fast fjell fra rundt 14 m opp til fjæresonen. Det ligger tre oppdrettslokaliteter med avstand på rundt 3,2 km mot nord, sør og sørøst for stasjonen. Nærmeste kommunale avløpsanlegg ligger i Dreggjavika, 1,3 km nordvest for stasjonen.

Dekningsgrad av makroalgegrupperinger

Tang har stort sett vært fraværende i tiårsperioden, men med flekkvis forekomst i årene 2010, 2016 og 2019. 2011 var det eneste året hvor tangvegetasjon dominerte i fjæresonen. Det har ikke vært en tydelig trend i utvikling for tangvegetasjon ved Lauvvikholmen gjennom overvåkingsperioden (**tabell 20**).

***Figur 62.** Oversiktsbilde av stasjon 14 IMS Lauvvikholmen og nærbilde av fjøresonen.*

Sukkertare har variert mellom en dekningsgrad på mindre enn 25% til over 75 % langs sjøbunnen opp til Lauvvikholmen. Det var høyest dekningsgrad av sukkertare de to første årene, før en markant nedgang i 2012, for så å ta seg opp igjen i 2014. I 2015–2017 var det igjen relativt lite sukkertare, før det økte igjen i 2018. De to siste årene var det tilbake til nivå tilsvarende i 2015–2017. Dekningsgraden har variert en del mellom år, men det var ingen klar trend i utvikling for gjennomsnittlig dekningsgrad for transektet.

For grupperingen **stor-, finger- og butare** ble fingertare registrert i de øverste meterne av sjøsonen, med noe stortare fra 2 til 8 m dyp. Fra 2010 til 2014 ble det registrert stortare også i dypere deler av transektet, men det har ikke blitt registrert dypere enn 11 m siden 2014. I løpet av tiårsperioden ser det ut til å være mindre forekomst av tare dypere ned i transektet, mens snittet viser variasjoner mellom år, men ingen tydelig utviklingstrend.

Trådformede opportunister og **mosaikk av alger** har stort sett vært de dominerende grupperingene langs bunnen og det har stedvis vært vanskelig å se undervegetasjon under trådformede alger langs transektet. Denne stasjonen har gjennom hele perioden gitt inntrykk av eutrofierende forhold. De vanligste artene har vært rødlo, bleiktuste, martaum, vortesmokk, dokke, rekeklo, kjerringhår og grønnduskarter. Mengden har variert noe mellom år, men har generelt økt i løpet av tiårsperioden.

St 14	Tang										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	1	4					1			1,5	
2 - 5			1				1				
5 - 8											
8 - 11											
11 - 15											
15 - 20											
20 - 25											

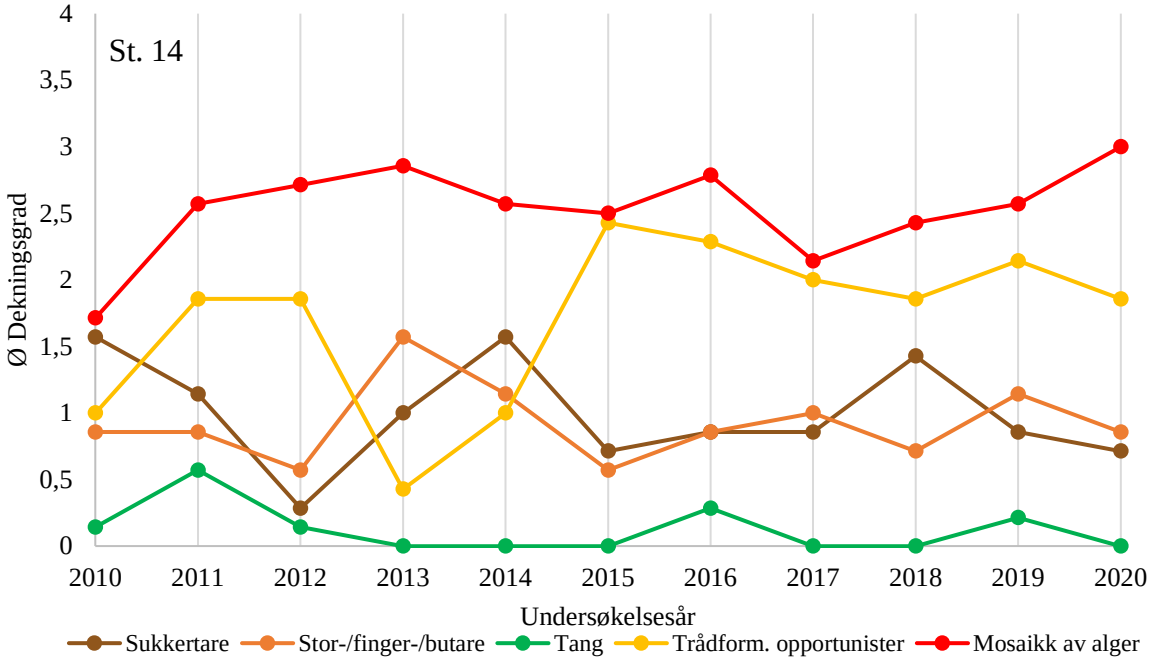
Tabell 20. *Dekningsgrad på stasjon 14 – IMS Lauvvikholmen av tang, sukkertare, stor-, finger- og butare, trådformede opportunister og mosaikk av alger i definerte dybdeintervaller i perioden 2010–2020.*

St 14	Sukkertare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2									1		
2 - 5	3	1	1	2	2	1	1	1	2	1	2
5 - 8	4	1	1	1	3		1	1	2	1	1
8 - 11	1	1		1	2	1	1	1	1	1	
11 - 15	1	2		1	2	1	1	1	2	1	1
15 - 20	1	2		1	1	1	1	1	1	1	
20 - 25	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1

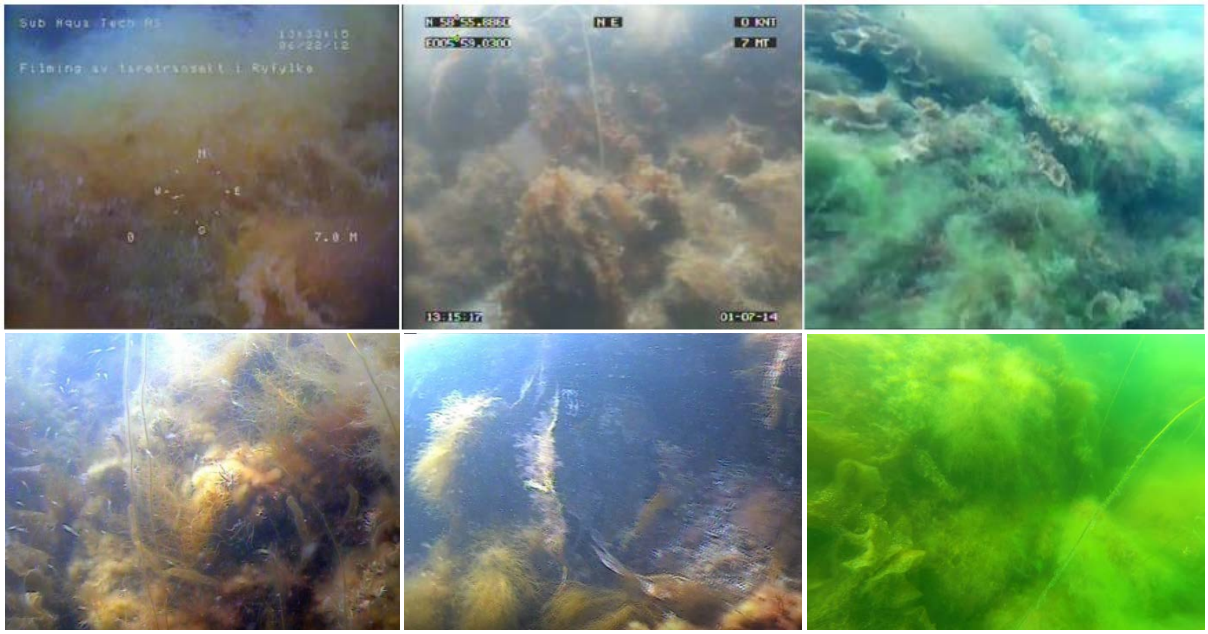
St 14	Stor-/finger-/butare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	3	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4
2 - 5	1		1	2	3		2	3	1	3	1
5 - 8				1						1	1
8 - 11				1							
11 - 15				1	1						
15 - 20	1	1	1	1							
20 - 25	1	1		1							

St 14	Trådformede opportunister										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2		4	1		2	2	2		1	1	1
2 - 5	2	3	3	1	2	4	3	3	3	2	3
5 - 8	2	3	4	1	1	3	3	3	3	3	3
8 - 11	2	3	3	1	1	3	3	2	2	2	2
11 - 15	1		2		1	2	2	2	2	2	2
15 - 20						2	2	3	2	3	1
20 - 25						1	1	1		2	1

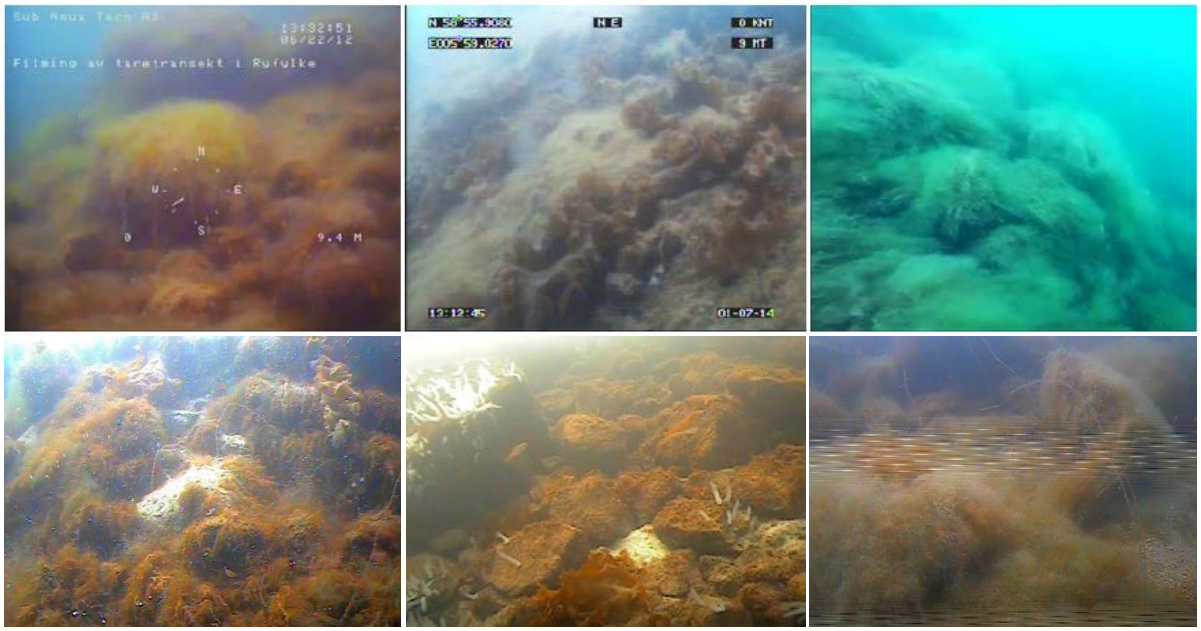
St 14	Mosaikk av alger										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2		2	2	2	2	3	3	4	3	3
2 - 5		4	3	3	2	2	2	3	2	3	4
5 - 8		4	3	3	3	2	3	3	2	3	4
8 - 11	3	4	2	4	3	3	3	2	3	3	4
11 - 15	3	2	3	3	3	3,5	3	2	3	3	3
15 - 20	3	2	3	3	3	3	3,5	1	3	2	2
20 - 25	1	2	3	2	2	2	2	1		1	1



Figur 63. *Gjennomsnittlig dekningsgrad av makroalgegrupperinger på stasjon 14 – IMS Lauvvikholmen i perioden 2010–2020.*



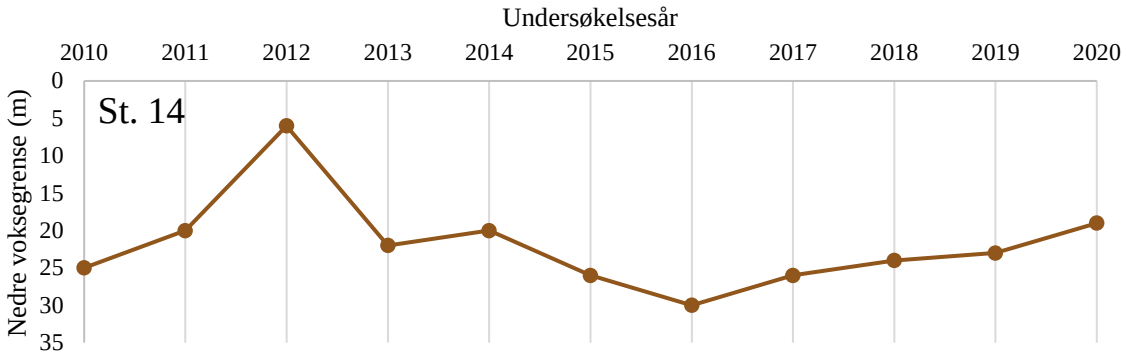
Figur 64. *Bilder fra 7 m dyp i 2012, 2014, 2016 og 5 m dyp i 2018, 2019 og 2020.*



Figur 65. *Bilder fra 9–10 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*

Nedre voksegrense for sukkertare

I løpet av en tiårsperiode har nedre voksegrense for sukkertare ved Lauvvikholmen variert betydelig, med dypeste registrering i 2016 på 30 m dyp og grunneste i 2012 på 6 m dyp (***figur* 66**). I snitt har nedre voksegrense vært 21,1 m dyp i perioden. Siden 2017 har det vært en gradvis reduksjon i nedre voksegrense for sukkertare og den nest grunneste registreringen i overvåkingsperioden ble målt i 2020.



Figur 66. *Nedre voksegrense for sukkertare i perioden 2010–2020.*

Oppsummert for tiårsperioden har det vært en del variasjon, men ingen klar utviklingstrend i gjennomsnittlig dekningsgrad hverken for tangvegetasjon, sukkertare eller nedre voksegrense for sukkertare. Tilsvarende var det også for dekningsgrad av stor- og fingertare, men samtidig har det vært lite eller ingen registreringer av stortare dypere enn 8 m de siste seks årene, noe som er en negativ utvikling. Både trådformede opportunister og mosaikk av alger har hatt en relativt høy og økende dekningsgrad gjennom perioden. Stasjonen har gjennom hele perioden gitt inntrykk av eutrofierende forhold.

HIDLEFJORDEN

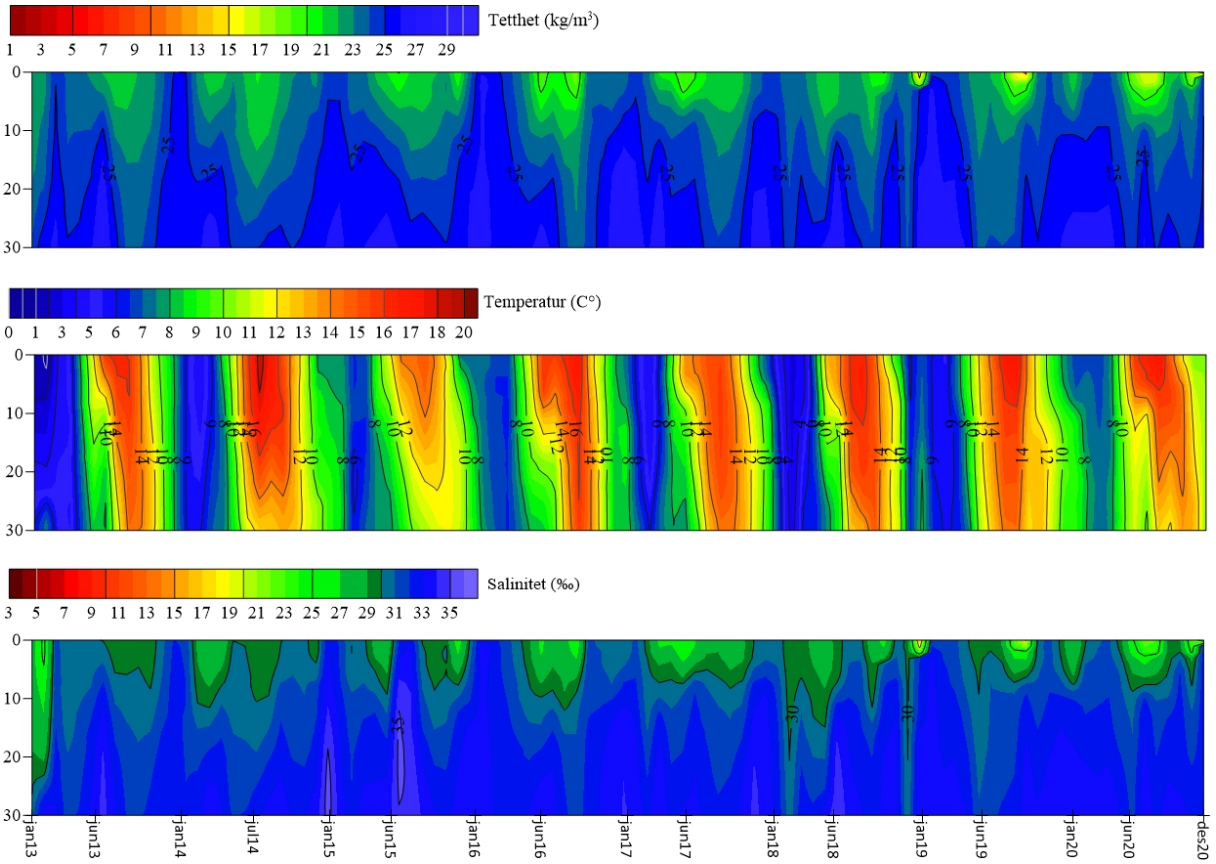
Utslipp til fjorden

I 2020 var det to oppdrettslokaliteter i området, med en samlet MTB på 6 720 tonn. I 2010 var det en oppdrettslokalitet med en MTB på 3 120 tonn. Det har vært økning i den totale tillatte biomassen for vannforekomsten over de siste 10 årene. I følge portal.fiskeridir.no hadde Hidlefjorden en gjennomsnittlig biomasse på 2 462 tonn/mnd. i perioden 2015–2016, noe som tilsvarer 26,1 tonn/km^2/mnd., mens den i 2017–2018 hadde en gjennomsnittlig biomasse på 2 339 tonn eller 27,7 tonn/km^2/mnd. I 2019–2020 var den gjennomsnittlige biomassen fra akvakultur 2 612 tonn eller 30,9 tonn/km^2/mnd. Det er registrert utslipp fra flere mindre avløpsrenseanlegg i miljødirektoratets kartverktøy (miljøatlas.miljødirektoratet.no), og det er trolig også noen små utslipp fra for eksempel privatboliger, hytter og jordbruk som ikke kommer fram i miljødirektoratets kartvertøy.

Vannkvalitet

Hydrografi

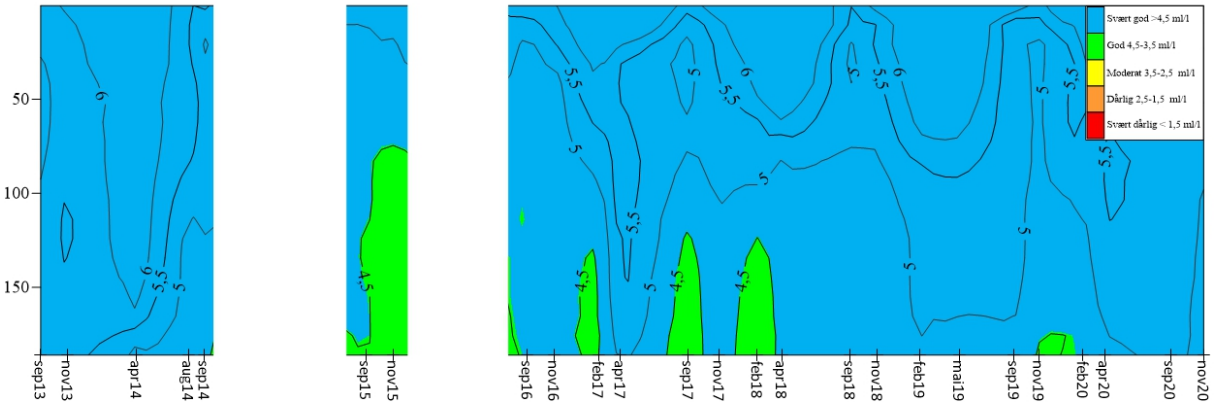
Stasjon F ligger i den nordlige delen av Hidlefjorden. Hydrografimålingene mellom 2013 og 2020 viste et periodevis lag med litt lavere saltinnhold og tetthet i vannoverflaten, men variasjonen i salinitet var lavere enn det som ble observert i fjorder som ligger lenger inn i landet og saltinnholdet var sjelden under 27 ‰ (**figur 67**). Brakkvannslaget var stort sett mindre enn 10 m dypt og i deler av perioden var saliniteten over 30 ‰ også ved vannoverflaten. Temperaturen varierte typisk mellom 4 og 8 °C på det kaldeste i januar–februar til 15–18 °C i august–september. Vinteren 2019/2020 skilte seg også her noe ut ved at det kalde overflatelaget ikke gikk like dypt som tidligere år.



Figur 67. *Konturplott av tetthet (kg/m^2), temperatur (°C) og salinitet (‰) i vannsøylen i Hidlefjorden. Y-akse viser dybdeintervallet 0–30 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Fargeskalaen er relativ, med lilla for de laveste verdiene og rød for de høyeste for temperatur, og motsatt for tetthet og salinitet. Se også figurtekst* ***figur 8****.*

Oksygeninnhold

Oksygeninnholdet i vannsøylen i Hidlefjorden (F) var høyt fra overflaten til bunnen på 186 m dyp i perioden 2013–2020, for det meste innen tilstandsklasse "svært god" (**figur 68**). Det var korte perioder da det ble målt oksygen i tilstandsklasse "god" i nedre deler av vannsøylen. Det gjennomgående høye oksygennivået gjennom vannsøylen tyder på god vannutskifting i fjorden til tross for en terskel på ca. 125 m dyp ut mot Boknafjorden.



Figur 68. *Konturplott av oksygeninnhold (ml/l O_2) i vannsøylen i Hidlefjorden (F). Y-akse viser dybdeintervallet 0–186 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Se også figurtekst* ***figur 9****.*

Klorofyll

Klorofyllnivået i Hidlefjorden var generelt lavt, der gjennomsnittskonsentrasjoner i beste tilstandsklasse dominerte, men med gjennomsnittskonsentrasjon i tilstandsklasse "god" som relativt vanlig i vår- og sommerhalvåret (***figur* 69**). Det var også større variasjon mellom enkeltmålinger i disse sesongene. Dette er trolig et resultat av mindre sesongmessige oppblomstringer av planktonalger.

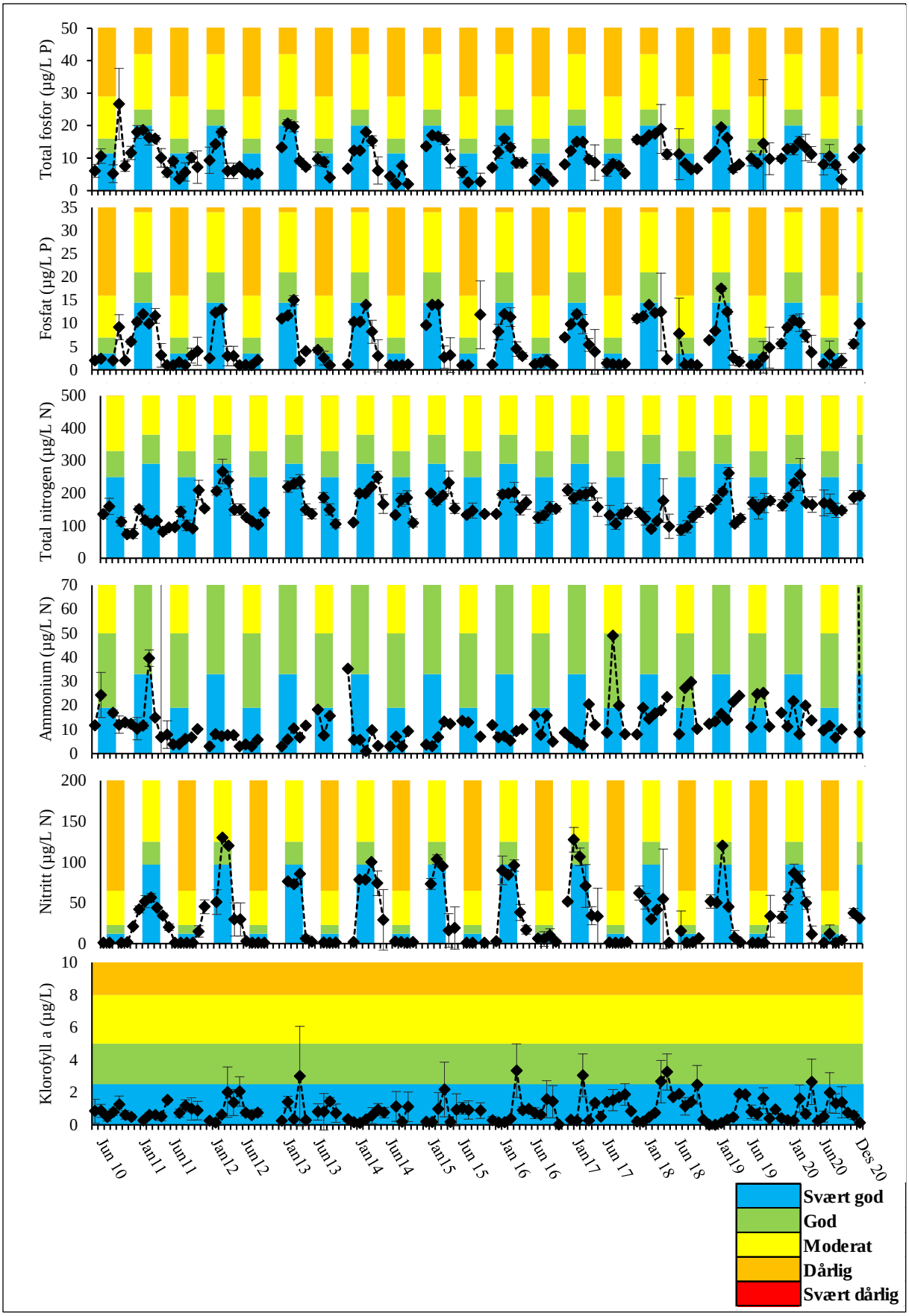
Næringssalt

Innholdet av næringssaltene fosfat, total fosfor, total nitrogen, nitritt og ammonium i øvre del av vannsøylen i Hidlefjorden var generelt lavt gjennom perioden, for det meste innenfor tilstandsklassene "svært god" eller "god" (***figur* 69**). Unntakene var nitritt-konsentrasjon i tilstandsklasse "moderat" vinteren 2011/2012, og ved en måling vinteren 2016/2017. Det var liten variasjon mellom målingene i 2012 og dette kan tyde på en lengre periode med forhøyet nitrittinnhold i øvre del av vannsøylen. I denne perioden var mye storm og uvær i perioden før og mellom prøvetaking vinteren 2011/2012. Dette kan ha ført til økt omrøring og tilførsel av nitrat/nitritt til øvre del av vannmassene (Vassdal mfl. 2012).

Gjennomsnittlig sommer- og vinterkonsentrasjon for total fosfor og total nitrogen var innenfor tilstandsklasse "svært god" gjennom hele tiårsperioden (**tabell 21**). Gjennomsnittlig vinterkonsentrasjon av nitritt og gjennomsnittlig sommerkonsentrasjon av ammonium havnet innenfor tilstandsklasse "god" i noen år. Lett forhøyede sommerkonsentrasjoner av ammonium i 2017 til 2019 kan tyde på en økning i ammoniumkonsentrasjonen mot slutten av perioden, men i 2020 var konsentrasjonen i tilstandsklasse "svært god".

Tabell 21: *Gjennomsnittskonsentrasjon av næringssalt (total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitrat/nitritt) med standardavvik for sommermånedene (juni, juli og august) og vintermånedene (desember, januar og februar) som inngår i perioden for tilstandsvurdering. Gjennomsnittsberegningen er gjort fra konsentrasjoner på 0, 5, 10 og 15 m dyp.*

		Enhet	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Vinter	**Tot-fosfor**	µg/l	-	18	14	18	14	16	14	14	17	16	14
	SD		-	1,9	4,3	3,6	2,9	1,7	2,1	1,4	1,2	3,2	1,7
	Fosfat	µg/l	-	11	9,3	13	12	13	11	11	13	13	10
	SD		-	1,0	5,1	1,9	1,9	2,2	2,2	1,6	1,2	3,9	1,3
	Tot-nitrogen	µg/l	-	113	238	229	207	190	200	193	109	216	226
	SD		-	8,5	35	18	12	13	17	17	19	38	41
	Ammonium	µg/l	-	21	6,1	6,5	4,2	4,6	6,5	4,9	15,0	15,0	15,3
	SD		-	14	2,5	3,4	2,9	1,9	1,4	1,5	3,8	7,3	8,0
	Nitritt	µg/l	-	51	100	78	86	90	90	102	41	72	74
	SD		-	7,0	38	6,0	11	14	11	30	11	36	16
Sommer	**Tot-fosfor**	µg/l	7,9	6,1	5,3	7,6	4,7	4,1	4,7	7,3	8,7	11	8,9
	SD		3,7	2,8	0,4	3,0	2,4	2,1	1,8	1,5	4,6	11	2,9
	Fosfat	µg/l	2,2	1,2	1,4	2,6	1,0	1,0	1,6	1,2	3,4	1,6	1,9
	SD		0,3	0,3	0,6	1,6	0,0	0,0	0,8	0,5	5,2	2,0	1,9
	Tot-nitrogen	µg/l	136	112	119	147	167	140	138	125	104	163	162
	SD		31	26	18	38	29	17	21	24	24	26	30
	Ammonium	µg/l	21	4,6	4,2	14	4,4	13	13	26	22	20	9,3
	SD		4,5	1,7	1,4	5,0	2,1	0,8	7,4	22	13	19	3,4
	Nitritt	µg/l	1,0	1,0	1,0	1,2	1,8	1,0	7,4	1,1	6,1	1,0	4,7
	SD		0,0	0,0	0,0	0,3	0,8	0,0	6,7	0,4	14,6	0,0	7,8



Figur 69. *Linjediagram med gjennomsnittlig innhold av total fosfor, fosfat, totalt nitrogen, ammonium, nitritt og klorofyll a (µg/L) med standardavvik i vannsøylen på stasjon Hidlefjorden (F). Se også figurtekst* ***figur 10****.*

Sedimentkvalitet

Sedimentet på stasjon B3 (St F-Hidl) på 187 m dyp i Hidlefjorden er finkornet og består hovedsakelig av leire og silt. Innholdet av organisk stoff i sedimentet var nokså lavt i 2011 og 2017, hvor innholdet av normalisert TOC lå innenfor tilstandsklasse "god", men var høyt, tilsvarende tilstandsklasse "svært dårlig" i 2014 (**tabell 22**). Fosforinnholdet var markant høyere i 2014 og 2017 enn i 2011. Innholdet av kobber og sink var nokså lavt i alle år, men viste en liten økning fra 2011 til 2017.

Bløtbunnsfauna

Bunndyrsindeksene viste "god" tilstand i 2011, 2014 og 2017 (**tabell 22**). I 2011 var både arts- og individantallet nokså lavt, noe som indikerer næringsfattige forhold på sjøbunnen. Fra 2011 til 2014 var antall individ imidlertid tidoblet og antall arter tredoblet. Økningen i antall bunndyr, og da spesielt partikkelspisende og opportunistiske arter, samsvarer med den dokumenterte høye verdien av organisk stoff i 2014, som antyder økte organiske tilførsler. Resultatene fra sedimentanalysene i 2017 indikerer imidlertid at bløtbunnsfaunaen har opparbeidet overskudd av organisk stoff i sedimentet. Bunndyrsamfunnet var nokså likt i 2014 og 2017, med de samme arter som dominerte samfunnet. Det antyder at faunaen har tilpasset seg tilførslene, slik at organisk stoff ikke har blitt akkumulert på sedimentoverflaten. Den mest tallrike arten på stasjonen i 2014 og 2017 var flerbørstemarken *Pseudopolydora nordica* (som *Polydora* sp. i 2014 og *Pseudopolydora* c.f. *paucibranchiata* i 2017), en partikkelspisende art som formerer seg raskt når det er bra næringstilgang, men også minker i antall når det er mindre næring på sedimentoverflaten. Antallet av denne arten, som utgjorde rundt en fjerdedel av faunen i 2014 og litt under halvparten av faunaen i 2017, er dermed direkte avhengig av organiske tilførsler noen uker til måneder før prøvetaking, og det er sannsynlig at antallet varierer en del med årstid og avhengig av drift på nærliggende oppdrettsanlegg.

Tabell 22. *Sedimentkvalitet og bløtbunnsfauna på stasjon B3 (St F-Hidl) i Hidlefjorden. Sedimentkvalitet inkluderer andel finstoff (silt og leire) i sedimentet, innhold av organisk stoff som normalisert TOC (nTOC), samt innhold av fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn). Resultater for bløtbunnsfauna inkluderer artsantall (S), individantall (N), og Shannon-Indeks (H') for stasjonen samlet, og NQI1-indeks og samlet nEQR for grabbgjennomsnitt, som er middelverdi for nEQR-verdiene for NQI1, ES_{100}, H', ISI_{2012} og NSI. Tilstandsklasser er angitt etter veiledere gyldig til enhver tid (se avsnitt om metoder).*

Stasjon B3	Sedimentkvalitet					Bløtbunnsfauna				
	% leire & silt	nTOC (mg/g)	P (g/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	S ($\bar{G}$)	N ($\bar{G}$)	H' ($\bar{G}$)	NQI1 ($\bar{G}$)	nEQR ($\bar{G}$)
2017	93	22,2 (II)	1,07	22,0 (II)	133 (II)	49	308	3,84 (II)	0,72 (II)	0,72 (II)
2014	92	44,5 (V)	1,04	22,0 (I)	103 (I)	56	395	4,44 (II)	0,73 (II)	0,68 (II)
2011	97	20,2 (II)	0,82	11,7 (I)	106 (I)	15	39	3,15 (II)	0,71 (II)	-

Makroalgesamfunn

Stasjon 8 Rossholmen

Stasjonen er plassert på vestsiden av Rossholmen mellom øyene Askje, Austre Åmøy og Rennesøy og ligger relativt beskyttet til (***figur* 70**). Transektet har vekslet mellom sand- og steinbunn fra rundt 28 m dyp og deretter steinrøys og fast fjell fra ca. 6 m dyp opp til fjæresonen. Det ligger en oppdrettslokalitet 1 km nordøst og en lokalitet 2,7 km nord for stasjonen. Det ligger flere kommunale avløpsanlegg på sørsiden av Askje, nærmeste med avstand på vel 1 km.

Dekningsgrad av makroalgegrupperinger

Tang har stort sett vært fraværende i tiårsperioden, med unntak av 2010 og 2017, samt de to siste årene (2019 og 2020). Basert på de siste årene har det vært en positiv utvikling, med høyere dekningsgrad av tang, men det er for tidlig å si om dette er en vedvarende utvikling. Om det er tang til stede eller ikke vil også kunne være ulikt fra år til år om ikke transektet avsluttes på nøyaktig samme posisjon hvert år (som basert på bildene fra årsrapportene er tilfelle), men generelt er det lite tangvegetasjon ved denne stasjonen (**tabell 23**).

***Figur 70.** Oversiktsbilde av stasjon 8 Rossholmen og nærbilde av fjæresonen.*

Sukkertare har variert mellom en dekningsgrad på mindre enn 25% til over 75 % i enkelte dybdeintervaller langs sjøbunnen opp til Rossholmen. Siden 2013 har gjennomsnittlig dekningsgrad av sukkertare hatt en positiv utvikling (**tabell 23**). Det var høyest dekningsgrad av sukkertare de to første årene, mens det i 2012 og 2013 var en markant nedgang, for så å ta seg opp igjen i 2014 og deretter øke relativt jevnt siden.

For grupperingen stor-, finger- og butare ble det registrert fingertare/stortare det første året i de øverste meterne av sjøsonen som har ikke blitt observert siden. Noe stortare har blitt registrert dypere i transektet, men generelt med dekningsgrad < 25 %. Store deler av transektet går langs bløtbunn opp til 5–6 m dyp, som forklarer at det lite tarevegetasjon, men det var også tilstedeværelse av mye små og trådformede alger som gjør det vanskelig for tarevegetasjon å etablere seg. Det er ingen indiksjon på en utvikling i verken nedadgående eller oppadgående trend for dekningsgrad av stor- og fingertare på stasjonen.

Trådformede opportunister og **mosaikk av alger** har stort sett vært de dominerende grupperingene langs bunnen og det har stedvis vært vanskelig å se undervegetasjon under trådformede alger langs transektet (**tabell 23**). Fremmedarten pollpryd, sammen noe vorteflik og mye trådformede alger som silkegrønndusk, brunsli, rødlo, bleiktuste, bred vortesmokk, martaum, har dominert de øverste meterne. Denne stasjonen har gjennom hele perioden gitt inntrykk av eutrofierende forhold med mye trådformede alger. Mengden har variert noe mellom år, men har generelt økt betydelig for mosaikk av alger i løpet av tiårsperioden. For trådformede alger har dekningsgraden generelt vært høyt, spesielt i partier med steinrøys.

St 8	Tang										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2							4		1	3
2 - 5											
5 - 8											
8 - 11											
11 - 15											
15 - 20											
20 - 25											

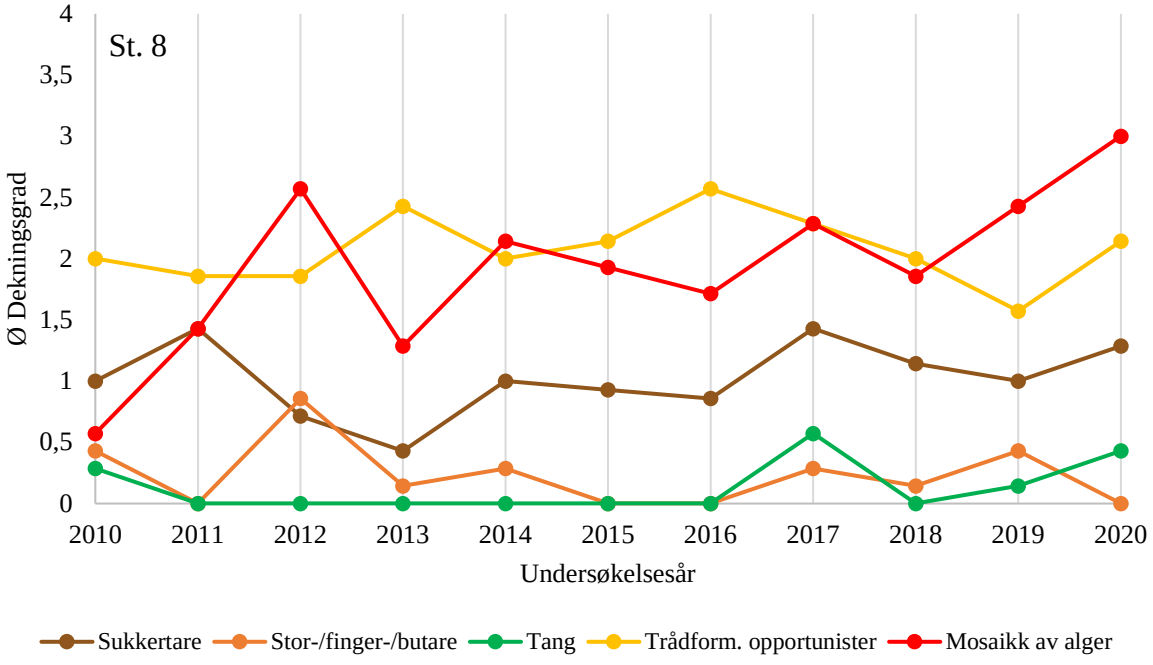
Tabell 23. *Dekningsgrad på stasjon 8 – Rossholmen, av tang, sukkertare, stor-, finger- og butare, trådformede opportunister og mosaikk av alger i definerte dybdeintervaller fra 2010–2020.*

St 8	Sukkertare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2											1
2 - 5											1
5 - 8		1			1	1	1	1	1	1	1
8 - 11	2	1	1	1	1	1	2,5	2	1	1	1
11 - 15	3	4	3	1	2	2	1,5	2	3	2	2
15 - 20	2	3	1	1	2	1,5	1	4	2	2	2
20 - 25		1			1	1		1	1	1	1

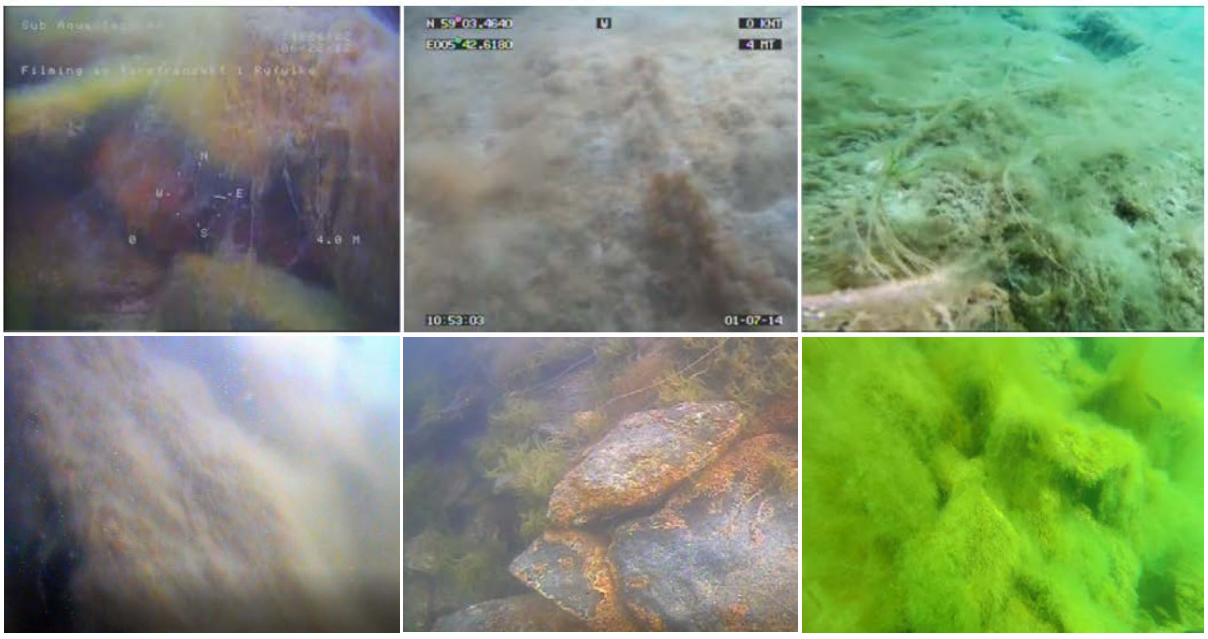
St 8	Stor-/finger-/butare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	3										
2 - 5											
5 - 8											
8 - 11			1								
11 - 15			2		1					1	
15 - 20			2	1	1			1	1	1	
20 - 25			1					1		1	

St 8	Trådformede opportunister										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2		4	4	4	3	3	3	3	3	1	3
2 - 5	4	3	3	3	2	4	4	3	3	1	3
5 - 8	4	1	3	2	2	4	4	3	3	3	3
8 - 11	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3
11 - 15	2	2		3	3	1	3	3	1	1	2
15 - 20	1			2	1				1	1	1
20 - 25										1	

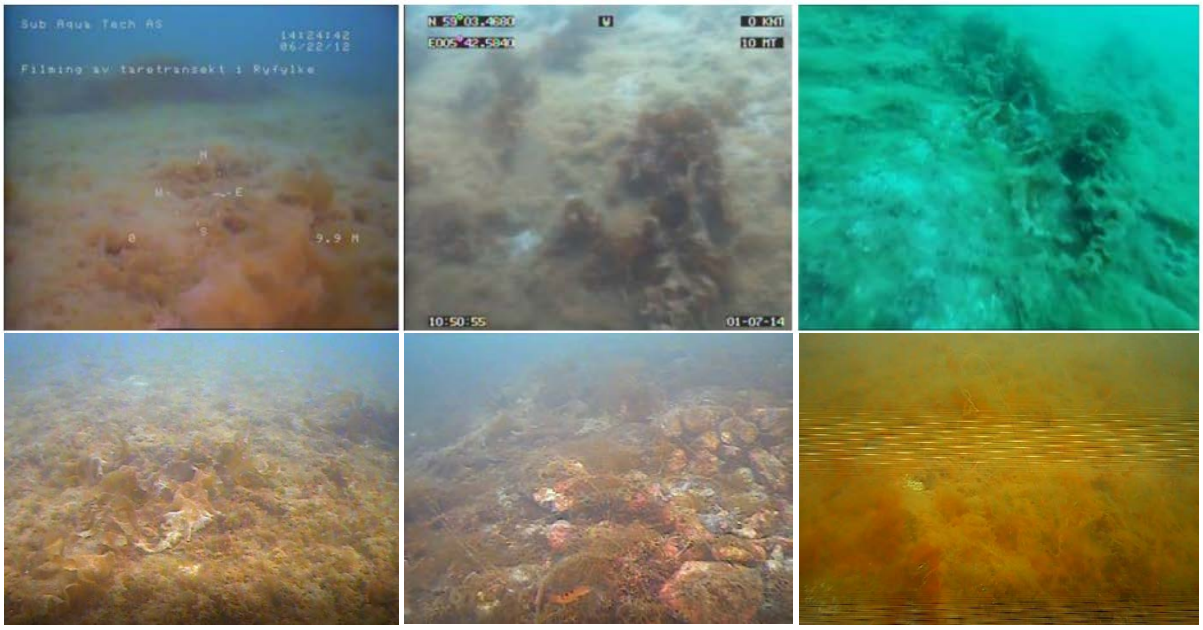
St 8	Mosaikk av alger										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2		2	1	2	2	3	3	3	3	3
2 - 5			3	1	2	1	2	3	2	3	4
5 - 8			3	1	2	1	1	3	1	2	4
8 - 11		2	3	1	2	2	1	2	1	3	3
11 - 15		3	2	2	2	3	2	2	3	2	3
15 - 20	2	3	3	3	2	2,5	2	2	2	2	3
20 - 25		2	2		3	2	1	1	1	2	1



Figur 71. *Gjennomsnittlig dekningsgrad av makroalgegrupperinger på stasjon 8 – Rossholmen i perioden 2010–2020.*



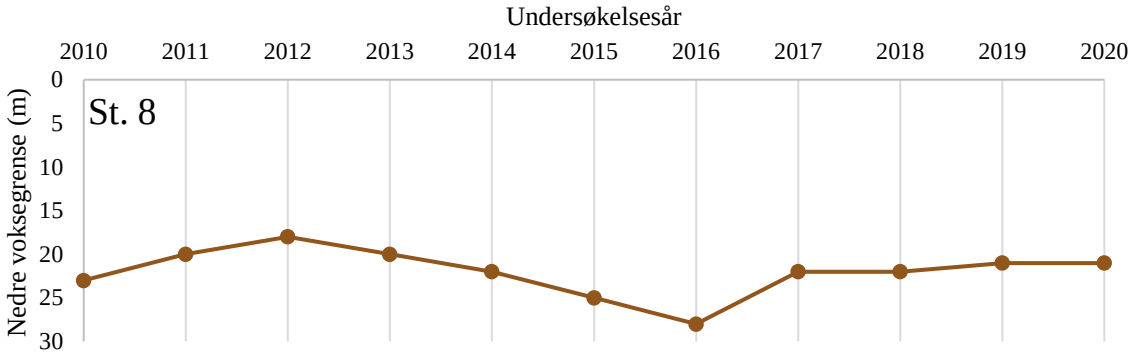
Figur 72. *Bilder fra 4–5 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*



Figur 73. *Bilder fra 10 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*

Nedre voksegrense for sukkertare

I løpet av en tiårsperiode har nedre voksegrense for sukkertare ved Rossholmen variert noe, med grunneste registrering i 2012 på 18 m dyp, dypeste i 2015 på 28 m dyp og med relativt jevnt på 21-22 m de siste fire årene av undersøkelsen (***figur* 74**). I snitt har nedre voksegrense vært omtrent på 22 m dyp, i snitt en av de dypeste registrerte nedre voksegrense for sukkertare. Generelt har nedre voksegrense hatt en svakt nedadgående trend fra undersøkelsene startet i 2010, selv om det i 2015 og 2016 var det dypeste registrerte nedre voksedypet for perioden.



Figur 74. *Nedre voksegrense for sukkertare i perioden 2010–2020.*

Oppsummert for tiårsperioden har det vært relativt uendrede forhold for både stor- og fingertarevegetasjon, og en svak økning i dekningsgrad av tang og sukkertarevegetasjon ved Rossholmen. Både trådformede opportunister og mosaikk av alger har hatt en relativt høy og økende dekningsgrad gjennom perioden, spesielt mosaikk av alger. Stasjonen har gjennom hele perioden gitt inntrykk av eutrofierende forhold. Nedre voksegrense har hatt en svakt nedadgående trend fra undersøkelsene startet i 2010.

Stasjon 9 Klubben

Stasjonen ligger ved Tårnneset i Hellandsvågen, på sørsiden av Rennesøy, nær Vikevåg. Stasjonen ligger moderat eksponert til i Mastrefjorden, med Mosterøy i vest (***figur* 75**). Transektet har startet på rundt 28 m dyp og vekslet mellom sand- og steinbunn opp til 8 m dyp og deretter steinrøys og bratt bergvegg opp til fjæresonen. Nærmeste oppdrettslokalitet ligger over 3 km sørøst for stasjonen, i retning Hidlefjorden.

Dekningsgrad av makroalgegrupperinger

Tang har stort sett vært fraværende i tiårsperioden foruten i årene 2018 og 2019, og det er ingen trend i utvikling for tangvegetasjon. Dekningsgraden har stort sett vært flekkvis og lavere enn 25 % (**tabell 24**). Fjæresonen er tilnærmet vertikal og vil naturlig ha begrenset tangvegetasjon.

***Figur 75.** Oversiktsbilde av stasjon 9 Klubben og nærbilde av fjæresonen.*

Sukkertare har variert mellom en dekningsgrad på mindre enn 25% til over 75 % i ulike dybdeintervaller langs sjøbunnen opp til Klubben. I tiårsperioden har mengden sukkertare variert betydelig på stasjonen. Det var høyest dekningsgrad av de to første årene, mens det i 2012 var en markant nedgang, for så å ta seg opp igjen noe i 2014. Dekningsgraden økte gradvis i årene frem til 2017 og har variert noe siden. Det har ikke blitt registrert tilsvarende mengder sukkertare som de to første årene av overvåkingsprogrammet, og det ser ut til å ha vært en generell nedgang i dekningsgrad av sukkertare ved Klubben i denne tiårsperioden.

For grupperingen **stor-, finger- og butare** ble fingertare registrert i de øverste meterne av sjøsonen, og noe stortare i dypere deler av transektet med dekningsgrad < 25 %. Fingertarebeltet har variert relativt lite i dekningsgrad i løpet av perioden. Det har vært færre registreringer av stortare i dypere deler av transektet i siden 2016. Deler av transektet går langs bløtbunn, noe som forklarer at det er lite tarevegetasjon i dypere deler av transektet, men også tilstedeværelse av mye små og trådformede alger gjør det vanskelig for tarevegetasjon å etablere seg.

Trådformede opportunister og **mosaikk av alger** har, sammen med sukkertare stort sett vært de dominerende grupperingene langs bunnen, og det har stedvis vært vanskelig å se undervegetasjon under trådformede alger langs transektet. I de første to årene var det lite mosaikk av alger, men siden da har dekningsgraden økt betydelig. Stasjonen har gjennom hele perioden gitt inntrykk av eutrofierende forhold, med mye trådformede alger, i tillegg til at martaum og fremmedarten pollpryd har vært dominerende i partier med steinrøys. Dekningsgrad av mosaikk av alger har økt i løpet av tiårsperioden, mens mengden trådformede opportunister har vært relativt jevn og høy, med unntak av 2011 hvor det var lav dekningsgrad langs transektet.

St. 9	Tang										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2									1	1	
2 - 5											
5 - 8											
8 - 11											
11 - 15											
15 - 20											
20 - 25											

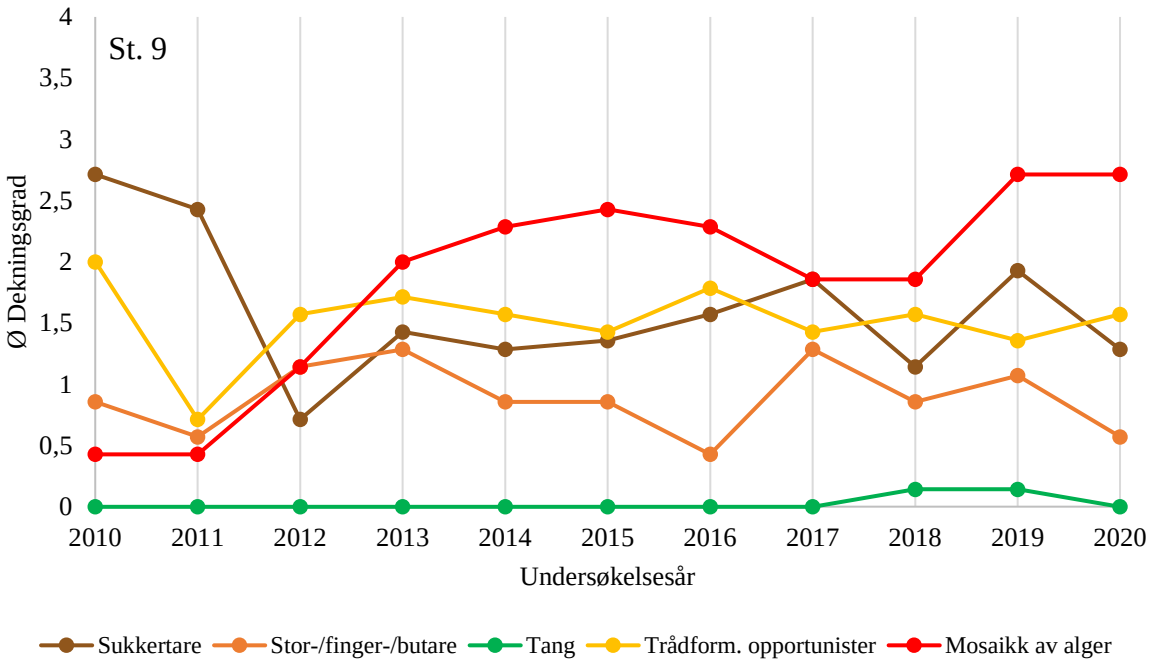
Tabell 24. *Dekningsgrad på stasjon 9 – Klubben, av tang, sukkertare, stor-, finger- og butare, trådformede opportunister og mosaikk av alger i definerte dybdeintervaller fra 2010–2020.*

St. 9	Sukkertare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	4								1	2	1
2 - 5	2	3			1	1	1	1	1	2	1
5 - 8	1	3	1	2	2	2	2,5	3	1	1	2
8 - 11	4	3	1	1	1	2	2	3	1	3	1
11 - 15	3	4	1	2	2	2,5	2,5	3	2	2,5	2
15 - 20	3	3	1	3	2	1	2	2	1	2	1
20 - 25	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1

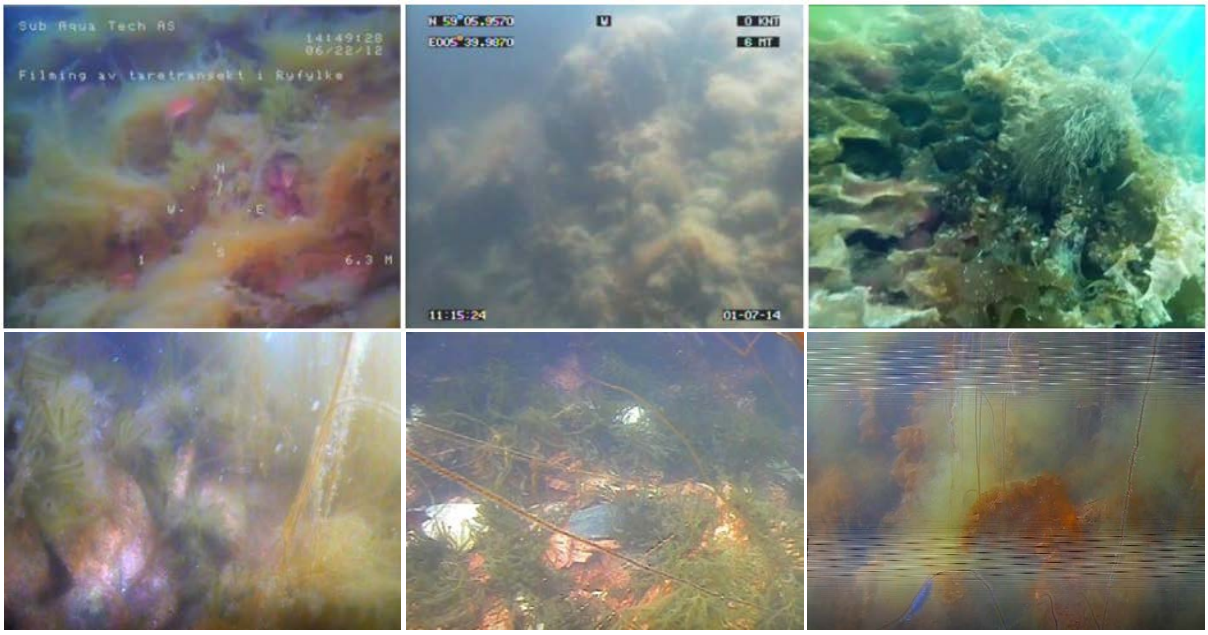
St. 9	Stor-/finger-/butare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	4	2	3	4	4	4	3	4	4	3,5	4
2 - 5			1	2				3	1	1	
5 - 8									1		
8 - 11			1							1	
11 - 15			1	1	1	1				1	
15 - 20	1	1	1	1	1	1		1		1	
20 - 25	1	1	1	1				1			

St. 9	Trådformede opportunister										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2		1	1	1	1	1	1		1	1	1
2 - 5	3		2	3	3	3	3	2	3	2	1
5 - 8	4		3	3	3	3	3	2	3	1	3
8 - 11	4		3	3	3	3	3	2	3	2	3
11 - 15	3	2	2	2	1		2,5	3	1	2,5	1
15 - 20		2						1		1	1
20 - 25											1

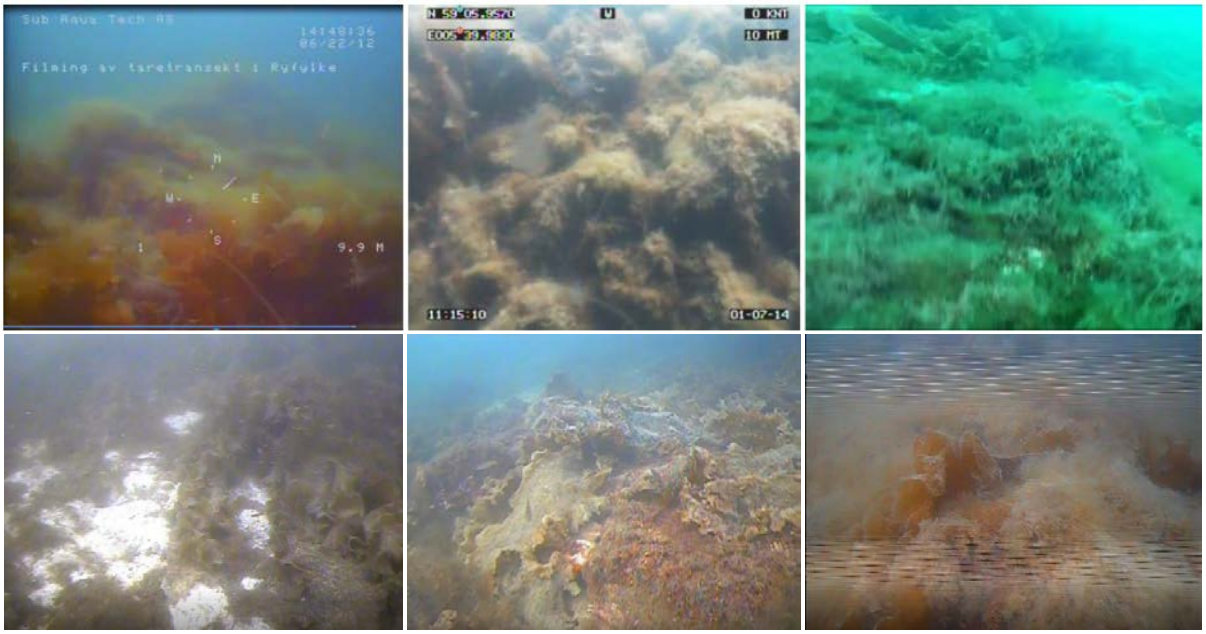
St. 9	Mosaikk av alger										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2					1	2	1	1	1	3	3
2 - 5			2	2	2	2	3	3	3	3	3
5 - 8			2	2	2	2	2	2	2	3	4
8 - 11				2	3	2	2	2	2	3	4
11 - 15		1	1	3	3	3	3	2	2	2	3
15 - 20	2	1	2	3	2	3	3	2	2	3	1
20 - 25	1	1	1	2	3	3	2	1	1	2	1



Figur 76. *Gjennomsnittlig dekningsgrad av makroalgegrupperinger på stasjon 9 – Klubben i perioden 2010–2020.*



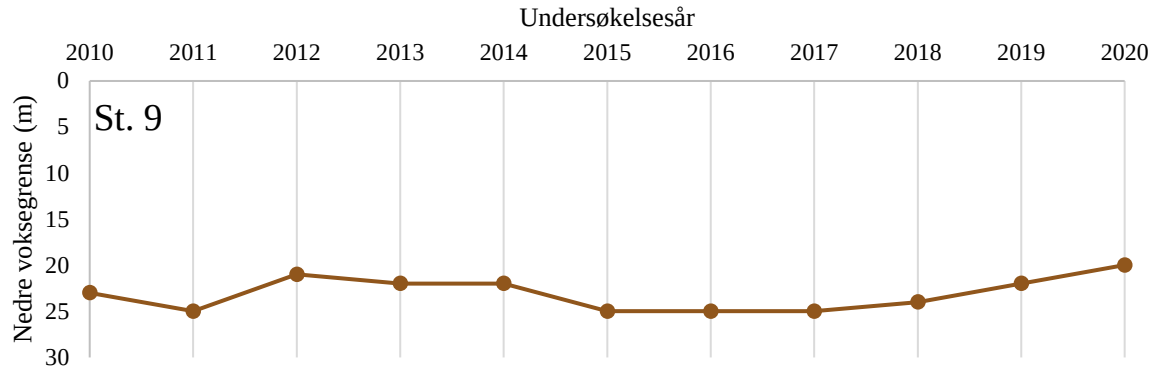
Figur 77. *Bilder fra 6 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*



Figur 78. *Bilder fra 10 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*

Nedre voksegrense for sukkertare

I løpet av tiårsperioden har nedre voksegrense for sukkertare ved Klubben variert noe mellom år, med dypeste registrering i 2011 på 25 m dyp og grunneste i 2020 på 20 m dyp (***figur* 79**). I snitt har nedre voksegrense vært 23,1 m dyp og vært relativt jevn hele perioden. Det har vært en reduksjon i nedre voksegrense siden 2018, med grunneste registrering i 2020, som tenderer mot en negativ utvikling. Samtidig vil en noe endret transektlinje kunne være årsaken til dette og det er derfor ikke mulig å konkludere om en eventuell utviklingstrend.



Figur 79. *Nedre voksegrense for sukkertare i perioden 2010–2020.*

Oppsummert for tiårsperioden har det vært relativt uendrede forhold for både tangvegetasjon, trådformede opportunister og nedre voksengrense for sukkertare ved Klubben. For dekningsgrad av fingertare er det også uendrede forhold, mens det har vært lite registreringer av stortare dypere enn 8 m de siste fem årene, noe som kan tyde på en negativ utvikling. Tilsvarende også for sukkertare med en generell nedgang i dekningsgrad i forhold til de første årene. Både trådformede opportunister og mosaikk av alger har hatt en relativt høy dekningsgrad, og økende for algemosaikk gjennom perioden. Stasjonen har gjennom hele perioden gitt inntrykk av eutrofierende forhold.

FINNØYFJORDEN

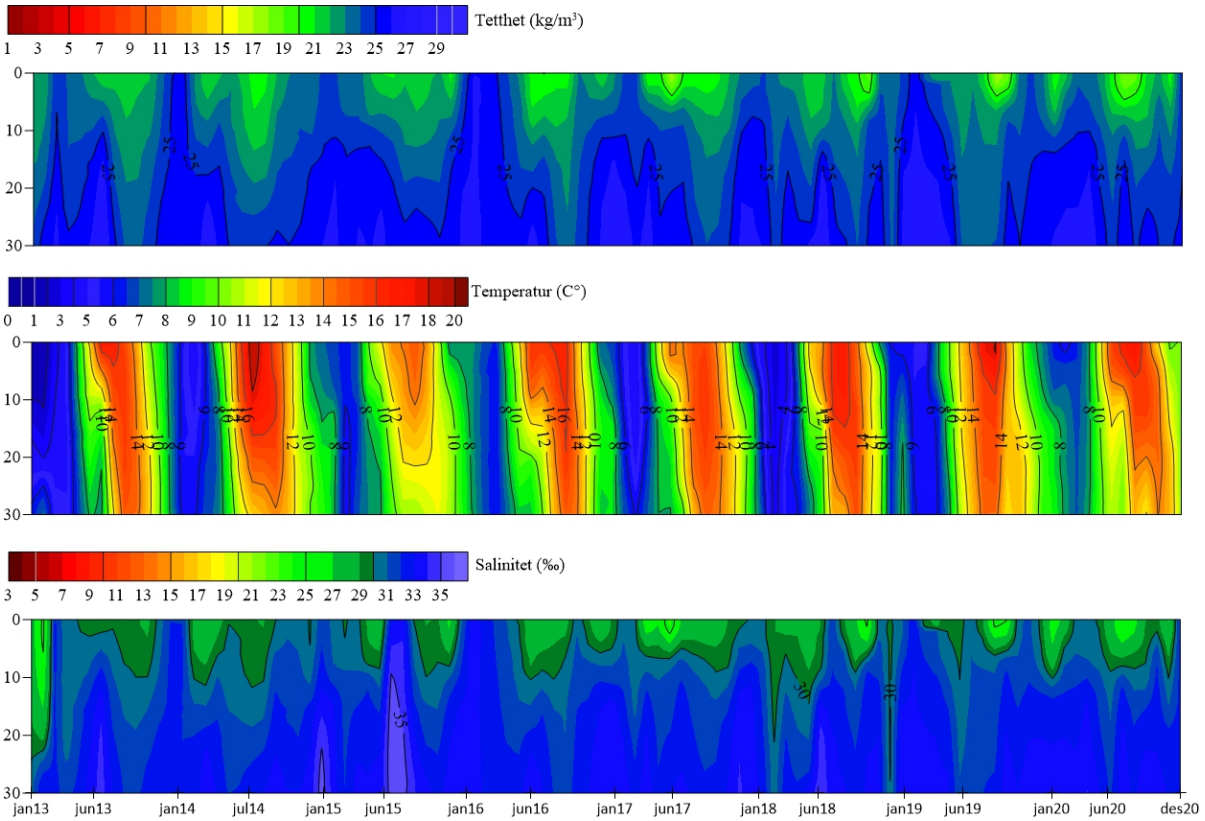
Utslipp til fjorden

Vannforekomsten Finnøyfjorden er omgitt flere vannforekomster med oppdrettsvirksomhet, men av disse er det Finnøyfjorden som har høyest produksjonsintensitet. I 2020 var det 3 oppdrettslokaliteter, hvorav 2 for laksefisk i Finnøyfjorden, med en samlet MTB på 7 860. I 2010 var de samme 3 oppdrettslokalitetene i bruk i fjorden og hadde en samlet MTB på 5 520 tonn. I følge portal.fiskeridir.no hadde Finnøyfjorden en gjennomsnittlig biomasse på 3 004 tonn/mnd. i perioden 2015–2016, noe som utgjorde 125 tonn/km^2/mnd., mens den i 2017–2018 hadde en gjennomsnittlig biomasse på 2 612 tonn eller 109 tonn/km^2/mnd. I 2019–2020 var den gjennomsnittlige biomassen 2 655 tonn eller 111 tonn/km^2/mnd. Det har vært en nedgang i biomassen i fjorden de siste 5 årene. Det er registrert utslipp fra 2 avløpsrenseanlegg i miljødirektoratets kartverktøy (miljøatlas.miljødirektoratet.no.) og det har trolig vært noen små utslipp fra for eksempel privatboliger, hytter og jordbruk som ikke kommer fram i miljødirektoratets kartvertøy.

Vannkvalitet

Hydrografi

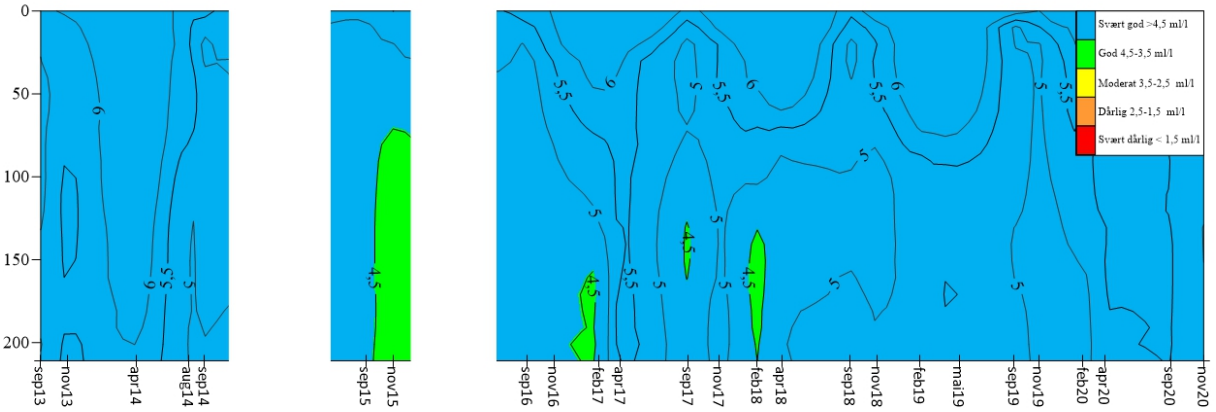
Hydrografimålingene mellom 2013 og 2020 på stasjon I i Finnøyfjorden viste et lag med litt lavere saltinnhold og tetthet i vannoverflaten i lengre perioder, men variasjonen i salinitet var lavere enn det som ble observert i fjorder som lenger inn i landet og saltinnholdet var sjelden lavere enn 25 ‰. Brakkvannslaget var stort sett grunnere enn 10 m dypt og det var ikke uvanlig at saliniteten lå over 30 ‰ også i øvre del av vannsøylen (***figur* 80**). Temperaturen varierte typisk mellom 4–8 °C på det kaldeste i januar–februar og 15–18 °C i august–september. Vinteren 2019/2020 skilte seg noe ut ved at det kalde overflatelaget ikke gikk like dypt som tidligere år.



Figur 80. *Konturplott av tetthet (kg/m^2), temperatur (°C) og salinitet (‰) i vannsøylen i Finnøyfjorden. Y-akse viser dybdeintervallet 0–30 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Fargeskalaen er relativ, med lilla for de laveste verdiene og rød for de høyeste for temperatur, og motsatt for tetthet og salinitet. Se også figurtekst* ***figur 8****.*

Oksygeninnhold

Oksygeninnholdet var høyt gjennom hele vannsøylen i perioden 2013–2020 i Finnøyfjorden (I) og lå for det meste i tilstandsklasse "svært god" (**figur 81**). Det var korte perioder da det ble målt oksygen i tilstandsklasse "god" i nedre deler av vannsøylen. Det gjennomgående høye oksygeninnholdet gjennom vannsøylen tyder på god vannutskifting i fjorden.



Figur 81. *Konturplott av oksygeninnhold (ml/l O_2) i vannsøylen i Finnøyfjorden (I). Y-akse viser dybdeintervallet 0–213 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Se også figurtekst* ***figur 9****.*

Klorofyll

Klorofyllnivået var generelt lavt med gjennomsnittskonsentrasjoner i beste tilstandsklasse gjennom store deler av perioden, men ved enkelte tidspunkt på vår og i sommerhalvåret lå gjennomsnittskonsentrasjonen i tilstandsklasse "god". Om vår og sommer var det større variasjon mellom enkeltmålinger, med konsentrasjoner på noen dyp i tilstandsklasse "moderat". Disse målingene viser trolig mindre sesongmessige oppblomstringer av planktonalger.

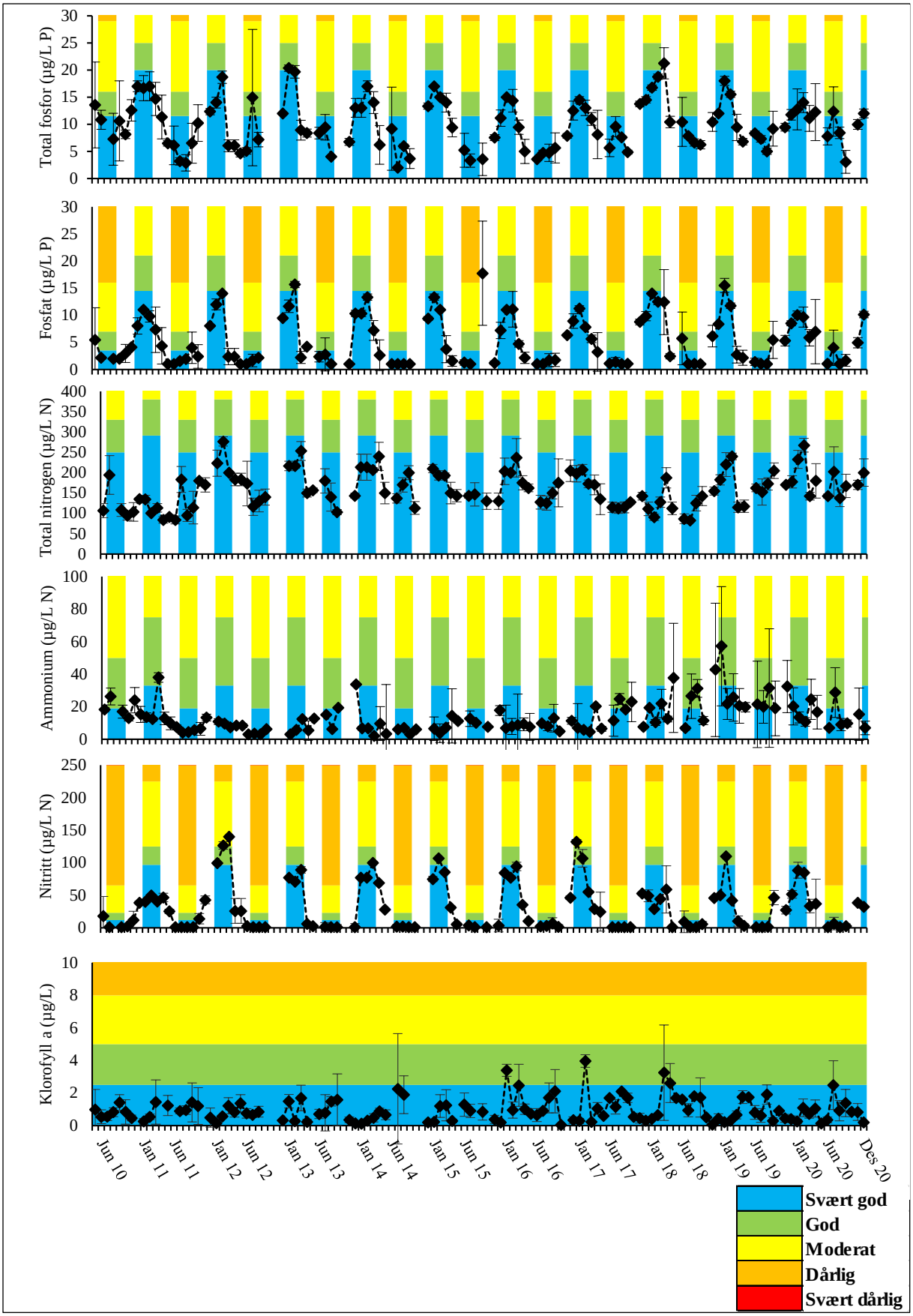
Næringssalt

Innholdet av næringssaltene fosfat, total fosfor, total nitrogen, nitritt og ammonium i øvre del av vannsøylen i Finnøyfjorden var generelt lavt gjennom perioden, for det meste innenfor tilstandsklassene "svært god" eller "god" (**figur 82**). Unntakene var nitrittinnholdet ved to tidspunkt vinteren 2011/2012, og en gang vinteren 2016/2017, som lå i tilstandsklasse "moderat". Forhøyet konsentrasjon i to påfølgende måneder, uten stor variasjon mellom målingene kan tyde på en lengre periode med forhøyet nitrittinnhold i øvre del av vannsøylen. Generelt var det liten variasjon mellom enkeltmålingene i perioder for tilstandsklassevurdering.

Gjennomsnittlig sommer- og vinterkonsentrasjon av total fosfor og totalt nitrogen var innenfor tilstandsklasse "svært god" gjennom hele perioden (**tabell 25**) Gjennomsnittlig vinterkonsentrasjon av nitritt i 2012 og 2017, og gjennomsnittlig sommerkonsentrasjon av ammonium i 2010, 2018 og 2019 lå innenfor tilstandsklasse "god", og ellers innen beste tilstandsklasse gjennom hele perioden.

Tabell 25: *Gjennomsnittskonsentrasjon av næringssalt (total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitrat/nitritt) med standardavvik for sommermånedene (juni, juli og august) og vintermånedene (desember, januar og februar) som inngår i perioden for tilstandsvurdering. Gjennomsnittsberegningen er gjort fra konsentrasjoner på 0, 5, 10 og 15 m dyp.*

		Enhet	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Vinter	**Tot-fosfor**	µg/l	-	17	15	17	14	15	13	13	17	15	13
	SD		-	1,8	3,0	4,1	2,4	1,6	2,2	1,5	1,9	2,6	2,4
	Fosfat	µg/l	-	9,6	11	12	11	11	9,8	9,4	12	12	9,4
	SD		-	1,6	2,7	2,8	1,6	1,7	2,6	1,7	1,9	3,1	1,3
	Tot-nitrogen	µg/l	-	116	233	229	211	199	213	193	110	214	226
	SD		-	17	38	23	23	12	34	21	20	30	42
	Ammonium	µg/l	-	21	9,3	7,0	5,1	5,8	7,8	5,7	21	24	12
	SD		-	13	2,0	4,9	2,8	2,6	3,7	2,1	7,0	26,9	7,6
	Nitritt	µg/l	-	43	122	79	85	89	85	98	41	67	75
	SD		-	5,0	18	7,9	11	15	14	35	10	32	19
Sommer	**Tot-fosfor**	µg/l	9,0	4,0	9,1	7,3	5,7	4,3	4,3	7,6	8,3	6,9	9,5
	SD		3,8	2,5	7,8	2,8	4,9	2,4	1,0	2,1	2,9	1,5	3,3
	Fosfat	µg/l	2,1	1,5	1,6	2,0	1,0	1,2	1,2	1,2	2,6	1,2	2,0
	SD		0,2	0,4	0,8	1,8	0,0	0,4	0,7	0,5	3,4	0,4	2,2
	Tot-nitrogen	µg/l	151	131	129	141	169	145	134	114	98	163	161
	SD		57	48	22	41	31	19	19	12	23	21	46
	Ammonium	µg/l	22	4,7	4,2	14	5,3	11,4	10	18	22	24	15
	SD		6,6	1,0	1,5	7,0	2,4	1,7	5,0	7,8	13	25	13
	Nitritt	µg/l	1,0	1,1	1,0	1,2	1,6	2,4	4,0	1,0	3,8	1,1	2,9
	SD		0,0	0,2	0,0	0,3	0,5	3,3	5,1	0,0	9,5	0,4	5,8



Figur 82. *Linjediagram med gjennomsnittlig innhold av total fosfor, fosfat, totalt nitrogen, ammonium, nitritt og klorofyll a (µg/L) med standardavvik i vannsøylen på stasjon Finnøyfjorden (I). Se også figurtekst* ***figur 10****.*

Sedimentkvalitet

Sedimentet på stasjon B4 (St I-Finn) på 290 m dyp i Finnøyfjorden er en blanding av leire, silt, sand og litt grus, samt en del harde leireklumper som muligens førte til en undervurdering av andel finstoff i sedimentanalysene. Innhold av organisk stoff i sedimentet var nokså lavt i 2011 og 2017, da innholdet av normalisert TOC var innenfor tilstandsklasse "god", men var høyere og innenfor tilstandsklasse "moderat" i 2014 (**tabell 26**). Fosforinnholdet økte noe gjennom perioden. Innholdet av kobber og sink var nokså lavt alle år, men viste en liten økning fra 2011 til 2017.

Bløtbunnsfauna

Bløtbunnsfaunaen ble klassifisert i "svært god" tilstand i 2011 og 2017, og "god" tilstand i 2014 (**tabell 26**). I Finnøyfjorden var antall individ og arter relativt lavt i 2011 og økte markant fra 2011 til 2014. Artsantallet av var enda litt høyere i 2017 enn i 2014, men individantallet av partikkelspisende og opportunistiske arter var lavere. Generelt var det en blanding av arter som er noe forurensingstolerante og mange forurensingssensitive arter på stasjonen. Som i Hidlefjorden synes bløtbunnsfaunaen i Finnøyfjorden å ha tilpasset seg forhold med høyere tilførsler av organisk materiale etter 2014, slik at det ikke blir større akkumulering av organisk stoff i sedimentet.

Tabell 26. *Sedimentkvalitet og bløtbunnsfauna på stasjon B4 (St I-Finn) i Finnøyfjorden. Sedimentkvalitet inkluderer andel finstoff (silt og leire) i sedimentet, innhold av organisk stoff som normalisert TOC (nTOC), samt innhold av fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn). Resultater for bløtbunnsfauna inkluderer artsantall (S), individantall (N), og Shannon-Indeks (H') for stasjonen samlet, og NQI1-indeks og samlet nEQR for grabbgjennomsnitt, som er middelverdi for nEQR-verdiene for NQI1, ES_{100}, H', ISI_{2012} og NSI. Tilstandsklasser er angitt etter veiledere gyldig til enhver tid (se avsnitt om metoder).*

Stasjon B4	Sedimentkvalitet					Bløtbunnsfauna				
	% leire & silt	nTOC (mg/g)	P (g/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	S ($\bar{G}$)	N ($\bar{G}$)	H' ($\bar{G}$)	NQI1 ($\bar{G}$)	nEQR ($\bar{G}$)
2017	53	21,4 (II)	1,24	16,0 (I)	115 (II)	50	209	4,72 (II)	0,85 (I)	0,83 (I)
2014	56	30,0 (III)	1,13	22,0 (I)	110 (I)	48	334	4,50 (II)	0,79 (II)	0,74 (II)
2011	62	23,1 (II)	0,92	11,7 (I)	106 (I)	26	83	4,15 (II)	0,78 (I)	-

Makroalgesamfunn

Stasjon 5 Langøy

Stasjonen ligger på Langøy i Finnøyfjorden, sørøst på øya Finnøy og ligger relativt beskyttet til fra vest og nord, med mange holmer og skjær i området (***figur* 83**). Store deler av transektet har gått langs sand og steinbunn fra rundt 30 m dyp, med stort sett fjell fra rundt 14 m og opp til fjæresonen. Nærmeste oppdrettslokalitet ligger vel 200 m sørøst for Langøy. Flere kommunale avløp har utslippspunkt innenfor en radius på 1,5 km, hvor nærmeste ligger ved Reilstad, 600 m vest for stasjonen. I tillegg er det er noe landbruk i området.

Dekningsgrad av makroalgegrupperinger

Tangvegetasjon var til stede det første året, samt i årene 2013 til 2016. Dekningsgraden har da vært flekkvis eller spredt med mellom 25 og 50 % dekningsgrad (**tabell 27**). Det er ingen utviklingstrend i dekningsgrad av tangvegetasjon i løpet av tiårsperioden.

Figur 83. *Oversiktsbilde av stasjon 5 Langøy og nærbilde av fjæresonen.*

Sukkertare har variert mellom en dekningsgrad på mindre enn 25% til over 75 % i enkelte dybdeintervaller langs sjøbunnen opp til Langøy. I tiårsperioden har mengden sukkertare variert betydelig på stasjonen, med lavest dekningsgrad av sukkertare i 2012 og 2013, og høyest i 2015. Sukkertare var tilnærmet fraværende i dybdeintervallet 2–5 meter frem til 2014, mens arten har hatt en dekningsgrad på over 50 % fra 2015 frem til 2020. Dekningsgrad av sukkertare har tilsynelatende hatt en oppadgående utviklingstrend.

For grupperingen **stor-, finger- og butare** ble i hovedsak fingertare blitt registrert i de øverste to meterne av sjøsonen, med relativt uendret dekningsgrad gjennom perioden. I 2019 var det også mye skolmetang i det beltet fingertare normalt dominerte. Stortare har blitt registrert i dypere deler av transektet, men siden 2014 har vært lite eller fraværende stortare dypere en 5 m, som tyder på en negativ utvikling.

Trådformede opportunister og **mosaikk av alger**, sammen med sukkertare har stort sett vært de dominerende grupperingene langs bunnen, spesielt de to sistnevnte. Mengden trådformede alger har variert mellom år, uten en tydelig utviklingstrend. I de første to årene var det lite mosaikk av alger med mellom 25 og 50 % dekningsgrad, men siden da har dekningsgraden økt betydelig. De vanligste artene har vært rødlo, bleiktuste, bred vortesmokk, martaum, vorteflik og trådformede alger som dokke-, sli- og rekeklo-arter, samt grønnduskarter.

St. 5	Tang										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2			1	1	2	2				
2 - 5							1				
5 - 8							1				
8 - 11											
11 - 15											
15 - 20											
20 - 25											

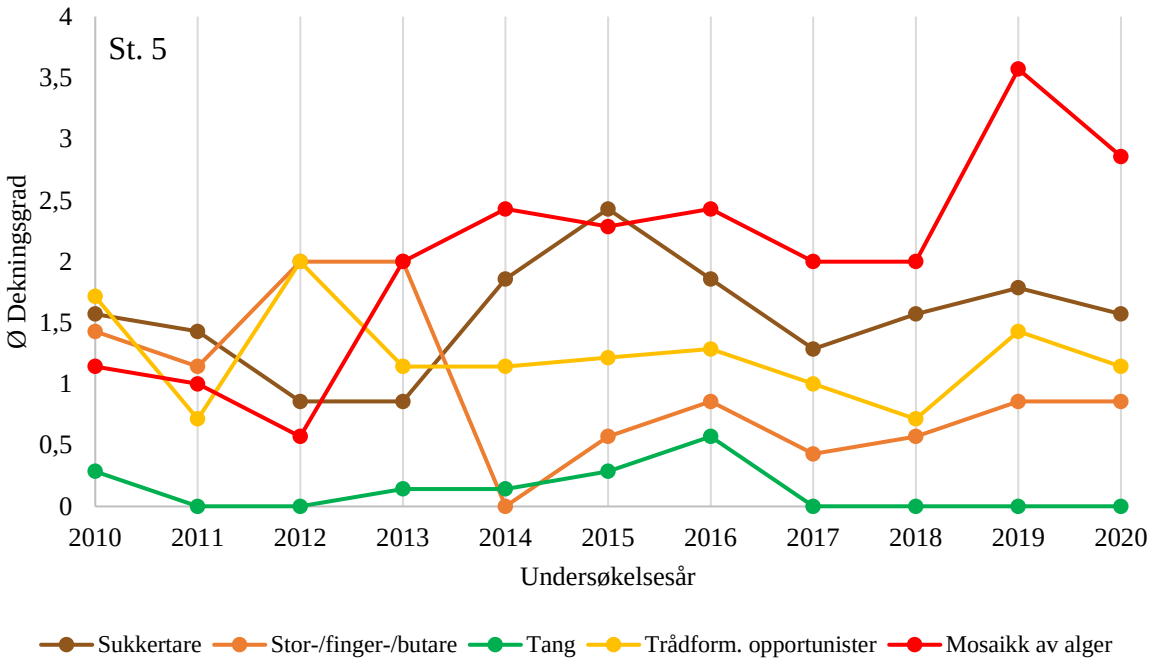
Tabell 27. *Dekningsgrad på stasjon 5 – Langøy, av tang, sukkertare, stor-, finger- og butare, trådformede opportunister og mosaikk av alger i definerte dybdeintervaller fra 2010–2020.*

St. 5	Sukkertare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2					2	1					1
2 - 5	1				1	4	3	1	2,5	2,5	2
5 - 8	3	2		1	3	4	4	1	2,5	3	2
8 - 11	2	4		2	3	3	3	3	2	3	2
11 - 15	2	2		2	2	3	2	2	2	2	2
15 - 20	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20 - 25	1	1	1		1	1		1	1	1	1

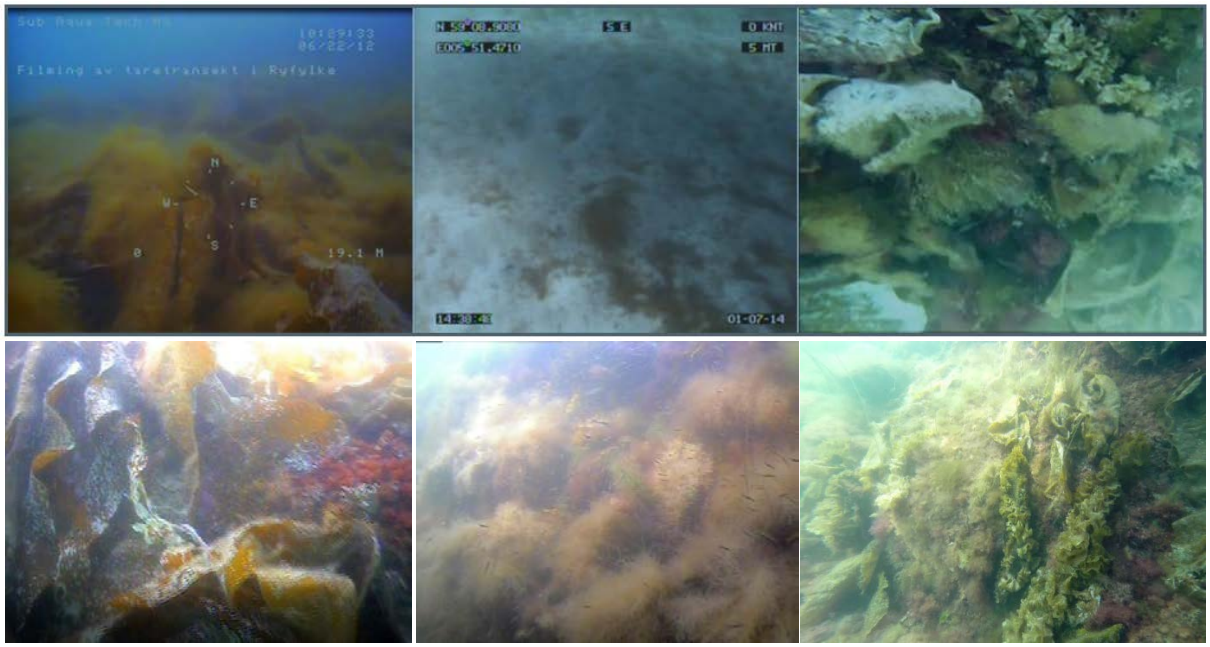
St. 5	Stor-/finger-/butare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2	3	3	3		3	4	3	3	2	4
2 - 5	4	3	3	4		1	2		1	1	1
5 - 8	1		2	3						1	1
8 - 11	1		3	2						1	
11 - 15			2	1						1	
15 - 20	1	1		1							
20 - 25	1	1	1								

St. 5	Trådformede opportunister										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2		2	2	2	2,5	2	1	1	2	1
2 - 5	2		2	2	3	2,5	2	2	1	3	1
5 - 8	3	2	3	2	2	2,5	2	2	1	2	2
8 - 11	4	2	4	2	1	1	2	1	1	1	2
11 - 15	1		3				1	1	1	1	1
15 - 20										1	1
20 - 25		1									

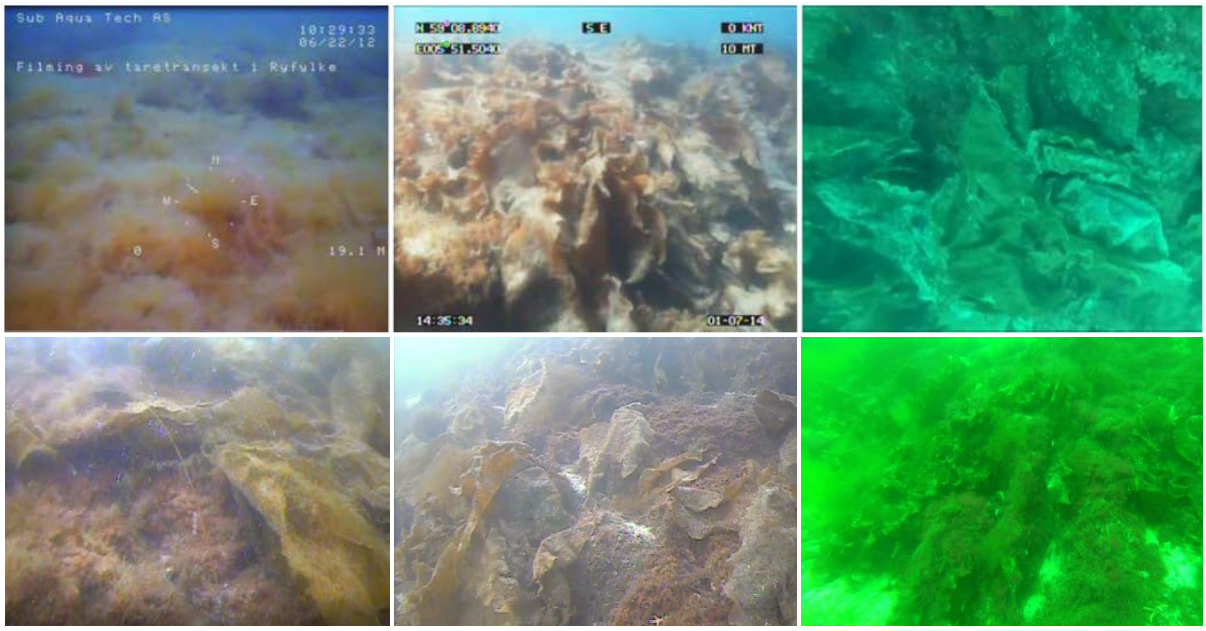
St. 5	Mosaikk av alger										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2		2	2	2	2	2	3	3	4	4
2 - 5				2	2	1	2	3	2	4	4
5 - 8				2	2	1	2	2	2	4	3
8 - 11		2		2	2	3	3	1	2	4	3
11 - 15	2	2		3	3	3	3	2	2	3	3
15 - 20	2	2	1	3	3	3	3	2	2	3	2
20 - 25	2	1	1		3	3	2	1	1	3	1



Figur 84. *Gjennomsnittlig dekningsgrad av makroalgegrupperinger på stasjon 5 – Langøy i perioden 2010–2020.*



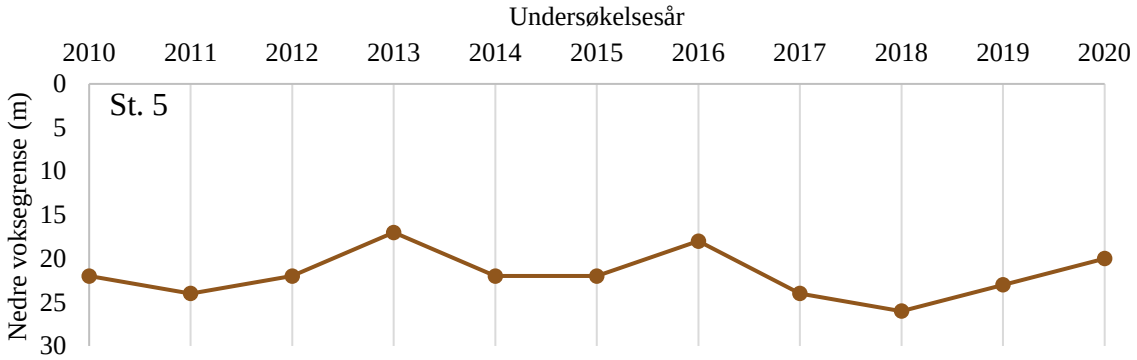
Figur 85. *Bilder fra 5–6 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*



Figur 86. *Bilder fra 10–11 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*

Nedre voksegrense for sukkertare

I løpet av en tiårsperiode har nedre voksegrense for sukkertare ved Langøy variert noe, med grunneste registrering i 2013 på 17 m dyp og dypeste i 2015 på 26 m dyp (***figur* 87**). I snitt har nedre voksegrense vært 21,8 m dyp. Undersøkelsene viser til en del svingninger mellom år, men ikke til en tydelig trend i verken nedadgående eller oppadgående retning.



Figur 87. *Nedre voksegrense for sukkertare i perioden 2010–2020.*

Oppsummert for tiårsperioden har det ikke vært noen tydelige utviklingstrender for tangvegetasjon, trådformede opportunister eller nedre voksegrense for sukkertare ved Langøy. For dekningsgrad av fingertare er det også relativt uendrede forhold, mens det har vært lite registreringer av stortare dypere enn 5 m siden 2014, som kan tyde på en negativ utvikling. For sukkertare har det imidlertid vært en økning i dekningsgrad siden 2015. Det var lite mosaikk av alger de første årene, men dette har økt betydelig langs hele transektet.

Stasjon 25 Halsnøya

Stasjonen ligger på Halsnøyna ut mot Helgøysundet og ligger relativt eksponert til. Store deler av transektet har gått langs sand og steinbunn fra rundt 23 m dyp, frem til fast fjell fra rundt 9 m dyp (***figur* 88**). Nærmeste oppdrettslokalitet ligger vel 1 km øst for stasjonen.

Dekningsgrad av makroalgegrupperinger

Tang har stort sett vært tilstedeværende i tiårsperioden, med unntak av årene 2013, 2014 og 2020. Stort sett ble sagtang registrert i nedre del av fjæresonen og øvre del av sjøsonen, men også noe blæretang enkelte år. Det har stort sett vært spredt dekning med mellom 25–50 % dekningsgrad, men dette var høyere i årene 2011 og 2018 (**tabell 28**). Ulike transektlinjer mellom år er trolig hovedårsaken til fravær av tangvegetasjon enkelte år.

Figur 88. *Oversiktsbilde av stasjon 25 Halsnøya og nærbilde av fjæresonen.*

Sukkertare har gradvis økt i dekningsgrad i løpet av tiårsperioden langs sjøbunnen opp til Halsnøya. I 2010 og 2012 var det ingen registreringer, men siden har mengden gradvis økt frem til 2017 hvor sukkertare utgjorde mer enn 75 % fra 11 til 2 m dyp. I 2018–2020 var det en liten reduksjon i dekningsgrad, men fremdeles høyere enn i tiden før 2016.

For grupperingen **stor-, finger- og butare** ble i hovedsak fingertare registrert i de øverste meterne av sjøsonen, og stortare i dypere deler av transektet. Høyest dekningsgrad av stortare ble registrert i 2010–2011 og 2013-2014 og siden har det vært en svak nedgang i dekningsgrad.

Mosaikk av alger har, sammen med tarevegetasjon, vært dominerende grupperingen langs bunnen. Dekningsgraden for algemosaikk var lavest de tre første årene, økte markant i 2013 og har siden holdt seg stabilt rundt 50–75 %. I hovedsak som vegetasjon under og mellom tare. For **trådformede opportunister** har det vært store variasjoner i dekningsgrad, men med generell økning gjennom perioden. De vanligste artene på stasjonen utenom tarevegetasjon har vært blant annet skolmetang, stivt kjerringhår, vorteflik, dokke- og rekekloarter.

St 25	Tang										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2	4	1			2	2	2	3,5	1	
2 - 5			1								
5 - 8											
8 - 11											
11 - 15											
15 - 20											
20 - 25											

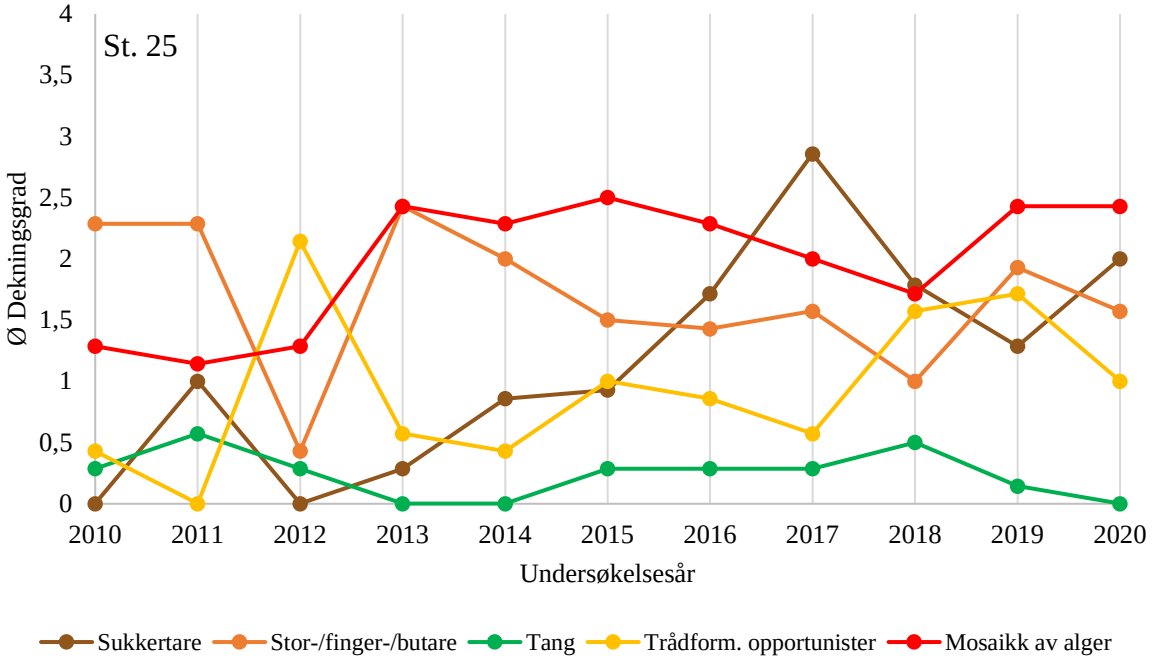
Tabell 28. *Dekningsgrad på stasjon 25 – Halsnøya, av tang, sukkertare, stor-, finger- og butare, trådformede opportunister og mosaikk av alger i definerte dybdeintervaller fra 2010–2020.*

St 25	Sukkertare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2							3	2	2	3	4
2 - 5						1	3	4	2	2	3
5 - 8					1	1,5	2	4	1	1	3
8 - 11		4		1	3	2	1	4	1	1	3
11 - 15		1			1	1	2	3	3,5	1	1
15 - 20		1		1	1	1	1	2	2	1	
20 - 25		1						1	1		

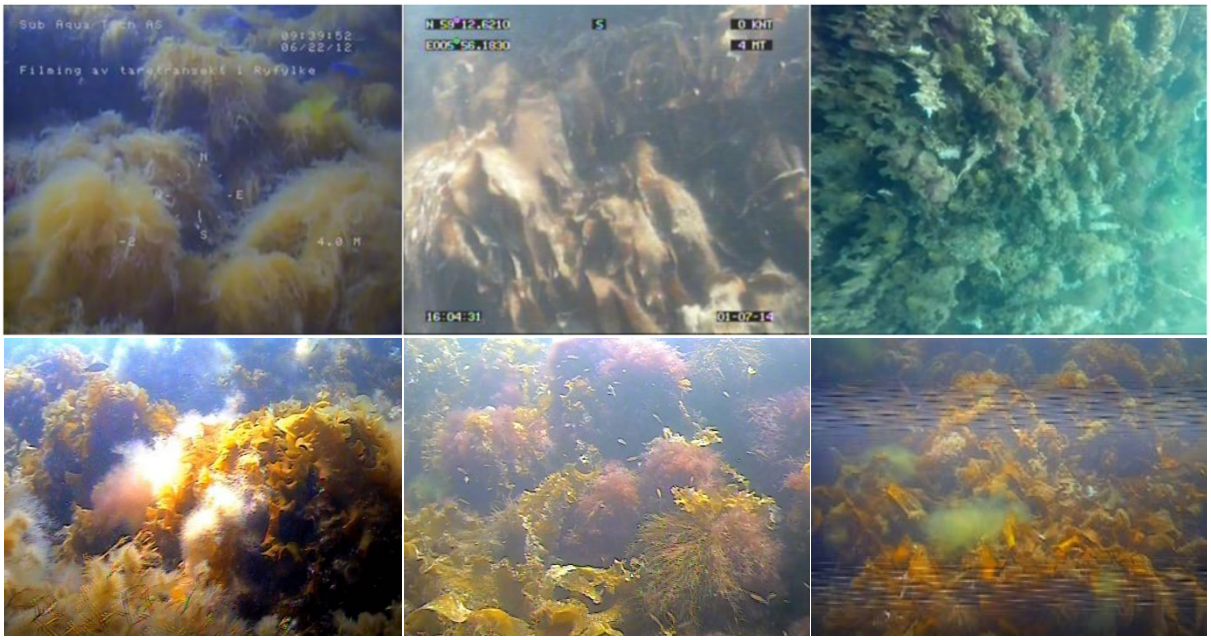
St 25	Stor-/finger-/butare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2	4	1	4	4	3	1	4	3	3	4
2 - 5	4	4		4	4	3	1		1	3	3
5 - 8	4	4	1	4	3	2,5	3	2		4	3
8 - 11	3	4	1	4	2	2	3	2	3	3,5	1
11 - 15				1	1		2	1			
15 - 20	2							1			
20 - 25	1							1			

St 25	Trådformede opportunister										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	1		4		1	3	2	1	1	2	1
2 - 5	1		4	2	1	3	2	1	2	2	2
5 - 8	1		3	1	1	1	2	1	2	2	2
8 - 11			3	1				1	2	2	1
11 - 15			1						2	1,5	1
15 - 20									1	1,5	
20 - 25									1	1	

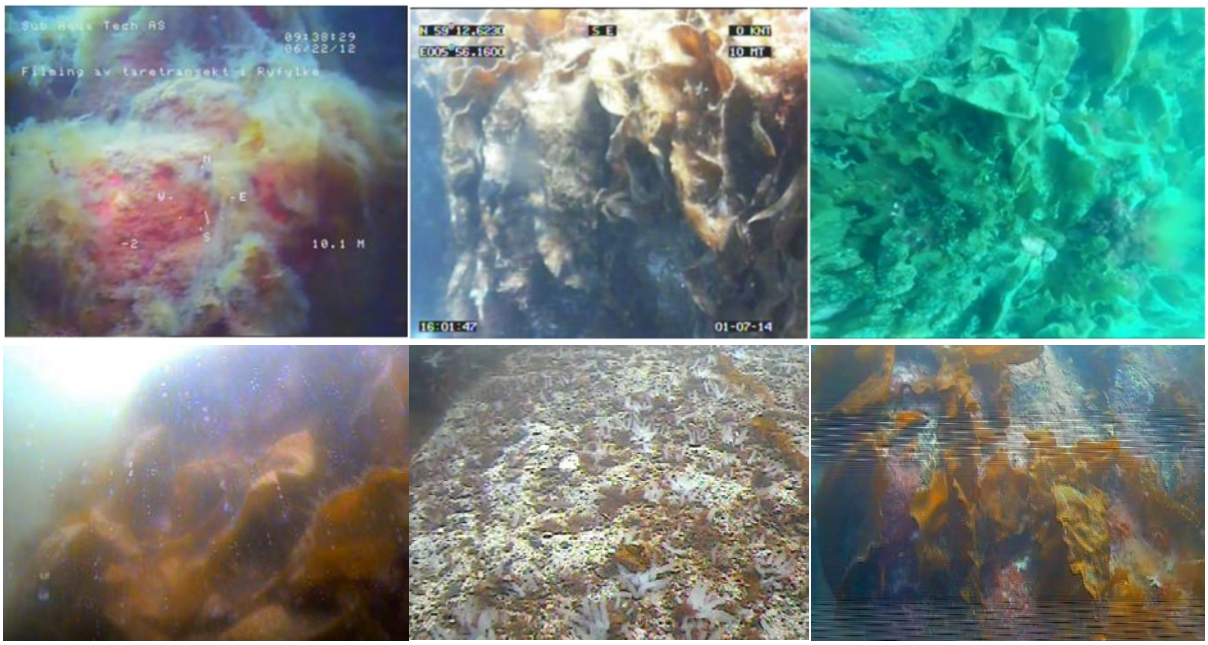
St 25	Mosaikk av alger										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2	4		2	2	3	2	2	2	3	4
2 - 5				3	3	2	2	3	2	3	3
5 - 8				2	2	2	2	2	2	3	3
8 - 11	2		3	2	2	2	2	2	2	3	3
11 - 15		2	3	3	3	3,5	3	2	2	1	2
15 - 20	3	1	2	3	3	3	3	2	1	2	1
20 - 25	2	1	1	2	1	2	2	1	1	2	1



Figur 89. *Gjennomsnittlig dekningsgrad av makroalgegrupperinger på stasjon 25 – Halsnøya i perioden 2010–2020.*



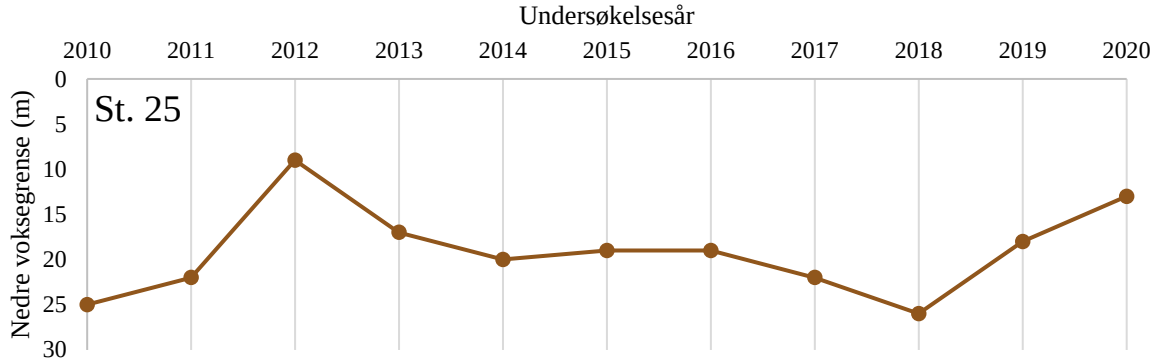
Figur 90. *Bilder fra 4 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*



Figur 91. *Bilder fra 10 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*

Nedre voksegrense for sukkertare

I løpet av tiårsperioden har nedre voksegrense for sukkertare ved Halsnøya variert betydelig, med grunneste registrering i 2012 på 9 m dyp og dypeste i 2018 på 26 m dyp. I snitt har nedre voksegrense vært 19 m dyp for hele tiårsperioden, med en generelt nedadgående trend fra undersøkelsene startet i 2010, selv om nedre voksegrense i 2018 var den dypeste registrerte for perioden.



Figur 92. *Nedre voksegrense for sukkertare i perioden 2010–2020.*

Oppsummert for tiårsperioden har det ikke vært noen tydelige utviklingstrender for tangvegetasjon, men en svak økning i dekningsgrad av sukkertare, trådformede opportunister og en betydelig økning av algemosaikk ved Halsnøya. Stortarevegetasjonen har vist en svak nedgang i dekningsgrad, tilsvarende har også nedre voksegrense vist en tilsynelatende negativ utvikling.

Stasjon 21 Ombo

Stasjonen ligger på sørsiden av Ombo ut mot Gardssundfjorden, og ligger relativt beskyttet fra nord og sør (***figur* 93**). Store deler av transektet har gått langs fjell og steinbunn fra rundt 30 m dyp, frem til sandslette fra rundt 11 m og deretter steinrøys fra rundt 7 m dyp og opp til fjæresonen. Nærmeste oppdrettslokalitet ligger vel 3,4 km vest-sørvest for Ombo.

Dekningsgrad av makroalgegrupperinger

Tangvegetasjon har stort sett vært til stede med høy dekningsgrad (>75 %) de første meterne siden 2014. Enkelte år, i 2012 og 2014, hvor det ikke har blitt registrert tangvegetasjon kan vegetasjon som martaum ha hindret videokamera å kunne observere underliggende vegetasjon. Ifølge årsrapporten fra 2010 stod det i beskrivelser fra transektet at enkelt småplanter av tang ble observert, mens i årsrapporten fra 2012 dominerte fremmedarten pollpryd i tangbeltet i øvre del av sjøsonen. Tangvegetasjon har hatt en positiv utvikling i løpet av tiårsperioden (**tabell 29**).

Figur 93. *Oversiktsbilde av stasjon 12 Ombo og nærbilde av fjæresonen.*

Sukkertare har gradvis økt i dekningsgrad langs sjøbunnen opp til Ombo i løpet av tiårsperioden, men stort sett med mindre enn 25 % dekningsgrad i de ulike dybdeintervallene (**tabell 29**).

For grupperingen **stor-, finger- og butare** var det i hovedsak kun det første året at det ble registrert stortare, og kun spredte forekomster ellers i 2013, 2018 og 2019 i kun et dybdeintervall. Med bakgrunn i relativt høy dekningsgrad av stortare ned til 11 m dyp i 2010 og kun få registreringer siden, har tarevegetasjonen hatt nedadgående trend i tiårsperioden.

Trådformede opportunister og **mosaikk av alger** har stort sett vært de dominerende grupperingene langs bunnen og det har vært vanskelig å se undervegetasjon under trådformede alger langs transektet. I det første året var det lite trådformede opportunister, men disse økte betydelig i dekningsgrad i 2011 og har siden vært på et høyt nivå. For mosaikk av alger har økningen av dekningsgrad vært betydelig i perioden, men noe mer gradvis enn for trådformede opportunister. Denne stasjonen har gjennom hele perioden gitt inntrykk av sterkt eutrofierende forhold med mye trådformede alger. De vanligste artene har vært rødlo, silkegrønndusk, sli-arter, bleiktuste, martaum, vorteflik, rødkluft, bred vortesmokk, og fremmedartene japansk drivtang og pollpryd.

St 21	Tang										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2		1			4	4	3	4	4	4	4
2 - 5											
5 - 8											
8 - 11											
11 - 15											
15 - 20											
20 - 25											

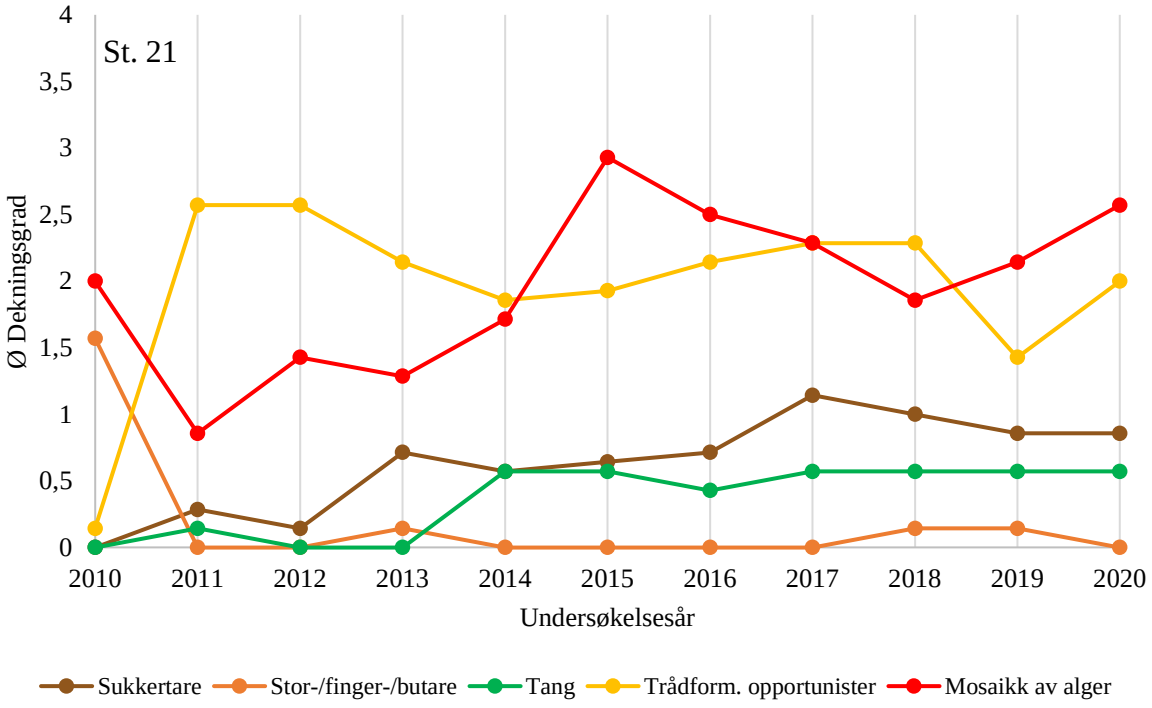
Tabell 29. *Dekningsgrad på stasjon 21 – Ombo, av tang, sukkertare, stor-, finger-, butare, trådformede opportunister og mosaikk av alger i definerte dybdeintervaller fra 2010–2020.*

St 21	Sukkertare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2		1						1	1	1	1
2 - 5								1	1	1	
5 - 8								1	1	1	1
8 - 11				1	1	1	1	1	1	1	2
11 - 15				2	1	1,5	2	2	1	1	2
15 - 20		1	1	1	1	1	1	1	1	1	
20 - 25				1	1	1	1	1	1		

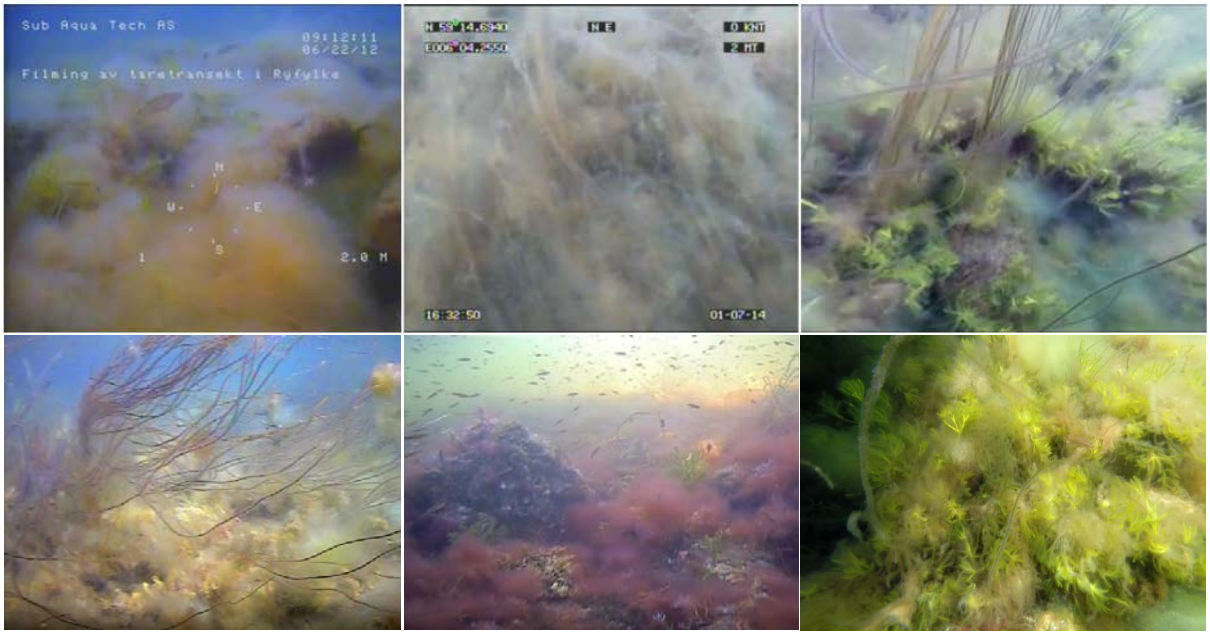
St 21	Stor-/finger-/butare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	3								1	1	
2 - 5	3										
5 - 8	3										
8 - 11	2										
11 - 15											
15 - 20				1							
20 - 25											

St 21	Trådformede opportunister										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2		4	3	3	3	4	4	4	3	2	3
2 - 5	1	4	4	4	5	4	4	3	3	1	3
5 - 8		3	3	4	2	3	4	3	3	3	3
8 - 11		4	3	3	1	2,5	3	3	3	2	3
11 - 15		2	3	1	1			2	2	1	2
15 - 20		1	2		1			1	1	1	
20 - 25									1		

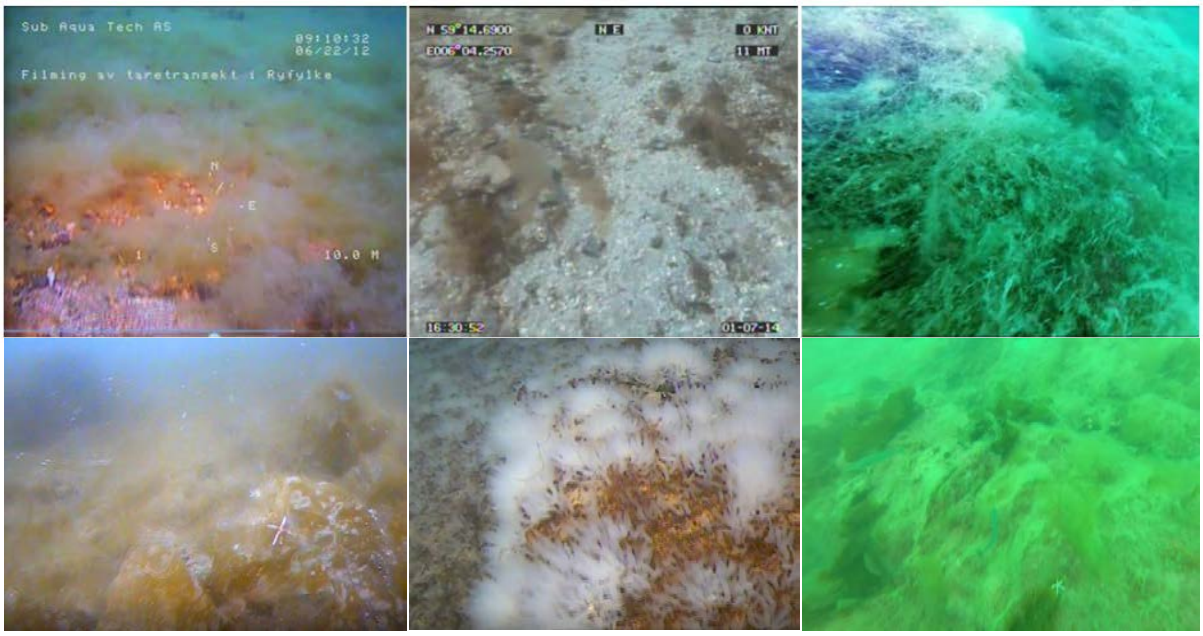
St 21	Mosaikk av alger										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	3		2		2	2,5	2	3	2	3	1
2 - 5	2		1			2,5	2	3	2	3	2
5 - 8	2		1		2	3	2	2	2	2	3
8 - 11	4	1	1	2	2	3	2,5	3	2	2	3
11 - 15	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3
15 - 20	1	2	2	2	2	3,5	3	1	2	2	3
20 - 25		1	1	2	2	3	3	1	1	1	3



Figur 94. *Gjennomsnittlig dekningsgrad av makroalgegrupperinger på stasjon 21 – Ombo i perioden 2010–2020.*



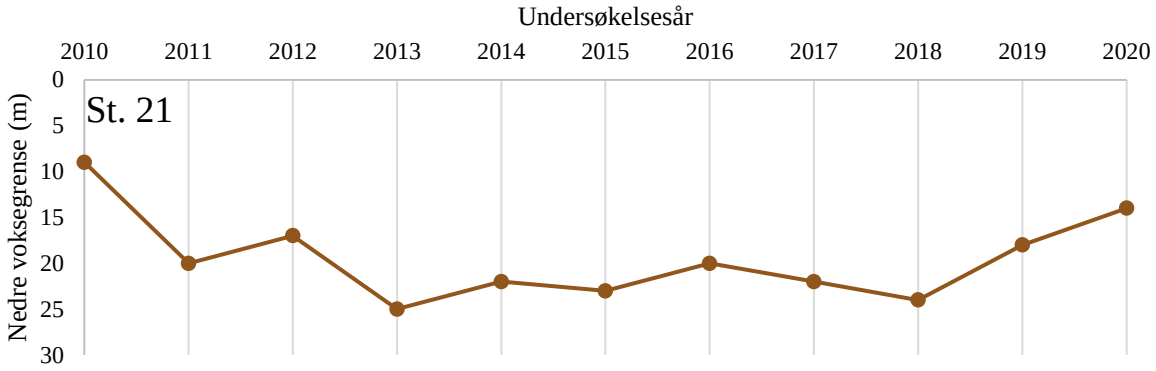
Figur 95. *Bilder fra 2 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*



Figur 96. *Bilder fra 10–11 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*

Nedre voksegrense for sukkertare

I løpet av en tiårsperiode har nedre voksegrense for sukkertare ved Ombo variert en del mellom år, med dypeste registrering i 2018 på 24 m dyp og grunneste i 2010 på 9 m dyp (***figur* 97**). I snitt har nedre voksegrense vært 19,5 m dyp for hele perioden og hatt en nedadgående trend de siste årene.



Figur 97. *Nedre voksegrense for sukkertare i perioden 2010–2020.*

Oppsummert for tiårsperioden har det vært en positiv utvikling i tangvegetasjon og en svak økning i dekningsgrad av sukkertare ved Ombo. Både trådformede opportunister og mosaikk av alger har vært dominerende og økt betydelig i løpet av perioden, samtidig som dekningsgrad av stortare, samt nedre voksegrense for sukkertare har hatt en nedadgående trend. Stasjonen har gitt inntrykk av sterkt eutrofierende forhold med mye trådformede alger som dekker annen algevegetasjon gjennom hele perioden.

JØSENFJORDEN

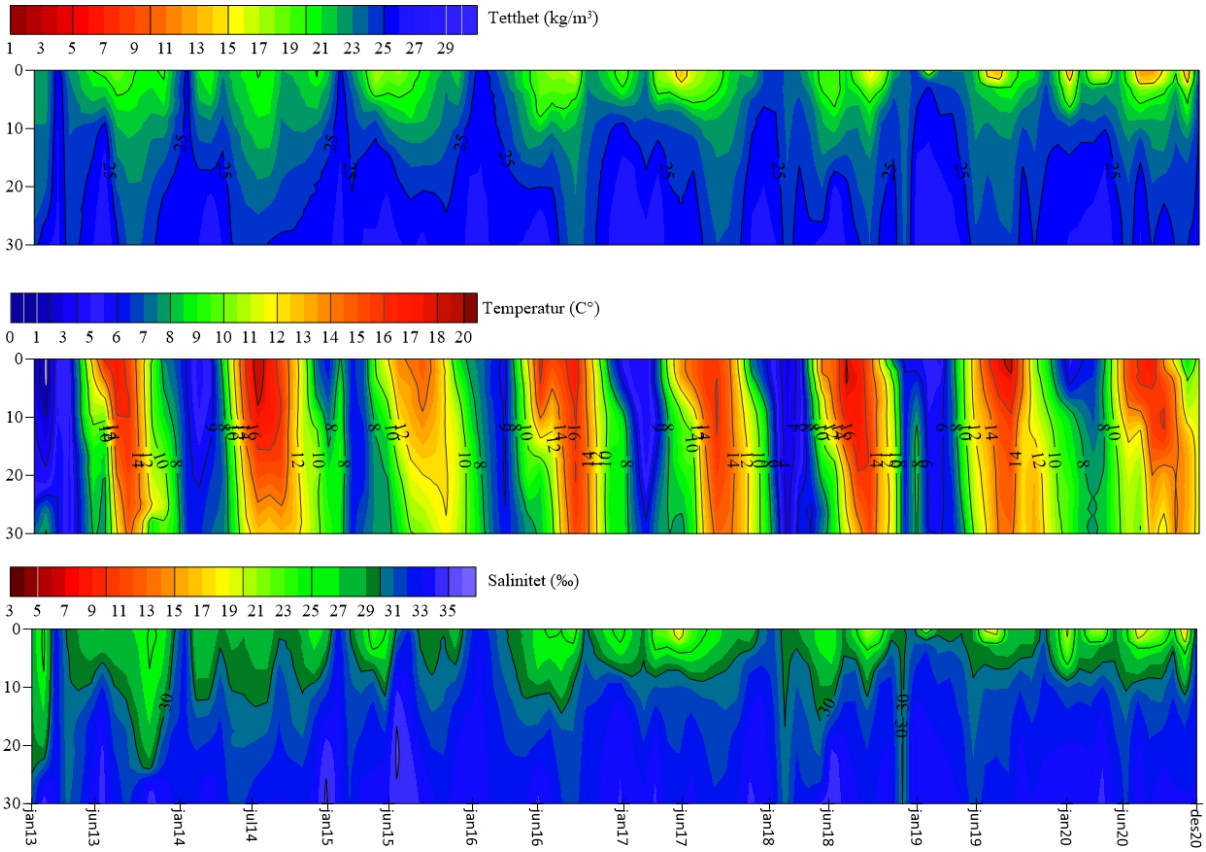
Utslipp til fjorden

Jøsenfjorden hadde i 2020 tre oppdrettslokaliteter med en samlet MTB på 9 540 tonn, i 2010 var det 2 oppdrettslokaliteter i fjorden med en samlet MTB på 7 200 tonn. Ifølge portal.fiskeridir.no hadde Jøsenfjorden en gjennomsnittlig biomasse på 1 759 tonn/mnd. i perioden 2015–2016, noe som utgjorde 56,2 tonn/km^2/mnd., mens den i 2017–2018 hadde en gjennomsnittlig biomasse på 960 tonn eller 30,7 tonn/km^2/mnd. I 2019–2020 var den gjennomsnittlige biomassen fra akvakultur 716 tonn eller 22,9 tonn/km^2/mnd. Det har vært en nedgang i biomassen i akvakultur de siste 5 årene. Det er registrert utslipp fra ett avløpsrenseanlegg i miljødirektoratets kartverktøy (miljøatlas.miljødirektoratet.no.) og det er trolig noen små utslipp fra for eksempel privatboliger, hytter og jordbruk som ikke kommer fram i miljødirektoratets kartvertøy.

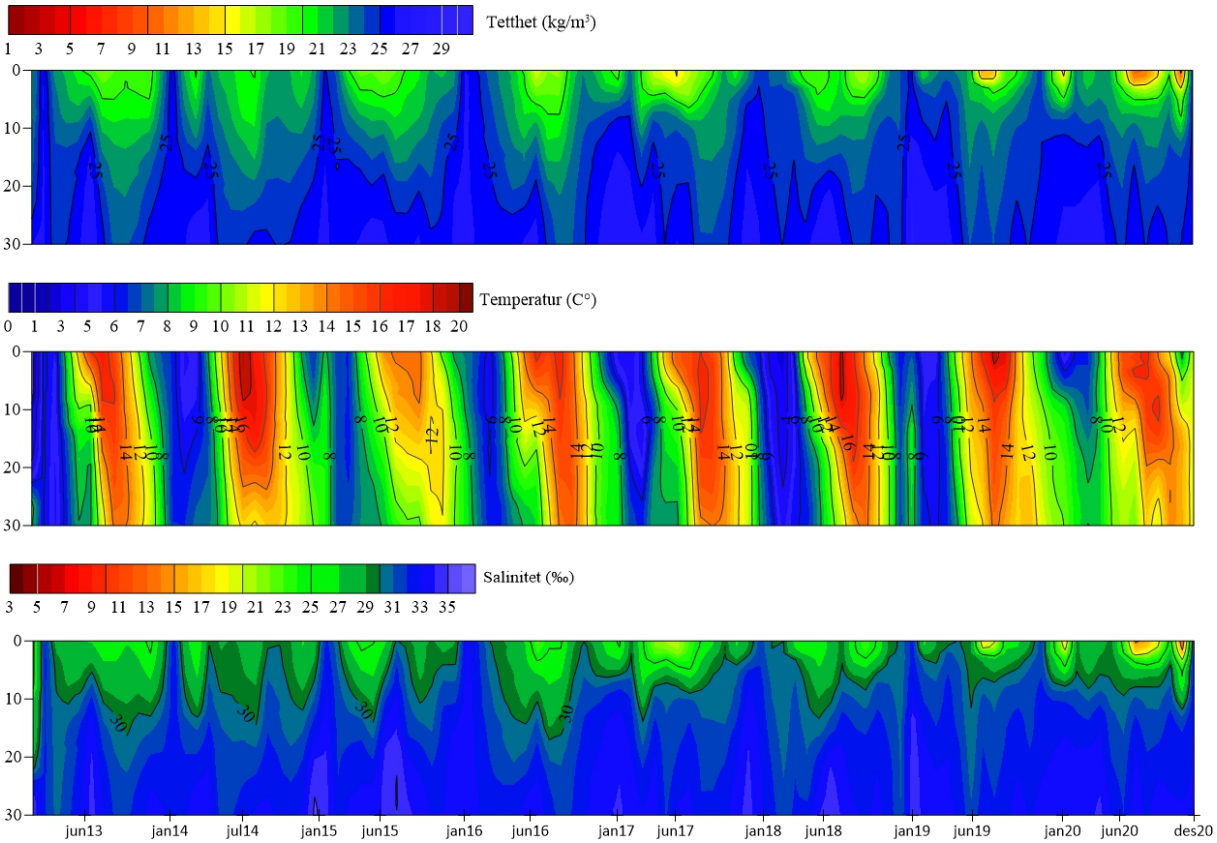
Vannkvalitet

Hydrografi

Hydrografimålingene på stasjon E ytterst i Jøsenfjorden og på stasjon L i indre Jøsenfjorden mellom 2013 og 2020 viser at det lavere saltinnhold og tetthet i vannoverflaten i lengre perioder (**figur 98** og **99**). Tykkelsen på laget varierte mellom 5 og 20 m, men med flere kortere perioder der saliniteten var over 30 ‰ gjennom hele vannsøylen. Perioder uten tydelig lagdeling henger trolig sammen med perioder der vind og strømforhold fører til økt omrøring ved overflaten. Temperaturene varierte typisk mellom 3 og 7 °C på det kaldeste i januar–februar og 15–17 °C i august–september. Vinteren 2019/2020 skiller seg noe ut ved at det kalde overflatelaget ikke gikk like dypt som tidligere år.



Figur 98. *Konturplott av tetthet (kg/m^2), temperatur (°C) og salinitet (‰) i vannsøylen. Y-akse viser dybdeintervallet 0–30 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking i perioden 2013–2020. Fargeskalaen er relativ, med lilla for de laveste verdiene og rød for de høyeste for temperatur, og motsatt for tetthet og salinitet. Se også figurtekst* ***figur 8****.*

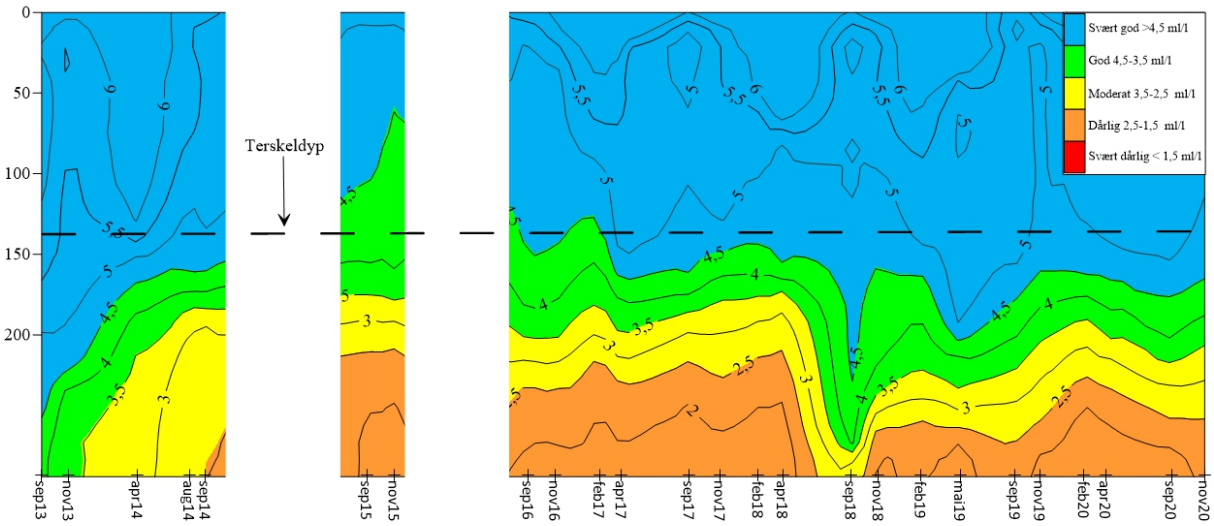


***Figur 99**. Konturplott av tetthet (kg/m^2), temperatur (°C) og salinitet (‰) i vannsøylen. Y-akse viser dybdeintervallet 0–30 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Fargeskalaen er relativ, med lilla for de laveste verdiene og rød for de høyeste for temperatur, og motsatt for tetthet og salinitet. Se også figurtekst **figur 8**.*

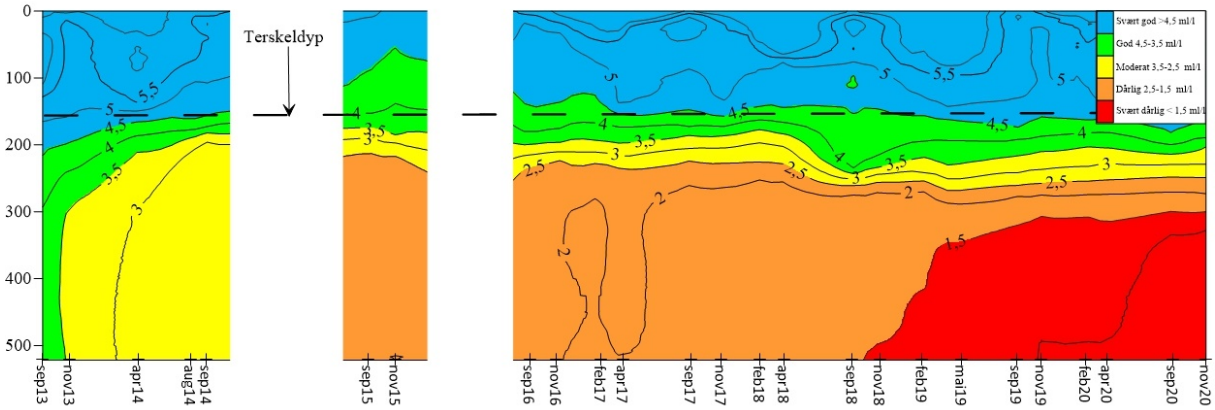
Oksygeninnhold

Oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet i Jøsenfjorden ytre (E) var innenfor tilstandsklasse "god" høsten 2013, men i april 2014 sank oksygeninnholdet i bunnvannet til et nivå innenfor tilstandsklasse "moderat" (**figur 100**). Oksygeninnholdet i bunnvannet fortsatte å synke, og fra september 2014 til sommeren 2018 var oksygennivået i tilstandsklasse "dårlig", før det kom inn vann med noe høyere oksygenkonsentrasjon ved bunnen, tilsvarende tilstandsklasse "moderat". Effekten av denne tilførselen av mer oksygenrikt vann ved bunnen var kortvarig og etter november 2018 har oksygeninnholdet ved bunn igjen blitt redusert til tilstandsklasse "dårlig". Jøsenfjorden er en terskelfjord og det har ikke vært fullstendig utskifting av bunnvannet etter 2013. Oksygeninnholdet grunnere enn terskeldypet har vært innenfor tilstandsklasse "svært god".

Oksygeninnholdet i vannsøylen i indre deler av Jøsenfjorden har vært nedadgående fra dypere enn 200 m siden 2013 (**figur 101**). For de øverste 275 m var forholdene relativt like som i ytre Jøsenfjorden gjennom hele perioden. Mellom september og november 2013 sank oksygennivået dypere enn 300 m til under 3,5 ml/l, tilsvarende tilstandsklasse "moderat". I august 2014 lå vannsøylen mellom 200 og 522 m dyp i tilstandsklasse "moderat". Oksygeninnholdet fortsatte å synke og fra september 2017 var oksygeninnholdet dypere enn 250 m under 2 ml/l, og fra november 2018 var oksygeninnholdet fra 500 m dyp mindre enn 1,5 ml/l og i tilstandsklasse "svært dårlig". Andelen av vannsøylen med tilstandsklasse "svært dårlig" økte og fra september 2019 har oksygeninnholdet fra 300-522 m dyp vært i tilstandsklasse "svært dårlig", mellom 250 og 300 m dyp i tilstandsklasse "dårlig" og mellom 200 og 250 m i tilstandsklasse "moderat". I november 2020 ble oksygenkonsentrasjonen ved bunnen målt til 1 ml/l. Jøsenfjorden er en terskelfjord som i perioder har lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet, fjorden har nå vært inne i en lang periode uten utskifting.



Figur 100. *Konturplott av oksygeninnhold (ml/l O_2) i vannsøylen for Jøsenfjorden ytre (E). Y-akse viser dybdeintervallet 0–275 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Omtrentlig terskeldyp er illustrert som stiplet linje i figuren. Se også figurtekst* ***figur 9***



Figur 101. *Konturplott av oksygeninnhold (ml/l O_2) i vannsøylen i Jøsenfjorden indre (L). Y-akse viser dybdeintervallet 0–522 m og x-akse viser til tidspunkt for prøvetaking. Omtrentlig terskeldyp er illustrert som stiplet linje i figuren. Se også figurtekst* ***figur 9***

Klorofyll

Klorofyllnivået på stasjon E og L var lavt og alle gjennomsnittskonsentrasjonene var innenfor tilstandsklasse "svært god" eller "god" gjennom hele perioden, foruten en måling i indre Jøsenfjorden sommeren 2017, da en høy konsentrasjon ved et enkelt dyp førte til tilstandsklasse "moderat" (**figur 102** og **103**). Stort sett var klorofyllinnholdet innenfor beste tilstandsklasse, og hadde lite variasjon mellom enkeltmålingene. Prøvene med gjennomsnittsverdi i "god" tilstand ble tatt på vår- og sommerhalvåret, og det var generelt større variasjon mellom enkeltmålingene på disse tidspunktene. Disse målingene viser trolig mindre sesongmessige oppblomstringer av plankton.

Næringssalt

Innholdet av næringssaltene fosfat, total fosfor, total nitrogen, nitritt og ammonium i øvre del av vannsøylen i ytre del av Jøsenfjorden var generelt lavt gjennom hele perioden, og i periodene som inngår i tilstandsvurderingen for det meste innenfor tilstandsklassene "svært god" eller "god" (**figur 102** og **103**). Unntakene var for nitritt vinteren 2011/2012, som lå i eller på grensen til tilstandsklasse "moderat", med jevnt høye målinger i ytre Jøsenfjorden. Det var også en gjennomsnittlig ammoniumkonsentrasjon på grensen mellom tilstandsklasse "god" og "moderat" sommeren 2019 i indre Jøsenfjorden og sommeren 2020 i ytre Jøsenfjorden, samt en vinterkonsentrasjon i indre Jøsenfjorden i 2020 som lå i

tilstandsklasse "moderat". Alle disse gjennomsnittsverdiene skyldttes en svært høy enkeltkonsentrasjon, trolig på grunn av punktforurensing heller enn forurensing med særlig utbredelse. Ved noen tidspunkt viste total fosfor, fosfat, ammonium og nitritt større variasjon mellom enkeltmålinger.

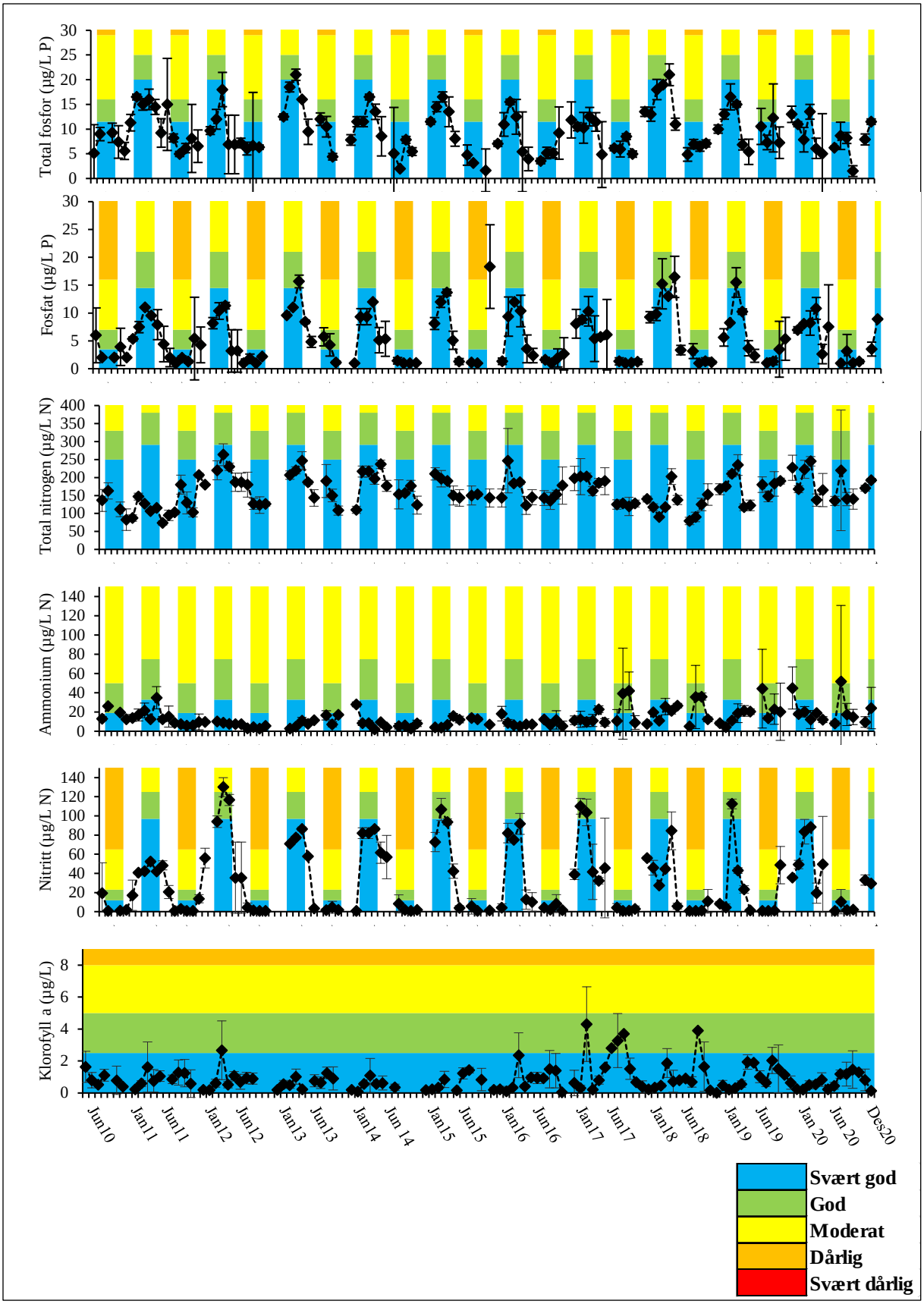
Gjennomsnittlig sommer- og vinterkonsentrasjon for total fosfor og total nitrogen var innenfor tilstandsklasse "svært god" gjennom hele tiårsperioden både i indre og ytre Jøsenfjorden (**tabell 30** og **31**). Gjennomsnittlig sommerkonsentrasjon av ammonium var innenfor tilstandsklasse "god" i 2010 og 2017–2020 i ytre Jøsenfjorden, og i 2017–2019 i indre Jøsenfjorden. Lett forhøyede gjennomsnittlige sommerverdier av ammonium i perioden 2017–2020 kan indikere en økning i konsentrasjonen mot slutten av 10 års perioden, eller større variasjon i konsentrasjon i denne perioden. Vinterkonsentrasjonen av nitritt i 2012 og sommerkonsentrasjonen av fosfat i 2013 i ytre Jøsenfjorden og vinterkonsentrasjonen i indre Jøsenfjorden i 2015 var også innenfor "god" tilstand, men ellers var også disse forbindelsene i beste tilstandsklasse. Foruten en mulig økning i ammonium i sommerhalvåret i siste del av perioden, så næringssaltinnholdet ut til å være relativt stabilt gjennom perioden.

Tabell 30: *Gjennomsnittskonsentrasjon av næringssalt (total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitrat/nitritt) med standardavvik for sommermånedene (juni, juli og august) og vintermånedene (desember, januar og februar) som inngår i perioden for tilstandsvurdering. Gjennomsnittsberegningen er gjort fra konsentrasjoner på 0, 5, 10 og 15 m dyp.*

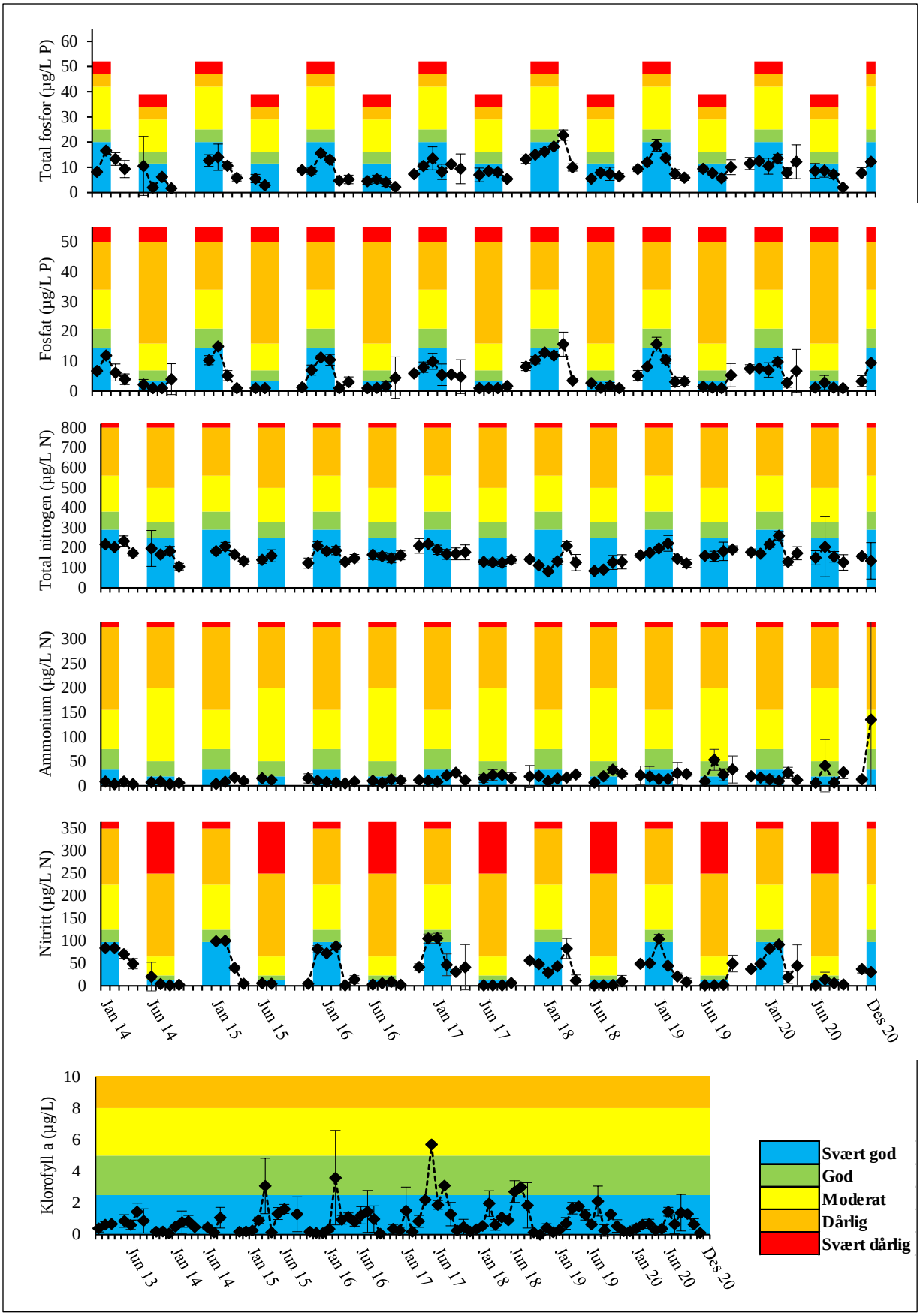
		Enhet	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Vinter	**Tot-fosfor**	µg/l	-	16	13	17	14	14	14	12	17	15	12
	SD		-	1,6	3,6	3,8	2,5	2,1	2,7	2,1	2,6	3,0	2,6
	Fosfat	µg/l	-	9,3	10	12	10	11	11	8,1	13	11	9,0
	SD		-	1,6	1,7	2,8	1,7	2,6	2,5	3,5	3,4	3,5	2,0
	Tot-nitrogen	µg/l	-	116	238	224	210	199	206	189	108	207	212
	SD		-	9,4	29	23	17	17	55	34	15	30	37
	Ammonium	µg/l	-	23	9,0	6,4	6,4	5,0	6,8	11,2	21,3	8,3	19,7
	SD		-	12	1,5	4,0	3,8	1,5	2,4	6,1	7,7	8,2	6,7
	Nitritt	µg/l	-	46	114	78	83	91	83	85	39	53	74
	SD		-	5,2	17,1	6,8	4,6	17	10	37	9,7	47	20
Sommer	**Tot-fosfor**	µg/l	9,0	6,2	8,6	9,0	6,6	4,6	4,8	7,2	6,7	9,2	7,6
	SD		1,5	1,7	6,3	3,9	6,0	2,0	1,2	1,2	1,4	4,3	1,9
	Fosfat	µg/l	2,0	1,4	1,7	3,7	1,1	1,1	1,5	1,1	1,8	1,9	1,7
	SD		0,0	0,5	0,7	2,4	0,4	0,2	0,9	0,4	1,3	2,9	1,9
	Tot-nitrogen	µg/l	137	138	126	149	162	152	143	124	98	170	165
	SD		34	40	14	43	24	17	19	16	24	28	97
	Ammonium	µg/l	23	6,6	4,4	14	4,8	13	10	31	26	27	26
	SD		3,7	2,3	1,3	5,6	2,1	1,6	5,7	31	23	27	46
	Nitritt	µg/l	1,1	1,6	1,1	2,8	3,7	3,3	4,9	2,1	1,0	1,1	4,4
	SD		0,2	1,8	0,3	3,6	5,8	5,7	5,7	2,7	0,1	0,1	8,1

Tabell 31: *Gjennomsnittskonsentrasjon av næringssalt (total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitrat/nitritt) med standardavvik for sommermånedene (juni, juli og august) og vintermånedene (desember, januar og februar) som inngår i perioden for tilstandsvurdering. Gjennomsnittsberegningen er gjort fra konsentrasjoner på 0, 5, 10 og 15 m dyp.*

		Enhet	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Vinter	**Tot-fosfor**	µg/l	-	-	-	-	12	13	12	11	17	15	12
	SD		-	-	-	-	4,7	3,7	3,3	3,7	1,7	3,3	2,4
	Fosfat	µg/l	-	-	-	-	9,4	13	9,6	7,8	12	12	8,2
	SD		-	-	-	-	2,9	2,7	2,3	3,2	1,3	3,6	2,0
	Tot-nitrogen	µg/l	-	-	-	-	210	195	193	193	109	198	216
	SD		-	-	-	-	13	20	20	29	23	29	41
	Ammonium	µg/l	-	-	-	-	5,7	5,8	7,8	13	12	10	11
	SD		-	-	-	-	2,8	2,4	2,6	6,9	5,0	11	5,5
	Nitritt	µg/l	-	-	-	-	84	100	80	86	40	66	74
	SD		-	-	-	-	1,2	0,8	8,4	33	8,8	29	20
Sommer	**Tot-fosfor**	µg/l	-	-	-	-	6,2	4,2	4,6	7,8	6,9	7,6	8,2
	SD		-	-	-	-	6,9	1,9	1,4	1,7	1,9	1,8	2,3
	Fosfat	µg/l	-	-	-	-	1,4	1,0	1,3	1,0	1,9	1,2	1,7
	SD		-	-	-	-	1,1	0,0	0,8	0,0	0,9	0,4	1,5
	Tot-nitrogen	µg/l	-	-	-	-	182	150	157	128	101	167	170
	SD		-	-	-	-	48	24	21	14	27	30	86
	Ammonium	µg/l	-	-	-	-	6,0	13	10	20	19	28	18
	SD		-	-	-	-	3,2	3,5	6,0	8,0	13	23	33
	Nitritt	µg/l	-	-	-	-	8,2	4,9	5,6	1,0	1,2	1,3	6,8
	SD		-	-	-	-	18	6,0	7,4	0,0	0,7	0,8	11



***Figur 102**. Linjediagram med gjennomsnittlig innhold av total fosfor, fosfat, totalt nitrogen, ammonium, nitritt og klorofyll a (µg/l) med standardavvik i vannsøylen i Jøsenfjorden ytre (E) mellom 2010 og 2020. Se også figurtekst **figur 10**.*



Figur 103. *Linjediagram med gjennomsnittlig innhold av total fosfor, fosfat, totalt nitrogen, ammonium, nitritt og klorofyll a (µg/L) med standardavvik i vannsøylen på stasjon Jøsenfjorden indre (L). Se også figurtekst* ***figur 10****.*

Sedimentkvalitet

I Jøsenfjorden ble det i perioden 2010–2020 undersøkt sedimentkvalitet og bløtbunnsfauna i tre forskjellige områder, ytterst i terskelområdet på rundt 230 m dyp (B2-2017), på vel 600 m dyp i det indre bassenget nord for Tytlandsvik (St E-Jøs i 2011; sannsynligvis B2-2014), og på rundt 525 m dyp i den sørvestlige delen av det dype bassenget, som er noe adskilt fra hovedbassenget (B6-2014 og B6-2017). De to B6-stasjonene ligger rundt 80 m fra hverandre, fordi plasseringen i 2017 ble lagt til det dypeste i denne bassengdelen. Kornfordelingsanalysene tyder imidlertid på at det var mer finstoff i prøvene fra B6-2014 (519 m dyp) enn fra B6-2017 (530 m dyp), og også innholdet av nTOC var høyere på den noe grunnere stasjonen. Det må imidlertid sies at selv om innholdet av leire og silt var noe lavere på B6-2017 så var andelen av veldig finkornet sand høyt, mens det var svært lite grovere materiale. Når det kommer til plassering av stasjon B2 i 2017 så var den basert på koordinater gitt i rapporten for stasjonen undersøkt i 2014, men siden rapporten angir et prøvedyp på 650 m og resultater for sedimentkarakteristikk og bløtbunnsfauna avviker markant fra resultatene for B2-2017 må det antas at prøvene tatt i 2014 på "B2" faktisk var fra det dype bassenget i indre Jøsenfjorden, og da sannsynligvis fra samme området som stasjon E-Jøs fra 2011, og ikke fra terskelområdet. Siden det dype bassenget nord for Tytlandsvik ikke ble undersøkt for MOR i 2017 er det her inkludert resultater for en stasjon på 640 m dyp i området, som ble undersøkt ved en miljøgransking for Tytlandsvik Aqua sommeren 2018 (Tverberg m.fl. 2019). Siden dette var en akvakulturrelatert undersøkelse, ble det analysert bunndyr kun fra to parallelle prøver.

I ytre Jøsenfjorden var det på stasjon B2-2017 lavt innhold av organisk stoff (nTOC), fosfor, kobber og sink (**tabell 32**). Her var det nokså høy andel sand i sedimentet, noe som tyder på nokså lav grad av sedimentering av finstoff i området. Bunnforhold var annerledes på dyp sjøbunn i det ytre fjordbassenget (B6), hvor innholdet av nTOC både i 2014 og 2017 var høyt. Innholdet av sink var noe høyere i 2017 enn i 2014, og lå innenfor "moderat" tilstand.

Tabell 32. *Sedimentkvalitet og bløtbunnsfauna på stasjon B2-2017 i ytterste delen av Jøsenfjorden, stasjon B6 ved Huve og stasjon A4, B2-2014 og St E-Jøs i indre Jøsenfjorden utenfor Tytlandsvik. Sedimentkvalitet inkluderer andel finstoff (silt og leire) i sedimentet, innhold av organisk stoff som normalisert TOC (nTOC), samt innhold av fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn). Resultater for bløtbunnsfauna inkluderer artsantall (S), individantall (N), og Shannon-Indeks (H') for stasjonen samlet, og NQI1-indeks og samlet nEQR for grabbgjennomsnitt, som er middelverdi for nEQR-verdiene for NQI1, ES_{100}, H', ISI_{2012} og NSI. Tilstandsklasser er angitt etter veiledere gyldig til enhver tid (se avsnitt om metoder).*

Stasjon	Sedimentkvalitet					Bløtbunnsfauna				
	% leire & silt	nTOC (mg/g)	P (g/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	S ($\bar{G}$)	N ($\bar{G}$)	H' ($\bar{G}$)	NQI1 ($\bar{G}$)	nEQR ($\bar{G}$)
Terskel										
2017 (B2)	70	17,4 (I)	1,18	13 (I)	80 (I)	22,5	85,8	3,36 (II)	0,72 (II)	0,72 (II)
Ytre basseng										
2017 (B6)	38	36,2 (IV)	1,64	32 (II)	179 (III)	13,3	43,5	3,26 (II)	0,70 (II)	0,70 (II)
2014 (B6)	81	44,4 (V)	1,50	30 (I)	150 (II)	18	66	3,56 (II)	0,72 (II)	0,71 (II)
Indre basseng										
2017 (A4)*	74	25,4 (II)	1,24	23,8 (II)	249 (III)	10	49	1,87 (IV)	0,58 (III)	0,55 (III)
2014 (B2)	54	50,36 (V)	1,43	25 (I)	123 (I)	12	39	3,02 (II)	0,63 (II)	0,59 (III)
2011 (St E)	68	27,4 (III)	1,27	16 (I)	117 (I)	8	18	2,64 (III)	0,73 (I)	-

*Kilde: Miljøgransking for Tytlandsvik Aqua, Tverberg m.fl. (2018).

Bløtbunnsfauna

Bunnfaunaen var nokså lik, med relativt lave individ- og artsantall, og viste "god" miljøtilstand i det ytre bassenget (**tabell 32**). Undersøkelsene i det indre bassenget, på vel 600 m dyp, viste svært redusert bunnfauna, hvor gjennomsnittlig artsmangfold og individantall var lavest i 2014 av de tre undersøkelsene. Mangfoldsindeksen etter Shannon (H') var imidlertid lavest i 2017. nEQR ble beregnet kun i 2014 og 2017 og var da innenfor "moderat" tilstand, med litt høyere verdi i 2014 enn i 2017. Det er sannsynlig at bunnfaunaen var negativt påvirket av lave oksygenkonsentrasjoner i bunnvannet i perioden 2011–2018.

Makroalgesamfunn

Stasjon 22 Hellebergvika

Stasjonen ligger på Skotnes ved Nesvika, ut mot Ombofjorden og ligger relativt eksponert til fra de fleste retninger (***figur* 104**). Store deler av transektet gikk langs fjell fra rundt 30 m dyp og opp til fjæresonen. Nærmeste oppdrettslokalitet ligger vel 1 km nord for Hellebergsvika.

Dekningsgrad av makroalgegrupperinger

Tang har vekslet mellom lav dekningsgrad og ingen tangvegetasjon. Tang har forekommet flekkvis til spredt med dekningsgrader fra under 25 % og opp til 50 % (**tabell 33**). Det er ingen utviklingstrend i dekningsgrad av tangvegetasjon i løpet av tiårsperioden.

Figur 104. *Oversiktsbilde av stasjon 22 Hellebergvika og nærbilde av fjæresonen.*

Sukkertare har gradvis økt i dekningsgrad i løpet av tiårsperioden og har stort sett variert mellom i underkant av 25% og 50 % i ulike dybdeintervaller langs sjøbunnen opp til Hellebergvika. Det var høyest dekningsgrad av sukkertare i 2016, med en markant økning fra årene før. Siden har dekningsgraden blitt noe redusert, men er fremdeles høyere enn i de første fem årene.

For grupperingen **stor-, finger- og butare** ble i hovedsak fingertare registrert i de øverste meterne av sjøsonen, og stortare i dypere deler av transektet, men stort sett ikke dypere enn 8 m. I løpet av tiårsperioden har det vært en svak økning i dekningsgrad. I 2014 ble det ikke registrert noe av denne grupperingen, men basert på bilder i årsrapporten for 2014 er det trolig bare ikke ført inn dekningsgrader for grupperingen stor-, finger- og butare. Det blir dermed sett bort fra dette året i vurdering av utviklingstrend.

Mosaikk av alger har, sammen med tarevegetasjon, vært dominerende gruppering langs bunnen. Dekningsgraden for algemosaikk var høy første året og på sitt laveste de to neste årene av overvåkingsperioden. Høyeste dekningsgrad ble registrert i 2013 med 50–75 % og har siden vært rundt det nivået. Det er ingen tydelig utviklingstrend, annet enn at grupperingen hele perioden har vært dominerende langs transektet. For **trådformede opportunister** har det vært stor variasjon i dekningsgrad, men med generell økning i løpet av perioden. De vanligste artene på stasjonen utenom tarevegetasjon har vært blant annet skolmetang, tvebendel, pollpryd, krusflik, svartkluft, dokke, rekeklo og grønndusk.

St 22	Tang										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2		1	2			1,5	2			1	
2 - 5											
5 - 8											
8 - 11											
11 - 15											
15 - 20											
20 - 25											

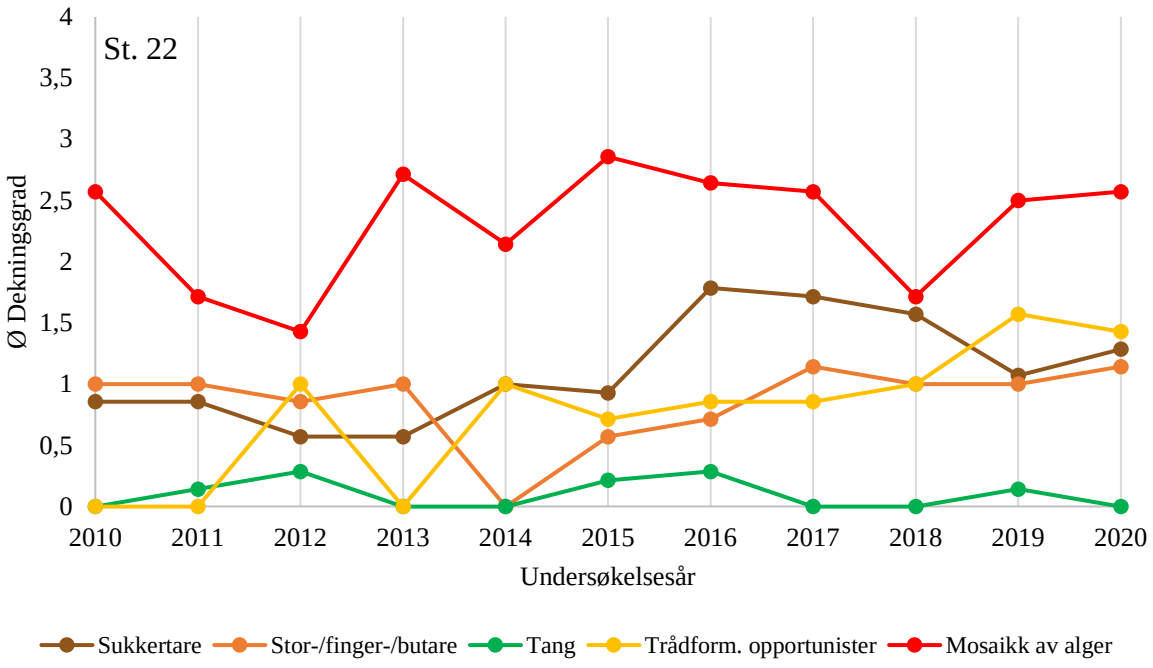
Tabell 33. *Dekningsgrad på stasjon 22 – Hellebergvika, av tang, sukkertare, stor-, finger- og butare, trådformede opportunister og mosaikk av alger i definerte dybdeintervaller fra 2010–2020.*

St 22	Sukkertare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2									1		1
2 - 5			1			1,5	2	2	2	1	2
5 - 8	2			2	1	1	2	2	2,5	2,5	2
8 - 11	2	1		1	1	2	2	4	2,5	2	3
11 - 15	2	3	1	1	3	1	3	2	1	1	1
15 - 20		2	1		1		2,5	1	1	1	
20 - 25			1		1	1	1	1	1		

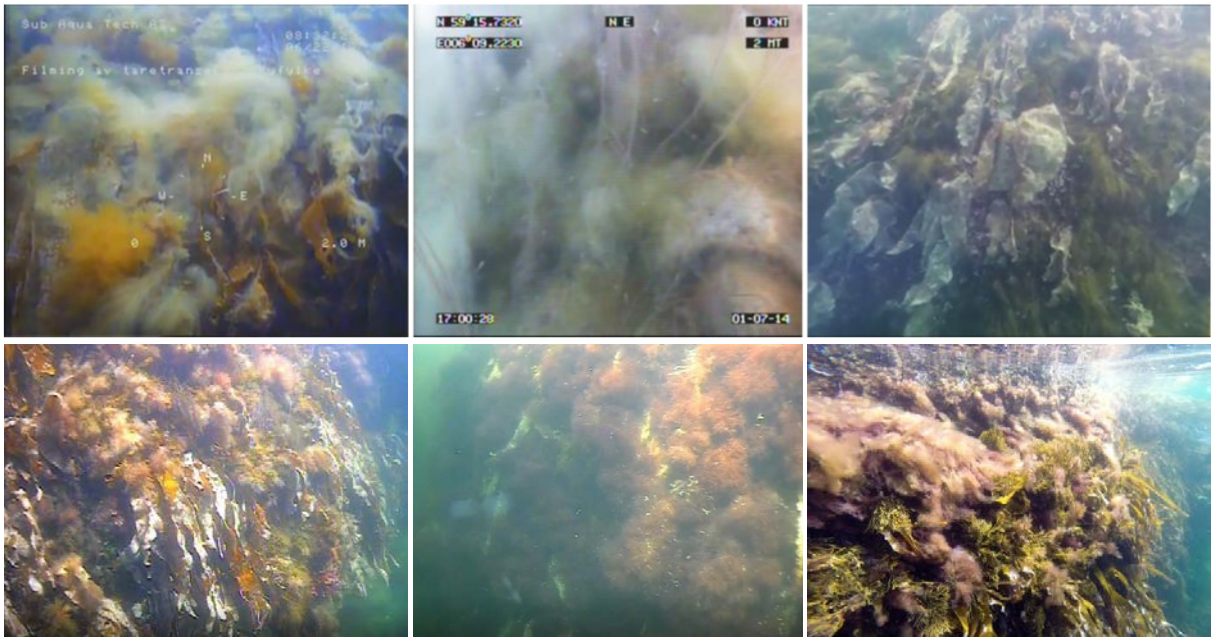
St 22	Stor-/finger-/butare										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	3	4	4	4		2	3	4	4	3	4
2 - 5	4	2	2	2		2	2	3	3	2	3
5 - 8		1						1		1	1
8 - 11										1	
11 - 15											
15 - 20				1							
20 - 25											

St 22	Trådformede opportunister										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2			3		3	2	1	1	1	1	1
2 - 5			3		3	2	2	1	1	2	2
5 - 8			1		1	1	1	1	1	2	2
8 - 11							1	1	1	2	2
11 - 15							1	1	1	2	1
15 - 20								1	1	1	1
20 - 25									1	1	1

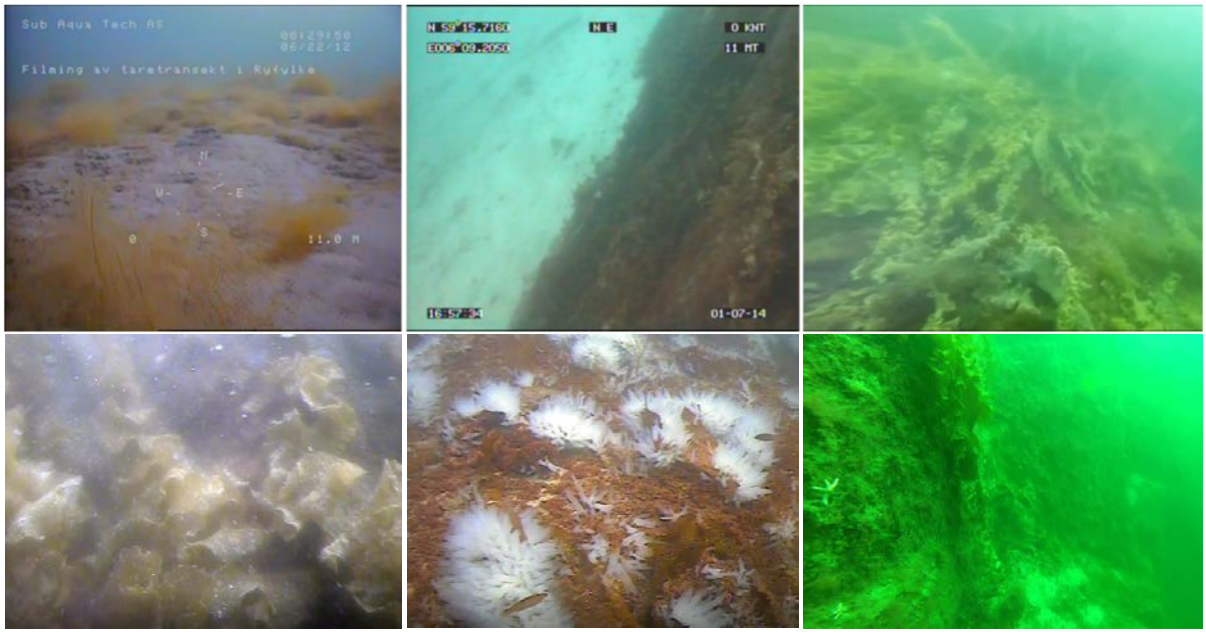
St 22	Mosaikk av alger										
Dyp	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0 - 2	2	4		2	3	3	3	3	3	3,5	4
2 - 5	2	3	1	3	2	3	3	3	1	3	3
5 - 8	4	1	2	3	2	3	3	3	1	3	3
8 - 11	4	1	2	3	2	3	3	2	2	2	3
11 - 15	4	1	2	3	3	3	2	3	2	2	3
15 - 20	2	1	2	3	2	2,5	2	2	2	2	1
20 - 25		1	1	2	1	2,5	2,5	2	1	2	1



Figur 105. *Gjennomsnittlig dekningsgrad av makroalgegrupperinger på stasjon 22 – Hellebergvika i perioden 2010–2020.*



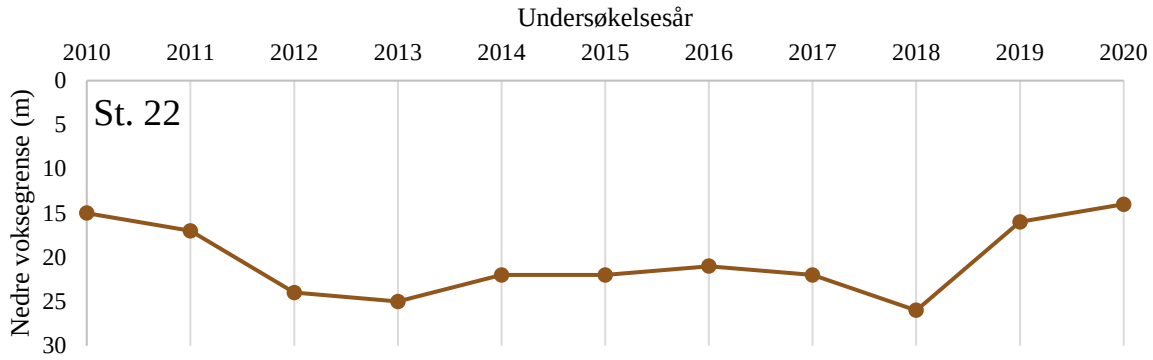
Figur 106. *Bilder fra 1–2 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*



Figur 107. *Bilder fra 11 m dyp i 2012, 2014, 2016, 2018, 2019 og 2020.*

Nedre voksegrense for sukkertare

I løpet av en tiårsperiode har nedre voksegrense for sukkertare ved Hellebergvika variert betydelig, med dypeste registrering i 2018 på 26 m dyp og grunneste i 2010 på 15 m dyp (***figur* 108**). I snitt har nedre voksegrense vært 19 m dyp og har vært relativt jevnt i perioden fra 2012 til 2017. Det var ingen tydelig utviklingstrend for nedre voksegrense, selv om de to siste årene viser en negativ utvikling. De første årene hadde også tilsvarende voksegrense som de to siste årene.



Figur 108. *Nedre voksegrense for sukkertare i perioden 2010–2020.*

Oppsummert for tiårsperioden har det ikke vært noen tydelige utviklingstrender for tangvegetasjon, storfinger- og butare, nedre voksegrense for sukkertare eller mosaikk av alger, men en svak økning i dekningsgrad av sukkertare og markant økning av trådformede opportunister ved Hellebergvika.

DISKUSJON

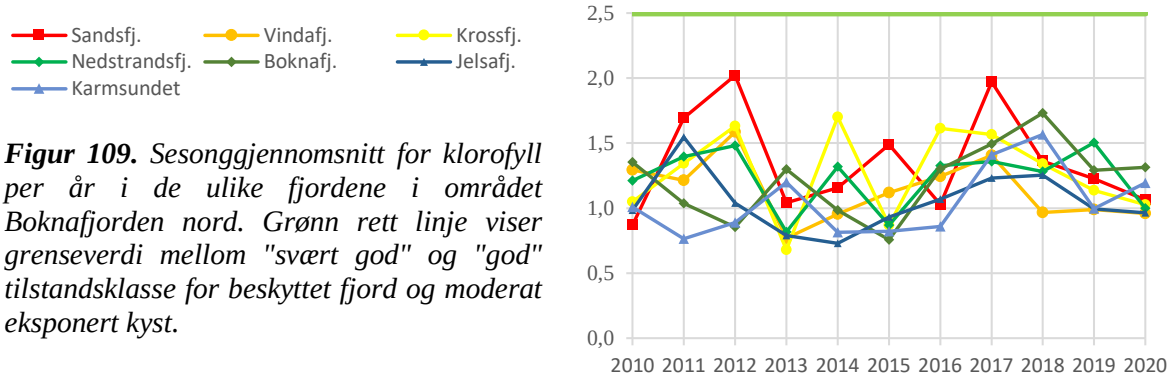
BOKNAFJORDEN NORD

VANN

Resultatene fra hydrografimålingene i øvre del av vannsøylen viste sesongvariasjoner i temperatur, og fjordene hadde et lag med lavere saltinnhold ved overflaten, hvis tykkelse varierte noe, uten klare endringer over tiårsperioden i Boknafjorden nord. Vinteren 2019/2020 skilte seg ut ved at det kalde overflatelaget var grunnere enn andre år. Sandsfjorden skilte seg noe ut ved å ha lavere salinitet i overflaten enn de andre fjordene. Denne fjorden ligger lengst inne i landet og er mer påvirket av snøsmelting og avrenning fra land.

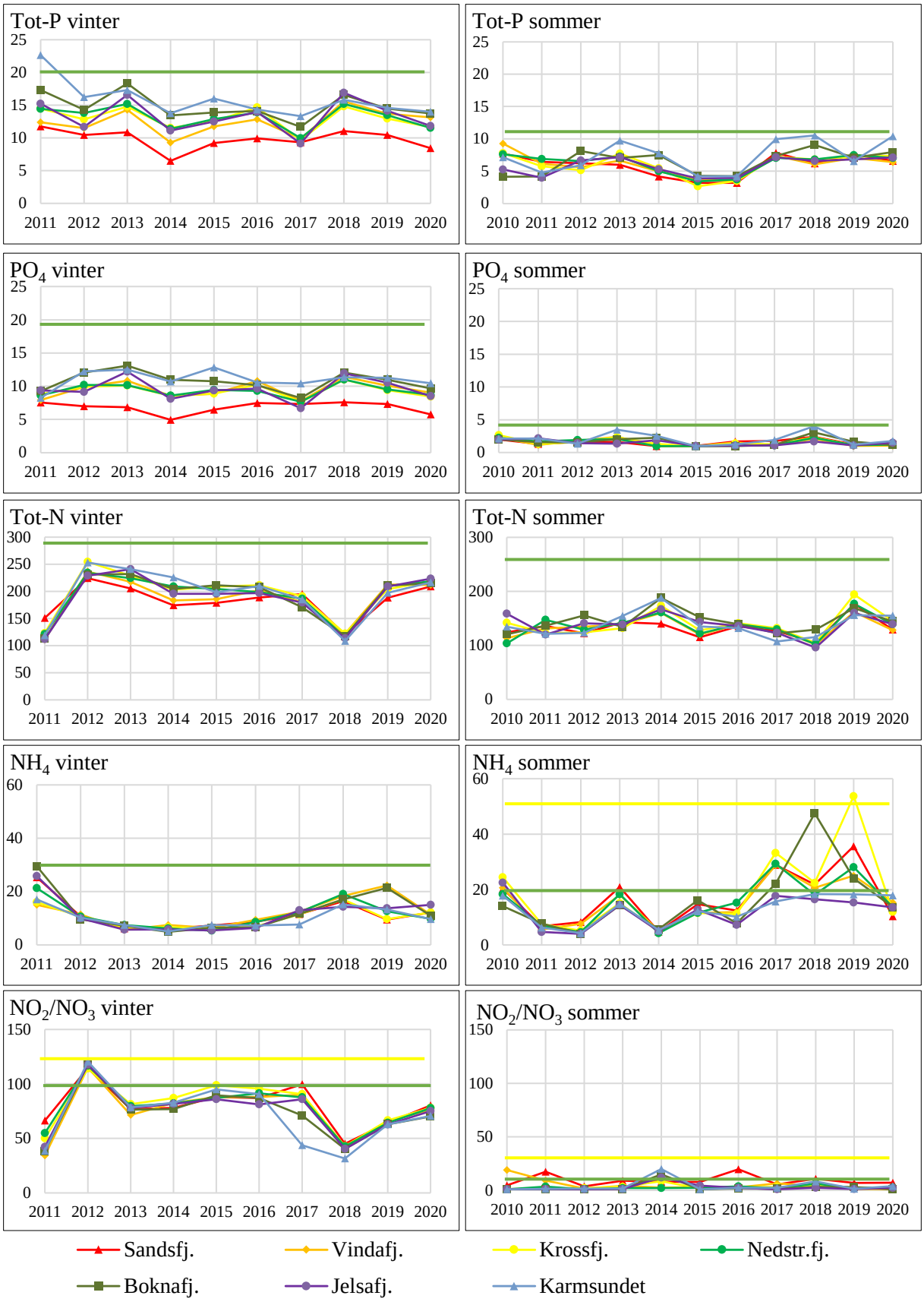
Sandsfjorden skilte seg også ut som den fjorden med lavest oksygeninnhold i bunnvannet av de undersøkte fjordene nord i Rogaland, og oksygeninnholdet i bunnvannet har ligget i moderat tilstand siden 2015. Fjorden har flere terskler, og det er en tydelig reduksjon i oksygeninnhold dypere i vannsøylen enn den dypeste terskelen. Nyere forsking viser til at klimaendringer allerede gjør seg gjeldende ved at vannet i de dype fjordbassengene sjeldnere har utskifting enn før, noe som medfører økt risiko for dårligere miljøforhold i terskelfjorder (Johnsen mfl. 2021). De andre undersøkte fjordene hadde gode oksygenforhold gjennom hele vannsøylen gjennom perioden.

Det gjennomsnittlige klorofyllinnholdet har i hovedsak vært innenfor de to beste tilstandsklassene gjennom 10-årsperioden. Større variasjon mellom enkeltmålinger i vår- og sommersesong, og enkelte forhøyede gjennomsnittsverdier er trolig et resultat av mindre sesongmessige algeoppblomstringer, med liten vertikal utbredelse. Gjennomsnittsverdi for sesong per år ligger alle innenfor beste tilstandsklasse (**figur 109**). Det er ikke observert noen tydelige forskjeller mellom de ulike fjordene nord for Boknafjorden, men det kan se ut som om det er noe større variasjon i Sandsfjorden enn de andre fjordene.



Figur 109. *Sesonggjennomsnitt for klorofyll per år i de ulike fjordene i området Boknafjorden nord. Grønn rett linje viser grenseverdi mellom "svært god" og "god" tilstandsklasse for beskyttet fjord og moderat eksponert kyst.*

Generelt var det lavt innhold av næringssalt i øvre del av vannsøylen i tiårsperioden med gjennomsnittskonsentrasjoner i hovedsak i tilstandsklasse "svært god" eller "god" ved alle stasjoner i Boknafjorden nord. Vinteren 2011/2012 skilte seg ut med forhøyede konsentrasjoner av nitrat/nitritt i alle fjordene (**figur 110**). Årsaken var trolig at det var mange stormer og uvær i denne perioden som førte til økt omrøring av vannmassene og tilførsel av mer nitrat/nitritt-rikt vann til overflaten (Vassdal mfl. 2012). Variasjonen i konsentrasjon av næringssalt var relativt lik for de ulike fjordene gjennom tiårsperioden. Generelt hadde innlandsfjordene Sandsfjorden og Vindafjorden noe lavere innhold av fosfat og total fosfor om vinteren enn fjordene nærmere kysten, innholdet økte med nærhet til kysten. Den samme trenden ble ikke observert om sommeren, da forbruket av næringssalter i vannet er større. I vintersesongen 2017/2018 og 2010/2011 hadde alle stasjoner lav total nitrogen og nitrat/nitritt-konsentrasjon. I 2017/2018 skyldtes dette trolig perioder med lite nedbør og lav temperatur rett før prøvetaking. I siste del av perioden, fra 2017 til 2020, var det generelt mer variasjon i ammonium-konsentrasjonen om sommeren, med målinger i "god" og i et tilfelle i "moderat" tilstand og det var og større variasjon mellom enkeltfjordene. Dette kan tyde på periodevis ammoniumtilførsel om sommeren.



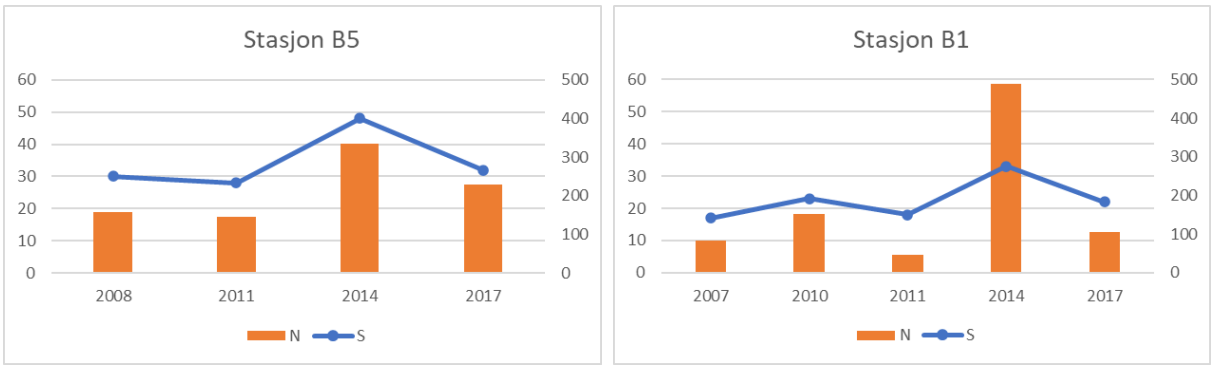
Figur 110. *Sesonggjennomsnitt (vinter til venstre, sommer til høyre) for ulike næringssalt i fjordene fra Boknafjorden og nordover. Vannrette linjer antyder grensen mellom tilstandsklasser: Grønn: "svært god"/"god", gul: "god"/"moderat".*

SEDIMENT OG BLØTBUNNSFAUNA

Sedimentkvaliteten ble undersøkt på stasjoner sentralt i Boknafjorden og Vindafjorden, og mens innholdet av organisk materiale (nTOC) varierte noe i perioden uten å vise en markant trend, var det påfallende at innholdet av sink i sedimentoverflaten økte tydelig. Sink er et nødvendig mineral for oppdrettsfisk, som tilsettes fiskefôr og tilføres vannforekomsten via avføring og fôr-rester fra åpne merdanlegg eller utslipp fra landbaserte anlegg, og er en sannsynlig kilde til forhøyede konsentrasjoner av sink i fjordsystemet. Konsentrasjonen av sink lå innenfor bakgrunnsnivå ved undersøkelser i perioden 2007-2014, men lå innenfor "moderat" tilstand i 2017, og nådde dermed ikke miljømålet.

Det er ingen oppdrettsanlegg nærmere enn 6–7 km fra prøvetakingspunktet B5 på rundt 575 m dyp i Boknafjorden, og det kan antas at det er ikke var et enkelt anlegg som har ført til økte sinkverdier, men at sinkholdig finstoff fra indre deler av Boknafjordsystemet sedimenterer i det dypeste bassenget i Boknafjorden. Oppdrettsanlegget som ligger nærmest stasjon B5 er i dag Låderskjera (38957), hvor både en forundersøkelse i 2017 og en C-gransking i 2020 påviste svært lave konsentrasjoner for sink i området rundt anlegget, inkludert en referansestasjon på ca. 200 m dyp nordøst for anlegget (Tverberg mfl. 2017, Haugsøen mfl. 2020). Stasjon B1 i Vindafjorden ligger mellom oppdrettslokalitet Hettaneset (26955) og Ringja (11964), med avstand på 3–4 km. I tillegg er det flere andre oppdrettslokaliteter både nord og sør for prøvepunktet. Den lokale belastingen av sink og kobber fra oppdrettsvirksomhet er dermed nokså høy, selv om resultater for sinkkonsentrasjonen ved de forskjellige anleggene kan variere en del. For Ringja, som ligger over en delvis bratt skråning på vestsiden av fjorden, ble det for eksempel påvist nokså høye verdier for sink ("moderat" tilstand) i 2020 direkte ved anlegget, men lave verdier i overgangssonen (Økland & Todt 2020). For lokalitet Hettaneset ble det under en forundersøkelse i 2020 målt sinkverdi innenfor bakgrunnsnivå (Furset m.fl. 2020). Her lå prøvestasjonene på mellom 160 og 366 m dyp, dvs. heller ikke i det dype bassenget, som er litt over 700 m dypt. Som i Boknafjorden vil det ikke være utslipp kun fra de nærmeste anlegg som bidrar til forhøyede sinkverdier i det dype bassenget i Vindafjorden, men sinkholdig finstoff som transporteres over store avstander. Innholdet av kobber var noe forhøyet Vindafjorden i 2017, men med konsentrasjonen innenfor tilstandsklasse "god".

Bløtbunnsfaunaindeksene viste "god" til "svært god" tilstand både for Boknafjorden og Vindafjorden i undersøkelsesperioden, men det er tydelig at bunndyrsamfunnet har gjennomgått en del endringer (**figur 111**). Individantallet på begge stasjoner var høyest i 2014, hvor den var flerdobbelt sammenlignet med 2011. I 2017 var individantallet imidlertid igjen noe lavere, men fremdeles tydelig over antallet i 2011. Det var en markant økning i antall opportunistiske flerbørstemark som førte til denne endringen, noe som indikerer mer næring i form av organiske partikler på sjøbunnen. I tillegg var også antall arter høyest i 2014, og noe høyere i 2017 enn i 2011.

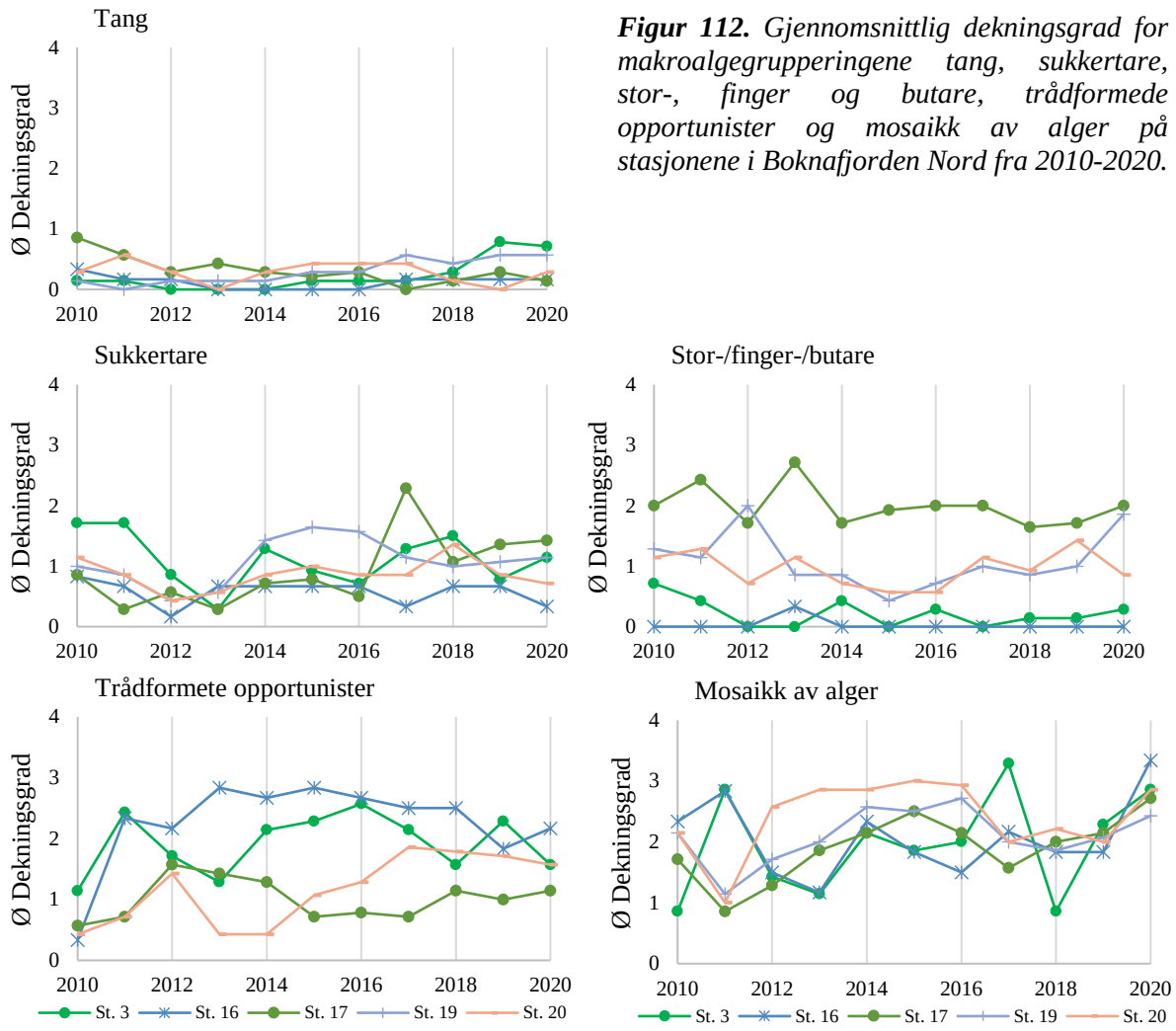


***Figur 111**. Utvikling av individantall (N) og artsantall (S) i perioden 2007-2017 på stasjon B5 i Boknafjorden og B1 (St B-Vind1) i Vindafjorden. Tall fra 2007, 2008 og 2011 er fra andre undersøkelser (se avsnitt for de enkelte fjordene). Skala til venstre viser artsantall (grabbgjennomsnitt) og skalaen til høyre viser individantall (grabbgjennomsnitt).*

MAKROALGER

Det var fem makroalgestasjoner innenfor avgrensingen til Boknafjorden Nord.

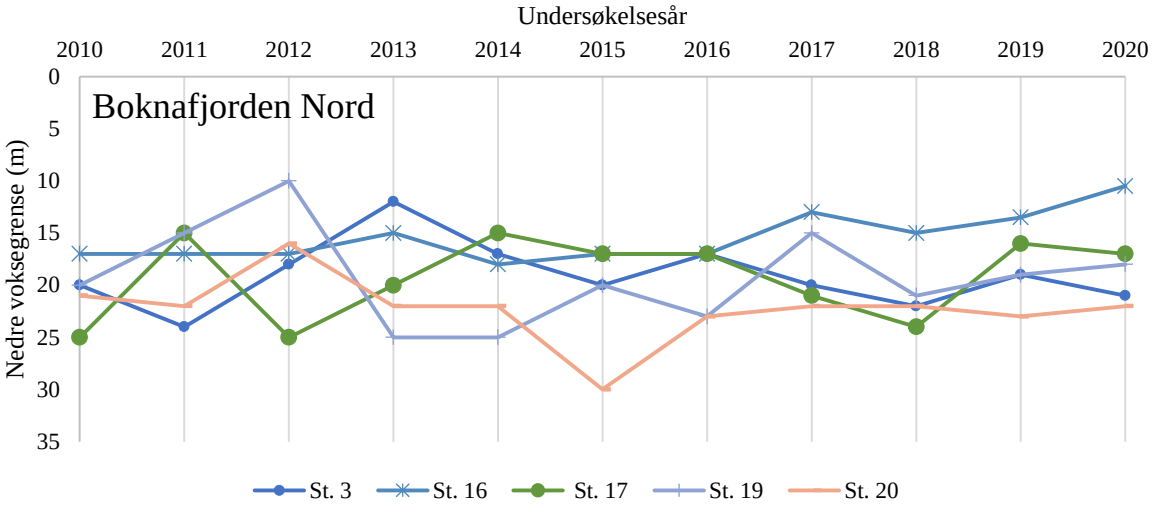
St. 3 Lamholmen vest for Ognøya i Boknaflæet og st. 16 Store Ferøy på nordsiden av Stora Færøyna ved Nedstrand ligger skjermet til for bølger og strøm, og er stasjoner som gjennom hele perioden gav inntrykk av eutrofierende forhold og relativt lav dekningsgrad av habitatbyggende alger som tang og tare. Det var ikke noen tydelig utviklingstrend for dekningsgrad av tangvegetasjon på stasjonene (**figur 112**). Trådformede opportunister og mosaikk av alger var de dominerende grupperingene, og fra første undersøkelsen i 2010 økte disse mer eller mindre gjennom hele tiårsperioden. Et unntak var algemosaikk på St. 16 Store Ferøy som har hatt store svingninger, med høy dekningsgrad de to første årene og det siste året, med noe lavere i årene mellom. Nedre voksegrense for sukkertare på St. 3 viste en svak nedadgående trend for perioden, men ble ikke vurdert for St. 16 fordi det er bløtbunn dypere enn 5–6 m dyp på stasjonen.



Figur 112. *Gjennomsnittlig dekningsgrad for makroalgegrupperingene tang, sukkertare, stor-, finger og butare, trådformede opportunister og mosaikk av alger på stasjonene i Boknafjorden Nord fra 2010-2020.*

St. 17 Kvernaneset, st. 19 Bjergøy og st. 20 Hagaskjeret ligger alle mer eksponert til ut mot åpne sjøområder som henholdsvis Nedstrandsfjorden, Vestre Ombofjorden og Jelsafjorden. Habitatbyggende alger som tang og tare var mer dominerende her enn på de mer beskyttede st. 3 Lamholmen og st. 16. Store Ferøy. St. 17 Kvernaneset viste en nedadgående utvikling i dekningsgrad av tang, mens st. 19 Bjergøy viste en positiv utvikling, men trenden var ikke tydelig. For samtlige stasjoner var det en svak økning i dekningsgrad av sukkertare, men samtidig med tegn til en nedadgående trend for nedre voksegrense til sukkertare ved Kvernaneset og Bjergøy. For grupperingen stor-, finger- og butare var

det lite endringer i fingertarebeltet i de øverste meterne av sjøsonen. På st. 19 Bjergøy var det for stortare en reduksjon i dekningsgrad i dypere deler av transektet, hvor det i liten grad ble registrert stortare dypere enn 8 m siden 2015, noe som tilsier en negativ utvikling også for nedre voksedyp for stortare. Grupperingene av trådformede opportunister og mosaikk av alger var generelt vært dominerende og økte i dekningsgrad på samtlige stasjoner gjennom tiårsperioden.



***Figur 113**. Nedre voksegrense for sukkertare på stasjoner i Boknafjorden Nord fra 2010–2020.*

Det må tas forbehold om at det er en del usikkerhet rundt vurderinger av utviklingstrender for makroalgesamfunn gjennom tiårsperioden, ettersom videotransektene ikke har hatt det eksakt samme forløpet fra år til år, noe som ikke er mulig å gjennomføre uten en fastmontert rute, dvs. langs et tau, eller lodd med blåser. Derfor kan dekningsgrad for de ulike makroalgegrupperingene potensielt variere betydelig om transektet eksempelvis har gått mer over sandbunn det ene året enn andre år.

Felles for de fleste stasjoner var høy dekningsgrad av trådformede opportunister og mosaikk av alger allerede ved oppstart av overvåkingsprogrammet i 2010, som siden økte på de fleste stasjoner i løpet av tiårsperioden. Dette var den mest tydelige utviklingstrenden for makroalgesamfunnet. Studier viser at en allerede på 2000-tallet begynte å se tendenser til et skifte hvor habitatbyggende alger som tang og tare ble erstattet med små, trådformede og mattedannende algesamfunn (Christie mfl. 2019). For flere av stasjonene var det også en negativ utvikling i forhold til dekningsgrad og nedre voksegrense for tarevegetasjon, i hovedsak sukkertare og stortare i løpet av de siste 10 årene.

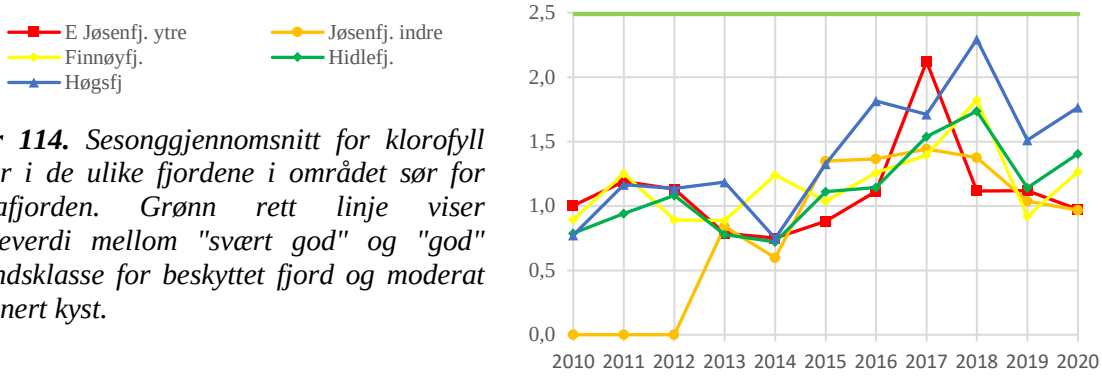
SØR FOR BOKNAFJORDEN

VANN

Som for fjordene nord for Boknafjorden viste hydrografimålingene i øvre del av vannsøylen i fjordene sør for Boknafjorden sesongvariasjon i temperatur, og alle fjordene hadde et lag med lavere saltinnhold ved overflaten hvis tykkelse varierte noe, uten klare endringer over tiårsperioden. Vinteren 2019/2020 skilte seg ut ved at det kalde overflatelaget var grunnere enn andre år.

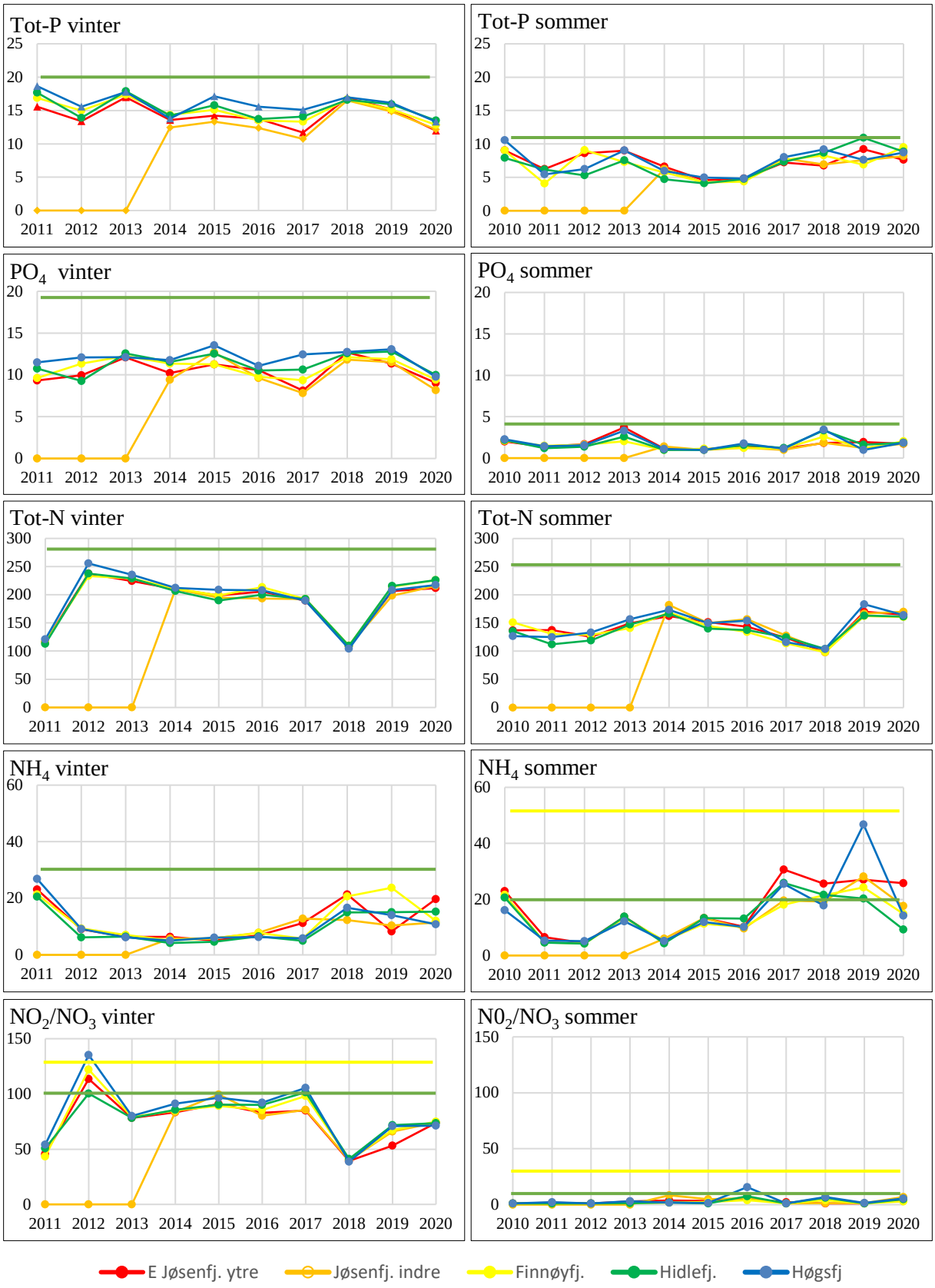
Generelt var det gode oksygenforhold i hele vannsøylen for de undersøkte fjordene sør for Boknafjorden. Unntaket var Jøsenfjorden, der oksygeninnholdet siden 2014 var i "dårlig" tilstand, og ved den dypeste stasjonen, Jøsenfjorden indre, i "svært dårlig" tilstand siden høsten 2018. Andelen av vannsøylen med svært lavt oksygeninnhold var også økende. Jøsenfjorden er en terskelfjord og har nå vært inne i en lenger periode uten utskifting. Når oksygeninnholdet bli lavt nok vil ikke bunnlevende organismer som bryter ned organisk materiale overleve, og en vil få mikrobiell nedbryting av organisk materiale, noe som kan gi produksjon av H_2S og metan som igjen vil redusere oksygeninnholdet.

Det gjennomsnittlige klorofyllinnholdet har i hovedsak ligget innenfor de to beste tilstandsklassene gjennom 10-årsperioden i alle de undersøkte fjordene sør for Boknafjorden. Større variasjon mellom enkeltmålinger i vår- og sommersesong, og enkelte forhøyede gjennomsnittsverdier er trolig et resultat av mindre sesongmessige algeoppblomstringer, med liten vertikal utbredelse. Høgsfjorden har noen flere gjennomsnittsmålinger i "moderat" tilstand enn de andre fjordene, men det er vanskelig å si om dette skyldtes kraftigere algeoppblomstringer, eller om oppblomstringene var på noe ulikt tidspunkt i de ulike fjordene. Årlig gjennomsnitt basert på sesong ligger alle i beste tilstandsklasse (**figur 114**). Det kan se ut som om det er noe mer variasjon mellom de ulike årene, og de ulike fjordene etter 2015, og Høgsfjorden skiller seg ut med noe høyere konsentrasjoner enn de andre fjordene.



Figur 114. *Sesonggjennomsnitt for klorofyll per år i de ulike fjordene i området sør for Boknafjorden. Grønn rett linje viser grenseverdi mellom "svært god" og "god" tilstandsklasse for beskyttet fjord og moderat eksponert kyst.*

Generelt var det lavt innhold av næringssalt i øvre del av vannsøylen i tiårsperioden og i hovedsak lå gjennomsnittskonsentrasjonene i "svært god" eller "god" tilstandsklasse ved alle stasjoner sør for Boknafjorden. Vinteren 2011/2012 skilte seg ut med forhøyede konsentrasjoner av nitrat/nitritt i fjordene. Årsaken var trolig at det var mange stormer og uvær i denne perioden som førte til økt omrøring av vannmassene og tilførsel av mer nitrat/nitritt-rikt vann til overflaten (Vassdal mfl. 2012). Gjennomsnittlige konsentrasjoner av næringssalt for sommer- og vintersesongen lå for det meste i "svært god" tilstand gjennom tiårsperioden, med unntak av enkelte sesonger med nitrat/nitritt eller ammonium i "god" tilstand (**figur 115**). Generelt var variasjonen lik i de ulike fjordene gjennom perioden. Fjordene lengst fra kysten hadde noe lavere vinterkonsentrasjoner av total fosfor og fosfat enn de kystnære fjordene. Vintersesongen 2017/2018 og 2010/2011 hadde alle stasjonene lav total-nitrogen og nitritt/nitrat-konsentrasjon. I 2017/2018 henger dette trolig sammen med perioder med lite nedbør og lav temperatur rett før prøvetaking. Det var generelt mer variasjon i sommerkonsentrasjon av ammonium i perioden 2017–2019. Høgs-, Hidle- og Finnøyfjorden hadde alle sommerkonsentrasjoner i "god" tilstand to eller flere år i perioden 2017–2019. I 2020 var gjennomsnittskonsentrasjonene for sommersesongen i fjordene tilbake i "svært god" tilstand, mens ytre del av Jøsenfjorden hadde ammoniumkonsentrasjon i "god" tilstand om sommeren fra 2017 til 2020. Videre undersøkelser vil vise om det er en økende trend i sommerkonsentrasjonen av ammonium i disse fjordene.



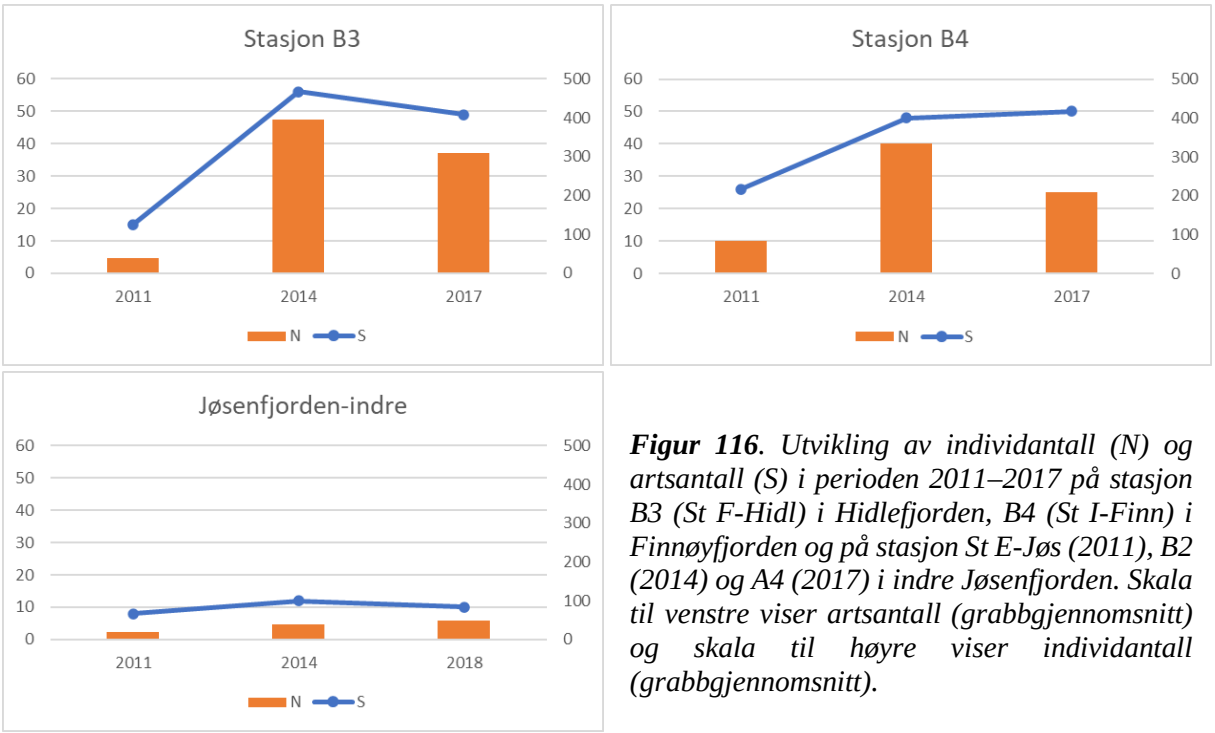
Figur 115. *Sesonggjennomsnitt (vinter til venstre, sommer til høyre) for ulike næringssalt i fjordene fra Boknafjorden og nordover. Vannrette linjer antyder grensen mellom tilstandsklasser: Grønn: "svært god"/"god", gul: "god"/"moderat".*

SEDIMENT OG BLØTBUNNSFAUNA

I Hidlefjorden på stasjon B3 og i Finnøyfjorden på stasjon B4 har sinkinnholdet i sedimentoverflaten økt litt i løpet av perioden, men innenfor "god" tilstand. I Jøsenfjorden var trenden tydelig økende og her var innholdet av sink innenfor "moderat" tilstand både i det indre og i det ytre bassenget. Også innholdet av organisk stoff (nTOC), fosfor og kobber hadde en lett økende trend, både i Hidlefjorden, Finnøyfjorden og i det ytre bassenget i Jøsenfjorden. Resultatene for det indre bassenget varierte noe, sannsynligvis fordi stasjonsplasseringen var litt ulik gjennom perioden.

Som i regionen Boknafjorden nord, var det også i sørlige deler av Boknafjordsystemet påfallende at bløtbunnsfaunaen gikk gjennom store endringer i perioden 2011–2017, spesielt i Hidlefjorden og Finnøyfjorden (**figur 116**). På overvåkingsstasjonene i Hidlefjorden og Finnøyfjorden var individtettheten markant høyere i 2014 enn i 2011 og noe lavere igjen i 2017, men likevel betydelig høyere enn i 2011. Også her var det opportunistiske flerbørstemark og andre moderat tolerante arter som utgjorde stordelen av det økte individantallet, noe som indikerer en økning av mengden organiske partikler som sedimenterte på fjordbunnen. Artsantallet økte fra 2011 til 2014 og var så tilnærmende likt i 2017. Sammen med økt individantall tyder økt artsdiversitet på at artssamfunnet har gått fra et samfunn på nokså næringsfattig sjøbunn til et samfunn med mer næringstilgang, og dermed habitat for en større diversitet av både forurensingssensitive og mer tolerante arter.

I indre deler av Jøsenfjorden har artssamfunnet på sjøbunnen gjennom hele perioden derimot trolig vært mest preget av varierende oksygenforhold og periodevis oksygensvikt. Endringene som ble observert var nokså små, selv om individantallet og artsmangfoldet var lavest også i Jøsenfjorden i 2011.



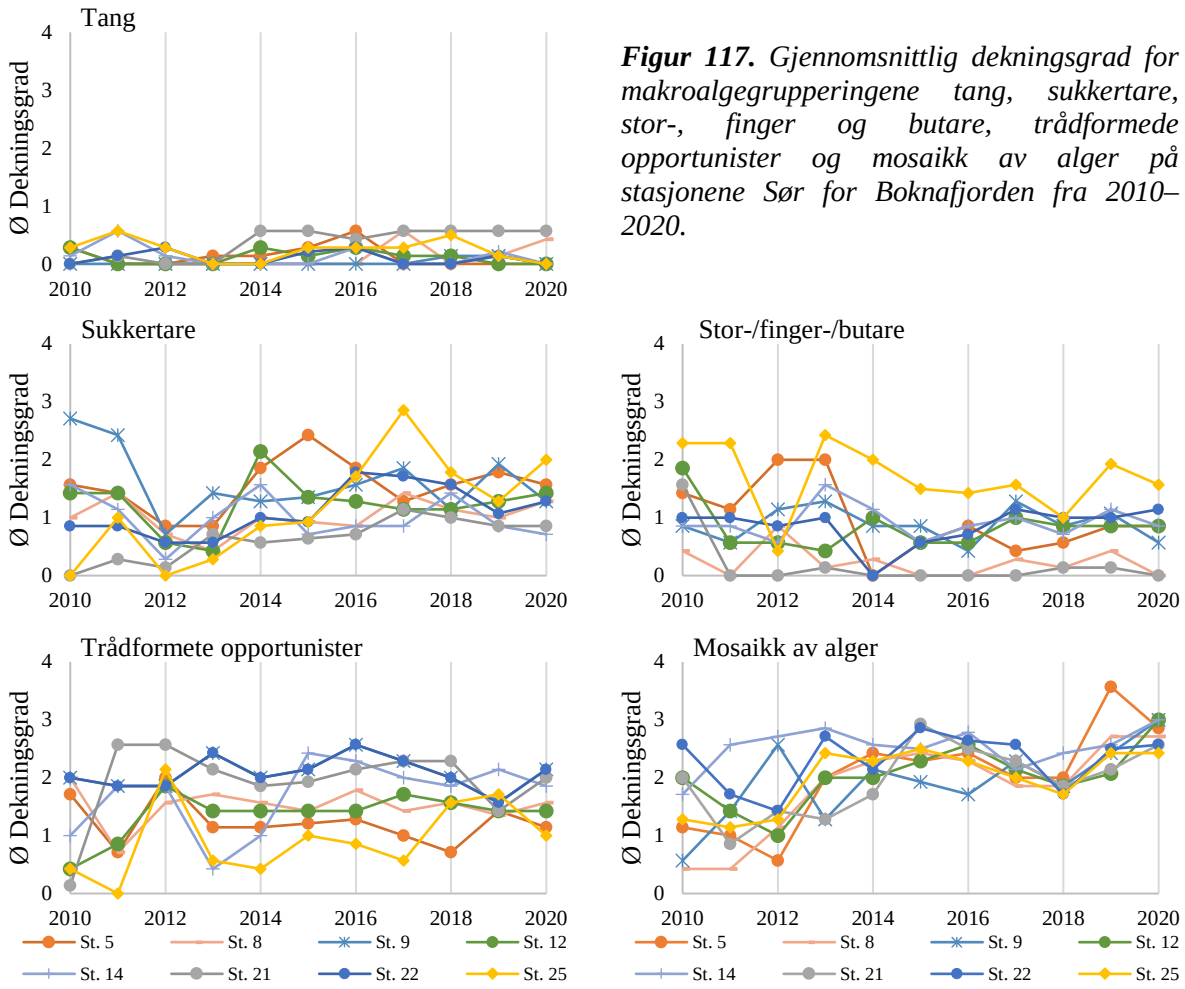
***Figur 116**. Utvikling av individantall (N) og artsantall (S) i perioden 2011–2017 på stasjon B3 (St F-Hidl) i Hidlefjorden, B4 (St I-Finn) i Finnøyfjorden og på stasjon St E-Jøs (2011), B2 (2014) og A4 (2017) i indre Jøsenfjorden. Skala til venstre viser artsantall (grabbgjennomsnitt) og skala til høyre viser individantall (grabbgjennomsnitt).*

MAKROALGER

Det var åtte makroalgestasjoner innenfor avgrensingen til Sør for Boknafjorden, som ligger fra sørsiden til Ombo og vest for Rennesøy i nord til Høgsfjorden i sør.

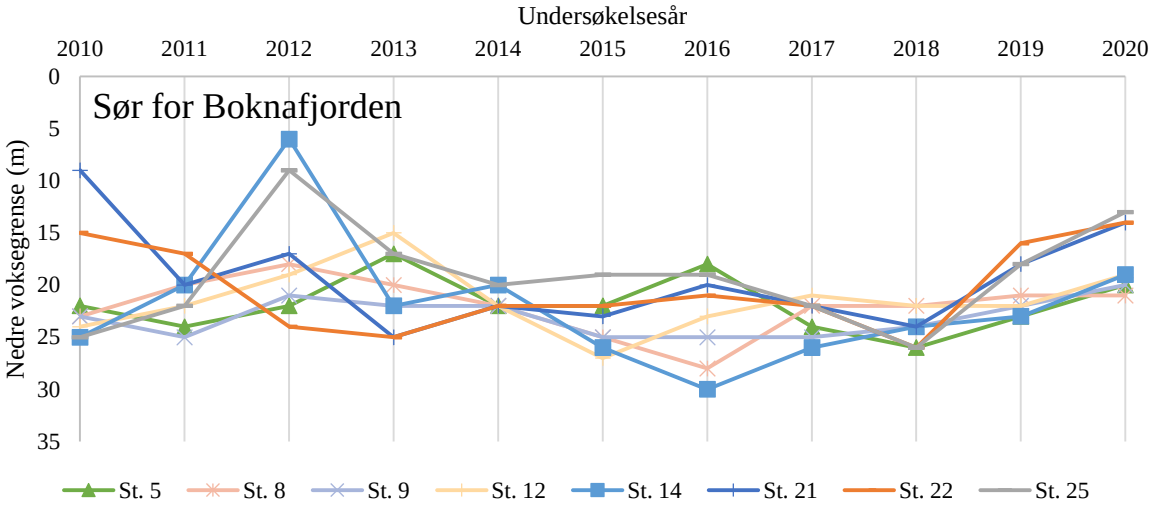
Det var ikke noen tydelig utviklingstrend for dekningsgrad av tangvegetasjon på stasjonene Sør i Boknafjorden i tiårsperioden. For stasjonene Sør i Boknafjorden viste dekningsgraden av sukkertare ulik utviklingstrend gjennom perioden, med en svak økning på st. 8 Rossholmen mellom Åmøy og Rennesøy, st. 21 Ombo på sørsiden av Ombo, st. 22. Hellebergvika i Ombofjorden, st. 25 Halsnøya i Helgøyssundet og st. 5 Langøy i Finnøyfjorden. For st. 9 Klubben og st. 12 Vierneset var det en negativ utvikling. Nedre voksegrense av sukkertare hadde også en nedadgående utvikling på de fleste stasjoner hvor det også var reduksjon i dekningsgrad av sukkertare. For grupperingen stor-, finger- og butare var det generelt lite endringer i fingertarebeltet i de øverste meterne av sjøsonen, men stortarevegetasjonen hadde en negativ utvikling i dekningsgrad, i tillegg til reduksjon i nedre voksedyp for samtlige stasjoner unntatt st. 22 Hellebergvika.

Flere av stasjonene hadde eutrofierende forhold med mye trådformede opportunister. De mest eutrofierte stasjonene var st. 8 Rossholmen, st. 9 Klubben på sørsiden av Rennesøy, st. 12 Vierneset og st. 14 Lauvvikholmen i Høgsfjorden og st. 21 Ombo. Felles for stasjonene var generelt at grupperingene trådformede opportunister og mosaikk av alger hadde høy dekningsgrad, og med større eller mindre grad av økning gjennom hele perioden.



Figur 117. *Gjennomsnittlig dekningsgrad for makroalgegrupperingene tang, sukkertare, stor-, finger og butare, trådformede opportunister og mosaikk av alger på stasjonene Sør for Boknafjorden fra 2010–2020.*

Tilsvarende som for stasjonene i Boknafjorden Nord var det for de fleste stasjoner høy dekningsgrad av trådformede opportunister og mosaikk av alger allerede ved oppstart av overvåkingsprogrammet i 2010, og det økte på de fleste stasjoner i løpet av tiårsperioden. Dette var den mest tydelige utviklingstrenden for makroalgesamfunn. For flere av stasjonene var det også en negativ utvikling i forhold til dekningsgrad og nedre voksegrense for tarevegetasjon, i hovedsak sukkertare og stortare, i løpet av de siste 10 årene.



***Figur 118**. Nedre voksegrense for sukkertare på stasjoner Sør for Boknafjorden fra 2010–2020.*

UTVIKLINGSTRENDER OG ÅRSAKSSAMMENHENGER

Overvåkingsprogrammet Marin Overvåking i Rogaland viste generelt en utvikling av økologisk tilstand, dvs. miljøtilstand, i noe negativ retning over en periode på ti år. Årsakene til den negative utviklingen er sammensatt og skyldes klimaendringer og menneskeskapte tilførsler. Akvakulturnæringen er bidragsytere av betydning blant annet når det gjelder tilførsler av sink, kobber og organisk materiale til sjøområdene, både partikulært og oppløst. Sammen med kommunale avløp og annen industri påvirker det miljøtilstanden i vannforekomstene i Rogaland. Selv om organiske tilførsler til de fleste vannforekomster i overvåkingsprogrammet har økt i løpet av tiårsperioden, har storparten av økning i organiske tilførsler skjedd i tidsrommet før 2010, som vil diskuteres nedenfor.

VANN

I terskelfjordene Sandsfjorden og Jøsenfjorden var det moderate og dårlige oksygenforhold i bunnvannet, og undersøkelsene viste at en gradvis høyere del av vannsøylen i dypvannet fikk reduserte oksygenforhold over tid. Klimaendringer fører til mer sjelden utskifting av bunnvannet, spesielt i terskelfjorder. Øvrige fjorder viste gode oksygenforhold gjennom hele vannsøylen. Vannkvalitet og klorofyll i de øvre deler av vannsøylen viste generelt gode forhold sentralt i fjordene, men med mer variasjon mellom fjordene og høyere sommerkonsentrasjoner av ammonium og klorofyll de siste årene. Det var flere målinger i god og moderat tilstand enn tidligere, spesielt i Høgsfjorden, noe som tenderer mot en negativ utvikling og kan gi indikasjoner på økt innhold av næringssalt. For klorofyll kan dette skyldes kraftigere algeoppblomstringer i Høgsfjorden.

SEDIMENT

Innholdet av fosfor, sink og kobber i sedimentet økte generelt for de fleste vannforekomstene gjennom perioden, med innhold av sink nå i moderat tilstand sentralt i Boknafjorden, Vindafjorden og Jøsenfjorden. Bunnfaunaen har god og svært god (Finnøyfjorden) økologisk tilstand i de fleste vannforekomstene, foruten i Jøsenfjorden hvor tilstanden til bløtbunnsfaunaen er moderat. Felles for nesten alle vannforekomstene er at artssamfunnet har endret seg i løpet av tiårsperioden, til å ha flere

individ og arter og høyere tilstedeværelse av opportunistiske og moderat tolerante arter, som samlet indikerer økt næringstilgang på sjøbunnen.

MAKROALGER

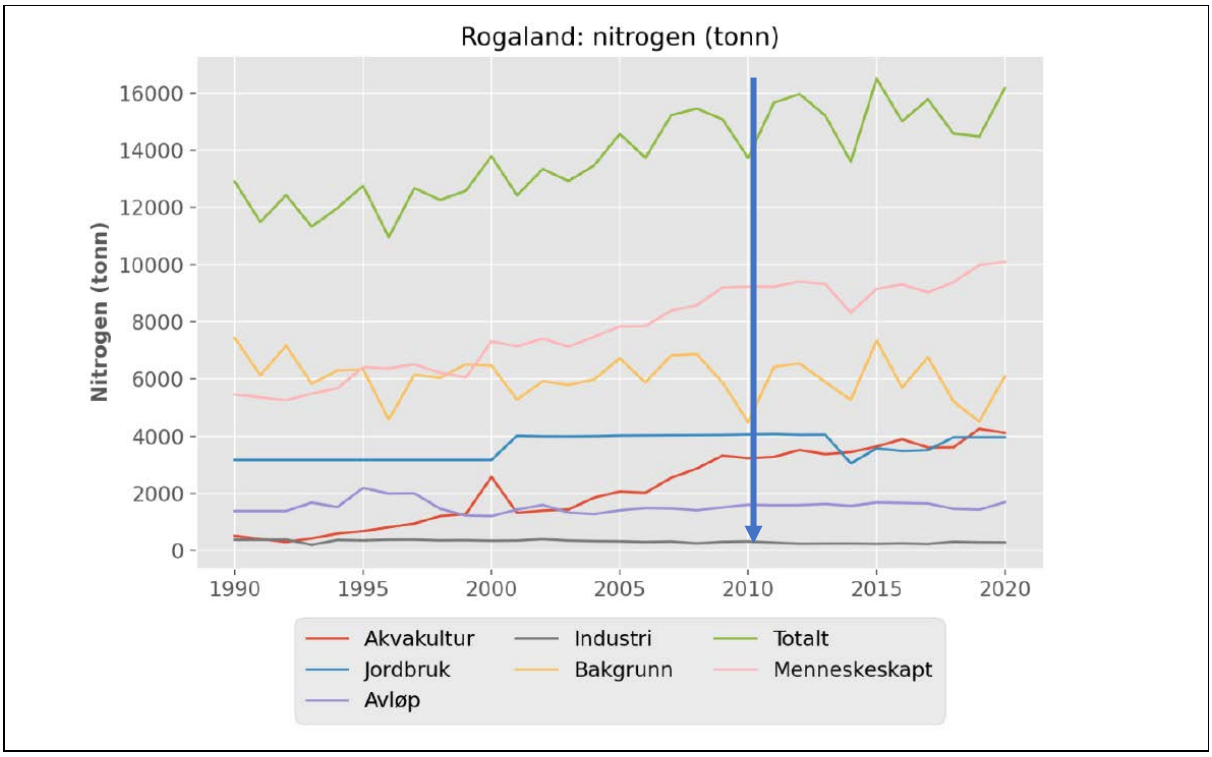
For makroalgesamfunn var det eutrofierende forhold på flere stasjoner, med økning i trådformede opportunister og mosaikk av alger, og tendens til reduksjon i dekningsgrad og nedre voksegrense for tarevegetasjon. Årsaken til reduksjon i nedre voksegrense og dekningsgrad for tare, samt økning av trådformede opportunister og mosaikk av alger er sammensatt, og skyldes både klimaendringer og menneskeskapte tilførsler. Viktige faktorer som bidrar er påvekst av andre organismer (begroing), økt sedimentering, økt næringssaltinnhold, reduserte lysforhold og økt temperatur i vannsøylen.

Sukkertare er sårbar for økning i temperaturer og en studie fra 2020 viser til at reduksjon av sukkertare og et skifte over til mattedannende habitater over de siste to tiårene har økt og sammenfaller med hetebølger, hvor det har vært perioder med temperaturer over tålegrensen til tare (Filbee-Dexter mfl. 2020). Sukkertare er også utsatt for både økte mengder av opportunistiske trådformede alger og nedslamming, og mye påvekst på fjell og stein forhindrer sukkertaren i å etablere seg. Tilslamming på stein og algevegetasjon er sannsynligvis knyttet til avrenning fra land, men også at det ligger igjen en del organisk materiale etter nedbryting av enten kortlevde arter som trådformede opportunistiske alger eller tarmsjøpung, samt fra flerårige alger hvor bladverket reduseres gjennom høsten. Opportunistiske alger er finforgreinete, hurtigvoksende og mange av disse er ettårige, og dør utover høsten og vinteren. Næringsrikt vann og høye sjøtemperaturer fører til dominans av slike arter, oftest trådformede grønnalger og brunalger, og er ansett som tydelige tegn på eutrofiering. Trådformete rødalger er vanlige påvekstalger på tang og tare, men vil også i store mengder føre til at tang og tare blir nedgrodd. Når taren blir nedgrodd av trådformede alger blir det dårligere lysforhold og tarens fotosyntese reduseres (Sogn Andersen mfl. 2019).

I både Norge (Gitmark mfl. 2016, Christie mfl. 2019) og internasjonalt (Filbee-Dexter mfl. 2016) observeres det et regimeskifte, spesielt ved beskyttet kyst og i fjorder, hvor små og trådformede alger overtar for habitatbyggende alger som tang og tare. Gjengroing og nedslamming av tarevegetasjon synes å ha blitt vanlig i middels og beskyttede sjøområder langs Vestlandet. De siste årene er det også dokumentert store forekomster av trådformede alger og bortfall av sukkertare i Skagerrak (Rinde mfl. 2021). Det diskuteres om dette regimeskiftet, fra habitatbyggende alger til små og trådformede alger, er permanent eller sesongvariasjoner.

Jevn tilgang på næringssalter, eksempelvis økte nitrogenkonsentrasjoner og økt sjøtemperatur har stor betydning for forekomst av disse trådformede algene (Staalstrom mfl. 2021). Organiske tilførsler til de ulike vannforekomstene har riktignok økt i løpet av de ti siste årene, i noe varierende grad (jf. avsnitt om utslipp for de enkelte vannforekomstene i resultatkapitlet), men med en relativt beskjeden økning sammenlignet med tidligere. Ifølge NIVA sin årlige rapportering om kildefordelte tilførsler av nitrogen og fosfor til norske kystområder, økte tilførsler av nitrogen fra 9321 tonn i 2010 til 10.095 tonn i 2020 i Rogaland (Guerro & Sample 2022, **figur 119**). I perioden fra 1990 og frem til 2010 økte imidlertid tilførsler av nitrogen til sjøområdene i Rogaland fra 5430 tonn til 9321 tonn. Det vil si at storparten av økningen av nitrogentilførsler har skjedd i tiden før 2010.

Begroing av filtrerende organismer, som for eksempel sekkedyret tarmsjøpung, var tilfellet i 2019 på samtlige stasjoner, hvor det i enkelte dybdeintervall var svært høy dekningsgrad på berg og større alger. Påvekst av filtrerende organismer på tarevegetasjon har blitt rapportert fra tidligere undersøkelser på Vestlandet som et økende fenomen (Gitmark 2016). Tilsvarende som for trådformede alger vil endringer i temperatur, lys, og tilførsler av partikler og næringssalter bidra til økt begroing av filtrerende organismer.



***Figur 119**. Oversikt over kildefordelte tilførsler av nitrogen i Rogaland i perioden fra 1990 til 2020. Figur er hentet fra Guerro & Sample 2022. Blå pil markerer oppstartsåret til overvåkingsprogrammet.*

De eutrofierende forholdene observert på flere stasjoner gjenspeiles imidlertid ikke i vannkvaliteten sentralt i fjordene i Rogaland, som viser til gode tilstander etter gjeldende grenseverdier for næringssalter. Sannsynligvis er det mer næringsrikt i vannsøylen nærmere land og kanskje responderer makroalger på et tidligere tidspunkt ved økt næring i vannsøylen enn det som er grenseverdier for vannkvalitet.

ØVRIGE OVERVÅKINGSPROGRAM I ROGALAND

I regionen foregår det jevnlige miljøundersøkelser i sjøområdene, tilknyttet krav i utslippstillatelser for kommunale utslipp, akvakultur og industri. Miljøundersøkelser utføres nok hyppigst ved akvakulturlokaliteter, minst ved hver tredje produksjonssyklus. På generelt grunnlag er det som regel krav om miljøundersøkelser med en frekvens på hvert 4–6 år, for å overvåke tilstand og utvikling i resipienter hvor det er tillatt tilførsler i sjø. Data fra nyere undersøkelser rapporteres inn til Miljødirektoratets database VannMiljø, hvor klassifiserbare parametere benyttes til vurdering av økologisk og kjemisk tilstand i vannforekomstene.

Overvåkingsprogrammet Økokyst Nordsjøen Sør har undersøkt hydrografi, plante- og dyreplankton, makroalger og bunnfauna i Ryfylke i perioden 2017–2020 (Kaurin mfl. 2020 og 2021). Undersøkelsene fra Økokyst Nordsjøen Sør har generelt vist svært god til god tilstand for næringssalter. Hjelmelandsfjorden ble i årsrapporten fra 2019 klassifisert i god økologisk tilstand basert på oksygen i bunnvannet, klorofyll og næringssalter. Fra årsrapporten i 2020 viste undersøkelsene til moderat økologisk tilstand i Jøsenfjorden og Hidlefjorden. I Jøsenfjorden var det dårlige oksygenforhold i bunnvannet som var utslagsgivende, mens det i Hidlefjorden var en kombinasjon av høye verdier av klorofyll og dårlige oksygenforhold i bunnvannet. Økokyststasjonen i Hidlefjorden ligger på 100 m dyp i et tersklet basseng mellom øyene Rennesøy, Askje, Åmøy, Brimse og Hidle. St. F/B3 som er undersøkt i forbindelse med overvåkingsprogrammet Marin Overvåking Rogaland ligger på 188 m i dypbassenget midt i Hidlefjorden og det har ikke blitt registrert dårlige oksygenforhold i bunnvannet her i perioden fra 2010–2020. Oksygeninnholdet har variert mellom svært god og god tilstand (jf. resultatkapitlet, Sør for Boknafjorden).

Siden 2017 har det i økokystprogrammet blitt utprøvd en kombinasjonsindeks med resultater fra kartlegging av fjæresamfunn med fjøresoneindeksen etter vannforskriften og kartlegging av makroalgesamfunn i sjøsonen ved hjelp av videotransekter. Metoden har vært og er under utprøving før den eventuelt tas inn i vannforskriftens klassifiseringssystem. Årsrapporten fra økokyst Nordsjøen Sør i 2019 viste til generelt moderat og dårlig tilstand for makroalgesamfunn i sjøsonen på 7 stasjoner, mens det var bedre tilstander i fjæresonene (Kaurin mfl. 2020). Det konkluderes med at det er viktig med videoregistreringer i sjøsonen, da det bidrar til å gi et mer fullstendig bilde av tilstanden til makroalgesamfunnene, spesielt siden dårlige forhold ikke gjenspeiles i tilstand i fjæresonen. Foreløpige resultater viser at eutrofieffekter kan forekomme i sjøsonen samtidig som fjæreindeksen gir god tilstand (Fagerli mfl. 2022).

VURDERING AV ØKOLOGISK TILSTAND

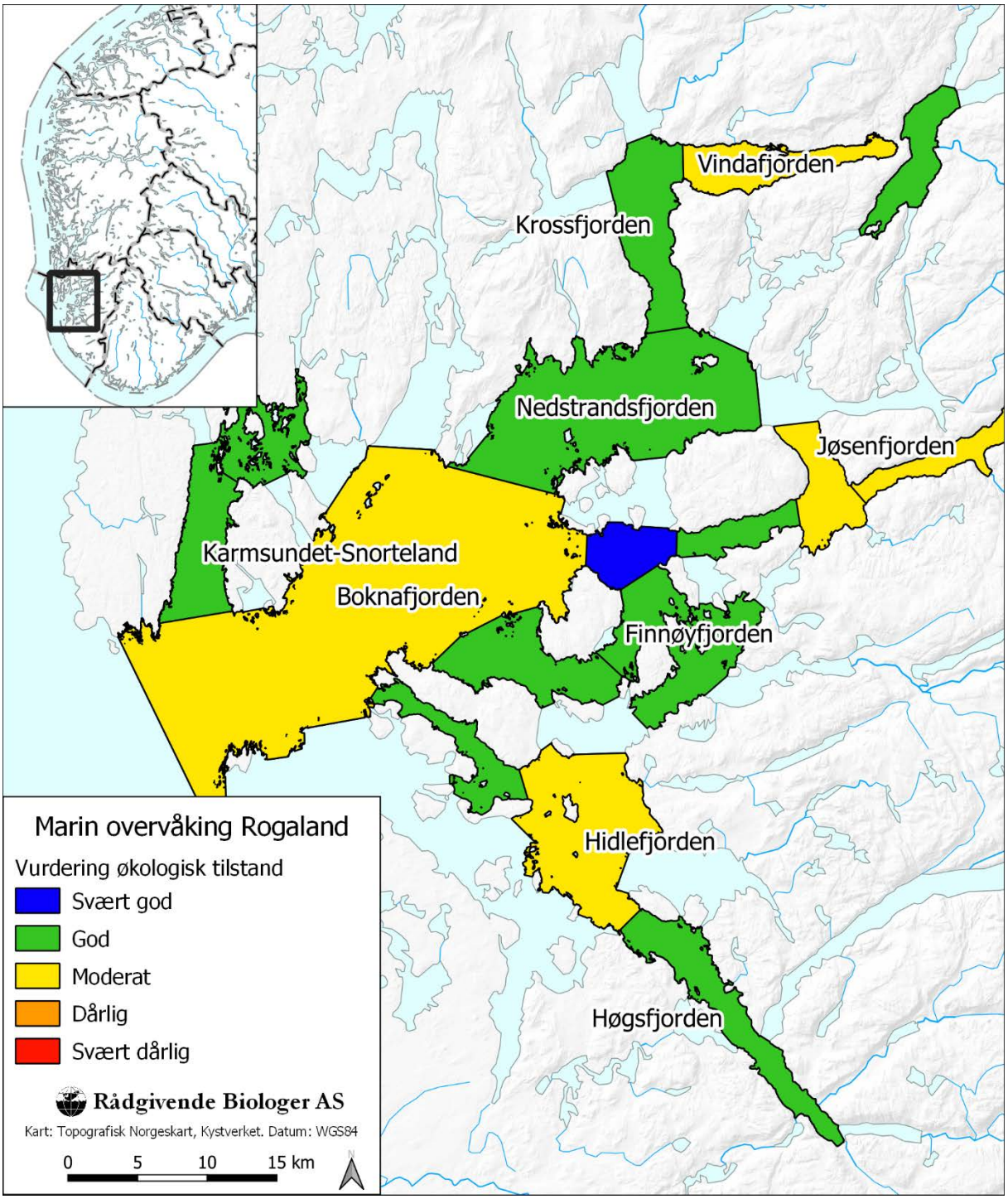
Miljømålet for alle vannforekomster er god økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Biologiske kvalitetselementer vektlegges, med fysiske og kjemiske element som støtteparametere (veileder 02:2018).

Basert på resultatene fra de siste undersøkelsene i dette overvåkingsprogrammet, for elementene som inngår i tilstandsklassifisering; bunnfauna, klorofyll, næringssalter, oksygen i dypvannet og vannregion-spesifikke miljøgifter, havner de fleste vannforekomstene innenfor miljømålet om god tilstand, eller svært god tilstand. Fire vannforekomster; Boknafjorden, Vindafjorden, Sandsfjorden og Jøsenfjorden når ikke miljømålet og er samlet vurdert til moderat økologisk tilstand (**figur 120**, **tabell 34**).

Boknafjorden og Vindafjorden er i Vann-nett oppført med god økologisk tilstand, men hvor vi foreslår en dårligere tilstand etter en samlet vurdering basert på dårlig tilstand for vannregionspesifikke stoff (blant annet sink) sammen med god tilstand for bunnfauna. Tilsvarende også for Sandsfjorden som i Vann-nett har god tilstand, foreslår vi en dårligere tilstand basert på at oksygenforholdene i dypvannet har utviklet seg fra svært god til moderat tilstand i løpet av overvåkingsperioden. I Sandsfjorden foreligger det ikke kunnskap om vannregionspesifikke stoffer som kan påvirke økologisk tilstand, men forekomsten er oppført i Vann-nett med moderat tilstand grunnet nitrat+nitritt i vannsøylen. Hidlefjorden er i Vann-nett oppført med moderat tilstand basert på dårlig tilstand for vannregionspesifikke stoff (Bisphenol), god tilstand for bunnfauna, samt moderat tilstand for nitrat+nitritt i vannsøylen og avviker fra den samlede vurderingen fra resultatene fra dette overvåkingsprogrammet. Det må også nevnes at det i dette overvåkingsprogrammet kun er undersøkt de vanregionspesifikke stoffene sink og kobber. Se detaljer i bakgrunn for klassifisering i årsrapporten for 2020 (Økland & Eilertsen 2021), samt oppdatert informasjon i miljøforvaltningens portal Vann-Nett (https://vann-nett.no/).

Tabell 34. *Vannforekomster undersøkt ved Marin Overvåking Rogaland, økologisk tilstand registrert i Vann-nett per 2022 og økologisk tilstand basert på de nyeste resultatene fra overvåkingsprogrammet. Tilstand for vannregionspesifikke stoff og bløtbunnsfauna i 2017, 90 persentil til klorofyll de siste 6 år av overvåkingsprogrammet (2015–2020) og fysisk-kjemiske kvalitetselement fra 2020.*

Vannforekomst	Vann-nett	MOR 2010–2020				
		Vreg. stoff	Bunn-fauna	Fys/Kje.	Klorofyll	Samlet MOR
Boknafjorden	**God**	Dårlig	God	Svært god	Svært god	**Moderat**
Karmsundet/Snorteland	**God**			Svært god	Svært god	**Svært god**
Nedstrandsfjorden	**God**			Svært god	Svært god	**Svært god**
Boknaflæet	**God**					
Vindafjorden	**God**	Dårlig	God	God	Svært god	**Moderat**
Sandsfjorden	**God**			Moderat	Svært god	**Moderat**
Krossfjorden	**God**			Svært god	Svært god	**Svært god**
Jøsenfjorden	**Moderat**	Dårlig	Moderat	Dårlig	Svært god	**Moderat**
Hjelmelandsfjorden	**Moderat**					
Garsundet	**God**					
Helgøysundet	**Svært god**			Svært god	Svært god	**Svært god**
Finnøyfjorden	**God**	God	Svært god	Svært god	Svært god	**Svært god**
Fognafjorden/Fisterfjorden	**God**					
Talgjefjorden	**God**					
Hidlefjorden	**Moderat**	God	God	God	God	**God**
Høgsfjorden	**God**			God	God	**God**
Mastrafjorden	**God**					



Figur 120. *Økologisk tilstand for vannforekomster i henhold til miljøforvaltningens database Vann-Nett supplert med resultater fra overvåkingsprogrammet Marin overvåking i Rogaland 2010–2020.*

REFERANSER

MARIN OVERVÅKING ROGALAND, TIDLIGERE RAPPORTER

Økland, I.E & M. Eilertsen. 2021.Marin Overvåking Rogaland. Årsrapport 2020. Rådgivende Biologer AS, rapport 3485, 82 sider, ISBN 978-82-8308-859-5.

Olsen, B. R. & M. Eilertsen. 2020. Marin Overvåking Rogaland. Årsrapport 2019. Rådgivende Biologer AS, rapport 3205, 84 sider, ISBN 978-82-8308-761-1.

Olsen, B. R. & M. Eilertsen. 2019. Marin Overvåking Rogaland. Årsrapport 2018. Rådgivende Biologer AS, rapport 2837, 82 sider, ISBN 978-82-8308-594-5.

Todt, C., B. R. Olsen, J. Tverberg & M. Eilertsen 2018. Marin Overvåking Rogaland. Årsrapport 2017. Rådgivende Biologer AS, rapport 2638, 94 sider, ISBN 978-82-8308-490-0.

Torvanger, R., Ø. Alme & S. E. Kvaløy 2017. Marin Overvåking Rogaland, resultater fra undersøkelsene I 2015 og 2016. Fishguard Miljø Bergen, e-rapport nr. 5-17. 158 sider.

Torvanger, R., E. Bye-Ingebrigtsen, Ø. Alme, T. Alvestad & P.-O. Johansen 2015. Marin overvåkning Rogaland-Statusrapport april 2015. Uni Research AS. SAM e-Rapport nr. 6-2015. 177 sider.

Alme, Ø. 2016. Undersøkelser av makroalgevegetasjonen på 21 lokaliteter i Rogaland i 2015. SAM Notat nr 03-2016, 54 sider.

Torvanger, R. Resultater hydrografi og siktedjup Marin overvåkning Rogaland 2016. Fishguard journal FG-92/16-RTO.

Alme, Ø. 2015. Undersøkelser av makroalgevegetasjonen på 21 lokaliteter i Rogaland i 2014. SAM Notat nr 03-2015, 50 sider.

Alvestad, T. 2014. ROV undersøkelser av makroalgevegetasjonen på 21 lokaliteter i Rogaland i 2013. SAM Notat nr 02-2014, 47 sider.

Alvestad, T. 2013. ROV undersøkelser av makroalgevegetasjonen på 21 lokaliteter i Rogaland i 2012. SAM Notat nr 12-2013, 54 sider.

Vassdal, T., E. Heggøy & P.-O. Johansen 2012. Marin Overvåking Rogaland. Statusrapport mai 2012 - Endringsrapport 1.2. Uni Research AS. SAM e-rapport nr. 26-2012. 113 sider.

Heggøy, E. 2011. ROV undersøkelser av makroalgevegetasjonen på 21 lokaliteter i Rogaland i 2011. SAM Notat nr 26-2011, 30 sider.

ROV undersøkelser av makroalgevegetasjonen på 21 lokaliteter i Rogaland, 29-30. juni 2010. Notat 29 sider.

ANDRE REFERANSER

Direktoratsgruppen Vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018 - Klassifisering av miljøtilstand i vann. 220 sider.

Christie H, Andersen GS, Trine B, Fagerli CW, Gitmark JK, Gundersen H, Rinde E. 2019. Shifts between sugar kelp and turf algae in Norway: regime shifts or fluctuations between different opportunistic seaweed species? Frontiers in Marine Science.

Filbee-Dexter, K., Feehan, C. J., Scheibling, R. E. 2016. Large-scale degradation of a kelp ecosystem in an ocean warming hotspot. Mar Ecol. Prog. Ser. 543:141-152.

Furset, T., I. E. Økland & C. Todt. 2020. Hettaneset i Vindafjord kommune. Førehandsgransking av oppdrettslokalitet. Rådgivende Biologer AS, rapport 3187, 43 sider.

Gitmark J., Christie H., Fagerli CW & Kile MR 2016. Høstundersøkelser av makroalgesamfunn ved utvalgte lokaliteter Rogaland og Sogn og Fjordane. NIVA/Miljødirektoratet, rapport M-640:2016. 29 sider.

Johnsen, I. A., V. Husa, P. K. Hansen og F. Vikebø. «Utskifting av bassengvatn i djupe terskelfjordar». Rapport fra havforskningen 2021-43 (2021). Lenke: https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2021-43

Kaurin, M.M, Vidgren, H & E. Dybvik 2021. Økokyst delprogram Nordsjøen Sør – årsrapport 2020. Miljødirektoratet M-1965, 44 sider.

Kaurin, M.M, Vidgren, H., Braathen, M., Dybvik, E., A. Helland 2020. Økokyst delprogram Nordsjøen Sør – årsrapport 2019. Miljødirektoratet M-1604, 79 sider.

Rinde E, Bekkby T, Kvile K, Sogn Andersen G, Brkljacic M, Anglès d'Auriac M, Christie H, Fagerli C, Fredriksen S, Moy S, Staalstrøm A, og Tveiten L. 2021: Kartlegging av et utvalg marine naturtyper i Oslofjorden. NIVA-rapport 7605-2021, 65 sider + vedlegg.

Sogn Andersen G, Moy FE, Christie H. 2019. In a squeeze: Epibiosis may affect the distribution of kelp forests. Ecol Evol. 2019; 9:2883–2897. https://doi.org/10.1002/ ece3.4967. Sundene, O. (1953). The Algal Vegetation of Oslofjord. Oslo: Det Norske videnskaps-akademi i Oslo.

Haugsøen, H.E., I.E Økland & C. Todt 2020. Oppdrettslokalitet Låderskjera i Bokn kommune, april 2020. Miljøovervaking av overgangssona – ASC/C-gransking. Rådgivende Biologer AS, rapport 3198, 61 sider.

Heggøy, E., P-O. Johansen 2008. MOM-C undersøkelse fra lokalitet Halsavika i Vindafjorden, Tysvær kommune i 2007. SAM e-rapport nr 7- 2008. 31 sider.

Johansen, P-O., K. Hatlen 2010. MOM-C undersøkelse ved Halsavika. SAM e-rapport nr 9-2010. 43 sider.

Guerrero J-L. & J.E. Sample. Kildefordelte tilførsler av nitrogen og fosfor til norske kystområder i 2020– tabeller figurer, og kart. Miljødirektoratet rapport M-2174: 2021. 97 sider

Tverberg, J., C. Todt & M. Eilertsen 2017. Oppdrettslokalitet Låderskjera i Bokn kommune, juni 2017. Førehandsgransking – Inkludert rettelsesblad. Rådgivende Biologer AS, rapport 2528, 45 sider, 978-82-8308-469-6.

Staalstrøm A, Walday M, Vogelsang C, Frigstad H, Borgersen G, Albretsen J og Naustvoll L.J. 2021. Utredning av behovet for å redusere tilførslene av nitrogen til Ytre Oslofjord. NIVA rapport M2065-2021, 214 sider + vedlegg

Tverberg, J., I. E. Økland & C. Todt 2019. Tytlandsvik i Hjelmeland kommune, august 2018. Miljøgransking ved utslepp. Rådgivende Biologer AS, rapport 2831, 39 sider, ISBN 978-82-8308-591-4.

Tverberg. J. & C. Todt 2021. Tytlandsvik i Hjelmeland kommune, februar 2021. Miljøgransking ved utslepp. Rådgivende Biologer AS, rapport 3497, 49 sider, ISBN 978-82-8308-866-3.

Vassenden, G. & P-O. Johansen 2008. MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Hestholmen, Kvitsøy kommune i 200. SAM e-rapport nr 14-2008. 36 sider.

Økland, I. E. & C. Todt 2020. Oppdrettslokalitet Ringja i Tysvær kommune, februar 2020. Miljøovervaking av overgangssona – C-gransking. Rådgivende Biologer AS, rapport 3161, 41 sider.