

Resipientundersøkelse for Lillesand kommune 2021 i forbindelse med utslipp av kommunalt avløpsvann



RAPPORT

Hovedkontor

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

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

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

NIVA Region Vest

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

NIVA Danmark

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

Internett: www.niva.no

Tittel Resipientundersøkelse for Lillesand kommune 2021 i forbindelse med utslipp av kommunalt avløpsvann	Løpenummer 7679-2021	Dato 07.12.2021
Forfatter(e) Hilde Cecilie Trannum Anne Deininger Camilla With Fagerli Rita Næss Thomas Heggem André Staalstrøm	Fagområde Marin biologi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Agder	Sider 50 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) Lillesand kommune	Kontaktperson hos oppdragsgiver Elisabeth Bokheim
Oppdragsgivers utgivelse:	Utgitt av NIVA Prosjektnummer O-200300

<p>Sammendrag</p> <p>Det er utført en resipientundersøkelse i Lillesand i forbindelse med utslipp av kommunalt avløpsvann med mål om å dokumentere dagens økologiske tilstand og avklare eventuelle utviklingstrender i forhold til tidligere undersøkelser. Miljøtilstanden er klassifisert basert på kravene i vannforskriften. Undersøkelsen omfattet planteplankton, næringsalter, siktedyp og oksygen i vannmassene, samt makroalger og bløtbunnsfauna. Samtlige biologiske kvalitetselement, siktedyp og innholdet av næringsalter viste minst "god" tilstand der dataene kunne klassifiseres. Dette er positivt, og viser at utslippet pr. i dag ikke vesentlig forringer de biologiske samfunnene, selv om det var enkelte indikasjoner på påvirkning. Oksygeninnholdet var lavt i Skallefjorden og i Lillesandsfjorden, og trakk ned tilstanden her. Det lave oksygennivået viser at resipienten er sårbar ovenfor organisk belastning.</p>
--

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Overvåking 2. Makroalger 3. Bløtbunnsfauna 4. Oksygenforbruk 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Monitoring 2. Macroalgae 3. Soft bottom fauna 4. Oxygen consumption
--	--

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

Hilde Cecilie Trannum
Prosjektleder

Paul R. Berg
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7415-8
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

Resipientundersøkelse for Lillesand kommune
2021 i forbindelse med utslipp av kommunalt
avløpsvann

Forord

Den foreliggende undersøkelsen er gjennomført på oppdrag for Lillesand kommune. Hovedformålet har vært å få en dokumentasjon på dagens miljøtilstand, og å vurdere hvordan resipienten har utviklet seg over tid. Undersøkelsen er utført i Skallefjorden og Lillesandfjorden. Parameterne er basert på kravene i vannforskriften, slik at kommunen kan benytte dataene til å oppdatere økologisk tilstand for de aktuelle vannforekomstene.

I vannmassene forestod kommunen selv innsamlingen, etter opplæring fra NIVA (Anne Deininger). Innsamling ble foretatt hver måned. Utsetting av strømmålere ble utført av Thomas Heggem, André Staalstrøm, Anne Deininger og opptak av Thomas Heggem. Bløtbunnsinnsamlingen ble foretatt av personell fra NIVA (Rita Næss og Hilde Cecilie Trannum), hvor Elisabeth Bokheim fra kommunen deltok som observatør. Innsamlingen ble utført vha. Skjærgårdstjenesten i Lillesand, som takkes for svært god bistand. Feltarbeidet på hardbunn ble utført av Camilla W. Fagerli, Mats Walday, Maia R. Kile og Øyvind Torp.

Analyser av vannprøver for næringssalter er foretatt ved NIVAs kjemiske analyselaboratorium i Oslo samt av Eurofins. Bløtbunnsprøvene er opparbeidet på NIVAs biologiske laboratorium i Grimstad (av Rita Næss), med unntak av analyse av krepsdyr som ble utført i Oslo (av Marijana Brkljacic).

Rapporten er utarbeidet av Anne Deininger og André Staalstrøm (vannmasser), Camilla W. Fagerli (makroalger) og Hilde C. Trannum (bløtbunnsfauna og generelle deler).

Hilde C. Trannum har vært NIVAs prosjektleder. Kontaktperson for kommunen har vært Elisabeth Bokheim. Kommunen takkes for et godt samarbeid underveis i prosjektet.

Grimstad, 7. desember 2021

Hilde Cecilie Trannum

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon.....	7
1.1	Bakgrunn og formål	7
1.2	Områdebeskrivelse og tidligere tilstand.....	7
1.3	Utslipp av kommunalt avløpsvann	9
2	Metodikk.....	11
2.1	Overvåkingsprogram	11
2.2	Undersøkelse av planteplankton og fysisk-kjemiske støtteparametere i vannmassen	12
2.2.1	Planteplankton	13
2.2.2	Fysisk-kjemiske støtteparametere	14
2.3	Undersøkelse av oksygen i vannmassen, strømmålinger og beregning av oksygenforbruk.....	15
2.4	Undersøkelse av makroalger	18
2.4.1	Gjennomføring i felt	19
2.4.2	Beregninger og klassifisering	21
2.5	Undersøkelse av bløtbunnsfauna	22
2.5.1	Feltarbeid	22
2.5.2	Analyser.....	23
2.5.3	Beregninger og klassifisering	24
2.6	Samlet klassifisering	24
3	Resultater	25
3.1	Hydrografi.....	25
3.1.1	Temperatur og salinitet.....	25
3.1.2	Vannutskiftning	27
3.1.3	Dagens tilstand i vannmassene.....	29
3.1.4	Utvikling over tid	32
3.1.5	Målsetning for oksygenforhold i naturlig oksygenfattige terskelfjorder.....	34
3.2	Makroalger	35
3.2.1	Dagens tilstand.....	35
3.2.2	Utvikling over tid	37
3.3	Bløtbunnsfauna	40
3.3.1	Dagens tilstand.....	40
3.3.2	Utvikling over tid	43
4	Oppsummering av resipientens tilstand og utvikling.....	45
5	Videre overvåking.....	48
6	Referanser.....	49
7	Vedlegg.....	51

Sammendrag

Det er utført en overvåking av sjøområder i Lillesand i forbindelse med utslipp av kommunalt avløpsvann fra kommunens renseanlegg Fossbekk. Renseanlegget Fossbekk er hovedrenseanlegg i Lillesand, med kapasitet på 14 000 pe.

Hovedformålet med undersøkelsen har vært å få informasjon om nåværende økologisk tilstand i vannforekomstene, samt å vurdere hvordan tilstanden har endret seg over tid. Videre inngår undersøkelsen som et ledd i oppfølgingen av vannforskriften, og følger angitte føringer til overvåking av vannforekomster.

Undersøkelse av planteplankton og fysisk-kjemiske støtteparametere i vannmassen ble foretatt på tre stasjoner fra desember 2020 til oktober 2021; to i nærområdet til utslippet (A01 Fossbekk, og A16 Skallefjorden), samt en stasjon i ytre Lillesandfjorden som referansestasjon (A17 Referansestasjon). Basert på kvalitetselementet klorofyll a klassifiseres alle stasjonene til «god» tilstand i vekstsesongen i 2021. Dette betyr en reduksjon fra tilstanden «svært god» i en undersøkelse fra 2012. Når man ser på støtteparameterne samlet, var oksygen den utslagsgivende parameteren for alle stasjonene. For stasjonene A01 Fossbekk gir denne støtteparameter en samlet tilstandsklasse «moderat», hvilket er en nedgradering av to klasser, fra «svært god» rapportert i 2012. På den andre siden endret tilstanden i den oksygenfattige fjorden «A16 Skallefjord» seg fra «svært dårlig» i 2012 til «dårlig» i 2021. På referansestasjonen A17 ble tilstandsklassen «god» mht. oksygen registrert i 2021. Tilstanden var her «svært god» i 2012. En nedgradering i tilstanden av oksygen indikerer organisk belastning, typisk på grunn av eutrofiering. Naturgitte forhold spiller også inn her, og når det er lite vannutskiftning blir lokalitetene ekstra sårbare for organisk belastning. Alle andre støtteparameterne viste «god» eller «svært god» tilstand. Det er positivt at utslippet ikke gir et vesentlig forhøyet innhold av næringssalter. På stasjonen nærmest utslippspunktet (A01 Fossbekk), oppnådde nesten alle støtteparameterne «svært god» tilstand, med unntak av totalt nitrogen med «god» tilstand vinteren 2020/2021. I tillegg har støtteparameteren total fosfor skiftet fra «svært god» tilstand i sommerperioden 2012 til «god» i sommerperioden 2021 på alle tre stasjonene. På vinteren tilsvarte total fosfor tilstandsklasse «svært god» på de to stasjoner i nærområdet til utslippet, men kun «god» på referansestasjonen.

Det ble foretatt undersøkelser av makroalgesamfunn på seks stasjoner. Ved fire av stasjonene, BS19b Skauerøya, BS22b Lamholmen, BS17b Steinholmen og BS18b Lyngholmen i Blindleia, ble nedre voksegrense for makroalger undersøkt med dykking og tilstandsvurdering ble foretatt på bakgrunn av Nedre voksegrenseindeksen. Ved de to øvrige stasjonene, BS20 Sandsnes og BS21 Gullholmen, ble makroalgesamfunnet i fjæresonen undersøkt. De fire stasjonene hvor det ble dykket oppnår alle «svært god» tilstand basert på nedre voksegrense for makroalger. Det er imidlertid verdt å merke seg at det ble observert betydelig trådalgevekst i deler av dykketransektene samt høy dekningsgrad av sediment på bunnen ved alle stasjonene. Dette er indikatorer på eutrofipåvirkning som synes å ikke fanges godt nok opp av Nedre voksegrenseindeksen.

Sammenlignet med tidligere undersøkelser, fremstår tilstanden til makroalgesamfunnet i fjæresonen ved stasjon BS20 Sandsnes og BS21 Gullholmen å være tilnærmet uforandret som situasjonen rapportert i 2006, med hensyn til forekomst og fordeling mellom algegrupper samt dekningsgrad av opportunistiske, ettårige og flerårige arter.

For bløtbunnsfauna ble tilstanden «god» i Tingsakerfjorden (LI8) og Lillesand Havn (LI9). Selv om tilstanden ble klassifisert som «god», var det likevel indikasjoner på forstyrrelse i form av tilstedeværelse av tolerante og opportunistiske arter og forhøyet innhold av organisk materiale i sedimentet. Skallefjorden er definert som en oksygenfattig fjord, og for denne vanntypen finnes det ikke fastsatte klassegrenser for bløtbunnsfauna. På denne stasjonen (LI5) var faunaen fattig, hvilket var forventet. Havneområdet syntes å ha en positiv utvikling i tilstanden siden midten av 90-tallet, som muligens kan ha sammenheng med at overløp har blitt betydelig redusert. I Tingsakerfjorden og Skallefjorden synes tilstanden å være relativt stabil når man ser på hele perioden totalt sett; som er fra 90-tallet i Tingsakerfjorden og helt fra 80-tallet i Skallefjorden.

Samlet tilstand kan kun anses som tentativ. Det var oksygenforholdene som trakk ned tilstanden der dette inngikk. Tilstanden ble «moderat» for Lillesandsfjorden, «dårlig» for Skallefjorden, «god» i Lillesandsfjorden-ytre og «svært god» for Blindleia (men her inngikk kun makroalger). Det er positivt at de biologiske kvalitetselementene alle viste minst «god» tilstand, og således ikke synes å være vesentlig påvirket av utslippet.

Det er viktig at resipienten følges videre opp, og vannforskriftens retningslinjer legger føringene for videre overvåking. Undersøkelsen viser at resipienten er sårbar siden det er lite oksygen og siden det er indikasjoner på eutrofipåvirkning i makroalge- og bløtbunnsamfunnene. Ved ytterligere organisk belastning kan de biologiske samfunnene forringes relativt raskt.

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn og formål

Undersøkelsen omfatter sjøområder i Lillesand som er resipient for utslipp av kommunalt avløpsvann fra kommunens renseanlegg Fossbekk. Renseanlegget Fossbekk er hovedrenseanlegg i Lillesand, med kapasitet på 14 000 pe. Utslipet fra renseanlegget er på 42 m dyp i Lillesandsfjorden (indre del av Lillesandsfjorden kalles Tingsakerfjorden). Mekanisk rensing ble igangsatt i 1990, og før den tid var utslippene langt høyere enn i dag. I tillegg til avløpsvann tilføres resipienten langtransportert forurensning, urban avrenning og annen diffus avrenning. Det er også mye båttrafikk fra småbåter i området, særlig sommerstid.

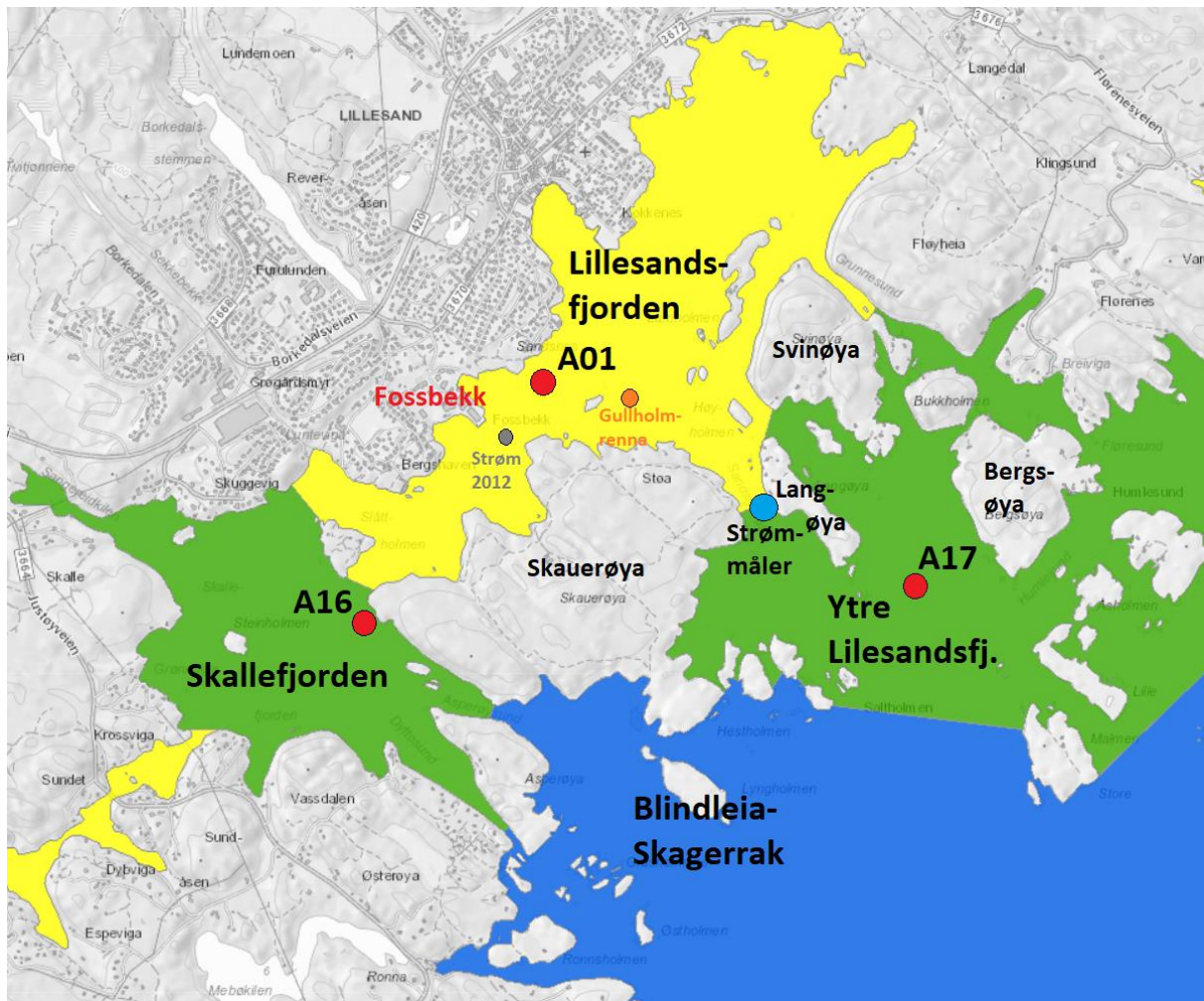
Det er gjort en rekke tidligere undersøkelser av resipienten, men dette er nå flere år siden. Den siste overvåkingen fant sted i 2012 (Norconsult, 2013). Før dette er det historikk på overvåking helt tilbake til 80-tallet. Vannkvalitet ble undersøkt i 1980 av Miljøplan og 1983-1984 (Wikander, 1984) og 1985 (Næs, 1986) av NIVA. Oksygenforhold, hardbunnsorganismer (dvs. makroalger og dyr) og bløtbunnsfauna ble undersøkt av NIVA i perioden 1995-1998 (Kroglund m.fl., 1999). Derest ble vannkvalitet, vannutskifting, hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna undersøkt i resipientvurderinger utført av NIVA i 2000 og 2001 (Molvær og Rygg, 2001 og Molvær m.fl., 2002). Videre ble undersøkelser av makroalger og dyr på hardbunn gjennomført av NIVA i 2006 (Kroglund og Moy, 2007).

Hovedformålet med undersøkelsen er å få informasjon om nåværende økologisk tilstand i vannforekomstene, samt å vurdere hvordan tilstanden har endret seg over tid. Videre inngår undersøkelsen som et ledd i oppfølgingen av vannforskriften, som legger opp til en forvaltning som skal sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av alt vannmiljø.

1.2 Områdebeskrivelse og tidligere tilstand

Fokuset til denne resipientundersøkelse er **nærområdet** til utslipp av kommunalt avløpsvann fra kommunens renseanlegg Fossbekk, dvs. Tingsakerfjorden og Skallefjorden, samt en stasjon i ytre Lillesandsfjorden som referansestasjon (se Figur 1). Øvrige stasjoner som har vært med i undersøkelsen er vist i Figur 3. Tingsakerfjorden tilhører vannforekomst Lillesandsfjorden (VannforekomstID 0121010500-1-C). Vanntypen er klassifisert som beskyttet kyst/fjord (S3), med moderat strømhastighet og moderat oppholdstid for bunnvann. Fjorden er på det dypeste 83 m, og har en terskel mot fjordområdet utenfor i Storegabet på mellom 30-50¹ m. Utslipet fra renseanlegget er som nevnt på 42 m dyp i denne fjorden. Innlagingsdyper til avløpsvann har blitt beregnet til å ligge mellom 20-30 m (Norconsult, 2013). Tingsakerfjorden har forbindelse med Skallefjorden via et terskelområde på ca. 20 m dyp. Største dyp i Skallefjorden er 73 m, og fjorden har en terskel også mot Blindleia. Vannforekomst Skallefjorden (VannforekomstID 0121010500-2-C) er i vann-nett.no klassifisert som en oksygenfattig fjord. Den er beskyttet mht. bølgeeksponering, og har lang oppholdstid for bunnvann. For overflatelaget er det valgt å klassifisere etter vanntype S3 også i Skallefjorden. Begge fjordene er i utgangspunktet sårbare for organisk belastning pga. begrenset vannutskifting.

¹ Tidligere er det rapportert at terskeldypet er ca. 30 m, men konturlinjene fra sjøkart tyder på at terskeldypet er nærmere 50 m enn 30 m.



Figur 1. Kart over området rundt Lillesand. Fire vannforekomster er merket av: Lillesandsfjorden, Skallefjorden, Ytre Lillesandsfjorden og Blindleia-Skagerrak. Stasjoner hvor det ble tatt vannprøver og CTD målinger er vist med røde prikker (A01, A16 og A17). Tidligere har det blitt gjort målinger på stasjonen Gullholmrenna (merket med oransje prikk). Posisjonen til strømmåleren er vist med blå prikk. Tidligere er det gjort strømmålinger utenfor Fossbekk.

Økologisk tilstand til Tingsakerfjorden (vannforekomst Lillesandsfjorden) er i Vann-nett satt som «god», basert på tidligere data. Disse var kun basert på planteplankton, totalt nitrogen og totalt fosfor. Tilstanden var tidligere satt til moderat². Data fra resipientundersøkelsen for renseanlegget i 2012 er ikke lagt inn. Det er anført at fjorden synes å være preget av eutrofieringseffekter og er sårbar for eventuelle økninger i belastning. Kjemisk tilstand er satt som «dårlig» grunnet forhøyet nivå av kvikksølv i blåskjell og taskekrabbe og PAH'er i blåskjell. I den sist utførte resipientundersøkelsen fra 2012 (Norconsult, 2013), ble tilstanden både ut fra bløtbunnsfauna og fysisk-kjemiske parametere «god». Samlet økologisk tilstand ble «god» (ikke lagt inn i vann-nett).

Økologisk tilstand også for Skallefjorden er satt som «god» i Vann-nett basert på tidligere data, men kun basert på planteplankton, totalt nitrogen og total fosfor. Det er i Vann-nett anført at det er

² Vann-nett 2016 (<https://vann-nett.no/>)

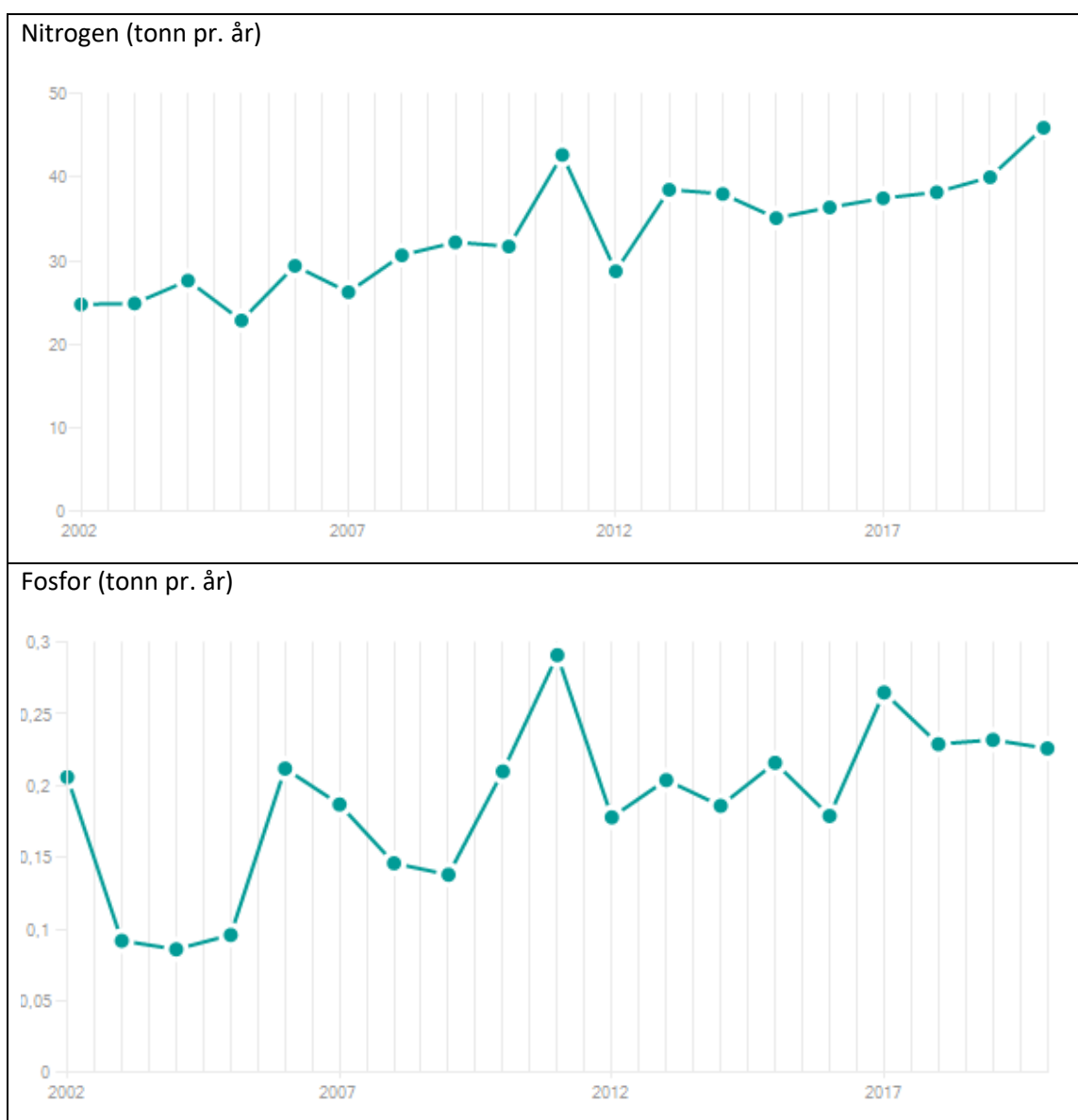
behov for bedre data. Kjemisk tilstand er satt som ukjent. I forrige resipientundersøkelse i 2012 ble biologisk tilstand basert på bløtbunnsfauna satt til «moderat» og fysisk/kjemisk tilstand «dårlig» (Norconsult, 2013, ikke lagt inn i Vann-nett). Det ble anført at det burde vurderes hvorvidt prøvetakingspunktet var representativt for vannforekomsten, ettersom dette punktet representerte det dypeste punktet som muligens er naturlig oksygenfattig. Den har samtidig en lang tidsserie, og er derfor godt egnet til å vurdere utvikling over tid.

Økologisk tilstand for Blindleia-Skagerrak står i Vann-nett oppført som «svært god». Dette er litt underlig siden indeksen for nedre voksegrense for makroalger er satt til «god» tilstand. Kjemisk tilstand er ikke definert.

1.3 Utslipp av kommunalt avløpsvann

Det er flere forbindelser i kommunalt avløpsvann som kan føre til forurensningseffekter i resipienten. Det er særlig utslipp av næringssalter som kan representere en belastning. Næringssaltene stimulerer primærproduksjonen og kan gi økt vekst av både planteplankton i vannmassene og makroalger på fast substrat. Ved slik forhøyet produksjon kan man få en økt mengde organisk materiale, som ved nedbrytning kan redusere oksygenmengden i bunnvannet og i sedimentene. Videre kan vannet bli mindre klart, som gjør at dyptvoksende makroalger ikke klarer seg.

Utslipp av særlig nitrogen fra Fossbekk renseanlegg har vist en gradvis økning siden 2000-tallet (Figur 2). Utslipet nådde 40 tonn i 2019 og var på 46 tonn i 2020. Dette er det høyeste registrerte utslippet gjennom perioden hvor dette er tallfestet. Utslipet av fosfor har variert mer over tid, men også her ser det ut til å ha vært en gradvis økning perioden sett under ett. De siste tre årene har imidlertid mengden vært konstant på om lag 0,23 tonn pr. år. Generelt er det nitrogen som er ansett å være den viktigste faktoren for marin primærproduksjon, og således den viktigste å begrense i lokale utslipp av avløpsvann (Staalstrøm m.fl. 2021).



Figur 2. Årlig utslipp av nitrogen og fosfor fra Fossbekk rensanlegg fra 2002 til 2020 (hentet fra norskeutslipp.no). 2002 er første året med data for utslippene.

I tillegg til de regulære utslippene fra rensanlegg kan det være andre utslipp bl.a. knyttet til overløpsepisoder. Når det gjelder slike utslipp har kommunen gjort tiltak mht. sanering, mindre utslipp fra ledningsnettet og ryddet i direkte utslipp de siste årene (ifølge kommunens egne opplysninger).

2 Metodikk

2.1 Overvåkingsprogram

Overvåkingen er basert på føringene gitt i vannforskriften og Veileder 02:2018. Her er det angitt at det er det mest følsomme biologiske kvalitetselementet som skal overvåkes. Tilførsel av næringssalter gir effekter i form av eutrofiering, og både planteplankton, makroalger og bløtbunnsfauna påvirkes av denne type påvirkning (Veileder 02:2018). Disse inngår derfor som biologiske kvalitetselement i programmet. For planteplankton er det mengden klorofyll a som brukes som et mål. Som fysisk-kjemiske støtteparametere inngår næringssalter, siktedyp og oksygen i bunnvannet.

Stasjonsplassering er vist i Figur 3. Undersøkelse av makroalger og bløtbunnsfauna fant sted én gang, mens vannprøvetakingen har vært månedlig, slik angitt i Veileder 02:2018.



Figur 3. Stasjonskart over overvåkingen i Lillesand 2021. Oransje punkter er vannmassestasjoner, blå er makroalgestasjoner og grønne er bløtbunnsstasjoner. Utslippsrør markert med sort strek.

2.2 Undersøkelse av planteplankton og fysisk-kjemiske støtteparametere i vannmassen

Oversikt

For kvalitetselementet planteplankton benyttes parameteren klorofyll a-konsentrasjon. Klorofyll a er et indirekte mål for algebiomasse (detaljer er gitt i kapittel 2.2.1 Planteplankton). Kjemiske og fysiske parametere er i vanndirektivet støtteparametere som benyttes til å forklare eventuelle endringer i de biologiske overvåkningselementene, men også til å si noe konkret om mengden næringsalter og oksygenforhold i vannmassene (detaljer finnes i kapittel 2.2.2 Fysisk-kjemiske støtteparametere og 2.3. Oksygen). Kjemiske data innenfor tidsavgrensede perioder, det vil si vinter- og sommer perioden, kan si noe om eutrofitilstanden i et område. Oksygenkonsentrasjon i bunnvannet kan gi informasjon om organisk belastning og oksygenforbruk, men må tolkes sammen med topografisk informasjon, der grunne terskler og vannets oppholdstid vil ha stor betydning. Mengden næring i sedimentene og grad av nedbrytning vil også ha betydning for oksygenforholdene, spesielt i lukkede basseng. Siktedyp er en parameter som gir informasjon om vannets klarhet, som påvirkes av en rekke faktorer slik som mengde planteplankton, oppløst organisk karbon (DOC), og partikulære forhold i vannet. Redusert klarhet i vannet kan få betydning for organismer som er avhengig av lys for å vokse, som planteplankton og makroalger.

Prøvetaking

Prøvetaking av vannprøver for analyse av klorofyll a og næringsalter, samt måling av temperatur, saltholdighet og oksygen i vannmassene ved bruk av CTD og måling av siktdyp, ble gjennomført av kommunen, etter gjennomgang av metodikken med kvalifisert NIVA-personell. For beskrivelse av underliggende analysemetoder, se Tabell 1. Opplæring av kommunen i prøvetaking var del av kompetanseoverføringen slik at kommunen selv kan forestå og utføre innsamlingen etter prosjektets slutt. Siden oksygen har spilt en vesentlig rolle for tilstanden i området påvist i tidligere undersøkelser, og spesifikt i Skallefjorden (Kroglund m.fl. 1999; Norconsult 2013), blir metodikken for klassifisering av oksygen, samt beregningen av oksygenforbruk beskrevet i et eget kapittel (se kapittel «2.3 Undersøkelse av oksygen i vannmassene»).

Stasjoner

Følgende stasjoner prøvetatt for alle nevnte hydrografiske parametere i vannsøylen:

- Stasjon A01 Fossbekk (vannforekomst Lillesandsfjorden) (ca. 43 m dyp). Denne stasjonen er på selve utslippspunktet (N: 58.2417; Ø: 8,381).
- Stasjon A16 Skallefjorden (vannforekomst Skallefjorden) (ca. 71 m dyp; N: 58,2320; Ø: 8.3689).
- Stasjon A17 referansestasjon (vannforekomst Lillesandsfjord-ytre) (ca. 60 m dyp; N: 58.2345; Ø: 8.4084)

Plassering av stasjonene er vist i Figur 1 og Figur 3. Samtlige stasjoner har også tidligere blitt undersøkt.

Datagrunnlaget til klassifisering

Overvåkingen bør i utgangspunktet følge kravene i Veileder 02:2018. Der er det angitt krav om at det skal samles inn data over minst tre vekstsesonger for at vannmassene skal kunne klassifiseres. Innsamlede data fra 2021 ble derfor supplert med data som kommunen hadde samlet inn tidligere (i 3 års rammen; 2019, 2020 + data fra denne studien) når tilstrekkelig data var tilgjengelig gjennom sesongen, og av tilstrekkelig god kvalitet (se detaljer nedenfor).

Tabell 1. Oversikt over parametere som er målt ved sonde (CTD) og ved vannprøvetaking. Metodikk i felt og analysemetode er også angitt.

Navn på parameter	Enhet	Frekvens	Metodikk prøvetaking	Analysemetode
Temperatur	°C	Månedlig	In situ/sonde	NS 9425-3
Saltholdighet	PSU			NS 9425-3
Oksygen (sensor)	%; mg/l			NS 9425-3
Oksygen (vannprøve, Winkler metode)	mg O ₂ /l	Én gang (her: Februar)	NS-ISO 5813:1983	NS-ISO 5813:1983
Siktdyp	meter	Månedlig	Sikteskive	NS-EN ISO 7027
Total fosfor (TotP)	µg P/l	Des – Feb Jun – Aug (månedlig)	OSPAR 1997-2 (JAMP guidelines) NS-ISO 5667-9:1992	Skalar autoanalysator, Intern metode basert på NS 4724
Fosfat (PO ₄ -P)	µg P/l			Skalar autoanalysator, automatisert NS 4743
Total nitrogen (TotN)	µg N/l			Skalar autoanalysator, Intern metode basert på NS 4745
Nitrat + Nitritt (NO ₃ +NO ₂ -N)	µg N/l			Skalar autoanalysator, Intern metode basert på NS 4746
Ammonium (NH ₄ -N)	µg N/l			Skalar autoanalysator, Intern metode basert på NS-EN ISO 16264
Silikat (SiO ₂ -Si)	µg Si/l			
Klorofyll a	µg/l	Feb – Okt (begynnelse: annenhver uke, deretter månedlig)	NS-4767	Spektrofotometer, NS 4767

2.2.1 Planteplankton

Planteplankton er frittlevende mikroskopiske alger og hovedprimærprodusentene i havet. De vokser hurtig når bl.a. næringstilgang, lys, og stabilitet i vannsøylen er gunstig. Planteplankton reagerer hurtig på endringer i vekstforholdene, og ved økte tilførsler av næringssalter kan algene vokse hurtig når lys og andre nødvendige vekstbetingelser er til stede. Ved tilførsel av næringssalter utover naturlig konsentrasjon, kan resultatet bli det som ofte kalles eutrofiering (økt planteproduksjon). I Veileder 02:2018 er det angitt at det er pigmentet klorofyll a som benyttes som parameter for planteplankton. Klorofyll a er et indirekte mål for algebiomasse, og er den eneste parameteren fra vannmassen som er et biologisk kvalitetselement.

Klorofyll a ble prøvetatt gjennom hele vekstsesongen (februar til oktober) fra 0, 5 og 10 m dyp med en målefrekvens på to uker i de første to månedene av vekstsesongen og månedlig tokt deretter (dvs. april – oktober) som anbefalt for Sør-Norge i Veileder 02:2018. Prøvetaking også dypere enn ved overflaten er avgjørende for å fange et realistisk planteplanktonsignal. Planteplankton og dermed klorofyll maxima forekommer ofte dypere enn vannoverflaten, bl.a. på grunn av synking av planteplanktonceller. I felt ble prøvene hentet med vannhenter, sendt til NIVAs laboratorier og prosessert innen 24 timer. Prøven ble da filtrert, hvoretter filteret ble fryst og deretter analysert i iht. metodikk angitt i Tabell 1. For klassifiseringen ble 90 persentilen fra hele innsamlingsperioden beregnet (den verdien hvor 10% av målingene er høyere og 90 % er lavere). Det vil si at det er beregnet 90 persentilverdi for målinger i vekstsesongen (feb.-okt.), og det er brukt grenseverdier for

de respektive vanntypene i Skagerrak (S3: beskyttet kyst/fjord i Skagerrak). Det er benyttet data for perioden 2021 (februar – slutten av september) for alle de tre vannmassestasjonene i undersøkelsen. Data innsamlet av kommunen i 2020 (september, oktober, desember) ble ikke inkludert i beregningen for å unngå en skjevhet i klassifiseringen mot høstverdier, og fordi verdier fra desember ikke inngår i klassifiseringen.

2.2.2 Fysisk-kjemiske støtteparametere

Næringssalter, siktdyp og oksygen er støtteparametere iht. vannforskriften (Veileder 02:2018). For beskrivelse av undersøkelse av oksygen i vannmassen, se kapittel 2.3.

Næringssalter

Næringssalter er viktige forklaringsvariabler for tilstand og eventuelle endringer i de biologiske kvalitetselementene (f.eks. forklare eventuelle eutrofieffekter i de bentiske undersøkelsene som makroalger og bløtbunn, samt potensielle fytoplankton oppblomstringer). Videre vil næringssalter kunne reflektere evt. overkonsentrasjoner som følge av avløpsvannet, og gi viktig informasjon i seg selv. Samtidig varierer konsentrasjonene av næringssalter naturlig og sesongmessig. Det er derfor nødvendig å foreta gjentatte prøvetakinger innenfor en angitt tidsperiode.

For næringssalter benyttes i klassifiseringssystemet totalt fosfor (TotP), fosfat (PO₄-P), totalt nitrogen (TotN), nitrat + nitritt (NO₃+NO₂-N), ammonium (NH₄-N) fra 0, 5, og 10 m dyp, samt oksygen (O₂) i bunnvannet, i vurderingene. Alle disse parameterne ble derfor undersøkt i den foreliggende undersøkelsen, samt silikat (SiO₂-Si) som essensiell indikator for kiselalgevekst. I likhet med klorofyll a settes store krav til frekvens til prøvetakingen, og igjen er det data innsamlet gjennom tre år som strengt tatt skal ligge til grunn for en tilstandsklassifisering. Prøvene ble tatt med vannhenter, sendt til NIVAs laboratorier og analysert etter metodikk angitt i Tabell 1, som er ihht. Veileder 02:2018.

For næringssalter skal klassifiseringen baseres på vinter- og sommerkonsentrasjoner, hvor vinterkonsentrasjonene skal gi informasjon om overkonsentrasjoner utover naturlig konsentrasjon (dvs. før planteplanktonets vekst har påvirket næringssaltene), mens sommerkonsentrasjoner kan gi mer informasjon om tilførsler fra avrenning eller utslipp. Sommerperioden er angitt fra juni til og med august (Veileder 02:2018) mens vinterperioden er angitt fra desember til februar. Også her skal målingene gjennomføres over tre år for å kunne foreta en fullstendig klassifisering.

Vinterkonsentrasjoner av næringssalter i vannmassene ble tidligere ikke samlet inn (dvs. des-feb), derfor er data kun fra 2021 (samt desember 2020) benyttet i klassifiseringen. Når det gjelder sommerkonsentrasjoner av næringssalter, ble kun totalt nitrogen og totalt fosfor målt i 2019 og 2020, men kun på 0 m for stasjonene A16, og A17, samt 0, 5, og 15 m for stasjonen A01. Fordi disse dataene ikke var fullstendige mht. dyp, og for å unngå skjevhet i klassifiseringen, ble heller ikke disse inkludert i klassifiseringen

Siktdyp

Siktdyp gir informasjon om vannets klarhet eller gjennomskinnelighet, og skal måles gjennom hele dåret. Både partikler forårsaket av for eksempel avrenning og mye alger i vannet kan redusere siktdypet. Redusert siktdyp kan negativt påvirke organismer som er avhengig av lys for å vokse slik som planteplankton og makroalger. Siktdypet måles ved at man senker en hvit skive gjennom vannsøylen fra båtens skyggeside. Når skiven ikke lenger er synlig, noteres antall meter den er senket ned som da er siktdypet. Som for de øvrige støtteparameterne vil det her foretas måling gjennom et

år. Samtidig anbefales at siktdyp inkluderes også når vinterprøvetakingen finner sted, selv om dette ikke brukes til klassifisering, da det kan gi nyttig informasjon om turbiditeten i vannet.

Sommerperioden juni-august legges til grunn for klassifiseringen. Data fra 2019-2021 benyttes her for klassifiseringen av siktedypet.

2.3 Undersøkelse av oksygen i vannmassen, strømmålinger og beregning av oksygenforbruk

Oksygen

Oksygen er en viktig forklaringsvariabel for økologisk tilstand; målinger av oksygen i dypvannet over tid gir informasjon om oksygenforbruk, vannutskifting og organisk belastning. Parameteren oksygen skal baseres på målinger i bunnvannet siden det er her oksygenvinn først inntreffer. Resultatene kan sammenholdes med informasjon om forurensingstilførsler og topografien i området, dvs. informasjon om terskler og hyppigheten av vannutskiftninger. Oksygen i vannmassene forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale og ved organismers respirasjon. Tilførsel av oksygen skjer bare i kontakt med luft og ved fotosyntese til planteplankton og makroalger i øvre vannlag. I fjordbasseng hvor utskifting av dypvann er forhindret av terskler, vil oksygenet i vannmassene derfor brukes gradvis opp. Oftest skjer fornying av dypvannet i løpet av senhøsten eller vinteren. Klassifiseringen basert på oksygen skal derfor bruke laveste målte konsentrasjon i dypvannet. Hvilken periode dette er varierer fra område til område, da tidspunkt for bunnvann-utskifting er avhengig av topografi og terskler, og hvordan forholdene varierer på utsiden av eventuelle terskler. Oftest inntreffer oksygenminimumet senhøstes, rett før vannet skiftes ut.

I denne undersøkelsen ble oksygen overvåket månedlig vha. sensormålingene gjennom hele vannsøylen (CTD, se under), samt med vannprøvetaking i februar med bruk av Winkler-metoden og bestemmelse av oksygen-konsentrasjon ved titrering (Tabell 1). Disse to metodene ble kombinert ettersom oksygenføleren på CTD sensoren ikke fanger opp hydrogensulfid (som Winkler-metoden gir et tall på), mens oksygensonden derimot gir informasjon om oksygennivået gjennom hele vannsøylen.

Oksygenforbruket

Oksygenforbruket i en vannmasse vil være påvirket av den organiske belastningen, som stammer fra planteplanktonets fotosyntese eller fra direkte tilførsel av organisk stoff. Oksygenforbruket er differansen mellom hvor raskt oksygenkonsentrasjonene endres over tid og netto tilførsel av oksygen. Tidligere er teoretisk oksygenforbruk beregnet med modellen Fjordmiljø (Kroglund m.fl. 1999, Norconsult 2013). Vi vil benytte disse teoretiske beregningene som sammenligningsgrunnlag. I Fjordmiljø blir sirkulasjonen i bassengene anslått ut ifra teoretiske betraktninger om vertikal blanding. Her gis en beskrivelse av hvilke prosesser som ligger bak, ved å se på transportlikningen som styrer oksygenutviklingen. Denne likningen er gitt ved:

$$\begin{matrix} (1) & (2) & (3) & (4) & (5) & (6) \\ \frac{\partial \theta}{\partial t} + u \frac{\partial \theta}{\partial x} + v \frac{\partial \theta}{\partial y} + w \frac{\partial \theta}{\partial z} - \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) = R_\theta \end{matrix}$$

hvor θ angir oksygenkonsentrasjon, u og v er strømhastighet horisontalt, w er vertikal strømhastighet, K_z er koeffisienten for turbulent vertikal blanding. R_θ er det netto oksygenforbruket. Symbolene $\partial/\partial t$, $\partial/\partial x$, $\partial/\partial y$ og $\partial/\partial z$ betyr endring med hensyn på tid og de tre romlige retningene.

Ved å måle oksygen jevnlig i hele vannmassen kan en beregne hvor fort oksygenkonsentrasjonen endres. Dette er ledd (1) i ligningen merket svart. Transport av oksygen med strømmen i de tre romlige retningene er beskrevet med leddene (2), (3) og (4) merket rødt. Denne transporten av oksygen kalles adveksjon. Den vertikale blandingen er beskrevet med ledd (5) merket blått. Denne transporten av oksygen kalles vertikal diffusjon eller vertikal blanding. Ledd (6) merket grønt er det netto oksygenforbruket.

I terskelbasseng kan vannmassen i deler av året være svært stillestående, og oksygen tilføres bare med turbulent blanding vertikalt i vannmassen. Da kan leddene (2) til (4) merket rødt, utelates. I slike tilfeller vil det være mulig å anslå den turbulente blandingen ved hjelp av målinger av saltholdighet og temperatur, fordi man da kan se hvordan tettheten i dypvannet reduseres kun pga. vertikal blanding. Ligningen blir da redusert til:

$$\begin{array}{ccc} \text{Endring i oksygen} & & \text{Netto} \\ \text{over tid} & & \text{oksygenforbruk} \\ & \text{Vertikal blanding} & \\ \frac{\partial \theta}{\partial t} & - & \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) = R_\theta \end{array}$$

I modellen Fjordmiljø blir den vertikale blandingen estimert ut ifra teoretiske betraktninger. Utfordringen er at tidligere målinger har vist at oksygenet reduseres raskt selv om målinger av tettheten i vannmassen viser tegn på adveksjon, og vi kan dermed ikke se bort ifra de røde leddene i den første ligningen. Dette var tilfelle i måleserien fra 1985, og også fra målingene sommeren 2019.

Vi har derfor valgt å sammenligne kun leddet som viser endring av oksygen over tid (ledd (1) merket svart). Dette leddet i ligningen er tidligere beregnet basert på data fra 1985 og 1995 (Kroglund m.fl., 1999). I denne rapporten har vi gjort tilsvarende beregninger fra data fra 2012, 2019 og 2020 for å se på utviklingen over tid. Det er rimelig å anta at vertikal blanding ikke har endret seg vesentlig over tid, og da kan en anta at det netto oksygenforbruket er proporsjonalt med målt endring av oksygen over tid, slik at en slik sammenligning kan fortelles oss noe om den organiske belastningen. Men det må gjøres en vurdering om adveksjon av oksygen gir et vesentlig bidrag, og en må fokusere på tidsperioder når vannmassene er mest mulig stillestående.

Det siste leddet i ligningene vist over er netto oksygenforbruk (ledd (6) merket grønt). Oksygenforbruket er påvirket av flere biologiske og kjemiske prosesser. Fotosyntese i planteplankton og i bentiske alger og undervannsplanter, er en kilde til oksygen. Under oppblomstring av planteplankton er det derfor vanlig å observere overmetning av oksygen i vannsøylen. Når plankton respirerer forbrukes derimot oksygen i vannmassen. Den viktigste prosessen for oksygenforbruk i vannmassen, er nedbrytning. Når organisk stoff produsert av planteplankton eller direkte tilført fra land, brytes ned, forbrukes det mye oksygen.

I den bakterielle prosessen nitrifisering, som betyr at ammonium (NH_4) først omdannes til nitritt (NO_2) og deretter nitrat (NO_3), forbrukes det oksygen, men i mindre grad enn under nedbrytning av organisk stoff. I den bakterielle prosessen denitrifisering, hvor nitrat omdannes til nitrogenmolekyler

(N₂), avgis det oksygen. I suboksiske forhold, som vil si at oksygenkonsentrasjonen er lavere enn omtrent 0,35 ml O₂/L, vil reduserte former for svovel og mangan oksideres, og dette gir økt oksygenforbruk. Disse prosessene er oppsummert under.

$$\begin{aligned} \text{Netto oksygenforbruk} = & + \text{Fotosyntese} \\ & - \text{Respirasjon} \\ & - \text{Nedbrytning av organisk stoff} \\ & - \text{Nitrifisering} \\ & + \text{Denitrifisering} \\ & - \text{Oksidasjon av svovel og mangan} \end{aligned}$$

Hvis kun bunnvannet betraktes, kan planteplanktonets effekt på oksygenforbruket sees bort fra, siden primærproduksjon foregår i den eufotiske sonen. Effekten av de bakterielle prosessene nitrifisering og denitrifisering er av samme størrelsesorden, og en kan la disse to leddene kansellere hverandre³. Hvis en betrakter en vannmasse som er oksisk, vil ikke oksidasjon av svovel og mangan ha betydning. Da sitter man igjen med nedbrytning av organisk stoff som det viktigste bidraget til netto oksygenforbruk.

Modellen OxyDep er benyttet for å modellere oksygenvinn i vannforekomsten Hunnebunn⁴ (Yakushev m.fl., 2013). I denne modellen er nedbrytning av organisk stoff beskrevet ved å følge nitrogenet i det pelagiske økosystemet. Modellen klarte å beskrive oksygenvinnet som forekommer i bunnvannet i Hunnebunn⁵. I modellen er næringssaltene beskrevet av variabelen NUT, som er definert som:

$$\text{NUT} = \text{NO}_2 + \text{NO}_3$$

Summen av nitritt og nitrat måles rutinemessig, f.eks. fra overflatelaget i overvåkingen beskrevet i denne rapporten. Det organiske stoffet er beskrevet av variabelen OM og er definert som:

$$\text{OM} = \text{TN} - \text{NUT}$$

Her står TN for totalt nitrogen, og dette er også en parameter som måles rutinemessig. Det fins også mye historisk data av både parameteren TN og NO₂ + NO₃. I modellen OxyDep er OM delt opp i organisk stoff bundet til partikler og som er oppløst i vannet, men vi har slått disse to sammen her. Legg merke til at ammonium (NH₄) ikke er inkludert i variabelen NUT, og dermed inngår i variabelen OM. Dette er gjort i modellen for å beregne oksygenforbruk når ammonium inngår i nitrifisering. Denne prosessen kan være svært viktig i den oksiske delen av vannmassen som ligger rett over en oksygenfri vannmasse, som kan tilfører det oksiske laget store mengder ammonium nedenfra (se Staalstrøm og Yakushev, 2020).

I modellen OxyDep er oksygenforbruk ved nedbrytning av organisk stoff beskrevet som en funksjon av temperatur og variabelen OM (se Figur 4). Målinger av nitrogen fra dypet av Drøbaksundet viser at verdien av variabelen typisk kan ligge mellom 30 og 80 µg n/L (Staalstrøm m.fl., 2021). Målinger av uorganisk nitrogen foreligger ikke for dypvannet i Lillesandsfjorden eller Skallefjorden. I følge OxyDep kan oksygenforbruk ved nedbrytning av organisk stoff ligge rundt 3 til 16 ml O₂/L per måned. Til sammenligning så er den høyeste reduksjonen i oksygen målt til ca. 2 ml O₂/L per måned i dette

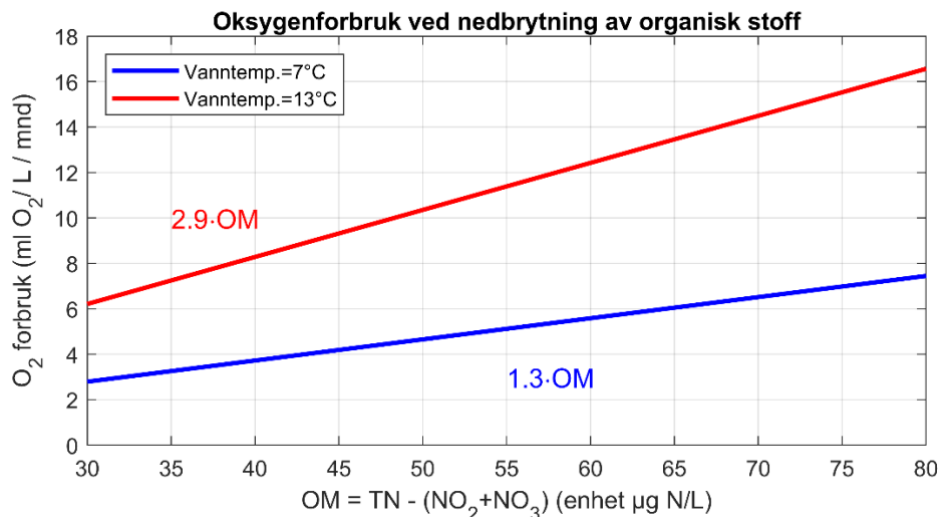
³ Prosessene skjer ikke på samme tid og sted, og hver av dem kan ha betydning i deler av vannmassen.

⁴ <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/0101010403-C>

⁵ Dette var vellykket til tross for at modellen overestimerte den vertikale blandingen i bassenget.

studiet. Hvis beregningene fra OxyDep er korrekte, så viser dette at tilførsel av oksygen med vertikal blanding kan ha stor innflytelse.

Det er stor usikkerhet knyttet til modellering av oksygenforbruk. For å øke innsikten om dette, bør det samles inn mer data, spesielt målinger av næringsalter og organisk stoff i dypvannet. Hvis dette måles over tid, er det mulig å måle nedbrytning av organisk stoff direkte. Modellering uten slike data vil gi estimater med store usikkerheter.



Figur 4. Oksygenforbruk ved nedbrytning av organisk stoff slik det beregnes i modellen OxyDep. Parameterne som er brukt har blitt prøvd ut i vannforekomsten Hunnebunn (Yakushev m.fl., 2013). På x-aksen vises differansen mellom TN og summen av NO₂ og NO₃. Oksygenforbruket vises ved to forskjellige vanntemperaturer, 7 og 13 °C.

2.4 Undersøkelse av makroalger

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

For Norge er det foreløpig utviklet to typer indekser for fastsittende makroalger for vurdering av miljøtilstand. Fjæreindeksen (RSLA) og Nedre voksegrenseindeksen (MSMDI). For økoregion Skagerrak er det kun utviklet klassegrenser for MSMDI (Multi Species Macroalgae Depth Index) og det er denne som skal benyttes til tilstandsvurdering iht. Veileder 02:2018.

Ved tidligere gjennomførte resipientundersøkelser, har makroalger i sjøsonen kun vært undersøkt med slepekamera/undervannsvideo og MSMDI har ikke blitt beregnet. Videotransekter kan gi et inntrykk av tilstanden i makroalgesamfunnet på et overordnet nivå, slik som grad av trådalgevekst, nedslamming og dekningsgrad av organismer eller organismegrupper. Videotransekter er derimot

mindre egnet for bestemmelse av algenes nedre voksedyp, da observasjonene er forbundet med stor usikkerhet. Det kan være vanskelig å fastslå om alger som forekommer i transektet er fastsittende eller løsrevne og dersom bunnssubstratet er nedslammet vil det være vanskelig å få øye på alger som vokser under et lag av sediment.

I tillegg til videotransekter har tidligere resipientundersøkelser inkludert undersøkelser av makroalgسامfunn i fjæresonen (Kroglund og Moy, 2007, Norconsult, 2013). For å fange opp eventuelle tilstandsendringer som kan ha forekommet over tid på undersøkelseslokalitetene, ble undersøkelser av makroalgسامfunn i fjæresonen videreført ved stasjon BS20 Sandsnes og BS21 Gullholmen.

Fjæresoneindeksen (RSLA/RSL) kan ikke benyttes til å fastsette økologisk tilstand på de to undersøkte stasjonene, da det verken foreligger artslister eller klassegrenser for denne indeksen for økoregion Skagerrak. Undersøkelsen i fjæresonen kan likevel gi indikasjoner på tilstand og utvikling over tid, basert på artssammensetningen i dag, sammenlignet med tidligere registreringer.

2.4.1 Gjennomførelse i felt

Feltarbeidet ble gjennomført 7. - 8. september 2021 (Figur 5a). Nedre voksegrense for makroalger ble undersøkt ved følgende fire stasjoner: BS19b Skauerøya og BS22b Lamholmen i Tingsakerfjorden, BS17b Steinholmen i Skallefjorden og BS18b Lyngholmen i Blindleia. Ettersom dybdeforholdene og bunnssubstratet i sjøsonen på de tidligere undersøkte lokalitetene ikke var egnet for å fastsette nedre voksedyp for makroalger i sjøsonen, ble stasjonene flyttet fra sin opprinnelige posisjon til lokaliteter med skrånende terreng og fast bunnssubstrat til eller nær 30 m dyp. Det er satt en «b» bak det opprinnelige stasjonsnavnet som navngir nye posisjoner og stasjonsdetaljer er gitt i Tabell 2. Ved stasjonene BS20 Sandsnes og BS21 Gullholmen ble det kun foretatt undersøkelser i fjæresonen, og undersøkelsene ble gjort på tilsvarende lokaliteter som ved tidligere gjennomførte undersøkelser i 2006 og 2012.

Tabell 2. Hardbunnstasjoner undersøkt i 2021. Stasjonsposisjoner er oppgitt i desimalgrader. Med unntak av BS20 og BS21 er øvrige stasjoner flyttet fra tidligere undersøkte posisjoner, for å oppnå egnede dykkedyp.

St nr	Stasjonsnavn	Vannforekomst	Vanntype	Dybdesone	POS: N	POS: Ø
BS17b	Steinholmen	Skallefjorden	*	Sjøsone	58,23052	8,36103
BS18b	Lyngholmen	Blindleia	S1	Sjøsone	58,2188	8,39143
BS19b	Skauerøya	Lillesandsfjorden	S3	Sjøsone	58,23955	8,38033
BS20	Sandsnes	Lillesandsfjorden	S3	Fjæresone	58,24283	8,38007
BS21	Gullholmen	Lillesandsfjorden	S3	Fjæresone	58,24106	8,38379
BS22b	Lamholmen	Lillesandsfjorden	S3	Sjøsone	58,25202	8,39784

*Vanntype var ikke oppgitt for Skallefjorden i Vann-nett. For beregning av MSMDI antas det at vanntypen i den grunne delen av sjøsonen (<30m) i Skallefjorden vil være sammenlignbar med Tingsakerfjorden, og artsliste og klassegrenser for S3 benyttes for indeksberegning ved st. nr. BS17.



Figur 5. Feltundersøkelser, hardbunn, september 2021. a) Forberedelse av dykker og b) kommunikasjon mellom dykker og assistent på overflaten.

Undersøkelse av nedre voksegrense for makroalger:

Nedre voksegrense for ni utvalgte makroalger som inngår i MSMDI ble undersøkt ved dykking langs et vertikalt transekt fra maks. 30 m dyp opp til overflaten. I den grad de aktuelle makroalgene var til stede på lokaliteten ble nederste dyp hvor algen forekom som spredt, eller med dekningsgrad større enn ca. 5 %, registrert. Det ble dykket med kommunikasjonskabel til assistent på overflaten som noterte observasjonene som ble gjort (Figur 5b). Alger som ikke sikkert kunne identifiseres i felt ble samlet inn og artsbestemt i fersk tilstand under mikroskop.

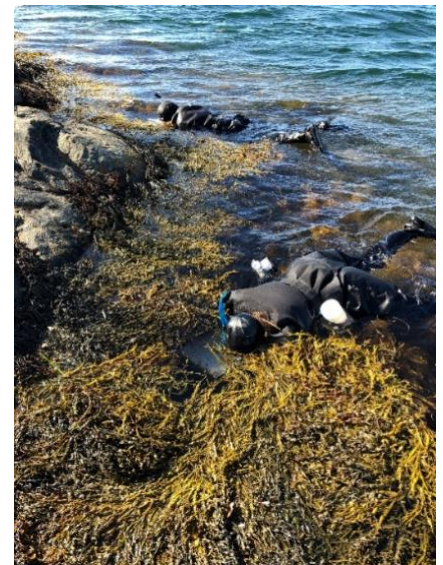
Undersøkelser av fjæresonesamfunn:

Fjæresonen ble undersøkt ved stasjon BS20 Sandsnes og BS21 Gullholmen. Begge stasjonene ble også undersøkt i 2006 og 2012. På stasjonene ble det foretatt registrering av makroskopiske (>1 mm) alger og dyr i fjæresonen og ned til øvre del av sjøsonen i henhold til retningslinjer for fjæresoneindeksen beskrevet i veilederen (02:2018). Undersøkelsen ble utført ved snorkling (Figur 6). Ved hver stasjon ble 10 meter av strandlinjen undersøkt.

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

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

De organismene som ikke kunne identifiseres i felt ble samlet inn og senere undersøkt under lupe/mikroskop.



Figur 6. Feltundersøkelse hardbunn, fjæresoneundersøkelse ved stasjon BS21, september 2021

Stasjonenes karakteristika (habitattyper og nøkkelarter med f. eks stor utbredelse eller beiteeffekt) ble registrert på et skjema for verdsetting av fjæra iht. Veileder 02:2018. Det ble tatt oversiktsbilder ved begge stasjoner og i tillegg ble karakteristiske trekk ved fjæresonen dokumentert med undervannsfoto.

2.4.2 Beregninger og klassifisering

Nedre voksegrenseindeksen - MSMDI

Økologisk status basert på nedre voksegrense for utvalgte makroalger kan beregnes når tre eller flere av de ni artene som inngår i indeksen er registrert på en lokalitet/stasjon. I beregningen av MSMDI gis hver art poeng fra 0 til 5 i henhold til artsspesifikke dybdegrensener. Tilstanden for lokaliteten beregnes som middelverdi av tilstandsklassene for artene som er registrert.

Det er utviklet spesifikke artslistor og klassegrenser for indeksene alt etter hvilken vanntype en undersøker. For Skagerrak er det interkalibrerte EQR-verdier (Ecological Quality Ratio) for vanntypene:

- S1 Åpen eksponert kyst – MSMDI 1
- S2 Moderat eksponert kyst/fjord – MSMDI 2
- S3 Beskyttet kyst/fjord - MSMDI 3

Nedre voksegrense for en art er det største dyp en art forekommer som minst spredt eller med en dekningsgrad større enn ca. 5 %. De ni artene som inngår i klassifiseringen er:

- Krusflik (*Chondrus crispus*)
- Svartkluft (*Furcellaria lumbricalis*)
- Skolmetang (*Halidrys siliquosa*)
- Sukkertare (*Saccharina latissima*)
- Krusblekke (*Phyllophora pseudoceranooides*) eller Hummerblekke (*Coccotylus truncatus*)
- Teinebusk (*Rhodomela confervoides*)
- Fagerving (*Delesseria sanguinea*)
- Eikeving (*Phycodrys rubens*)

Artenes nedre voksegrense må ikke begrenses av mangel på substrat eller at dykkeren ikke kommer dypt nok, og algene som registreres må være voksne individer som er i stand til å formere seg (Veileder 02:2018).

Artene som registreres på stasjonen tildeles en poengverdi iht. klassegrenser som er satt for MSMDI for respektive vanntyper. Den samlede poengsummen for stasjonen benyttes deretter til å kalkulere en normalisert EQR (nEQR-verdi) som referer til en av fem gitte tilstandsklasser fra «svært dårlig» til «svært god» tilstand. Det korrigeres for tidevannsforskjeller ved undersøkelsestidspunktet ved at sjøkartnull (som tilsvarer laveste astronomiske tidevann) er benyttet som referansedyp og vannstand over sjøkartnull trekkes fra ved beregning av nEQR-verdier.

Ettersom det ikke finnes artslistor eller klassegrenser for fjæresoneindeksen (RSLA/RSL) for økoregion Skagerrak, beregnes ikke denne indeksen fra fjæreobservasjonene. Registreringer av artene og deres forekomst sammenlignes med tidligere undersøkelser av fjæresamfunnet på de to gjenbesøkte lokalitetene (BS20 og BS21).

2.5 Undersøkelse av bløtbunnsfauna

Bløtbunnsfauna inngår som et av de biologiske kvalitetselementene i vannforskriften. Denne dyregruppen omfatter små dyr som lever på overflaten av leire-, mudder- og sandbunn eller graver i bunnen. De fleste artene er relativt stasjonære og er dermed tilpasset miljøforholdene der de lever. Artssammensetningen vil derfor i stor grad reflektere miljøforholdene. Overvåking av bløtbunn er en viktig metode for å dokumentere miljøtilstand og påvise mulige endringer over tid. Bløtbunnsfauna påvirkes av flere typer miljøbelastninger, og er et av kvalitetselementene som responderer best på organisk anrikning fra for eksempel avløpsvann.

Bløtbunnsfaunaundersøkelser gjøres på lokaliteter med sedimentbunn, fortrinnsvis der det er flat bunn med finkornet sediment (høy andel av leire og silt). Undersøkelsen baserer seg på virvelløse dyr større enn 1 mm. Innholdet av organisk materiale og kornstørrelse brukes som støtteparameter for bløtbunnsfaunaen.

2.5.1 Feltarbeid

Oversikt over stasjonene er gitt Tabell 3. Samtlige stasjoner har blitt prøvetatt tidligere; både i 1996 og 2012. Stasjon LI5 Skallefjorden tilsvarer vannmassestasjon A16. Stasjonen er prøvetatt helt tilbake til 1983. Som følge av endringer i klassifiseringssystemet siden tidligere undersøkelser, kan ikke stasjon LI5 tilstandsklassifiseres fordi det ikke er utviklet klassegrenser for denne vanntypen (vanntype S6, naturlig oksygenfattig fjord). Likevel vil indeksene beregnes, og gi nyttig informasjon om endring over tid.

Tabell 3. Posisjoner og dyp for bløtbunnsprøvetakingen i Lillesand, 2021. Posisjon oppgitt i desimalgrader, og angir gjennomsnittlig posisjon til replikatene pr. stasjon.

Stasjon	Område	Vannforekomst	Nord	Øst	Dyp (m)
LI8	Tingsakerfjorden	Lillesandsfjorden	58,245241	8,386576	Ca. 57 m
LI5	Skallefjorden	Skallefjorden	58,231597	8,36768	Ca. 60 m
LI9	Lillesand havn	Lillesandsfjorden	58,246636	8,380114	Ca. 17 m

Feltarbeidet ble utført 18. mai 2021 med båt tilhørende Skjærgårdstjenesten i Lillesand (Figur 7). Feltrapporten er gitt i Vedlegg C.

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

Bunnmaterialet ble siktet gjennom 5 mm og 1 mm sikter, og sikterestene ble så konserverte i en 10-20 % formalin-sjøvannsløsning og tilsatt boraks for bufring.

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

Prøvetaking og behandling ble utført i henhold til NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19:2004.

Iht. Veileder 02:2018 ble det også målt temperatur, salinitet og oksygen i vannmassene på hver stasjon samtidig med prøvetaking av bløtbunnsfauna. Dette ble utført med CTD med oksygensonde på samme måte som angitt i kap. 2.2.2. Innhold av oksygen i bunnvannet målt i forbindelse med bunnfaunaprøvetakingen, kan ikke benyttes i klassifiseringen av økologisk tilstand, men en slik enkeltmåling kan likevel gi en indikasjon på oksygenforholdene og et grunnlag for å tolke resultatene for bløtbunnsfaunaen.

På stasjon LI5 stemte ikke posisjon og dyp hentet fra forrige undersøkelse (Norconsult, 2012) helt overens med hverandre, slik at det muligens er noe avvik fra posisjonen prøvetatt da. Videre nevnes at det første grabbskuddet hadde vesentlig lukt og med svært mørkt sediment. Følgelig ble det tilstrebet å ta de neste prøvene så vidt grunnere, snarere enn dypere, enn det første grabbskuddet.

Stasjon LI9 var i utgangspunktet plassert helt inne i Lillesand havn, men det ble vurdert for risikabelt å prøveta der mht. tauverk og moringer. Stasjonen ble derfor flyttet lenger ut, og i nærheten av dypvannskaia. Dette dypet er også mer egnet mht. å kunne klassifisere bunnfaunaen. Det var imidlertid også utfordrende å prøveta på den nye stasjonen, og det ble flere bomskudd. På de to siste replikatene ble posisjonen flyttet noe ettersom grabb II satt fast i tau eller annet, slik at det ble ansett for risikabelt å gjenta prøvetaking på nøyaktig samme posisjon.

2.5.2 Analyser

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

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



Figur 7. Feltinnsamling, bløtbunn, Lillesand, mai 2021.

2.5.3 Beregninger og klassifisering

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

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

Ut fra gjennomsnittet til indeksene angis tilstandsklasse for hver stasjon etter vannforskriftens system med de fem tilstandsklassene fra «svært god» (klasse I) til «svært dårlig» tilstand (klasse V), basert på Veileder 02:2018. Klassegrensene er differensiert mellom vanntyper. I dette tilfellet er stasjonene plassert i vanntype S3 (beskyttet kyst/fjord; LI8 og LI9) og S6 (LI5) (S6 har ikke klassegrenser, og faunaen kan ikke tilstandsklassifiseres). Klassifisering basert på ett års data er tilstrekkelig for bløtbunnsfauna, som for makroalger. Basert på enkeltindeksene beregnes også normaliserte EQR-verdier, og snittet av disse gir en samlet nEQR-verdi for bløtbunnsfaunaen på hver stasjon. Klassegrenser er gitt i Vedlegg C.

Innholdet av totalt organisk karbon (TOC) i bunnsedimentet er en støtteparameter som kan gi informasjon om graden av organisk belastning, men den inngår ikke i den endelige klassifiseringen av tilstand (Veileder 02:2018). Til klassifisering av TOC benyttes SFT-veileder 97:03, som er inkludert i Veileder 02:2018 og vist i Vedlegg C. Klassifiseringen av TOC er basert på finkornet sediment, og prøven standardiseres derfor for teoretisk 100% finstoff etter formelen:

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

hvor F er andelen finstoff (partikkelstørrelse $< 63 \mu\text{m}$).

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

2.6 Samlet klassifisering

Basert på klassifiseringen av de ulike kvalitetselementene, foretas en samlet klassifisering på vannforekomstnivå. Dette gjøres vha. et egenutviklet regneark (NIVA-class) for å sikre at prosessen er automatisert. De fysiske-kjemiske støtteparameterene har da fått én samlet tilstand, dvs. én nEQR-verdi, som inngår sammen med nEQR-verdien for de biologiske kvalitetselementene (dvs. planteplankton, makroalger og bløtbunnsfauna) i utregningen av endelig tilstand.

For økologisk tilstand er det de biologiske kvalitetselementene som er avgjørende for tilstanden. Når de biologiske kvalitetselementene viser «svært god» eller «god» tilstand, kan de fysiske-kjemiske støtteparametere nedgradere samlet tilstand til «god» eller «moderat» tilstand (et trinn ned). Når de biologiske kvalitetselementene derimot viser «moderat», «dårlig» eller «svært dårlig», tilstand vil disse alene være styrende for klassifiseringen. Det dårligste biologiske kvalitetselementet avgjør den økologiske tilstanden, også kalt «det verste styrer»-prinsippet.

Det er igjen viktig å være klar over at det ikke kan utføres noen fullstendig klassifisering av vannforekomstene da dette hadde betinget hele tre års data fra vannsøylen. Kommunens egne innsamlede data er inkludert i tilfellene hvor tilstrekkelig data var tilgjengelig, og av tilstrekkelig god kvalitet (for nærmere angivelse av datagrunnlaget, se kapittel 2.2). For støtteparameteren siktedyp kunne tre års data benyttes.

Samlet tilstandsklassifisering vil uansett måtte anses som veiledende. Bløtbunns- og hardbunnsdataene har derimot ikke krav om tre år, og dataene fra disse vil være tilstrekkelige i så måte.

Dataene innsamlet i undersøkelsen legges også inn i Vannmiljø (hydrografidata inkl. CTD, makroalge- og bløtbunnsdata). Dernest vil dataene kunne brukes til en oppdatering av vannforekomstenes tilstand i Vann-nett.

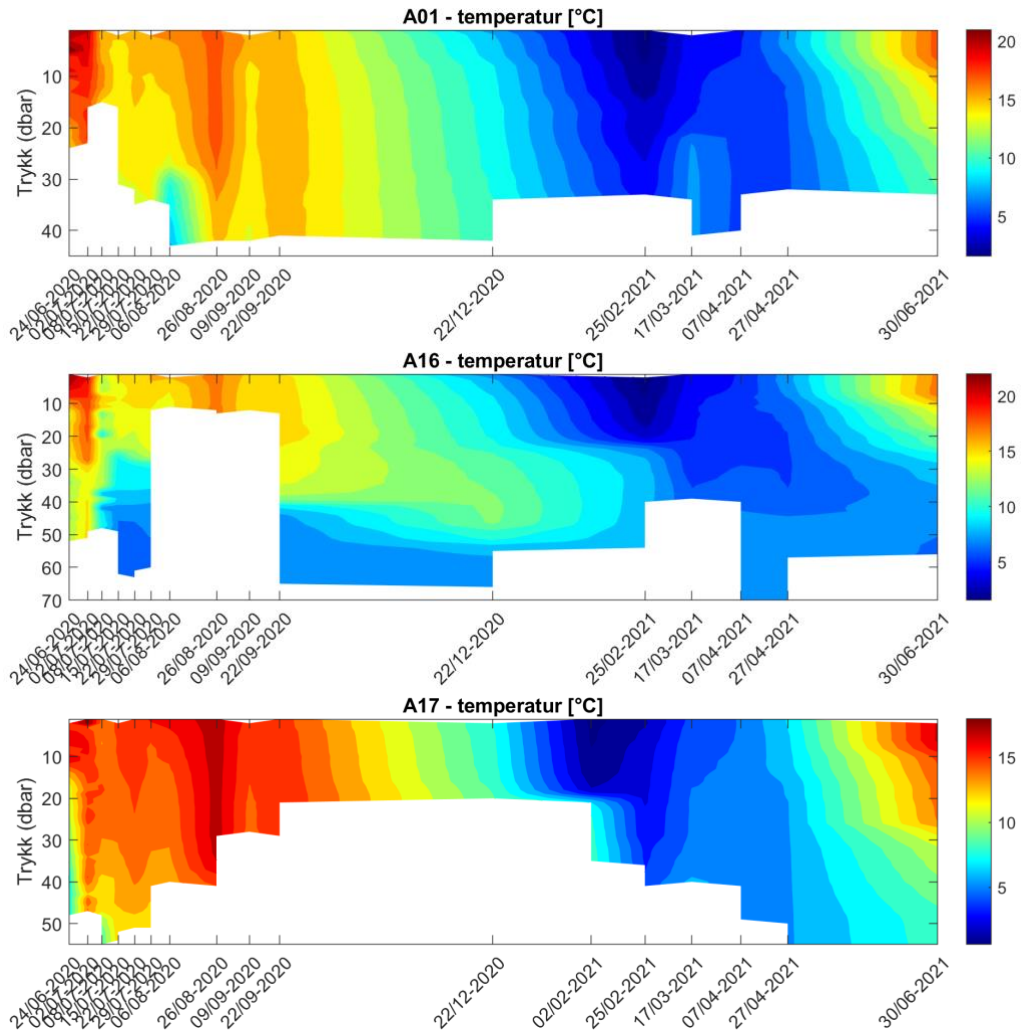
3 Resultater

3.1 Hydrografi

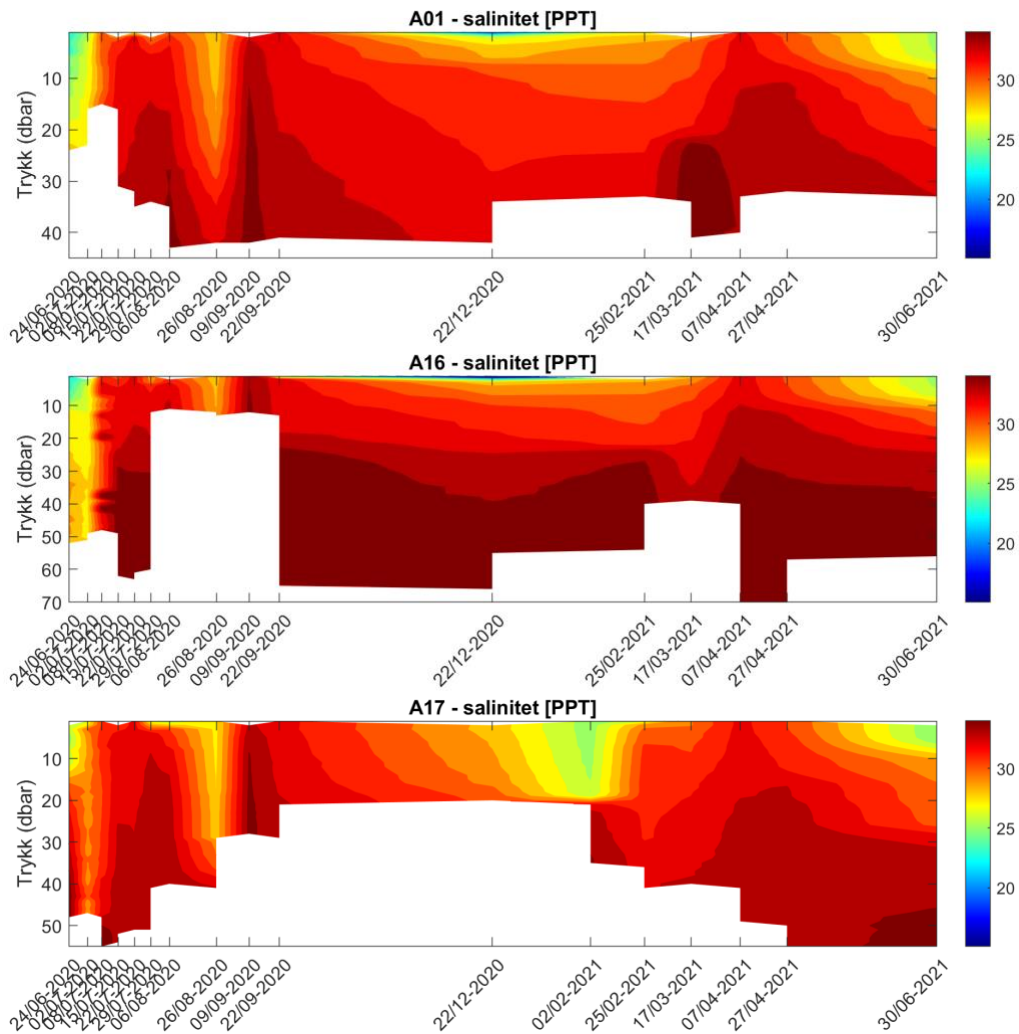
3.1.1 Temperatur og salinitet

På de tre hydrografistasjonene (A01 Fossbekk, A16 Skallefjorden, A17 Referansestasjon) har det blitt utført mange målinger av salinitet og temperatur i perioden 2020-2021, selv om dypet har variert mye mellom prøvetidspunktene (Figur 8). På alle stasjonene er det tydelig at vannet varmes opp om sommeren (Figur 8), som forventet. Varmen brer seg langt nedover i vannmassen i løpet av høsten, og når et maksimaldyp i juni/august. Verdiene er typisk rundt 15 °C ved det dypeste datapunktet. Fra dette er det litt vekselvis kaldere/varmere, før temperaturen gradvis går ned mot vintermånedene. Den kaldeste registreringen er på rundt 4 °C i februar, med økende temperatur ved økende dyp. Fra da av stiger temperaturen igjen mot sommermånedene.

Salinitetsverdiene tyder på at A01 og A16 er noe mer ferskvannspåvirket enn referansen i juni 2021, Figur 9. A16 har også noe mer saltholdig vann ved 50 meters dyp enn de andre stasjonene. Andre februar 2021 er det er markant innslag av ferskvann ved A17. Dette er fordi det kun var ved denne stasjonen det ble foretatt målinger, grunnet innfrysning/drivis på de to andre. Verdiene som vises på de andre stasjonene, er ut fra interpolasjon.



Figur 8. Temperaturmålinger ved stasjon A01, A16 og A17 fra juni 2020 til juni 2021. Mangelfulle datapunkt skyldes varierende maksdyp CTD-sonden har registrert.

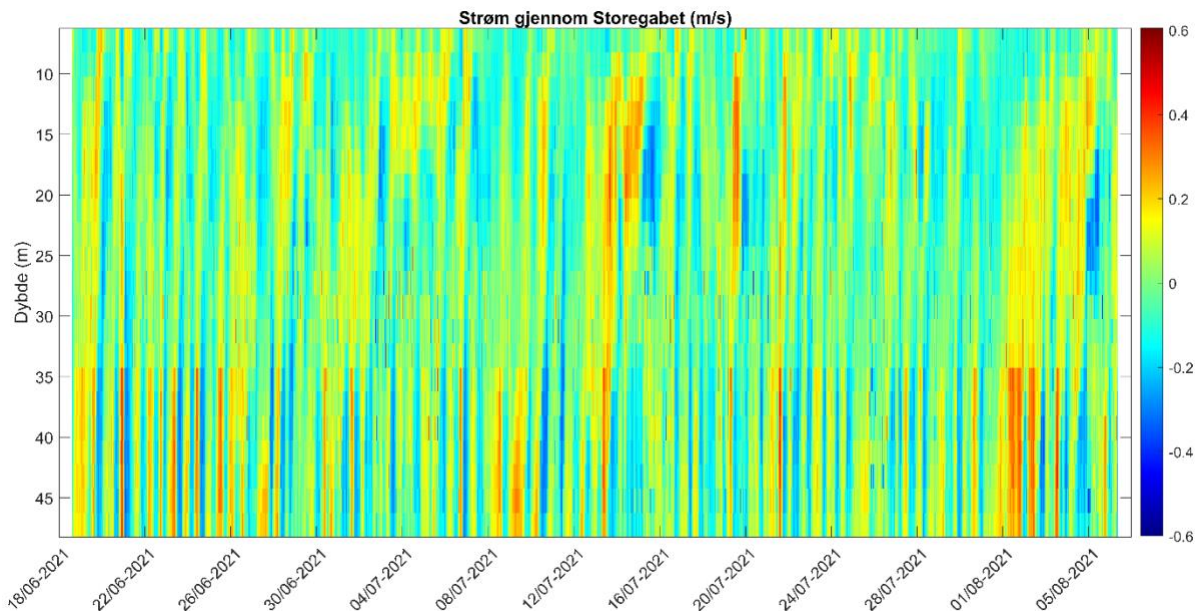


Figur 9. Salinitetsmålinger ved stasjon A01, A16 og A17 fra juni 2020 til juni 2021. Mangelfulle datapunkt skyldes varierende maksdyp CTD-sonden har registrert.

3.1.2 Vannutskifting

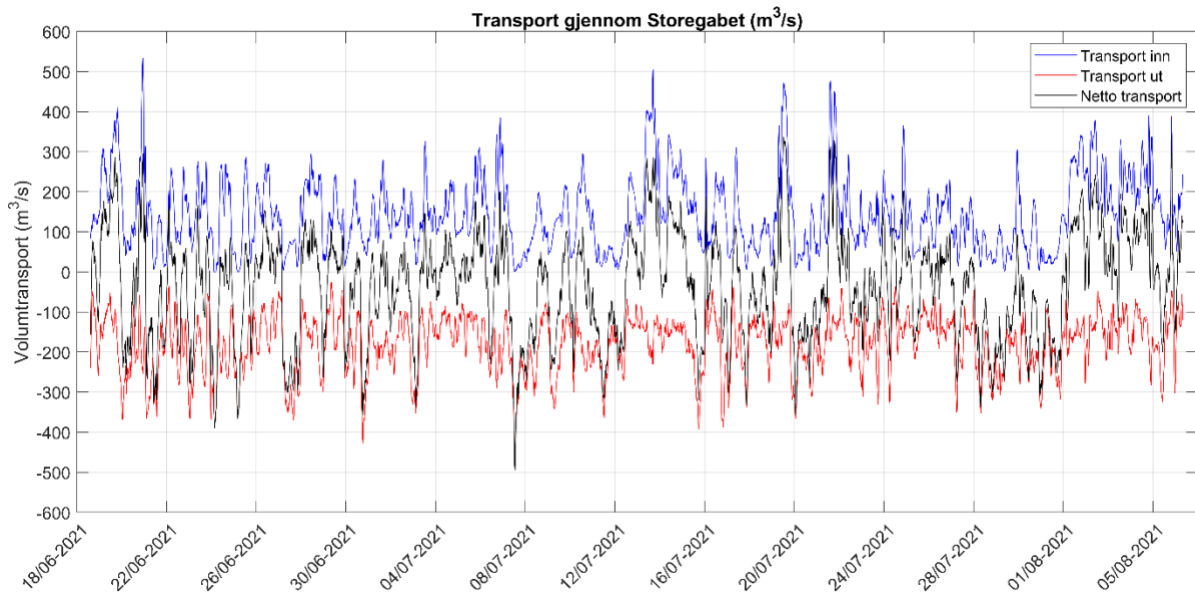
Strømmålinger

Norconsult gjennomførte strømmålinger på innsiden av Skauerøya fra desember 2012 til januar 2013 (se grå prikk i Figur 1). I dette prosjektet har det blitt gjennomført profilerende strømmålinger i Storegabet (se Figur 1). Resultatet fra strømmålingene er vist i Figur 10. Det er kraftig strøm i sundet. I den dypeste og trangeste delen fra 35 til 50 m observeres det sterk strøm som veksler med å gå ut og inn med tidevannsvariasjonene. Ofte er det kraftig strøm også i mellomdyp med begrenset vertikal utstrekning. Ofte kan det strømme i forskjellig retning gjennom sundet ved ulike dyp.



Figur 10. Strømmålinger i Storegabet sommeren 2021. Fargeskalaen viser strømstyrke med enhet m/s. Positive verdier, med farge fra grønt til rødt er strøm ut fra havet og inn i Lillesandsfjorden. Negative verdier, med farge fra grønt til blått viser strøm ut av Lillesandsfjorden.

Volumtransport inn og ut av dette sundet er beregnet ved å ta hensyn til bredden av sundet som funksjon av dybden. Siden strømrretningen ikke er ensrettet gjennom hele vannsøylen, så kan det strømme vann både ut og inn gjennom sundet samtidig. I Figur 11 vises volumtransport gjennom sundet integrert over hele dybden. Strøm i hvert lag har blitt multiplisert med bredden av sundet i det dypet hvor strømmen er målt for å få volumtransporten. Netto volumtransport er vist med **svart kurve**. I tillegg har transporten inn (**blå kurve**) og ut (**rød kurve**) blitt beregnet hver for seg. Som det kommer frem av kurvene, er det stor transport inn og ut samtidig, og den netto volumtransporten gjenspeiler ikke dette. I Tabell 4 er transporten i hele vannsøylen, samt over og under 25 m dyp, oppsummert. Under 25 m går det omtrent like mye vann inn og ut i snitt, og den netto transporten er nær null. Over 25 m strømmet det i gjennomsnitt $34 \text{ m}^3/\text{s}$ ut av Lillesandsfjorden. Dette antyder at det er en gjennomsnittlig sirkulasjon rundt Skauerøya som går med klokka. Dette viser at Lillesandsfjorden i stor grad påvirker vannforekomsten i ytre Lillesandsfjorden. Strømmålingene fra 2012 utenfor Fossbekk viste ikke en netto transport fra Skallefjorden til Lillesandsfjorden (Norconsult, 2013).



Figur 11. Volumtransporten gjennom Storegabet.

Tabell 4. Oppsummering av vannutskiftningen gjennom Storegabet.

	Hele vannsøylen	Under 25 m	Over 25 m
Gjennomsnitt inn	146	56	89
Gjennomsnitt netto	-37	-2	-34
Gjennomsnitt ut	-287	-58	-124

3.1.3 Dagens tilstand i vannmassene

Kjemiske støtteparameterne

Basert på klassifiseringssystemet gitt i Veileder 02:2018 er det foretatt en tilstandsvurdering basert på de kjemiske parameterne. Klassegrensene for de støtteparameterne samt rådata som inngår i klassifiseringen er gitt i Vedlegg A (for oksygen er kun Winkler-resultatene angitt, mens oksygendataene fra sonden legges inn i Vannmiljø). For kjemiske data foretas én tilstandsvurdering basert på vinterkonsentrasjonen og én på sommerkonsentrasjonen av de ulike næringssaltene. Siktdyp inngår bare i parameterne på sommeren. Målinger og vurderinger for vinterperioden vil fange opp konsentrasjon av næringsalter i en vannforekomst før planteplanktonproduksjon har påvirket mengden. Sommerklassifisering vil i bedre grad fange opp effekter og tilførsler som er knyttet til avrenning eller utslipp, og vil i større grad gi informasjon om biologiske responser (planteplankton) på disse. Det tas en middelvei av alle nEQR-verdiene innen hver sesong. Det tas også middelvei nEQR for oksygen målt som volumkonsentrasjon (ml/L) og metning (%).

Av de tre nEQR-verdiene som da er beregnet, dvs. én for sommersesongen, én for vintersesongen og én for oksygenmålingene, er det den laveste som blir gjeldende i klassifiseringen. På denne måten får lave oksygenverdier uforholdsmessig stor innflytelse på resultatet. Lave siktedypverdier vil ikke få samme innvirkning, siden nEQR verdien for siktdyp midles sammen med de andre sommerparameterne.

I Tabell 5 og Tabell 6 er næringssaltkonsentrasjonene for 0-10 m klassifisert for hhv. vinter- og sommersesongen. Alle stasjonene har «god» eller «svært god» tilstand for alle parameterne. På vinteren er tilstanden kun «god» for totalt nitrogen (TotN) på stasjon A01 Fossbekk, og for TotP på referansestasjonen A17. På sommeren er tilstanden kun «god» på alle stasjoner for parameteren totalt fosfor (TotP). Dette indikerer en potensielt økt tilførsel av organisk fosfor, men likevel ikke mer forhøyet enn at tilstanden blir «god».

Tabell 5. Klassifisering av miljøtilstand for kjemiske støtteparametere basert på vinterverdier ($\mu\text{g/l}$, Des 2020 – Feb 2021).

Stasjonsnummer og navn	Klassifisering vinterverdier (des - feb)							Tilstandsklasser
	Konsentrasjoner i $\mu\text{g/l}$							
	År	Fosfat	TotP	Nitrat	Ammonium	TotN	SiO ₂	
A01 Fossbekk	2021	8,7	15,7	88,3	19,8	296,7	302,0	I. Svært god
A16 Skallefjorden	2021	8,3	15,0	70,5	19,0	258,3	282,0	II. God
A17 Referansestasjon	2021	13,2	20,2	74,2	10,6	253,3	540,7	III. Moderat
								IV. Dårlig
								V. Svært dårlig

Tabell 6. Klassifisering av miljøtilstand for kjemiske støtteparametere basert på sommerverdier ($\mu\text{g/l}$, 2021).

Stasjonsnummer og navn	Klassifisering sommerverdier (juni-august)							Tilstandsklasser
	konsentrasjoner i $\mu\text{g/l}$							
	År	Fosfat	TotP	Nitrat	Ammonium	TotN	SiO ₂	
A01 Fossbekk	2021	2,1	13,6	1,8	12,3	168,9	39,1	I. Svært god
A16 Skallefjorden	2021	2,0	12,2	1,0	10,0	170,0	38,3	II. God
A17 Referansestasjon	2021	2,1	13,0	1,0	12,9	182,2	38,1	III. Moderat
								IV. Dårlig
								V. Svært dårlig

Siktedyp

I Tabell 7 vises tilstandsklassen for siktedyp i vannet på sommeren. Tilstanden ble «svært god» på alle stasjoner. Dette betyr at vannet var svært klart, med lite partikler og alger, som er positivt.

Tabell 7. Tilstandsvurdering basert på siktdyp (m) for perioden 2019-2021 (sommerverdier: juni-august).

Stasjonsnummer og navn	År	Sikt (m)	Tilstandsklasser
A01 Fossbekk	2019-2021	8,4	I. Svært god
A16 Skallefjorden	2019-2021	8,6	II. God
A17 Referansestasjon	2019-2021	9,2	III. Moderat
			IV. Dårlig
			V. Svært dårlig

Oksygennivå og oksygenforbruk

I Tabell 8 vises de laveste oksygenmålingene som ble gjort i perioden 2020-2021. Det ble gjort målinger på tre stasjoner i tre vannforekomster (se kart i Figur 1 og Figur 2). Siden de laveste oksygenverdiene ble målt til lavere enn 3,5 ml/L, så vil støtteparameteren oksygen nødvendigvis trekke ned den samlede økologiske tilstanden én klasse i vannforekomstene Skallefjorden og Lillesandsfjorden. En nedgradering i tilstanden av oksygen er en indikasjon på økt organisk belastning, som typisk er en følge av eutrofiering.

På referansestasjonen A17 i Ytre Lillesandsfjorden bør det merkes at oksygenforholdene var svært gode i bunnvannet. De laveste oksygenforholdene ble derimot målt på 15 m dyp, hvor tilstanden var en klasse lavere («god» tilstand) enn på bunnen. Årsaken til at det er lavere oksygenforhold i 15 m enn ved bunn, er antakelig at vann med lav oksygenkonsentrasjon iblant transporteres ut fra Lillesandsfjorden og Skallefjorden. Dette viser verdien av å måle oksygen i hele vannsøylen for å bedømme forholdene, og ikke bare på det dypeste punktet i vannforekomsten.

Tabell 8. Oksygenforholdene i 2020-2021. I andre kolonne angis dato og dyp for laveste oksygenmåling. Legg merke til at de laveste oksygenforholdene ikke er i de dypeste områdene på stasjon A17. Fargeskalaen angir tilstands-klasse basert på nEQR verdi.

Stasjonsnummer og navn	Dato/ Dyp	Oksygen (ml O ₂ /l)	%-metning O ₂	nEQR	Tilstandsklasser
A01 Fossbekk	7.4.2021 40 m	3,3	47,5	0,55	I. Svært god (0.8-1.0)
A16 Skallefjorden	30.6.2021 55 m	2,0	29,4	0,30	II. God (0.6-0.8)
A17 (Dypvann >50m) Referanse	29.7.2020 51 m	5,0	85,4	0,92	III. Moderat (0.4-0.6)
A17 (Overflata <50m) Referanse	22.12.2020 16 m	4,4	66,7	0,78	IV. Dårlig (0.2-0.4)
					V. Svært dårlig (0.0-0.2)

Støtteparametere, samlet

Oksygen var utslagsgivende parameter for alle stasjoner. For stasjon A01 Fossbekk gir denne støtteparameteren en samlet tilstandsklasse «moderat» (Tabell 9), på stasjon A16 Skallefjord, «dårlig», og på referansestasjonen A17 tilstandsklasse «god» for støtteparameterne samlet.

Tabell 9. Samlet tilstandsvurdering basert på støtteparametere innhentet i vinter- og sommerperioden. Dårligste parameter vil være utslagsgivende. Parameter og periode som er utslagsgivende for de ulike vannforekomstene er angitt. Data for perioden 2020 -2021 (oksygen), og de øvrige parameterne er benyttet.

Stasjonsnummer og navn	År	Tilstandsklasse	Utslagsgivende parameter	Tilstandsklasser
A01 Fossbekk	2021	M	Oksygen	I. Svært god
A16 Skallefjorden	2021	D	Oksygen	II. God
A17 Referansestasjon	2021	G	Oksygen	III. Moderat
				IV. Dårlig
				V. Svært dårlig

Planteplankton

Veksten til planteplankton er styrt av en rekke faktorer. En av de viktigste faktorene er tilgang på næringssaltene nitrogen og fosfor, samt silikat for gruppen kiselalger. I tillegg vil fysiske forhold som temperatur, lys, sjiktning i vannmassen og annen biologisk aktivitet som beiting, kunne påvirke vekst, sammensetning og økning av biomasse.

I Tabell 10 er planteplankton klassifisert basert på målinger av klorofyll a i tråd med Veileder 02:2018. Grenseverdier og rådata er gitt i Vedlegg A. nEQR-verdier og tilstandsklasser er basert på prøvene tatt fra 0,5 m og 10 m over hele vekstsesongen, men det må/skal nevnes at prøvetaking på stasjonene A16 Skallefjorden, og A01 Fossbekk i indre delen av fjorden ikke var mulig tidligere enn slutten av februar 2021 (25.02.2021) på grunn av isdekke i fjorden tidlig i måneden. Alle stasjonene oppnår «god» tilstand i 2021, basert på klorofyll a.

Når det gjelder sesongvariasjoner indikerer høye klorofyll a verdier en våroppblomstring i slutten av februar på alle stasjonene; samtidig som høye silikatkonsentrasjoner ble målt i overflatevann (25.02.2021). Denne korrelasjon indikerer en oppblomstring av kiselalger, en planteplanktongruppe som krever silikat for vekst, og er den typiske dominerende planteplanktongruppen under våroppblomstringen. Lett økte klorofyll a verdier i juni på alle stasjonene (08.06.2021) indikerer den typiske andre årlige oppblomstringen. Begge disse to toppene i planktonmengde er typisk for den naturlige suksesjonen av planteplankton gjennom året, og anses naturlig. Hvilke arter som driver oppblomstringen, er imidlertid ikke mulig å fastslå basert på klorofyllmålinger alene. Det er derfor heller ikke mulig å fastslå hvorvidt giftige alger var til stede. Algenes innhold av klorofyll a varierer også med miljøforholdene de lever under (f.eks. endringer i lysintensitet og næringsforhold), som også gjør det vanskelig å basere konklusjonen kun på mengden klorofyll. Det anbefales derfor å inkludere prøvetaking av planteplanktonets artssammensetning dersom overvåkingen skal videreføres, hvilket også er anbefalt i Veileder 02:2018.

Tabell 10. Resultater av miljøtilstand for biologisk kvalitetselement planteplankton klorofyll a og normalisert EQR verdi (nEQR) basert på data for hele vekstsesongen for året 2021. Klorofyll a verdiene (µg/l) er 90-persentiler beregnet over hele vekstsesongen. For alle stasjoner er data fra 0, 5 og 10 m benyttet.

Stasjonsnummer og navn	90- persentil hele vekstsesongen			Tilstandsklasser
	År	Klf a (µg/L)	nEQR	
A01 Fossbekk	2021	3,46	0,75	I. Svært god
A16 Skallefjorden	2021	3,56	0,74	II. God
A17 Referansestasjon	2021	4,06	0,70	III. Moderat
				IV. Dårlig
				V. Svært dårlig

3.1.4 Utvikling over tid

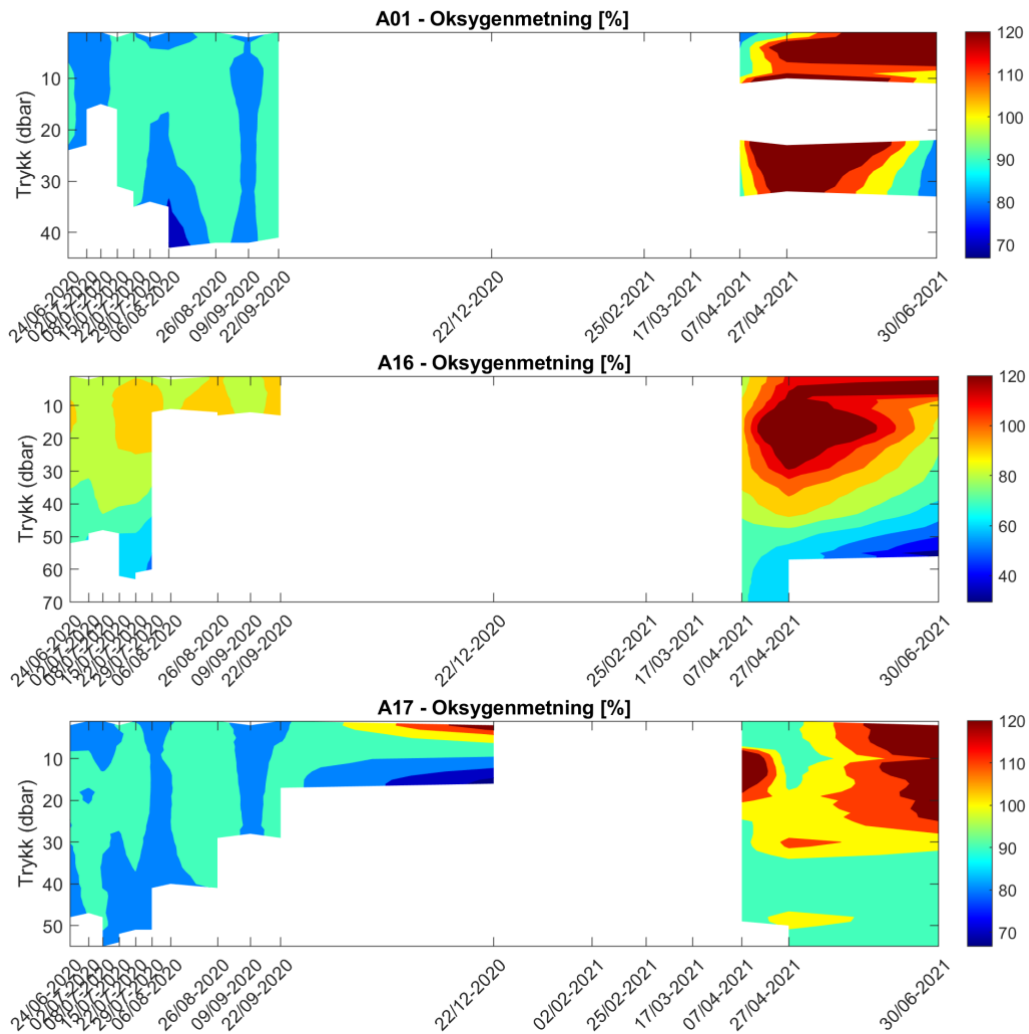
Utvikling over tid for vannmasseparametere er vist i Tabell 11. Dagens data kan kun settes i sammenheng med tidligere data for parameterne klorofyll a, siktedyp, oksygen, TotN og TotP, ettersom andre støttparametere ikke har blitt undersøkt tidligere i studieområdet. Videre er det kun sommerverdier for næringssalter som kan sammenliknes ettersom vinterkonsentrasjoner ikke er målt tidligere. Dernest var metodikken brukt for klassifisering i rapportene i 2012 annerledes enn det som er obligatorisk i dag (Veileder 02:2018), f.eks. ble da kun målingene fra 0 m inkludert for stasjon A16, og A17, fra 0, 5, og 15 m for stasjon A01, samt at data kun ble samlet inn fra juni til september (fra juli for TotP) i rapporten fra 2012.

For TotN og siktedyp er tilstanden uendret fra 2012, med tilstandsklasse «svært god». Tilstandsklassen har gått fra «svært god» til «god» for klorofyll a og TotP på alle stasjoner. For oksygen var endringen mest drastisk, fra «god» i 1999, til «svært god» i 2012 til «moderat» på A01 Fossbekk i 2021, og fra «svært god» i 2012 til «god» i 2021 på referansestasjonen A17. For A16 Skallefjorden, som er angitt som en oksygenfattig fjord, har tilstanden blitt forbedret fra «svært dårlig» i 2012 til «dårlig» i 2021.

Tabell 11. Utvikling i planteplankton og fysisk-kjemiske støtteparametere i vannmassene over tid på stasjonene i Lillesand.

	År	Klorofyll a (µg/L)	Siktedyp (m)	Oksygen	TotN (µg/L)	TotP (µg/L)
A01 Fossbekk	2021	3,46	8,4	3,0	168,9	13,6
	2012	I	I	I	I	I
	1999			3,79		
A16 Skallefjorden	2021	3,56	8,6	2,0	170,0	12,2
	2012	I	I	V	I	I
	1995			2,0		
	1985			0,6		
A17 Referansestasjon	2021	4,06	9,2	4,4	182,2	13,0
	2012	I	I	I	I	I
	1999					

For oksygen har vi valgt å sammenligne data fra 2020 og 2021 (Figur 12). Kommunen har i hovedsak foretatt CTD-målinger i sommer og høstmånedene, med mindre frekvens i resterende måneder. Det er noe avvikende hvor dypt sonden har gått på prøvetidspunktene, samt at oksygenverdiene på sonden har registrert en metning på ikke-reelle høye verdier (>10 000 %). Disse har blitt fjernet fra datasettet, og gjelder hovedsakelig i 2021. Dette er trolig også årsaken til noe høye verdier her sammenlignet med tidligere år. Varierende dyp og manglende datapunkt gjør det utfordrende å fastslå noe om oksygentrenden på stasjonene. På generelt nivå kan det tydes som at verdiene jevnt over er gode, med dårligere verdier nær bunnen/nedover langs vannsøylen.



Figur 12. Oksygenmålinger ved stasjon A01, A16 og A17 fra juni 2020 til juni 2021. Mangelfulle datapunkt skyldes varierende maksdyp CTD-sonden har registrert, samt feilaktige verdier på oksygenmetningen.

Som nevnt ovenfor er det utfordrende å sammenligne datasettene. Det anbefales derfor å fortsette overvåking av stasjonene i henhold til gjeldende og oppdatert klassifiseringsmetodikk (Veileder 02:2018).

3.1.5 Målsetning for oksygenforhold i naturlig oksygenfattige terskelfjorder

Når man ser på støtteparametere samlet, var oksygen den utslagsgivende parameter for alle stasjoner, og spesielt i Skallefjorden har oksygen konsentrasjon vært markant lav. Skallefjorden er i dag klassifisert som «oksygenfattig fjord» i Van-nett. I mange av våre terskelfjorder er det lave oksygenforhold fra naturens side. Hvis den laveste oksygenverdien i løpet av en periode på 3-6 år i bunnvannet er lavere enn 3,5 ml/L, så vil den økologiske tilstanden trekkes ned en klasse. Alle de biologiske kvalitetselementene må da være i klassen «svært god» for at vannforskriftens mål kan tilfredsstilles. Hvis de biologiske kvalitetselementene bare har «god» tilstand, vil tilstanden trekkes ned til «moderat» av oksygenverdier lavere enn 3,5 ml/L. Dette systemet synes å legge for mye vekt på lave oksygenforhold i mange vannforekomster, slik at det i praksis blir umulig å oppnå god vannkvalitet. Det bør derfor på generelt grunnlag vurderes om det bør være noe mildere krav til oksygenforholdene i basseng som er naturlig oksygenfattige. Kravene til oksygenforholdene bør

heller knyttes til forekomst av marint liv. I Indre Oslofjord er det for eksempel dokumentert at det er en sammenheng mellom oksygenforhold og reketetthet i dypvannet (Berge og Amundsen, 2016). Det er signifikant høyere reketetthet når oksygenforholdene i bunnvannet er 3 ml/L enn om det er 2 ml/L. Dette kan tyde på at målsetningen for oksygenforholdene i i naturlig oksygenfattige terskelfjorder burde ligge på 2,5 ml/L snarere enn 3,5 ml/L.

3.2 Makroalger

3.2.1 Dagens tilstand

Det nedre voksedypet for makroalger (MSMDI) har en klar sammenheng med mengden partikler i vannet og hvor dypt sollyset trenger ned i vannsøylen. nEQR-verdier og tilstandsklasser fra MSMDI, basert på undersøkelser av de fire dykkestasjonene i undersøkelsesområdet er gitt i Tabell 12. Stasjonene oppnår alle «svært god» tilstand for nedre voksegrense av makroalger i 2021. Av makroalgene som inngår i indeksen ble så mange som syv av ni eller åtte av ni arter registrert på de undersøkte stasjonene. Grenseverdier og observerte voksedyp for indeksartene er gitt i Vedlegg B. Med unntak av krusflik (*Chondrus crispus*) og svartkluft (*Fucellaria lumbricalis*) ble artene registrert dypere eller ved tilsvarende dyp som referansedypet for arten. Referansedypet representerer det dypet hvor en vil forvente å finne arten dersom påvirkning fra menneskelig aktivitet er minimal (Veileder 02:2018).

Tabell 12. Tilstandsvurdering for makroalgесamfunn i 2021, basert på MSMDI.

St nr	Stasjonsnavn	nEQR-verdi	Tilstandsklasse
BS17b	Steinholmen	0,90	I: Svært god
BS18b	Lyngholmen	0,97	II: God
BS19b	Skauerøya	0,83	III: Moderat
BS22b	Lamholmen	0,89	IV: Dårlig
			V: Svært dårlig

På tross av at samtlige hardbunnstasjoner oppnår «svært god» tilstand basert på algenes nedre voksedyp, er det trekk ved algesamfunnene som allikevel tyder på påvirkning fra næringssalter og partikler. Begroing av trådalger og nedslamming av organisk materiale på bunnen er indikatorer for slik påvirkning, og betydelig trådalgevekst og sedimentering ble observert på alle stasjonene, men med høyest mengdeforekomst på stasjonene i Tingsakerfjorden og Skallefjorden. Karaktertrekk ved de fire undersøkte dykkestasjonene er nærmere beskrevet nedenfor.

Ved stasjon BS17b Steinholmen i Skallefjorden ble dykketransektet gjennomført på østsiden av holmen (Figur 13 a). En bred vegetasjonssone med tang dekket store deler av tidevannsonen og øvre del av sjøsonen. Tangsamfunnet besto av grisetang, blæretang og sagtang i tette forekomster. Sagtangen var delvis begrodd av fintrådige alger. Det ble observert betydelige forekomster av buskformede trådalger, martaum (*Chorda filum*) og japansk drivtang (*Sargassum muticum*) i sjøsonen nedenfor tangbeltet (Figur 13b). Japans drivtang er en fremmedart i Norge som første gang ble funnet på 80-tallet, og som er vanlig forekommende i Norge i dag.

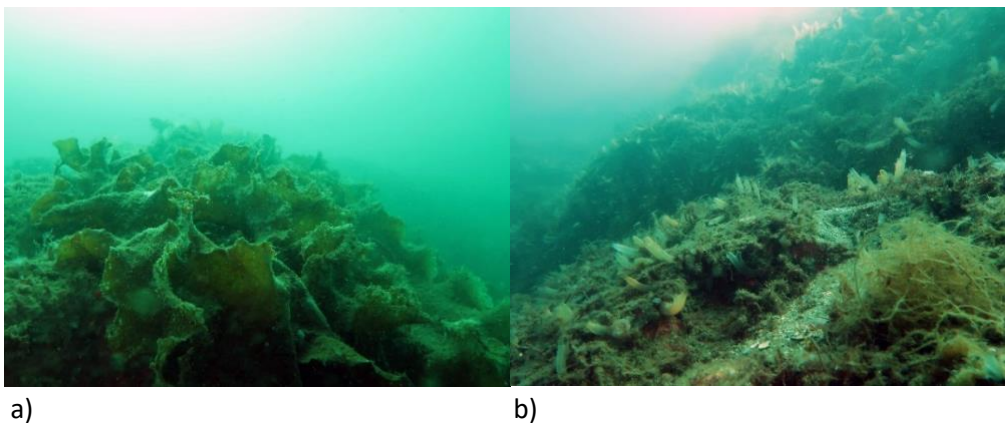
Bunnsubstratet gjennom dykketransektet består av bratt skrånende fjell (ca 70° helning). Den dypeste observasjonen av oppreiste alger var av hummerblekke (*Coccoltylus truncata*) som ble registrert med spredt forekomst allerede på 27 m dyp. Observasjoner av flere av indikatorartene på

dypt vann gir en indikasjon på gode lysforhold for algevekst. Samtidig er algene svært nedslammet langs store deler av transektet og det ble registrert et tett dekke av sediment på fjellbunnen i transektets dypere del (>16m dyp). Fra 10 m dyp og til fjæresonen var det en del trådalgevekst, særlig i de øverste 6 m var martaum (*Chorda filum*) og trådformede alger vanlig forekommende (Figur 13c).



Figur 13. Stasjon BS17b Steinsholmen a) Oversiktsbilde av stasjonen, b) Japansk drivtang ved 1 m dyp c) Martaum og trådeformede alger ved 6m dyp.

På stasjon BS19b Skauerøya i Tingsakerfjorden ble dykketransektet gjennomført fra 30 m dyp, på nordsiden av Skauerøya. Fjell og stein var dominerende bunnssubstrat gjennom transektet, med unntak av dybdeintervallet 7-3 m hvor bløtbunn og dominerende forekomster av ålegress ble registrert. Bunnssubstratet og makroalgene var betydelig nedslammet, med 100% dekke av sediment i dype områder (30-14 m dyp) (Figur 14a). Det ble observert høy forekomst av tarmsjøpungen *Ciona intestinalis* (Figur 14b). Sjøpunger ernærer seg av å filtrere partikler fra vannmassene og regnes gjerne som indikatororganismer på høy partikkelkonsentrasjon i vannet dersom de opptrer i store forekomster. Martaum var vanlig forekommende på 2 m dyp mens spredte forekomster av japansk drivtang ble registret på 1 m dyp. Innimellom disse artene ble det observert spredte forekomster av trådformede alger.

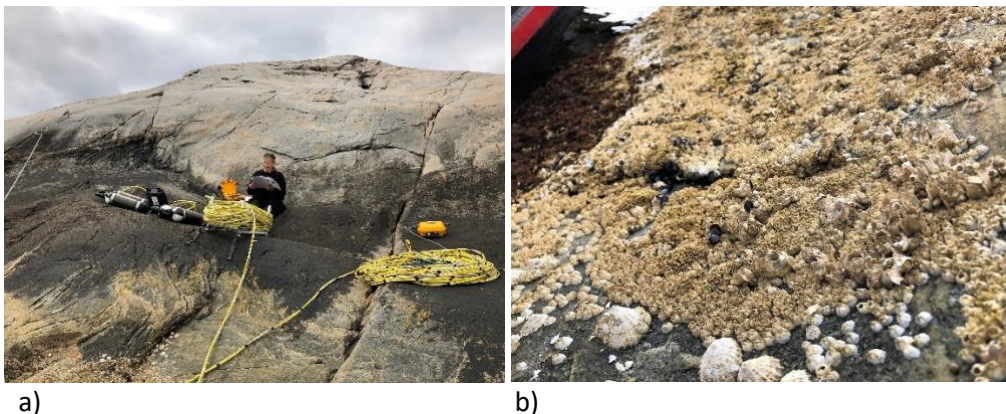


Figur 14. Stasjon BS19b Skauerøya a) sukkertare med løstliggende sediment og b) tarmsjøpungen *Ciona intestinalis* ble observert på stasjonen

For å oppnå tilstrekkelig dyp for undersøkelse av nedre voksedyp for alger ble stasjon BS22b Lamholmen i Tingsakerfjorden flyttet til sørsiden av Svinøya. Dykketransektet startet på 30 m dyp hvor bunnssubstratet endret seg fra bløtbunn til fjell. Skrånende fjell var dominerende bunnssubstrat gjennom transektet, kun avløst av et slakt parti med store kampestein på 20-24 m dyp. Bunnssubstratet var betydelig nedslammet frem til 5 m dyp. I dybdeintervallet mellom 0,5-18 m dyp

ble det registrert masseforekomster av trådformede alger. Trådalgesamfunnet var dominert av røddlo (*Trailiella intricata*) som dannet et tett teppe på bunnen. Fra 3,5 m ble martaum (*Choda filum*) registret med spredt forekomst.

Stasjon BS18b Lyngholmen (referansestasjon) ble flyttet fra Lyngholmen til østsiden av Justøya (Figur 15a). Dykketransektet startet på 29 m hvor bunnssubstratet bestod av kampestein som ble avløst av fjell ved 23 m dyp. Helningsgraden varierte mellom 80-60° gjennom transektet. Bunnen var betydelig nedslammet i den dype delen av transektet, men spredte forekomster av fagerving (*Delesseria sanguinea*) ble likevel observert allerede på 27 m. Fra 14 m dyp var det tette forekomster av stortare (*Laminaria hyperborea*). Tarebladene var kraftig begrodd av mosdyr. Fjærerur (*Semibalanus balanoides*) dominerte i fjæresonen, sammen med spredte forekomster av albuesnegl (*Patella* sp.) og blåskjell (*Mytilus edulis*) (Figur 15b).



Figur 15. Stasjon BS18b Lyngholmen a) Oversiktsbilde av stasjonen b) Dominerende forekomster av fjærerur (*Semibalanus balanoides*) sammen med albuesnegl (*Patella* sp.) og blåskjell (*Mytilus edulis*) i fjæresonen.

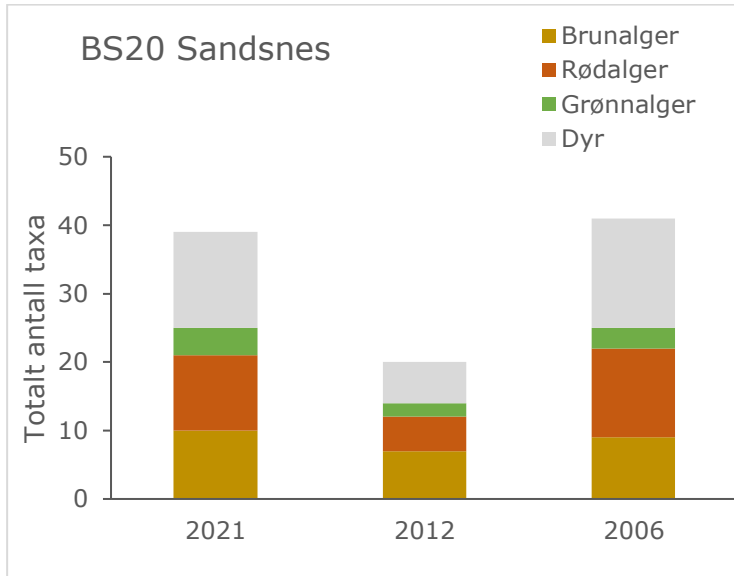
3.2.2 Utvikling over tid

Nedre voksedyp for makroalger ble første gang undersøkt i 2021 og lar seg derfor ikke sammenligne med resultater fra tidligere undersøkelser. Basert på tidligere rapporterte videoobservasjoner fra sjøsonen i undersøkelsesområdet virker imidlertid generelle trekk ved makroalgesamfunnene, slik som stedvis tilgroing med trådalger og nedslamming av voksesubstrat, å være nokså uforandret. Det er imidlertid vanskelig å fastslå om mengdeforholdet har økt eller minket.

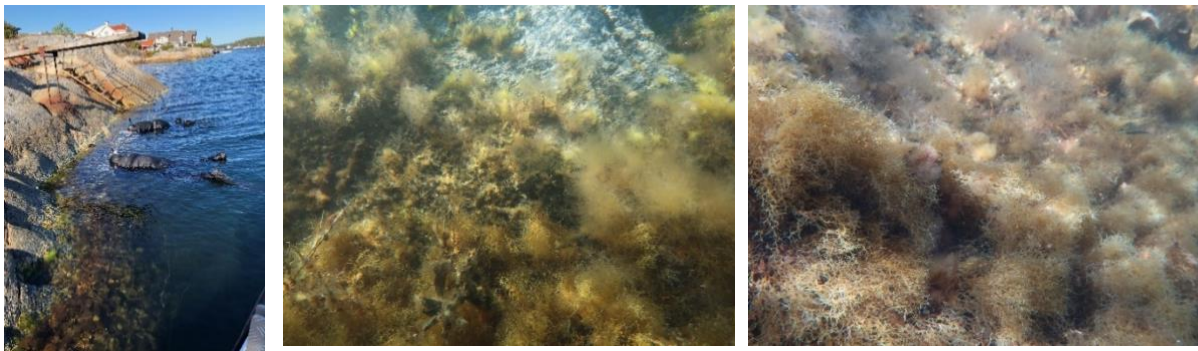
Ved stasjon BS20 Sandsnes og BS21 Gullholmen ble det foretatt undersøkelser i fjæresonen med tilsvarende metodikk som ved tidligere undersøkelser. Arts/taxaliste for makroalgene og dyrene som ble registrert på stasjonene er listet i Vedlegg C.

Ved fjærestasjonene BS20 Sandsnes ble det i 2021 registrert 39 arter totalt, fordelt på 25 alger (10 brunalger, 11 rødalger og 4 grønnalger) og 14 dyr (Figur 16). Resultatene fra 2006 var svært like som årets observasjoner. I 2006 ble 41 arter registrert totalt, fordelt på 25 alger (9 brunalger, 13 rødalger, 3 grønnalger) og 16 dyr. Relativ mengdefordeling av ettårige/rasktvoksende arter på stasjon BS20 Sandsnes var redusert med ca. 10% i 2021 sammenlignet med resultatene fra 2006. På tross av reduksjonen er andelen hurtigvoksende arter fremdeles høy på stasjonen, og utgjør ca. 40% av den totale algemengden i fjæresonen. Den relative mengden av flerårige/saktevoksende arter synes å være noe lavere (ca. 6% lavere forekomst) i 2021 sammenlignet med resultater fra 2006.

Det var betydelig færre arter registret på stasjonen i 2012 sammenlignet med 2006 og 2021. Den relative fordelingen mellom algegruppene var imidlertid tilnærmet lik fordelingen mellom gruppene registrert i 2006 og 2021. Det er usikkert om det lave artsmangfoldet fra 2012 gjenspeiler faktiske endringer i artssamfunnet over tid eller om forskjellene kan skyldes metodiske avvik for feltregistrering. Oversiktsbilde fra stasjonen samt bilder av makroalgesamfunnet i fjæresonen er vist i Figur 17 a-c.



Figur 16. Forekomst av makroalger og bentiske dyr på stasjon BS20 Sandsnes i september 2021 sammenlignet med forekomster rapportert i 2006 og 2012 (Kroglund og Moy, 2007, Norconsult, 2013). Stolpene er delt opp i brunalger (brun), rødalger (rød), grønnalger (grønn) og dyr (grå).



a)

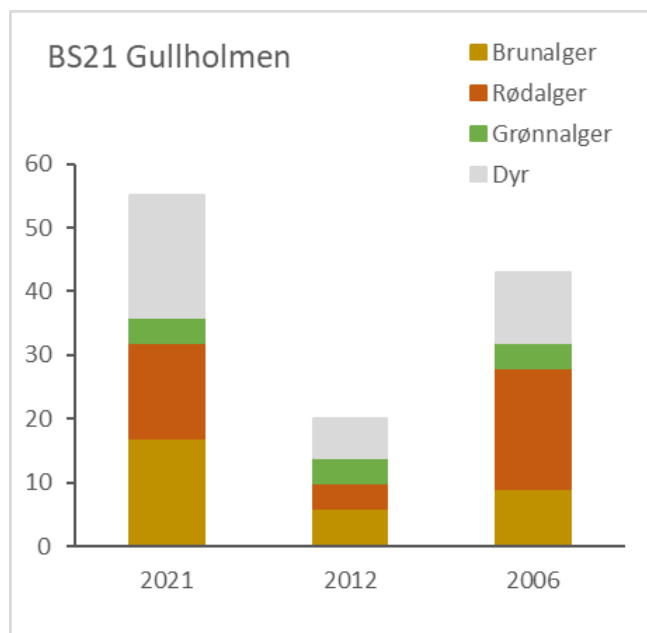
b)

c)

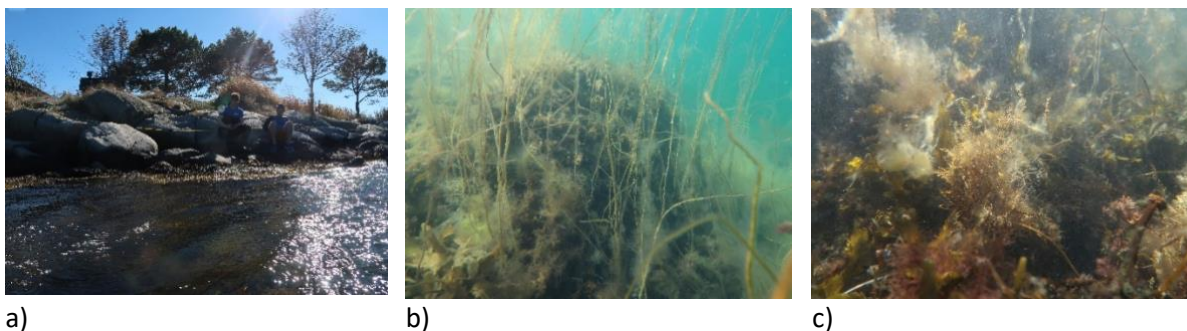
Figur 17. Stasjon BS20 Sandsnes, a) Oversiktsbilde fra stasjonen b) «skyer» av trådalger med spredt forekomst i fjæresonen c) brunalgen *Dictyota dichotoma* hadde høy forekomst på stasjonen

Tilsvarende resultat, med lavere artsmangfold i 2012 sammenlignet med 2006- og 2021-undersøkelsene, gjelder også for fjærestasjon BS21 Gullholmen. Mellom 2006- og 2021-undersøkelsen er det svært liten forskjell i registrert artsantall, men det er litt ulik fordeling av arter innenfor de ulike algegruppene. I 2021 ble totalt 36 alger (17 brunalger, 15 rødalger og 4 grønnalger) registrert (Figur 18), mens totalt 32 alger (9 brunalger, 19 rødalger og 4 grønnalger) ble registrert i 2006. Relativ mengdefordeling av flerårige/saktevoksende synes å ha hatt en svak positiv utvikling på stasjonen siden undersøkelsen fra 2006, og den relative mengden har økt med ca. 8%. Relativ mengdeforekomst av ettårige/rasktvoksende arter synes å være nokså lik, med ca. 3% lavere

mengdeforekomst i 2021 sammenlignet med 2006. Stasjonen har imidlertid fremdeles en betydelig andel hurtigvoksende arter på mengdebasis (ca. 31%). Oversiktsbilde fra stasjonen samt bilder av makroalgesamfunnet i fjæresonen er vist i Figur 19 a-c.



Figur 18. Forekomst av makroalger og bentiske dyr på stasjon BS21 Gullholmen i september 2021 sammenlignet med forekomster rapportert i 2006 og 2012 (Kroglund og Moy, 2007, Norconsult, 2013). Stolpene er delt opp i brunalger (brun), rødalger (rød), grønnalger (grønn) og dyr (grå).



Figur 19. Stasjon BS21 Gullholmen, a) oversiktsbilde fra stasjonen b) «skyer» av trådalger vokste spredt mellom Martaum c) Japansk drivtang hadde spredt forekomst på stasjonen.

3.3 Bløtbunnsfauna

3.3.1 Dagens tilstand

Faunaindeksene med tilhørende klassifisering og beregnet normalisert EQR (nEQR) er vist i Tabell 13, og grabbvise data er gitt i Vedlegg C. En oversikt over de ti mest dominerende artene pr. stasjon er vist i Tabell 14. Innholdet av sedimentets finstoff (% <0,063 mm), totalt nitrogen (TN), totalt organisk karbon (TOC), normalisert organisk karbon og oksygen i bunnvannet er vist i Tabell 15. Fullstendige kornstørrelsesdata er presentert i Vedlegg C.

Stasjon LI8 Tingsakerfjorden hadde 30 arter i snitt pr. prøve og 151 antall individ. Artstallet er noe lavt, men anses å være normalt for denne vanntypen. Også antall individ var normalt. Samtlige indekser viste «god» tilstand, og samlet tilstand ble derfor «god». Faunaen var dominert av børstemark, snegl, slangestjerner og muslinger. Den lille sneglen *Hyala vitrea* var den mest dominerende arten, og denne er ansett som en ømfintlig art. Den nest mest dominerende arten var børstemarken *Polycirrus plumosus*. Denne er heller ikke forurensningsindikerende, men kan øke i tetthet ved mye organisk belastning. Den lever av organiske partikler på sedimentoverflaten. Også slangestjernene *Amphiura filiformis* og *A. chiajei* var blant de mest dominerende artene. Heller ikke disse er spesielt tolerante, selv om *A. filiformis* ofte oppnår høy tetthet når det er rikelig tilgang på næring. Det ble også registrert sjømus (*Brissopsis lyrifera*) på stasjonen (Figur 20). Disse er store og lever rett under sedimentoverflaten, hvor de bl.a. bidrar til omrøring av sedimentet og transport av oksygen til dypere sedimentlag. Innslaget av flere taksonomiske grupper er også en indikasjon på at det ikke er noen stor grad av belastning på stasjonen. Sedimentet hadde en finfraksjon på hele 87%, og hadde videre høyt innhold av organisk materiale, tilsvarende «svært dårlig» tilstand. Også mengden totalt nitrogen var noe høyt, hvilket indikerer en generell berikingsituasjon. Samtidig var det rikelig med oksygen i bunnvannet, tilsvarende «svært god» tilstand, selv om dette kun representerer et øyeblikksbilde. Den gode tilgangen på oksygen gjør at lokaliteten da likevel kan tåle en betydelig organisk belastning uten at negative effekter på faunen inntreffer.



Figur 20. Sjømusen *Brissopsis lyrifera* på stasjon LI8 Tingsakerfjorden (foto: NIVA).

Stasjon LI5 Skallefjorden var både individ- og artsfattig, med kun 33 individ og færre enn 10 arter totalt i snitt. Stasjonen tilhører vanntype S6 (naturlig oksygenfattig fjord), hvor det er forventet å være oksygenvinn og derav en naturlig fattig fauna. Derav finnes det ikke klassegrenser for denne vanntypen, og en klassifisering er i utgangspunktet ikke hensiktsmessig. Vi har likevel valgt å sette klasse på enkeltindeksene (etter samme klassegrenser som for de to andre stasjonene) for å kunne sammenlikne med de øvrige stasjonene, samt undersøke endring over tid (se kap. 3.3.2). Indeksene viste «dårlig» tilstand ut fra ISI₂₀₁₂, «moderat» tilstand for NQI1 og H' og «god» tilstand for NSI₂₀₁₂. ES₁₀₀ kunne ikke beregnes pga. lav individtetthet. Den høyere scoren til NSI sammenliknet med de andre har sammenheng med at det ikke var noen høy tetthet av opportunistiske arter, selv om flere av artene som var tilstede, anses å være opportunistiske. Den mest dominerende arten var den lille rørbyggende børstemarken *Pseudopolydora aff. paucibranchiata*, som lever helt øverst i sedimentet. Denne har høy toleranse ovenfor organisk belastning. Også flere opportunistiske arter var tilstede, for eksempel den lille muslingen *Varicorbula gibba*. Den dårlige tilstanden antas å henge sammen med det høye organiske innholdet. Også her tilsvarte mengden normalisert, organisk karbon «svært dårlig» tilstand. Mengden av både organisk karbon og totalt nitrogen var adskillig høyere enn på stasjon LI8. Det var også lukt av hydrogensulfid og svært mørk farge på sedimentet, som indikerer at

det var vesentlig oksygenvinn i selve sedimentet. Mengden oksygen i bunnvannet var likevel ikke kritisk lavt, og tilsvarte «god» tilstand. Her er det igjen viktig å være klar over at dette bare var et øyeblikksbilde. Et adskillig lavere nivå ble registrert i juni 2021 på omtrent samme posisjon (Tabell 8).

Stasjon LI9 Lillesand havn var artsrik, og hadde et normalt artsantall. Indeksene NQI1, ISI₂₀₁₂ og NSI₂₀₁₂, som alle tar inn artenes grad av ømfintlighet i beregningen, viste «god» tilstand. H' og ES₁₀₀, som beregnes ut fra antall arter og fordelingen av individer mellom artene, viste «svært god» tilstand. Samlet tilstand ble «god», og i øvre del av klassen. Sedimentet var langt mer grovkornet enn på de øvrige stasjonene, med en finfraksjon på kun 28%. Det var innslag av en del småstein. Det heterogene sedimentet antas å gi opphav til flere nisjer og således en rik fauna. Det ble i felt registrert både plastbiter, slagg, rester av tare og trådformede alger, samt svart sediment under overflaten på en av prøvene. Likevel har ikke dette medført vesentlig grad av forstyrrelse av faunaen. Selv om tilstanden var «god», må det merkes at det var innslag av en del tolerante og dels opportunistiske arter. Den lille muslingen *Thyasira flexuosa* hadde høyest tetthet, og er regnet som en tolerant art. Børstemarken *Tharyx killariensis*, som også var dominant, er også ansett å være tolerant selv om den ikke har fått tilordnet en økologisk gruppe. Videre var det innslag av den opportunistiske muslingen *Varicorbula gibba* og børstemarken *Mediomastus fragilis*. Samtidig var det svært mange arter tilstede, som medførte at tilstanden ikke ble dårligere enn «god». Innholdet av både organisk karbon og totalt nitrogen var vesentlig lavere enn på de to andre stasjonene. Mengden normalisert organisk karbon var likevel forhøyet, og tilsvarte «moderat» tilstand. Totalt nitrogen var under deteksjonsgrensen på 1 mg/g. Det var rikelig med oksygen i bunnvannet, tilsvarende «svært god» tilstand, selv om dette kun er et øyeblikksbilde. Stasjonen viser altså flere indikasjoner på forstyrrelse, men god tilgang på oksygen, i kombinasjon med rikelig næring, og heterogene sedimentforhold, gjør at man likevel har et høyt biomangfold på denne stasjonen.

Tabell 13. Økologisk tilstand for det biologiske kvalitetselementet bløtbunnsfauna for stasjonene i Lillesand, 2021. Gjennomsnittlig antall arter (S) og antall individ (N) er også vist. Indekser med tilhørende nEQR-verdi er beregnet for snittet av de fire grabbvise prøvene (0,1 m²). NQI1=Norwegian Quality Index; H'=Shannons diversitetsindeks; ES₁₀₀=Hurlberts diversitets-indeks; NSI₂₀₁₂=Norwegian Sensitivity Index; ISI₂₀₁₂=Indicator Species Index. Klassegrensene er ikke gyldige for LI5, og nEQR er derfor ikke beregnet. De øvrige indeksene er likevel vist med fargekode for å få et inntrykk av tilstanden.

Stasjon	S	N	NQI1	H'	ES ₁₀₀	ISI ₂₀₁₂	NSI ₂₀₁₂	Gj.snitt nEQR
LI8 Tingsakerfjorden	30,3	151	0,76	3,93	26,4	8,43	24,7	0,758
LI5 Skallefjorden	9,5	33	0,55	2,68	-	5,79	20,8	-
LI9 Lillesand havn	47,3	228	0,73	4,39	33,4	8,43	23,2	0,774

Tabell 14. Antall individ (N) av de ti mest dominerende artene pr. stasjon, Lillesand, 2021 (gjennomsnitt pr. grabb, 0,1 m²). Faunagruppe er gitt i parentes etter artsnavnet, hvor B=Børstemark, P=Pigghud, M=Musling, S=Slimorm, Sn=snegl. Romertall i økologisk gruppe (ØK) angir artens sensitivitet iht. AMBI/NSI: I=sensitiv, II=nøytral, III=tolerant, IV=opportunistisk, V=forurensningsindikerende. - = mangler økologisk gruppe.

LI8	Antall	ØG	LI5	Antall	ØG
<i>Hyalia vitrea</i> (Sn)	41,3	II/I	<i>Pseudopolydora aff. paucibranchiata</i> (B)	7,5	IV/IV
<i>Polycirrus plumosus</i> (B)	17,0	II/IV	<i>Gattyana cirrhosa</i> (B)	5,8	II/III
<i>Amphiura filiformis</i> (P)	13,0	III/II	<i>Varicorbula gibba</i> (M)	5,0	IV/IV
<i>Myrtea spinifera</i> (M)	9,8	II/II	<i>Spiochaetopterus typicus</i> (B)	3,8	IV/III
<i>Amphiura chiajei</i> (P)	6,5	II/II	<i>Maldane sarsi</i> (B)	3,8	IV/I
<i>Spiophanes kroyeri</i> (B)	5,0	III/III	Nemertea indet (S)	1,5	III/III
<i>Tellimya tenella</i> (M)	4,3	II/II	<i>Glycera alba</i> (B)	1,0	II/IV
<i>Diplocirrus glaucus</i> (B)	4,0	II/I	<i>Echiurus echiurus</i> (B)	0,8	-
<i>Kurtiella bidentata</i> (M)	4,0	IV/III	<i>Hermania</i> sp. (Sn)	0,5	-
<i>Cylichna cylindracea</i> (Sn)	3,3	II/II	<i>Thyasira flexuosa</i> (M)	0,5	III/III
LI9	Antall	ØG			
<i>Thyasira flexuosa</i> (M)	44,5	III/III			
<i>Tharyx killariensis</i> (B)	38,5	-			
Nemertea indet (S)	12,0	III/III			
<i>Varicorbula gibba</i> (M)	7,0	IV/IV			
<i>Prionospio fallax</i> (B)	6,3	II/IV			
<i>Nucula nitidosa</i> (M)	6,3	III/I			
<i>Polycirrus plumosus</i> (B)	6,0	II/IV			
<i>Mediomastus fragilis</i> (B)	5,5	IV/III			
<i>Scalibregma inflatum</i> (B)	5,0	III/III			
<i>Magelona minuta</i> (B)	4,8	II/I			

Tabell 15. Innhold av finstoff (% <0,063 mm), organisk karbon (TOC), normalisert organisk karbon (norm. TOC), totalt nitrogen (TN) og C/N-forhold på stasjonene i Lillesand, 2021. Også oksygen i bunnvannet er vist, som prosent metning og som ml/l (enkeltmåling på LI8 og LI9 og snittet av to målinger på LI5). Ingen av disse klassifiseringene brukes i endelig klassifisering av bløtbnnsfauna.

Stasjonsnummer og navn	LI8 Tingsakerfjorden	LI5 Skallefjorden	LI9 Lillesand havn	Tilstands klasser
%<0,063 mm	87	50	28	I. Svært god
TOC (mg/g)	47,5	67,5	15,6	II. God
Norm. TOC (mg/g)	49,8	76,5	28,6	III. Moderat
TN (mg/g)	4,5	8,3	<1,0	IV. Dårlig
C/N-forhold	10,6	8,1	-	V. Svært dårlig
Oksygen (%)	120	60	98	
Oksygen (ml/l)	8,2	4,0	6,7	

På stasjonene LI8 Tingsakerfjorden og LI5 Skallefjorden var det i tillegg til det høye innholdet av organisk karbon også høyt nivå av nitrogen, som indikerer en generell berikings situasjon. C/N-forholdet var 10,6 på stasjon LI8 og 8,1 på stasjon LI5 (Tabell 15). Dette indikerer sedimentering av hovedsakelig marint materiale. Det ble imidlertid registrert en del organisk materiale av terrestrisk opphav i felt på disse stasjonene, slik som flis og blader, som altså indikerer et ikke utelukkende marint materiale på det som sedimenterer. På stasjon LI9 Lillesand havn var mengden totalt nitrogen under deteksjonsgrensen på 1 mg/g. C/N-forholdet kunne derfor ikke beregnes. Samtidig var innholdet av totalt organisk karbon høyt, hvilket tilsier et høyt C/N-forhold (>15,6) og antatt sedimentering også av materiale fra land. Dette er i tråd med stasjonens plassering nesten helt inntil land, og at det forventes en del direkte avrenning. Det er også kjent at man kan ha situasjoner med overløp her.

3.3.2 Utvikling over tid

Siden det har vært en endring i hvilke indekser som inngår i klassifiseringssystemet over tid, er det valgt å presentere indeksene H' og NQ11 da disse er beregnet for samtlige år (Tabell 16). Også ES₁₀₀ er beregnet, men ikke presentert pga. manglende verdier på stasjon LI5 enkelte år. Videre presenteres utvikling i antall arter og antall individ. Dataene fra 1996 og tidligere ble kun lagt inn på stasjonsbasis i databasen, ikke på grabbnivå. Dette medfører at verdiene for antall arter og indeksene gir noe høyere verdier, hvilket bør tas i betraktning under tolkningen av tidsutviklingen.

På stasjon LI8 Tingsakerfjorden var antall arter i 2021 på linje med 2012, mens antall individ høyere. Indeksene H' viste lavere verdi i 2021 enn i 2012, som henger sammen med økningen i individtallet. Derimot viste NQ11 en høyere verdi, som indikerer at det ikke har vært en vesentlig økning av typiske tolerante og opportunistiske arter. Indeksene var nærmest uendret fra 1996 til 2012, men noe høyere verdier må forventes fordi 1996-dataene kun er beregnet for summen av alle grabbene. Totalt sett synes tilstanden å være stabil på denne stasjonen.

Stasjon LI5 Skallefjorden har vist mer variasjon over tid. Her har det imidlertid også vært noe avvik i posisjon, og som nevnt er det vanskelig å sammenlikne resultatene fra 1996 og enda lenger tilbake med de nyere dataene. Fra 2012 til 2021 ble antall arter og antall individ redusert, og indeksene gikk også noe ned. Indeksene er nå på linje med tidlig 80-tallet og midten på 90-tallet. I slike bassenger kan man forvente naturlig variasjon i bunnfaunaen knyttet til fornying av bunnvannet. Stasjonen er altså vesentlig preget av eutrofi og oksygenmangel, men i perioden under ett er det ikke noen entydig utvikling av tilstanden.

Stasjon LI9 Lillesand havn viste en økning i artstallet siden 2012, og noe færre individer. Dette medførte en økning i indeksene, og altså en indikasjon på en forbedret tilstand. I 1996 viste indeksene kun «moderat» tilstand. Her ser man altså indikasjoner på en jevn forbedring av tilstanden, selv om man må ta i betraktning av posisjonen i 2021 ikke er helt identisk som tidligere. Den forbedrede utviklingen i havneområdet kan muligens settes i sammenheng med at det er mindre overløp, ettersom det har vært overløpsepisoder her tidligere.

Tabell 16. Utvikling i bløtbunnsfauna over tid på stasjonene i Lillesand vist for antall arter (S), antall individ (N) og utvalgte indekser (pr. 0,1 m²). Tom. 1996 finnes data kun for stasjonsnivå, ikke grabbnivå, hvilket gir høyere verdier. Disse er satt i kursiv.

	År	S	N	H'	NQ11
LI8 Tingsakerfjorden	2021	30	151	3,93	0,76
	2012	32	103	4,47	0,70
	1996	78	366	4,51	0,73
LI5 Skallefjorden	2021	10	33	2,68	0,55
	2012*	15	57	3,01	0,58
	1996	9	14	2,59	0,63
	1986**	66	106	4,37	0,72
	1985**	29	54	3,28	0,61
	1983**	23	39	2,46	0,52
LI9 Lillesand havn	2021	47	228	4,39	0,73
	2012*	31	274	3,90	0,65
	1996*	55	704	2,99	0,59

* to replikat

** fem replikat

Utvikling i sedimentparametere over tid er gitt i Tabell 17. På stasjonene LI8 Tingsakerfjorden og LI5 Skallefjorden har mengden normalisert, organisk karbon hele tiden tilsvart «svært dårlig» tilstand. På stasjon LI5 Skallefjorden kan det merkes at mengden normalisert, organisk karbon nå var det høyeste målte gjennom perioden. På stasjon LI9 Lillesand havn har mengden normalisert, organisk karbon variert mer, men ikke systematisk gjennom perioden. Dette kan kanskje også forklares av at det kan være heterogene forhold, og at posisjonen kan ha variert noe. Videre har mengden finfraksjon også variert, hvilket også var tilfelle på stasjon LI5. Det er lite sannsynlig at sedimentet endrer seg nevneverdig over tid, så også sedimentheterogenitet i kombinasjon med noe ulike posisjoner kan forklare dette. På både LI5 og LI9 kan som nevnt posisjonen avvike noe fra foregående prøvetaking.

C/N-forholdet var lavere i 2021 enn i 2012 og 1996 på LI8 og LI5. Dette indikerer i utgangspunktet mindre innslag av terrestrisk materiale nå enn før. For å kunne vurdere slike mønstre nærmere, måtte man se på data for elveavrenning over tid, som er utenfor prosjektets omfang.

Tabell 17. Utvikling i sedimentparametere over tid på stasjonene i Lillesand.

	År	%<0,063mm	TOC (mg/g)	normTOC (mg/g)	TN (mg/g)	C/N-forhold
LI8 Tingsakerfjorden	2021	87	47,5	49,8	4,5	10,6
	2012	91	36,4	52,7	3,9	15,6
	1996	95	46,7	47,6	3,0	15,9
LI5 Skallefjorden	2021	50	67,5	76,5	8,3	8,1
	2012	65	43,5	55,2	3,9	11,2
	1996	88	63,4	65,5	5,4	11,7
LI9 Lillesand havn	2021	28	15,6	28,6	<1	-
	2012	8	3,7	38,6	1,2	3,1
	1996*	7	7,4	24,2	-	-

4 Oppsummering av resipientens tilstand og utvikling

Fysisk-kjemiske støtteparametere

Fysisk-kjemiske støtteparametere ble undersøkt på en stasjon på selve utslippspunktet (A01 Fossbekk), samt en stasjon i Skallefjorden (A16) og en referansestasjon i ytre Lillesandfjord (A17). I klassifiseringen ble tidligere data tatt inn når dette var mulig ut fra dataenes egnethet.

Innholdet av næringssalter tilsvarte minst «god» tilstand og siktedyp tilsvarte «svært god» tilstand. På alle stasjoner trakk imidlertid oksygen ned tilstanden til hhv. «god» (A17 Referansestasjon, fra «svært god» i 2012), «moderat» (A01 Fossbekk, fra «svært god» i 2012) og «dårlig» (A16 Skallefjorden, fra «svært dårlig i 2012) for de fysisk-kjemiske støtteparameterne totalt sett. En nedgradering i tilstanden av oksygen er en indikasjon på økt organisk belastning, typisk på grunn av eutrofiering. Samtidig er det positivt at innholdet av næringssalter ikke synes å være vesentlig forhøyet som følge av utslippet.

I Skallefjorden, som viste det aller laveste oksygeninnholdet, var oksygennivået i 2021 på linje med målingen i 1995. Det var enda dårligere både i 1985 og i 2012. Oksygenforbruket følger samme mønster med høyest forbruk i 2012. Dette indikerer at det har funnet sted en forbedring siste periode, men likevel er tilstanden fremdeles «dårlig». Naturgitte forhold spiller også inn her, og slike innelukkede basseng er ekstra sårbare for organisk belastning.

Det ble observert en netto vanntransport ut av Storegabet i overflatelaget, og dette viser sammen med oksygenminimum i mellomdyp at Lillesandsfjorden påvirker vannforekomsten Lillesandsfjorden Ytre.

Plantep plankton

Plantep plankton klassifiseres på bakgrunn av mengden klorofyll a. Undersøkelsen ble utført på de samme tre stasjoner som for fysisk-kjemiske støtteparametere (A01 Fossbekk, A16 Skallefjorden, A17 Referansestasjon). Mengden klorofyll a viste "god" tilstand på alle tre stasjoner, som viser at primærproduksjonen ikke er vesentlig forhøyet. Likevel betyr dette en reduksjon fra tilstandsklasse «svært god» i 2012. I kombinasjon med resipientens sårbarhet er det viktig å følge med på at klorofyllinnholdet ikke øker ytterligere.

Makroalger

Det ble foretatt undersøkelser av makroalgesamfunn på seks stasjoner. Ved fire av stasjonene, BS19b Skauerøya, BS22b Lamholmen, BS17b Steinholmen og BS18b Lyngholmen i Blindleia, ble nedre voksegrense for makroalger undersøkt med dykking og tilstandsvurdering ble foretatt på bakgrunn av Nedre voksegrenseindeksen (jf. Veileder 02:2018). Ved de to øvrige stasjonene, BS20 Sandsnes og BS21 Gullholmen, ble makroalgesamfunnet i fjæresonen undersøkt. Resultatene fra disse undersøkelsene er vurdert og sammenlignet med tidligere undersøkelser fra de tilsvarende lokalitetene gjennomført i 2006 (Kroglund og Moy, 2007) og 2012 (Norconsult, 2013).

De fire stasjonene hvor det ble dykket oppnår alle «svært god» tilstand basert på nedre voksedyp for makroalger. En høy andel av artene som inngår i indeksen ble observert på stasjonene og de forekom på dyp som tilsier at lysforholdene er gode. Det er imidlertid verdt å merke seg at det ble observert betydelig trådalgevekst i deler av dykketransektene samt høy dekningsgrad av sediment på bunnen

ved alle stasjonene. Nedre voksegrenseindeksen baserer seg kun på voksedypet til et utvalg arter av makroalger og vil gi begrenset informasjon om algesamfunnets økologiske tilstand i form av trådalgevekst, nedslamming og begroing. Dette er indikatorer på eutrofipåvirkning som synes å ikke fanges godt nok opp av Nedre voksegrenseindeksen.

Sammenlignet med tidligere undersøkelser, fremstår tilstanden til makroalgesamfunnet i fjæresonen ved stasjon BS20 Sandsnes og BS21 Gullholmen å være tilnærmet uforandret som situasjonen i 2006, med hensyn til forekomst og fordeling mellom algegrupper samt dekningsgrad av opportunistiske ettårige og flerårige arter.

Bløtbunn

For bløtbunnsfauna ble tilstanden «god» i Tingsakerfjorden og Lillesand Havn. Likevel må det merkes at det var indikasjoner på forstyrrelse i form av tilstedeværelse av tolerante og opportunistiske arter og forhøyet innhold av organisk materiale i sedimentet. Skallefjorden er definert som en oksygenfattig fjord, og har ikke klassegrenser for bløtbunnsfauna. Her var faunaen som forventet fattig. Havneområdet syntes å ha hatt en positiv utvikling i tilstanden siden midten av 90-tallet. Dette kan muligens ha sammenheng med kommunens tiltak for å redusere overløp i dette området. I Tingsakerfjorden og Skallefjorden synes tilstanden å være relativt stabil når man ser på hele overvåkingsperioden totalt sett.

Oppsummering av klassifiseringen

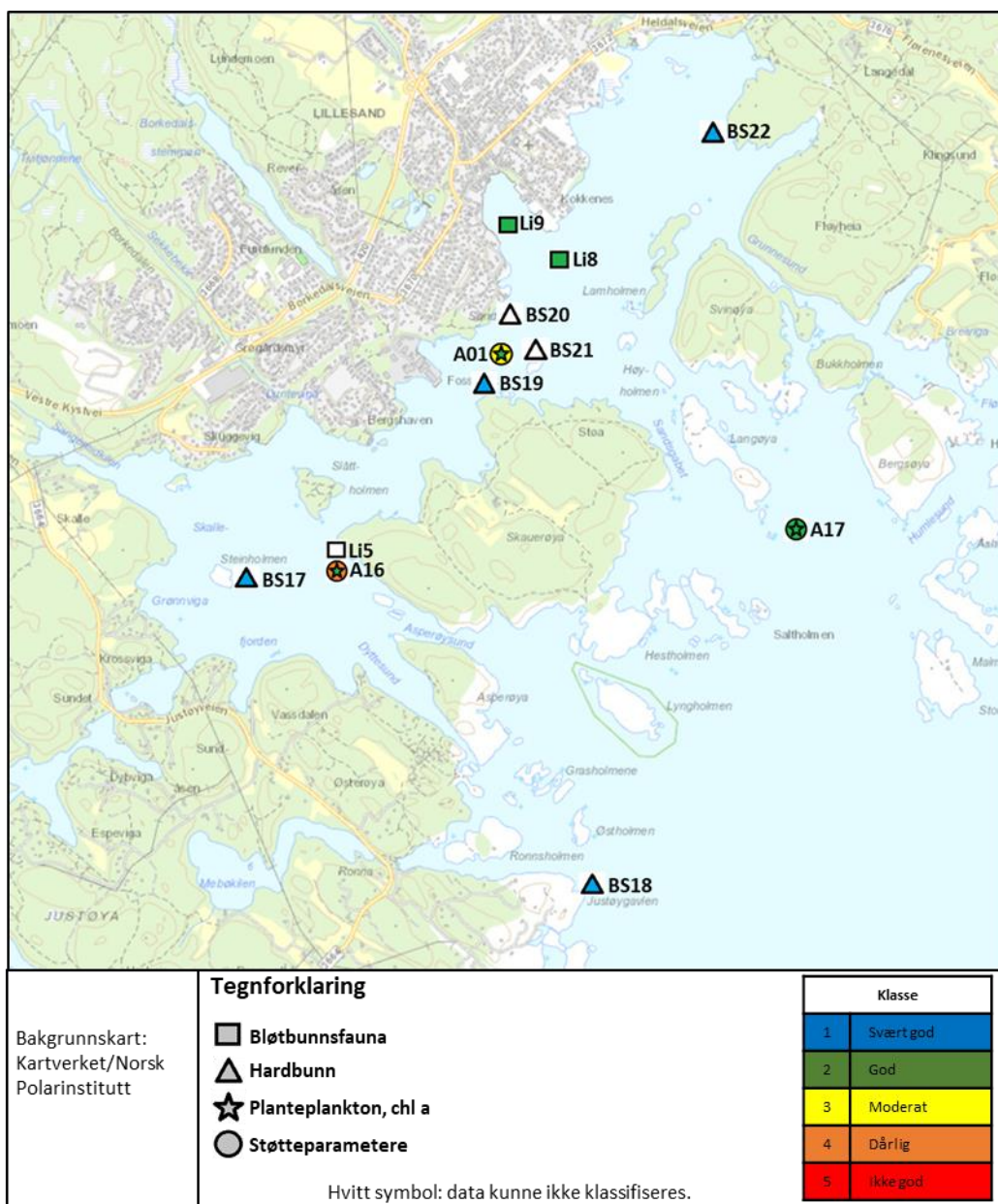
En oppsummering av klassifiseringen for hver stasjon og kvalitetselement er gitt i Tabell 18 og Figur 21. I Tabell 18 vises også samlet tilstandsklassifisering på vannforekomstnivå, selv om den kun bør anses som tentativ. Tilstanden til de biologiske kvalitetselementene (makroalger, planteplankton og bløtbunnsfauna der klassifiseringen var gyldig) var minst «god», hvilket er positivt. Samtlige næringssaltkonsentrasjoner viste også minst «god» tilstand, som altså viser at utslippene av næringsalter ikke fører til overkonsentrasjoner i resipienten. Det var konsekvent oksygen som trakk ned tilstanden, og som gjorde at tilstanden ble dårligere enn «god» i Skallefjorden og Lillesandsfjorden. Selv om naturlig topografi også virker inn her, viser dette at resipienten er sårbar ovenfor organisk belastning.

Tabell 18. Tilstandsvurdering av vannforekomster i overvåkingen i Lillesand, 2021. Farge indikerer tilstandsklasse basert på nEQR-verdi per stasjon og kvalitetselement. Samlet vurdering er basert på dårligste kvalitetselement. Denne kan kun anses som tentativ.

Vannforekomst	Vann-type	Samlet tilstand pr vannforekomst	Stasjoner og tilstandsklassifisering per kvalitetselement						Tilstandsklasser
			Makroalger		Bløtbunnsfauna		Planteplankton	Støtteparametere	
			MSMDI		nEQR		Chl <i>a</i>		
Lillesandsfjorden	S3	III	BS19	BS22	LI9	LI8	A01	A01	I. Svært god
Skallefjorden	S6*	IV	BS17		LI5		A16	A16	II. God
Blindleia**	S1	I	BS18						III. Moderat
Lillesandsfjord-ytre**	S2	II					A17	A17	IV. Dårlig

* for makroalger, klorofyll *a* og støtteparametere er det benyttet klassegrenser tilsvarende S3, men bløtbunnsfauna er ikke tilstandsklassifisert

** samlet klassifisering bør baseres på mer enn et biologisk kvalitetselement



Figur 21. Tilstandsklassifisering av biologiske kvalitetselement og fysisk-kjemiske støtteparametere pr. stasjon, Lillesand 2021.

5 Videre overvåking

Det er viktig at resipienten blir fulgt opp også videre. I vannforskriften er det anbefalt at bløtbunnsfauna og makroalger følger en overvåkingsfrekvens på hvert tredje år, hvilket også bør følges i dette tilfellet. I videre overvåking bør kommunen ta identisk sett med parametere i vannmassene som er prøvetatt her, dvs. samtlige parametere som inngår i klassifiseringen på alle relevant dyp, ikke kun totalt nitrogen og fosfor samt CTD, som ble undersøkt i perioden 2018-2020. Det er også viktig å ta CTD-profiler gjennom hele vannsøylen for kontinuerlig å kunne følge opp oksygenforholdene i bunnvannet. Mht. planteplankton bør fortrinnsvis også planteplanktonets artssammensetning analyseres, ikke kun klorofyll a, slik anbefalt i Veileder 02:2018.

Prøvetaking på stasjon A01 Fossbekk, på selve utslippspunktet, er særs viktig å videreføre ettersom denne antakelig vil gjenspeile de høyeste konsentrasjonene av utslippsrelaterte parametere. Kommunen kan selv forestå slik prøvetaking av vannmassene, hvorpå klassifiseringen kan oppdateres når datagrunnlaget økes.

Ved jevne mellomrom bør også et utvidet område overvåkes, som også tilsvarer foregående undersøkelser. Det ble i den foreliggende undersøkelsen observert flere indikasjoner på eutrofipåvirkning, og det er viktig å få informasjon om hvor stort område som preges av slik belastning. Eksempelvis er det vist at Lillesandsfjorden i stor grad påvirker vannforekomsten Lillesandsfjord Ytre, hvor det i den foreliggende undersøkelsen ikke ble utført undersøkelser på bløtbunn eller av makroalger. Det kan også nevnes at tilstandsklassifiseringen for vannforekomst Blindleia ikke er komplett i den foreliggende undersøkelsen, og både flere kvalitetselement og flere stasjoner bør inkluderes.

Dersom det også skal finne sted øvrig overvåking i sjøområdet, er det en fordel at slik overvåking samkjøres for å få et samlet bilde på påvirkningen resipienten er utsatt for. Dette er også viktig for å kunne sette inn mest mulig målrettede tiltak.

6 Referanser

- Berge, J. A. og Amundsen, R., 2016. Reker i Indre Oslofjord – overvåking i perioden 2000-2014. Vann. 01/2016. s. 43-75.
- Kroglund, T. og Moy, F., 2007. Miljøtilstanden i Lillesands kystområder. Undersøkelse av alger og dyr på grunt vann og vannkvalitet i utvalgte fjorder. Nivarappport nr. 5457-2007.
- Kroglund, T., Oug, E. og Dahl, E., 1999. Miljøtilstanden i Lillesands kystområder. Oksygenforhold, hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna. Nivarappport nr. 4052-1999.
- Molvær, J. og Rygg, B., 2001. Resipientvurdering for utslipp av kommunalt avløpsvann til Blindleia, Lillesand kommune, Rapport 1. Nivarappport nr 4337-2001.
- Molvær, J., Kroglund, T. og Rygg, B., 2002. Resipientvurdering for utslipp av kommunalt avløpsvann til Blindleia, Lillesand kommune, Rapport 2. Nivarappport nr 4484-2002.
- Norconsult, 2013. Resipientundersøkelse i Lillesand kommune. 2012. Norconsult-rapport, 2013-4-16, oppdragsnr. 5122506, 64 s.
- NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014).
- NS-EN ISO 5667-19. Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667-19:2004)
- NS 4724. Bestemmelse av fosfat. 2. Utg. 1984. Modifisert ved at metoden er automatisert.
- NS 4746. Vannundersøkelse - Bestemmelse av ammoniumnitrogen. 1 Utg. 1975.
- NS 4743. Vannundersøkelse – Bestemmelse av nitrogen etter oksidasjon med peroksodisulfat. 2. utgave, 1993.
- NS 4745. Bestemmelse av summen av nitritt- og nitrat-nitrogen. 2. Utgave 1991. Modifisert ved automatisering av bestemmelsen.
- NS 4767. Vannundersøkelse - Bestemmelse av klorofyll a, spektrofotometrisk måling i metanolekstrakt.
- NS 9425-3. Oseanografi - Del 3: Måling av sjøtemperatur og saltholdighet. Norsk Standard.
- NS-EN ISO 16264. Vannundersøkelse - Bestemmelse av løselige silikater ved automatisert analyse (FIA og CFA) og fotometrisk deteksjon (ISO 16264:2002).
- NS-ISO 5667-9:1992. Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 9: Veiledning i prøvetaking av sjøvann.
- NS-ISO 5813. Vannundersøkelse - Bestemmelse av oppløst oksygen - Iodometrisk metode - (= EN 25813:1992) (ISO 5813:1983).
- NS-ISO 7027. Bestemmelse av turbiditet. 2. Utg. 2000.
- Næs, K., 1986. Overvåking av fjordene ved Lillesand. Hydrografisk/-kjemiske undersøkelser januar/desember 1985. Nivarappport nr. 1866.
- Staalstrøm, A., og Yakushev, E., 2020. Vurdering av mulige tiltak for å bedre vannkvaliteten i Hunnebunn. NIVA-rapport 7451-2020. 30 s.

Staalstrøm, A., Walday, M. G., Vogelsang, C., Frigstad, H., Borgersen, G., Albretsen, J., & Naustvoll, L. J., 2021. Utredning av behovet for å redusere tilførslene av nitrogen til Ytre Oslofjord. NIVA-rapport 7639-2021. 214 s.

Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann og elver. 220 s.

Wikander, P. B., 1984. Overvåking av fjordene ved Lillesand. Fremdriftsrapport, NIVA.

Yakushev, E. V., Debolskaya, E. I., Kuznetsov, I. S. og Staalstrøm, A., 2011. Modelling of the meromictic fjord Hunnbunn (Norway) with an Oxygen Depletion model (OxyDep). In Chemical Structure of Pelagic Redox Interfaces (s. 235-251). Springer, Berlin, Heidelberg.

7 Vedlegg

Vedlegg A. Planteplankton og støtteparametere

Klassegrenser planteplankton

Tabell 19. Referanseverdier og klassegrenser for klorofyll a ($\mu\text{g/L}$) i de ulike økoregioner og vanntyper. *) Vanntypen «sterkt ferskvannspåvirket» inngår ikke i klassifiseringssystemet for planteplankton. **) Klassegrenser mangler pga. manglende data (Veileder 02:2018 – Klassifisering av miljøtilstand i vann)

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

Klassegrenser støttparametere

Tabell 20. Klassegrenser for tilstand av næringssalter og siktdyp i overflatelaget, samt oksygen i dypvannet ved saltholdighet mellom over 18 psu (modifisert fra SFT 97:03) jf. Veileder 02:2018: Klassifisering av miljøtilstand i vann.

Tabell 0-1 Klassifisering av tilstand for næringssalter og siktdyp i overflatelaget, samt oksygen i dypvannet ved saltholdighet over 18 (modifisert fra SFT 97:03).						
Parameter		Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Overflatelag Sommer (Juni-August)	Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$)*	< 11,5	11,5-16	16-29	29-60	>60
	Fosfat-fosfor ($\mu\text{g P/l}$)*	< 3,5	3,5-7	7-16	16-50	>50
	Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)*	< 250	250-330	330-500	500-800	>800
	Nitrat-nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)*	< 12	12-23	23-65	65-250	>250
	Ammonium-nitrogen ($\mu\text{g P/l}$)*	< 19	19-50	50-200	200-325	>325
	Siktdyp (m)	> 7,5	7,5-6	6-4,5	4,5-2,5	<2,5
Overflatelag Vinter (Desember-Februar)	Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$)*	< 20	20-25	25-42	42-60	>60
	Fosfat-fosfor ($\mu\text{g P/l}$)*	<14,5	14,5-21	21-34	34-50	>50
	Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)*	<291	291-380	380-560	560-800	>800
	Nitrat-nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)*	<97	97-125	125-225	225-350	>350
	Ammonium-nitrogen ($\mu\text{g P/l}$)*	<33	33-75	75-155	155-325	>325
Dypvann	Oksygen ($\text{ml O}_2/\text{l}$)**	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metning (%)***	>65	65-50	50-35	35-20	<20

* Omregningsfaktor til mg-at/l er 1/31 for fosfor og 1/14 for nitrogen.** Omregningsfaktor til mgO_2/l er 1,42.*** Oksygenmetning er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6 °C.

Rådata

Tabell 21. Måleresultater fra stasjon A01 Fossbekk, A16 Skallefjorden og A17 Referansestasjon for fyteplankton (klorofyll a), og støtteparametere.

SampleDate	Depth	NH4-N	PO4-P	KlfA	NO3+NO2-N	SiO2	TOTP	TOTN	Siktdyp	Laboratory
A01 Fossbekk										
17.06.2020	0								7	Felt
08.07.2020	0								10	Felt
05.08.2020	0								10	Felt
22.12.2020	0	35	7,9		200		12	490		Eurofinns
22.12.2020	5	8,8	11		55		15	280		Eurofinns
22.12.2020	10	17	14		48		15	260		Eurofinns
25.02.2021	0	40	5	1,2	144	800	13	370		NIVA
25.02.2021	5	8	6	6,9	33	38	17	180		NIVA
25.02.2021	10	10	8	7	50	68	22	200		NIVA
17.03.2021	0			0,37						NIVA
17.03.2021	5			0,37						NIVA
17.03.2021	10			0,37						NIVA
07.04.2021	0			0,31						NIVA
07.04.2021	5			0,4						NIVA
07.04.2021	10			0,35						NIVA
27.04.2021	0			0,47						NIVA
27.04.2021	5			0,9						NIVA
27.04.2021	10			0,34						NIVA
08.06.2021	0	10	2	2,6	4	25	13	200	6,4	NIVA
08.06.2021	5	8	2	1,6	1	25	13	140		NIVA
08.06.2021	10	7	2	1,2	1	25	13	130		NIVA
30.06.2021	0	26	2	0,96	4	31	13	230	7	NIVA
30.06.2021	5	22	3	0,81	2	25	18	170		NIVA
30.06.2021	10	11	2	1,3	1	25	14	170		NIVA
03.08.2021	0	9	2	0,37	1	62	13	190	10	NIVA
03.08.2021	5	10	2	0,37	1	68	13	160		NIVA
03.08.2021	10	8	2	0,39	1	66	12	130		NIVA
01.09.2021	0			0,74						NIVA
01.09.2021	5			0,97						NIVA
01.09.2021	10			1,1						NIVA
28.09.2021	0			1,80						
28.09.2021	5			1,5						
28.09.2021	10			0,82						
A16 Skallefjorden										
17.06.2020	0								7	Felt
08.07.2020	0								10	Felt
05.08.2020	0								10	Felt
22.12.2020	0	35	7,8		160		10	410		Eurofinns
22.12.2020	5	8,1	14		51		17	250		Eurofinns
22.12.2020	10	7,8	12		45		16	260		Eurofinns
25.02.2021	0	32	3	3	73	720	10	230		NIVA
25.02.2021	5	9	6	5,8	43	55	17	200		NIVA

25.02.2021	10	22	7	7,4	51	71	20	200		NIVA
17.03.2021	0			0,43						NIVA
17.03.2021	5			0,69						NIVA
17.03.2021	10			0,41						NIVA
07.04.2021	0			0,31						NIVA
07.04.2021	5			2,1						NIVA
07.04.2021	10			0,46						NIVA
27.04.2021	0			0,37						NIVA
27.04.2021	5			0,9						NIVA
27.04.2021	10			0,58						NIVA
08.06.2021	0	7	2	1,3	1	25	13	170	6,6	NIVA
08.06.2021	5	11	2	1,2	1	25	13	160		NIVA
08.06.2021	10	8	3	1,6	1	25	15	130		NIVA
30.06.2021	0	9	2	0,7	1	25	11	200	8	NIVA
30.06.2021	5	12	1	0,86	1	25	11	220		NIVA
30.06.2021	10	17	2	1,1	1	26	10	140		NIVA
03.08.2021	0	7	2	0,36	1	62	11	160	10	NIVA
03.08.2021	5	8	2	0,46	1	66	15	180		NIVA
03.08.2021	10	11	2	0,38	1	66	11	170		NIVA
01.09.2021	0			0,7						NIVA
01.09.2021	5			0,65						NIVA
01.09.2021	10			1,1						NIVA
28.09.2021	0			2,1						
28.09.2021	5			1,6						
28.09.2021	10			0,92						
A17 Referansestasjon										
17.06.2020	0								8	Felt
08.07.2020	0								7	Felt
05.08.2020	0								10	Felt
22.12.2020	0	7,6	16		47		17	270		Eurofinns
22.12.2020	5	8,7	15		46		16	260		Eurofinns
22.12.2020	10	4,2	15		46		18	250		Eurofinns
02.02.2021	0	5	16	1,1	84	710	23	260		NIVA
02.02.2021	5	5	16	0,98	83	710	24	260		NIVA
02.02.2021	10	5	16	1	84	700	24	240		NIVA
25.02.2021	0	46	5	3,2	155	960	13	320		NIVA
25.02.2021	5	7	9	7,5	56	68	23	210		NIVA
25.02.2021	10	7	11	7,7	67	96	24	210		NIVA
17.03.2021	0			0,37						NIVA
17.03.2021	5			0,35						NIVA
17.03.2021	10			0,32						NIVA
07.04.2021	0			0,32						NIVA
07.04.2021	5			0,31						NIVA
07.04.2021	10			0,31						NIVA
27.04.2021	0			0,61						NIVA
27.04.2021	5			0,68						NIVA
27.04.2021	10			1,2						NIVA
08.06.2021	0	7	2	1,5	1	25	13	150	9	NIVA
08.06.2021	5	8	2	1,1	1	25	18	170		NIVA
08.06.2021	10	13	3	1,2	1	25	18	140		NIVA

30.06.2021	0	22	2	0,59	1	25	11	230	10	NIVA
30.06.2021	5	19	2	0,78	1	25	10	200		NIVA
30.06.2021	10	21	3	0,84	1	25	13	200		NIVA

Tabell 22. Oksygenverdier fra Winkler-metoden.

Stasjon	Datum	Dybde	Oksygen (ml / l)
A01 Fossbekk	25.02.2021	0	8,82
A01 Fossbekk	25.02.2021	20	7,09
A01 Fossbekk	25.02.2021	40	6,12
A16 Skallefjorden	25.02.2021	0	8,78
A16 Skallefjorden	25.02.2021	35	5,25
A16 Skallefjorden	25.02.2021	56	5,37
A17 Referansestasjon	02.02.2021	0	7,5
A17 Referansestasjon	02.02.2021	2	5,92
A17 Referansestasjon	02.02.2021	30	5,87
A17 Referansestasjon	02.02.2021	60	5,92

Vedlegg B. Makroalger

Klassegrenser

Tabell 23. Oversikt over grenseverdier for MSMDI S1, S2 og S3 for klassifisering av makroalger i økoregion Skagerrak. Verdiene i kolonnene til høyre for artene er dyp i meter (unntatt i kolonnen lengst til høyre som angir verdi hvis forsvunnet). Veileder 02:2018.

Vanntype Arter (Latin)	Referans e-verdi (dyp m)	5 poeng hvis dyp > x	4 poeng hvis dyp > x	3 poeng hvis dyp > x	2 poeng hvis dyp > x	0 hvis forsvunnet pga. antropogene aktiviteter, ellers ingen ting
S1 (NEA 10) Åpen eksponert kyst						
Krusflik (<i>Chondrus crispus</i>)	18	13	9	5	0	Forsvunnet=0
Svartkluft (<i>Furcellaria lumbricalis</i>)	16	12	9	5	0	Forsvunnet=0
Skolmetang (<i>Halidrys siliquosa</i>)	14	10	8	4	0	Forsvunnet=0
Sukkertare (<i>Saccharina latissima</i>)	16	12	9	5	0	Forsvunnet=0
Krusblekke (<i>Phyllophora pseudocera.</i>)+ Hummerblekke (<i>Coccotylus truncatus</i>)*	30	22	18	9	0	Forsvunnet=0
Teinebusk (<i>Rhodomela confervoides</i>)	16	12	9	5	0	Forsvunnet=0
Fagerving (<i>Delesseria sanguinea</i>)	30	22	18	9	0	Forsvunnet=0
Eikeving (<i>Phyodrys rubens</i>)	29	22	17	9	0	Forsvunnet=0
S2 (NEA 8a) Moderat eksponert kyst/fjord						
Krusflik (<i>Chondrus crispus</i>)	12	8	5	3	0	Forsvunnet=0
Svartkluft (<i>Furcellaria lumbricalis</i>)	16	10	7	4	0	Forsvunnet=0
Skolmetang (<i>Halidrys siliquosa</i>)	10	8	5	3	0	Forsvunnet=0
Sukkertare (<i>Saccharina latissima</i>)	16	10	7	4	0	Forsvunnet=0
Krusblekke (<i>Phyllophora pseudocera.</i>)+ Hummerblekke (<i>Coccotylus truncatus</i>)*	22	18	12	6	0	Forsvunnet=0
Teinebusk (<i>Rhodomela confervoides</i>)	16	12	7	4	0	Forsvunnet=0
Fagerving (<i>Delesseria sanguinea</i>)	25	18	12	6	0	Forsvunnet=0
Eikeving (<i>Phyodrys rubens</i>)	22	15	10	5	0	Forsvunnet=0
S3 (NEA 9) Beskyttet fjord/kyst						
Krusflik (<i>Chondrus crispus</i>)	12	10	7	4	0	Forsvunnet=0
Svartkluft (<i>Furcellaria lumbricalis</i>)	15	12	8	4	0	Forsvunnet=0
Skolmetang (<i>Halidrys siliquosa</i>)	12	10	7	4	0	Forsvunnet=0
Sukkertare (<i>Saccharina latissima</i>)	12	8	6	3	0	Forsvunnet=0
Krusblekke (<i>Phyllophora pseudocera.</i>)+ Hummerblekke (<i>Coccotylus truncatus</i>)*	14	10	8	4	0	Forsvunnet=0
Teinebusk (<i>Rhodomela confervoides</i>)	15	12	8	4	0	Forsvunnet=0
Fagerving (<i>Delesseria sanguinea</i>)	17	13	9	5	0	Forsvunnet=0
Eikeving (<i>Phyodrys rubens</i>)	16	13	8	4	0	Forsvunnet=0

Rådata

Tabell 24. Oversikt over nedre voksedyp for makroalger som inngår i MSMDI på fire stasjoner undersøkt i 2021. Nedre voksedyp regnes som den dypeste observasjonen hvor arten forekommer med minst spredt forekomst. Vannstanden er tidevannskorrigert til sjøkartnull.

STASJON	BS19b	BS22b	BS17b	BS18b
DATO	08.09.2021	07.08.2021	08.09.2021	07.08.2021
MAX DYKKEDYP	30 m	30 m	30 m	30 m
VANNTYPE	S3	S3	S3	S1
Arter / Nedre voksedyp				
<i>Chondrus crispus</i>	9,7	4,7	8,6	13,3
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	2,7	4,7	4,7	

<i>Halidrys siliquosa</i>					8,9
<i>Saccharina latissima</i>	17,7	17,7	18,4		18,6
<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>	24,2	24	27,5		23,4
<i>Rhodomela confervoides</i>	16,7	20,2			22,8
<i>Delesseria sanguinea</i>	25,2	22,2	26,4		27,3
<i>Phycodrys rubens</i>	25,2	20,7	16		23,5

Tabell 25. Arts/taxaliste for alger og dyr i fjæresonen på to stasjoner undersøkt i 2021. 1 = enkeltfunn, 2 = spredt forekomst (0-10%), 3 = frekvent forekomst (10-25%), 4 = vanlig forekomst (25-50%), 5 = betydelig forekomst (50-75%), 6 = dominerende forekomst (75 – 100%). Opportunister og ESG1/ESG2- arter er angitt i egne kolonner.

Stasjonskode			BS20	BS21
Stasjonsnavn			Sandsnes	Gullholmen
Dato (tid)			08.09.21 15:40	08.09.21 15:15
Artsnavn	Opport.	ESG	Forekomst (semikvant. 1-6)	
Brunalger				
<i>Ascophyllum nodosum</i>		1		6
Brun skorpeformet alge - mørk				2
<i>Chorda filum</i>		1		2
<i>Chordaria flagelliformis</i>		2	3	3
<i>Cladostephus spongiosum</i>			2	
<i>Dictyota dichotoma</i>		2	5	
<i>Ectocarpus sp.</i>	1	2		3
<i>Elachista fucicola</i>		2	2	3
<i>Fucus serratus</i>		1	3	4
<i>Fucus spiralis</i>		1		3
<i>Fucus vesiculosus</i>		1	2	6
<i>Laminaria hyperborea</i>		1		1
<i>Leathesia difformis</i>		1		2
<i>Mesogloia vermiculata</i>		2		1
<i>Pylaiella littoralis</i>	1	2	3	3
<i>Saccharina latissima</i>		1		2
<i>Sargassum muticum</i>				3
<i>Scytosiphon lomentaria</i>		1	2	
<i>Sphacelaria cirrosa</i>		2	4	2
<i>Sphacelaria plumosa</i>		2	2	
<i>Spongomorpha aeruginosa</i>	1	2		2
Grønnalger				
<i>Cladophora albida</i>	1	2	2	
<i>Cladophora rupestris</i>		2	2	4
<i>Cladophora sericea</i>	1	2		2
<i>Ulva compressa</i>	1	2	2	
<i>Ulva intestinalis</i>	1	2		2

<i>Ulva lactuca</i>	1	2	2	2
Rødalger				
<i>Ahnfeltia plicata</i>		1	3	3
<i>Audouinella</i> sp.		2		1
<i>Callithamnion corymbosum</i>			2	2
<i>Ceramium tenuissimum</i>	1	2		2
<i>Ceramium virgatum</i>	1	3	2	2
<i>Chondrus crispus</i>		1	3	4
<i>Corallina officinalis</i>		1	2	2
<i>Furcellaria lumbricalis</i>		1		4
<i>Hildenbrandia rubra</i>		2		4
<i>Osmundea oederi</i>		1	2	3
<i>Polysiphonia elongata</i>		2		3
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>		2	4	4
<i>Polysiphonia fucoides</i>		2	3	
<i>Polysiphonia stricta</i>		2	3	
<i>Rhodomela confervoides</i>		2		2
Rød skorpeformet kalkalge		1	4	5
<i>Trailliella intricata</i>			3	6
Dyr				
<i>Alcyonidium</i> cf. <i>hirsutum</i>				2
<i>Asterias rubens</i>			2	2
<i>Asterias rubens</i>				2
<i>Campanularia johnstoni</i>			2	
<i>Clavelina lepadiformis</i>				2
<i>Cryptosula pallasiana</i>			2	2
<i>Dynamena pumila</i>			2	3
<i>Electra</i> cf. <i>crustulenta</i>				2
<i>Electra pilosa</i>			3	2
<i>Halichondria (Halichondria) panicea</i>				3
<i>Laomedea geniculata</i>			2	2
<i>Littorina littorea</i>				2
<i>Littorina obtusata</i>				1
<i>Littorina saxatilis</i>				2
<i>Littorina</i> sp. juvenil			2	
<i>Membranipora membranacea</i>			2	3
<i>Metridium senile pallidus</i>			2	2
<i>Mytilus edulis</i>				2
<i>Patella</i> sp.			2	2
<i>Scrupocellaria scrupea</i>			2	
<i>Semibalanus balanoides</i>			3	3
<i>Spirorbis borealis</i>			2	2
<i>Urticina felina</i>			2	

Vedlegg C. Bløtbunn

Klassegrenser

Tabell 26. Klassegrenser for bløtbunnsindekser for vanntypene S1-3 (Veileder 02:2018). Øvre grenseverdi i klasse «Svært god» representerer referanseverdien for indeksene i gruppen. Grenseverdiene gjelder for grabbgjennomsnittet (gjennomsnitt av grabbverdier). NQI1=Norwegian Quality Index; H'=Shannons diversitetsindeks; ES₁₀₀=Hurlberts diversitetsindeks; ISI₂₀₁₂=Indicator Species Index; NSI₂₀₁₂=Norwegian Sensitivity Index.

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

Tabell 27. Klassegrenser for normalisert organisk karbon (TOC) (Veileder 02:2018).

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

Rådata

Toktrapport

Toktrapport Resipientundersøkelse Lillesand 2021

Side 1/4

Toktrapport bløtbunn: Resipientundersøkelse Lillesand 2021

Feltdeltakere: Rita Næss og Hilde Cecilie Trannum, NIVA
 Forfatter: Hilde Cecilie Trannum
 NIVAs prosjektnr.: O-200300
 Dato for prøvetaking: 18. mai 21



Feltarbeidet ble utført 18. mai 2021 med båt tilhørende Skjærgårdstjenesten i Lillesand med tre stk. mannskap. Elisabeth Bokheim fra Lillesand kommune deltok på feltarbeidet som observatør.

Det ble tatt bløtbunnprøver på tre stasjoner. På hver stasjon ble tatt fire grabbprøver for faunaanalyse med en van Veen grabb med prøvetakingsareal på 0,1 m². Grabbprøver ble beskrevet visuelt i felt mht. sedimentets karakter som konsistens, lukt, lagdeling, farge samt tilstedeværelse av synlige dyr og innslag av terrestrisk materiale. Bunnmaterialet ble siktet gjennom 5 mm og 1 mm sifter og sikterestene ble så konserverte i en 10-20 % formalin-sjøvannsløsning og tilsatt boraks for buffering. Som støtteparametere for bløtbunnfaunaen ble det samlet inn sedimentprøver fra en egen grabbprøve med fin, intakt overflate. Sedimentprøver for analyse av organisk innhold (total organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN)) ble tatt fra øvre 0-1 cm av sedimentet, mens prøver for analyse av kornfordeling ble tatt fra de øvre 0-5 cm. Det ble også utført målinger av salinitet, temperatur og oksygen i vannmassene med en CTD-sonde (tilhørende kommunen) ved stasjonene.

Prøvetaking og behandling ble utført i henhold til NS-EN ISO 16665:2013¹ og NS-EN ISO 5667-19:2004². Volum ble bestemt vha. målepinne tilhørende grabben.

Samtlige stasjoner har blitt prøvetatt tidligere, sist i 2012.

Stasjonenes posisjoner og dyp er vist i **Tabell 1**. Beskrivelser av grabbprøvene er gitt i **Tabell 2**.

¹ NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnfauna (ISO 16665:2014), 33 s.

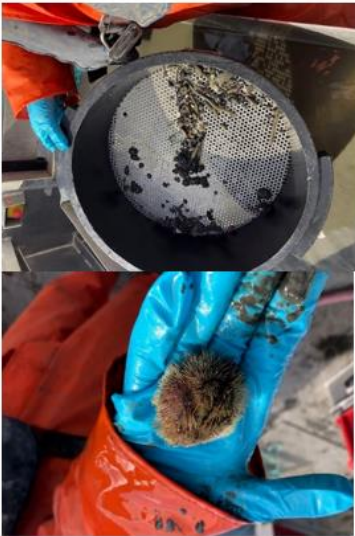
² Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667-19:2004)

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

Tabell 1. Posisjoner og dyp for bløtbunnsprøvetakingen i Lillesand, 2021. Posisjon oppgitt i desimalgrader.

Stasjon	Område	Dato	Nord	Øst	Dyp (m)
LI8	Tingsakerfjorden	18.05.2021	58,245241	8,386576	Ca. 57 m
LI5	Skallefjorden	18.05.2021	58,231597	8,36768	Ca. 60 m
LI9	Lillesand havn	18.05.2021	58,246636	8,380114	Ca. 17 m


Tabell 2. Sedimentbeskrivelse for bløtbunnsprøvetakingen i Lillesand, 2021.

Stasjon	Beskrivelse
LI8	<p>Sediment: Svært finkornet sediment. Mørkebrun/grå farge. Innslag av noe flis. Stor plastrest i en av prøvene (replikat II). Ingen lukt.</p> <p>Volum: 15-18 l.</p> <p>Synlig fauna: Mye synlige dyr. Rørbyggende og frittlevende børstemark (f.eks. knakkpølsemark og <i>Nephtys</i>), slangestjerner, og sjømus. Tomme <i>Pectaria</i>-rør.</p> <p>Et bomskudd.</p> 

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

LI5	<p>Sediment: Finkornet sediment. Mørkebrunt/svart farge med noe lysere overflate. Innslag av organisk materiale; småflis, blader. Sterk lukt av hydrogensulfid i replikat I, Noe lukt i replikat II, mens ikke i replikat III eller IV.</p> <p>Volum: 18-20 l.</p> <p>Synlig fauna: Nesten ingen synlige, levende dyr. Tomme <i>Thyasira</i>-skall, <i>Spiochaetopterus</i>-rør. <i>Scalibregmatidae</i> (repliket I). Tomme <i>Pectinaria</i>-rør, men i replikat IV var det også levende <i>Pectinaria</i>.</p> <p>Posisjon og dyp hentet fra forrige undersøkelse stemte ikke helt overens med hverandre, slik at det muligens er noe avvik fra Norconsults undersøkelse i 2012. Det anføres også at siden det første grabbskuddet hadde vesentlig lukt og med svært mørkt sediment, ble det tilstrebet å ta de neste prøvene så vidt grunnene, snarere enn dypere, enn denne.</p> <p>Et bomskudd.</p> 
------------	---

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

LI9	<p>Sediment: Sandig, brunfarget, hardt sediment med innslag av småstein. Små plastbiter i replikat III. Replikat IV hadde brun overflate, og var nærmest svart under. I denne prøven var det biter av småstein/slagg, og også rester av tare og trådformede alger.</p> <p>Volum: 6-7 l.</p> <p>Synlig fauna: Kuskjell, eremittkreps, børstemark (<i>Neptys</i>, <i>Glycera</i>), sjøstjerne.</p> <p>Stasjonen var i utgangspunktet plassert helt inne i havnen, men det ble vurdert for risikabelt å prøveta der mht. tauverk og moringer. Stasjonen ble derfor flyttet lenger ut, og i nærheten av dypvannskaia. Dette dypet er også mer egnet mht. å kunne klassifisere bunnfaunaen.</p> <p>Fem bomskudd. Byttet grabb etter replikat II da denne hadde lodd påmontert. Flyttet oss også noe lenger inn på replikat III og IV ettersom grabb II satt fast i tau eller annet, slik at det ble ansett risikabelt å gjenta prøvetaking på nøyaktig samme posisjon.</p> 
------------	---

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

Artsdata

Dokument-ID: 17832. Versjonsnummer: 2

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

**ANALYSE-
RAPPORT****Norsk institutt
for vannforskning**Gautadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00**Analyserapport marin bløtbunnsfauna**

Oppdragsgiver: NIVA

Kontaktperson oppdragsgiver: Hilde Trannum

Prosjektnummer: O-200300

Rapport ID: 010-2021

Versjon: 1

Analyseperiode: n.a.

Rapporteringsdato: 31.10.2021

Prøvemerkning (stasjons-id og grabbnummer)	Prøvens løpenummer (fra NIVAs database)	Prøvetakingsdato	Prøve mottatt dato
LiL5_G1	5475	20190518	n.a.
LiL5_G2	5476	20190518	n.a.
LiL5_G3	5477	20190518	n.a.
LiL5_G4	5478	20190518	n.a.
LiL8_G1	5479	20190518	n.a.
LiL8_G2	5480	20190518	n.a.
LiL8_G3	5481	20190518	n.a.
LiL8_G4	5482	20190518	n.a.
LiL9_G1	5483	20190518	n.a.
LiL9_G2	5484	20190518	n.a.
LiL9_G3	5485	20190518	n.a.
LiL9_G4	5486	20190518	n.a.

Informasjon om prøven fra oppdragsgiver/prøvetaker:

Resipientundersøkelse i Lillesand i 2021. LiL8 er i Tingsakerfjorden, LiL5 i Skallefjorden og LiL9 i Lillesand havn.

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

Dokument-ID: 17832. Versjonsnummer: 2

Analysereport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

Taksonomisk personell:

Grovsortering: Rita Næss

Polychaeta: Rita Næss

Crustacea: Marijana Brkljacic

Echinodermata: Rita Næss

Mollusca: Rita Næss

Varia: Rita Næss

Databehandling:

Punchekontroll: Ikke utført

Indeksberegning og beregning av nEQR: Gunhild Borgersen

Indekser og nEQR er beregnet etter: Klassifiseringsveileder 02:2018

Kommentarer: Ingen kommentarer**Underleverandører:** Det ble ikke benyttet underleverandører til dette analyseoppdraget**Vedlegg:**

A Artslister

B Indekser og nEQR (normalized Ecological Quality Ratio)

Artsregistreringer og indekser er lagt inn i NIVAs bløtbunnsdatabase.

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

Referanser:

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

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

Godkjenning: Oslo 02.11.2021

Rapport utarbeidet av: Gunhild Borgersen

Kvalitetsansvarlig: Marijana Stenrud Brkljacic

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

25.10.2021 13:39:07

2/8

Dokument-ID: 17832. Versjonsnummer: 2

Analyserapport marin bløtbunnsfauna



Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

Vedlegg A Artslister

Fullstendige artslister for bløtbunnsfauna.

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

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
Lil5	ANTHOZOA	Cerianthidae	Cerianthus lloydii				1
Lil5	NEMERTEA		Nemertea indet	6			
Lil5	POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana cirrhosa	5	5	9	4
Lil5	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	1		2	1
Lil5	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora aff. paucibranchiata	19	10	1	
Lil5	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri			1	
Lil5	POLYCHAETA	Chaetopteridae	Spiochaetopterus typicus	2	6		7
Lil5	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa		1		
Lil5	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	1			
Lil5	POLYCHAETA	Maldanidae	Maldane sarsi	7	8		
Lil5	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni	1			
Lil5	POLYCHAETA	Pectinariidae	Lagis koreni				1
Lil5	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete octocirrata				1
Lil5	POLYCHAETA	Sabellidae	Jasmineira caudata				1
Lil5	OPISTHOBANCHIA	Philinidae	Hermania sp.			1	1
Lil5	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira flexuosa	1	1		
Lil5	BIVALVIA	Corbulidae	Varicorbula gibba	11	4	3	2
Lil5	AMPHIPODA	Caprellidae	Caprellidae		1		
Lil5	ECHIURA		Echiurus echiurus			3	
Lil5	PRIAPULIDA		Priapulid caudatus	1			1
Lil5	ASTEROIDEA	Asteriidae	Asterias rubens				1
Lil5	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	1			
Lil8	PLATYHELMINTHES		Platyhelminthes indet	1			
Lil8	NEMERTEA		Nemertea indet		2	2	1
Lil8	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	4	3		
Lil8	POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe fragilis			2	
Lil8	POLYCHAETA	Phyllocecididae	Phyllocece rosea	1			
Lil8	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	1	1		1
Lil8	POLYCHAETA	Hesionidae	Neogyptis rosea		1	1	
Lil8	POLYCHAETA	Pilargidae	Pilargis papillata				2
Lil8	POLYCHAETA	Nereididae	Nereis pelagica	1			
Lil8	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys incisa		1	2	2
Lil8	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba				1
Lil8	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica	4	1	2	2
Lil8	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera		7		
Lil8	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio dubia			2	
Lil8	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax				2
Lil8	POLYCHAETA	Spionidae	Scolecopsis korsuni		2		7

25.10.2021 13:39:07

3/8

Dokument-ID: 17832. Versjonsnummer: 2

Analyserapport marin bløtbunnsfauna



Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
LIL8	POLYCHAETA	Spionidae	Spio cf. filicornis	1			
LIL8	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	5	8	5	2
LIL8	POLYCHAETA	Magelonidae	Magelona minuta	1	2		4
LIL8	POLYCHAETA	Chaetopteridae	Spiochaetopterus typicus			1	
LIL8	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa		1	1	
LIL8	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	4	5	2	5
LIL8	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Saphrobranchia hirsuta		2		1
LIL8	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa	2	3	3	2
LIL8	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	4	2		2
LIL8	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	1			
LIL8	POLYCHAETA	Capitellidae	Notomastus latericeus			1	
LIL8	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni	4	1		2
LIL8	POLYCHAETA	Ampharetidae	Anobothrus gracilis	1			
LIL8	POLYCHAETA	Terebellidae	Pista cristata	1			
LIL8	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus norvegicus	1	1		
LIL8	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus plumosus	23	15	15	15
LIL8	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii	4	4		3
LIL8	PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Hyalia vitrea	19	7	68	71
LIL8	PROSOBRANCHIA	Turritellidae	Turritellina tricarinata			2	
LIL8	PROSOBRANCHIA	Naticidae	Euspira nitida				1
LIL8	OPISTOBRANCHIA	Diaphanidae	Diaphana minuta			1	
LIL8	OPISTOBRANCHIA	Scaphandridae	Cylichna cylindracea	3	4	3	3
LIL8	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet		1		
LIL8	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula nitidosa			3	
LIL8	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella philippiana				1
LIL8	BIVALVIA	Lucinidae	Myrtea spinifera	15	8	12	4
LIL8	BIVALVIA	Thyasiridae	Adontorhina similis			1	
LIL8	BIVALVIA	Thyasiridae	Axinulus croulinensis			1	2
LIL8	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira flexuosa	4	3	1	3
LIL8	BIVALVIA	Lasaeyidae	Kurtiella bidentata	7	3	3	3
LIL8	BIVALVIA	Lasaeyidae	Tellimya tenella		5	7	5
LIL8	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	2	2	3	4
LIL8	BIVALVIA	Arcticidae	Arctica islandica				1
LIL8	BIVALVIA	Corbulidae	Varicorbula gibba	5	3	4	
LIL8	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria obesa	1			
LIL8	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata		1		
LIL8	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	9	7	4	6
LIL8	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	12	15	11	14
LIL8	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera		2	2	2
LIL9	ANTHOZOA	Cerianthidae	Cerianthus lloydii			2	1
LIL9	ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsia sp.	4	2	2	3
LIL9	PLATYHELMINTHES		Platyhelminthes indet	1			
LIL9	NEMERTEA		Nemertea indet	14	5	20	9
LIL9	POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana cirrhosa		3		9

25.10.2021 13:39:07

4/8

Dokument-ID: 17832. Versjonsnummer: 2

Analyserapport marin bløtbunnsfauna



Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
LiL9	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eumida sp.			1	
LiL9	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica				2
LiL9	POLYCHAETA	Hesionidae	Neogyptis rosea				1
LiL9	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata				7
LiL9	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone verugera	1			
LiL9	POLYCHAETA	Syllidae	Paraxogone hebes		1	2	3
LiL9	POLYCHAETA	Syllidae	Sphaerosyllis hystrix				4
LiL9	POLYCHAETA	Syllidae	Syllis armillaris				1
LiL9	POLYCHAETA	Nereididae	Platynereis dumerilii				1
LiL9	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys hombergii	1			
LiL9	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	2	1	5	1
LiL9	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	3	4	2	3
LiL9	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris cf. aniara	3		1	
LiL9	POLYCHAETA	Dorvilleidae	Protodorvillea kefersteini			11	1
LiL9	POLYCHAETA	Orbiniidae	Scoloplos armiger		1	2	2
LiL9	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra			5	
LiL9	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera		2	3	6
LiL9	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	4	2	13	6
LiL9	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio multibranchiata				1
LiL9	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora aff. paucibranchiata	1	1		8
LiL9	POLYCHAETA	Magelonidae	Magelona alleni				1
LiL9	POLYCHAETA	Magelonidae	Magelona minuta	3	1	7	8
LiL9	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	3			1
LiL9	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone cf. zellandica				2
LiL9	POLYCHAETA	Cirratulidae	Macrochaeta clavicomis				4
LiL9	POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx killariensis			119	35
LiL9	POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx sp.		1		
LiL9	POLYCHAETA	Fiabelligeridae	Diplocirrus glaucus	1	7	3	5
LiL9	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	2	2	10	6
LiL9	POLYCHAETA	Capitellidae	Mediomastus fragilis	1		4	17
LiL9	POLYCHAETA	Capitellidae	Notomastus latericeus	1			1
LiL9	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine gracilior	2			
LiL9	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata			2	
LiL9	POLYCHAETA	Pectinariidae	Lagis koreni	1	4		
LiL9	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete octocirrata	4			1
LiL9	POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna cristata	1			
LiL9	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane sulcata	5	2		
LiL9	POLYCHAETA	Terebellidae	Eupolymnia nebulosa				1
LiL9	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus plumosus	1			23
LiL9	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus sp.				1
LiL9	POLYCHAETA	Terebellidae	Streblosoma intestinale	1			
LiL9	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii	4	1		2
LiL9	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Trichobranchus roseus	8	1		
LiL9	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone sp.	1	1		

25.10.2021 13:39:07

5/8

Dokument-ID: 17832. Versjonsnummer: 2

Analyserapport marin bløtbunnsfauna



Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
LiL9	POLYCHAETA	Sabellidae	Jasmineira caudata		10	4	4
LiL9	POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet				1
LiL9	POLYCHAETA	Serpulidae	Hydroides norvegica				1
LiL9	OLIGOCHAETA		Tubificoides benedii			2	4
LiL9	PROSOBRANCHIA	Turritellidae	Turritellina tricarinata	2		1	
LiL9	PROSOBRANCHIA	Naticidae	Euspira nitida	1			
LiL9	PROSOBRANCHIA	Raphitomidae	Raphitoma sp.		1	1	
LiL9	OPISTOBRANCHIA	Diaphanidae	Diaphana minuta				1
LiL9	OPISTOBRANCHIA	Retusidae	Retusa umbilicata			1	
LiL9	OPISTOBRANCHIA	Philineidae	Philine quadripartita			2	1
LiL9	OPISTOBRANCHIA	Scaphandridae	Cylichna cylindracea	10	1	1	
LiL9	OPISTOBRANCHIA	Akeridae	Akera bullata			1	
LiL9	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula nitidosa	11	1	3	10
LiL9	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula tumidula		1		
LiL9	BIVALVIA	Mytilidae	Musculus subpictus	1			
LiL9	BIVALVIA	Lucinidae	Lucinoma borealis	2			
LiL9	BIVALVIA	Lucinidae	Myrtea spinifera	5			
LiL9	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira flexuosa	27	32	73	46
LiL9	BIVALVIA	Lasaeidae	Kurtiella bidentata				2
LiL9	BIVALVIA	Cardiidae	Papiliocardium minimum	1			
LiL9	BIVALVIA	Solenidae	Phaxas pellucidus	1		1	
LiL9	BIVALVIA	Psammobiidae	Gari fervensis			1	
LiL9	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	2			
LiL9	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra sp.		1		
LiL9	BIVALVIA	Arcticidae	Arctica islandica	4			
LiL9	BIVALVIA	Veneridae	Chamelea striatula		3	2	
LiL9	BIVALVIA	Veneridae	Dosinia lupinus	1	4		1
LiL9	BIVALVIA	Veneridae	Timoclea ovata		1	1	
LiL9	BIVALVIA	Corbulidae	Varicorbula gibba	15	7	4	2
LiL9	BIVALVIA	Thraciidae	Thracia phaseolina		2		2
LiL9	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria obesa	1			
LiL9	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella truncatula	3			
LiL9	TANAIDACEA	Parathanidae	Tanaidacea indet	1		5	12
LiL9	AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampelisca sp.			1	
LiL9	AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampelisca tenuicornis	2	1		
LiL9	AMPHIPODA	Melitidae	Cheirocratus sundevallii				2
LiL9	AMPHIPODA	Haustoriidae	Urothoe elegans		1		
LiL9	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula		1		
LiL9	AMPHIPODA	Corophiidae	Crassikorophium bonellii				1
LiL9	DECAPODA	Alpheidae	Athanas nitescens				1
LiL9	DECAPODA	Hippolytidae	Eualus cranchii				1
LiL9	DECAPODA	Callianassidae	Callianassa subterranea			2	1
LiL9	DECAPODA	Callianassidae	Upogebia stellata				1
LiL9	DECAPODA	Galatheididae	Galathea sp.				1

25.10.2021 13:39:07

6/8

Dokument-ID: 17832. Versjonsnummer: 2

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
LiL9	DECAPODA	Paguridae	Pagurus sp.		1		
LiL9	DECAPODA	Leucosiidae	Ebalia tuberosa		1	1	
LiL9	DECAPODA	Majidae	Eurynome aspera				2
LiL9	SIPUNCULIDA		Nephasoma (Nephasoma) minutum	3	4		4
LiL9	SIPUNCULIDA		Phascolion (Phascolion) strombus	1			
LiL9	PHORONIDA		Phoronis muelleri	10	1	4	1
LiL9	ASTEROIDEA	Astropectinidae	Astropecten irregularis			1	
LiL9	ASTEROIDEA	Asteriidae	Asterias rubens		2		
LiL9	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil	4	2		1
LiL9	ECHINOIDEA	Loveniidae	Echinocardium cordatum				2
LiL9	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax buskii	2			

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

Økernveien 94 • 0579 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no