

ØKOSTOR 2021 Basisovervåking av store innsjøer

Utarbeidet av :

Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

Norsk institutt for naturforskning (NINA)

Akvaplan-niva



Kolofon

Utførende institusjon (institusjonen er ansvarlig for innholdet i rapporten)

Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Norsk institutt for naturforskning (NINA), Akvaplan-niva

Oppdragstakers prosjektansvarlig

Sigrid Haande

Kontaktperson i Miljødirektoratet

Preben Danielsen og Gunnar Skotte

M-nummer

2333

År

2022

Sidetall

173

Miljødirektoratets kontraktnummer

21087250

Utgiver

Miljødirektoratet, NIVA-rapport 7781-2022
ISBN 978-82-577-7517-9

Prosjektet er finansiert av

Miljødirektoratet

Forfatter(e)

Haande, S., Schartau, A.K., Dahl-Hansen, G., Demars, B., Dokk, J.G., Eikland, K.A., Gjelland, K.Ø., Hammenstig, D., Havn, T.B., Jensen, T.C., Lie, E.F., Lungrin, E., Mjelde, M., Persson, J., Saksgård, R., Solberg, I., Skjelbred, B., Solhaug Jenssen, M.T., Walseng, B.

Tittel – norsk og engelsk

ØKOSTOR 2021: Basisovervåking av store innsjøer. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand i henhold til vannforskriften.
Surveillance monitoring of large Norwegian lakes 2020. Testing of methodology for monitoring and classification of ecological status according to the Water Framework Directive.

Sammendrag – summary

Rapporten presenterer resultatene fra det 7. året med basisovervåking av økologisk tilstand i store norske innsjøer i henhold til vannforskriften. Overvåkingen i 2021 omfattet totalt ti store innsjøer: Gjende, Mjøsa, Øyeren, Byglandsfjorden, Lundevatnet, Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet, Vangsvatnet, Selbusjøen og Takvatnet. Samlet økologisk tilstand på tvers av alle de undersøkte kvalitetselementene viste at Takvatnet var i svært god økologisk tilstand, mens Gjende, Mjøsa, Lundevatnet, Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet og Vangsvatnet var i god økologisk tilstand i 2021 basert på de kvalitetselementene som er lagt til grunn. Øyeren og Byglandsfjorden var i moderat økologisk tilstand og det var henholdsvis småkreps (eutrofieringsindeks) og fisk (NEFI-indeks) som var utslagsgivende kvalitetselementer for den samlede klassifiseringen. Med unntak av for Gjende vurderes usikkerhet i tilstandsklassifiseringen å være moderat for alle innsjøene undersøkt i 2021.

4 emneord

Basisovervåking, Store innsjøer,
Vannforskriften, Økologisk tilstand

4 subject words

Surveillance monitoring, Large lakes, EU
Water Framework Directive, Ecological status

Forsidefoto

Eikesdalsvatnet, Foto: Marthe Torunn Solhaug Jenssen, NIVA

Forord

Denne rapporten inneholder resultatene fra det syvende året av basisovervåkingen av økologisk tilstand i store innsjøer iht. vannforskriften. Vangsvatnet, Hornindalsvatnet og Eikesdalsvatnet på Vestlandet, Byglandsfjorden og Lundevatnet på Sørlandet, Øyeren, Mjøsa og Gjende på Østlandet, Selbusjøen i Trøndelag og Takvatnet i Troms og Finnmark ble undersøkt i 2021. Gjende og Takvatnet er kun undersøkt mht. de pelagiske kvalitetselementene i 2021, mens Selbusjøen er undersøkt mht. pelagiske kvalitetselementer og fisk. De øvrige innsjøene er undersøkt for alle kvalitetselementer.

Arbeidet er utført som et samarbeid mellom NIVA, NINA og Akvaplan-niva på oppdrag fra Miljødirektoratet (kontrakt nr. 21087250). NIVA har prosjektledelsen, samt hovedansvar for planteplankton, vannplanter og fysisk-kjemiske kvalitetselementer, mens NINA har hovedansvar for krepsdyrplankton, litorale småkreps og fisk. Akvaplan-niva har ansvar for pelagisk feltarbeid i innsjøene i Nord Norge.

Prosjektgruppen har bestått av følgende personer:

- Sigrid Haande, NIVA (prosjektleder NIVA, koordinering av feltarbeid og rapportering, ansvarlig vannkjemiske undersøkelser, hovedansvarlig for rapportering),
- Ann Kristin Schartau, NINA (prosjektleder NINA, koordinering av feltarbeid og rapportering, ansvarlig krepsdyrundersøkelser, medansvarlig for rapportering),
- David Hammenstig, Akvaplan-niva (prosjektleder Akvaplan-niva, pelagisk feltarbeid Takvatnet),
- Jonas Persson, NIVA (koordinering og gjennomføring av pelagisk feltarbeid, databearbeiding av vertikalprofiler og vannkjemiske data, samt redigering av figurer og tabeller),
- Knut Andreas Eikland, NINA (koordinering av pelagisk feltarbeid, og ansvarlig for fiskeundersøkelser og vedleggsrapport for fisk),
- Jan-Erik Thrane, NIVA (pelagisk feltarbeid Mjøsa),
- Asle Økelsrud, NIVA (pelagisk feltarbeid Mjøsa, båtfører vannplanteundersøkelser),
- Geir Dahl-Hansen, Akvaplan-niva (pelagisk feltarbeid Takvatnet),
- Benoît Demars, NIVA (vannplanteundersøkelser),
- Marthe Torunn Solhaug Jensen, NIVA (vannplanteundersøkelser),
- Marit Mjelde, NIVA (ansvarlig vannplanteundersøkelser),
- Lise Tveiten, NIVA (båtfører vannplanteundersøkelser),
- Birger Skjelbred, NIVA (ansvarlig planteplanktonundersøkelser),
- Thomas C. Jensen, NINA (krepsdyrundersøkelser),
- Bjørn Walseng, NINA (krepsdyrundersøkelser, litoralt feltarbeid Sørlandet),
- John Gunnar Dokk, NINA (pelagisk feltarbeid Gjende, feltarbeid ifm. fiskeundersøkelser),
- Ingrid Solberg, NINA (fiskeundersøkelser),
- Karl Øystein Gjelland, NINA (fiskeundersøkelser),

- Erik Friele Lie, NINA (pelagisk og litoralt feltarbeid Vestlandet og Midt-Norge, fiskeundersøkelser),
- Randi Saksgård, NINA (litoralt feltarbeid Vestlandet),
- Elina Lungrin, NINA (litoralt feltarbeid Østlandet).

Statens Naturoppsyn, SNO, har bistått med båt og båtførere til det pelagiske feltarbeidet på alle innsjøene, og takkes for glimrende samarbeid og koordinering ved seksjonssjef Arnstein Johnsen. SNOs båtførere Lars Tore Ruud, Haakon Haaverstad, Finn Bjormyr, Simen Bredvold, Gry Liljefors, Kristoffer Ullern Hansen, Sverre Søten, Rune Holen, Michael Eklo, Odd Magne Kvålshagen, Stig Lasse Rosendal, Jon Ove Scheie og Torbjørn Berglund takkes for utrettelig og profesjonell manøvrering av SNO-båtene, samt for utmerket feltassistanse til NINAs og NIVAs personell. Vi vil også takke Torgeir Havn, NINA for gjennomføring av pelagisk prøvetaking i Selbusjøen i juni, Vegard M. Ambjørndalen og Elina Lungrin, begge NINA, for bistand til ekkoloddundersøkelser i august.

For Mjøsa er de pelagiske kvalitetselementene (vannkjemi, planteplankton og krepsdyrplankton) undersøkt av NIVA i et eget tiltaksrettet overvåkingsprosjekt finansiert av Vassdragsforbundet for Mjøsa med tilløpselver (Thrane mfl. 2022). Resultatene fra hovedstasjonen Skreia er rapportert her.

Silje Johansson ved NIVAs laboratorium har sammenstilt og kvalitetssikret alle rådata fra de vannkjemiske analysene, mens Siri Moy, NIVA, har sammenstilt vedleggene. Stasjonskartene i Figur 1 og i Vedlegg C er utarbeidet av Dag Ø. Hjermann, NIVA. NIVAs instrumentsentral har vært behjelpelig med råd og teknisk støtte mht. vedlikehold og bruk av multisensorsonden og rosettsampleren. Alle takkes for god innsats.

Takk til Eva Klausen, NVE, som har skaffet til veie vannstandsdata.

I samråd med Miljødirektoratet er det gjort enkelte endringer i denne rapporten sammenlignet med de foregående årsrapportene i ØKOSTOR programmet:

- Resultatene pr. kvalitetselement er ikke presentert og diskutert i et eget kapittel. Basisdata og figurer for hvert kvalitetselement er presentert i vedlegg.
- Resultatene presenteres for hver innsjø i kapittel 4. For innsjøene som overvåkes årlig (Gjende, Mjøsa, Selbusjøen og Takvatnet) skal det kun gis en full presentasjon av resultatene hvert 4. år når det gjennomføres prøvetaking av alle kvalitetselementer.
 - I 2021 er det gjennomført fullt program i Mjøsa og resultatene presenteres i kapittel 4.

- I 2021 ble det gjennomført redusert program i Gjende, Selbusjøen og Takvatnet og i kapittel 4 presenteres det for disse innsjøene kun en tabell med tilstandsklassifisering og en kort konklusjon.
- Fisk ble undersøkt i et eget FoU-prosjekt om metodikk for overvåking av fiskebestander i store innsjøer (FIST) i perioden 2015-2020. Fra 2021 er fiskeundersøkelsene en integrert del av ØKOSTOR. Av hensyn til denne årsrapportens totale omfang er detaljene knyttet til feltmetodikk, resultater og grunnlaget for klassifisering presentert i en egen vedleggsrapport (se Eikland mfl. 2022b) etter ønske fra Miljødirektoratet. Vedleggsrapporten er tilgjengelig her: <https://hdl.handle.net/11250/3022532>

Anne Lyche Solheim og Jan-Erik Thrane, NIVA, og Jon Museth, NINA, har kvalitetssikret rapporten.

Oslo, 28.10.2022

Sigrid Haande,
Seniorforsker, NIVA

Ann Kristin Schartau,
Seniorforsker, NINA

Innhold

Sammendrag.....	9
Summary	13
1. Innledning	17
1.1 Bakgrunn	17
1.2 Mål og innhold	19
2. Presentasjon av innsjøene.....	21
2.1 Geografisk lokalisering	21
2.2 Vannstandsvariasjoner	23
2.3 Vanntyper	26
3. Materiale og metoder.....	29
3.1 Prøvetaking.....	29
3.2 Analyser og klassifiseringsmetodikk	32
3.2.1 Analyser	32
3.2.2 Prosedyre for klassifisering, inkl. vurderinger av usikkerheter og begrensninger.....	32
4. Tilstandsvurdering pr. innsjø.....	35
4.1 Innledning inkl. usikkerhetsvurdering	35
4.2 Gjende.....	37
4.3 Mjøsa.....	40
4.4 Øyeren	46
4.5 Byglandsfjorden.....	51
4.6 Lundevatnet	56
4.7 Eikesdalsvatnet	61
4.8 Hornindalsvatnet.....	67
4.9 Vangsvatnet.....	72
4.10 Selbusjøen	77
4.11 Takvatnet	80
4.12 Økologisk tilstand i alle innsjøer inkl. usikkerhetsvurderinger	83
4.12.1 Beregning av samlet tilstand over kvalitetselementer og år	83
4.12.2 Vurdering av tilstand i 2021 og samlet for siste seksårsperiode	84
4.12.3 Usikkerhetsvurderinger for hver innsjø	84
5. Referanser.....	88
Vedlegg A. Oversikt over alle innsjøer i ØKOSTOR programmet i 2021	93
Vedlegg B. Dybdekart.....	94

Vedlegg C. Oversikt over målestasjoner (tabeller med koordinater og kart)	105
Vedlegg D. Vertikalprofiler basert på sondemålinger i 2021	115
Vedlegg E. Vannkjemiske data	136
E1. Vannkjemiske data fra blandprøver, samt siktedyp	136
E2. Vannkjemiske data fra enkeltdyp, våren 2021	146
E3. Figurer og tabeller	148
Vedlegg F. Planteplankton.....	154
Vedlegg G. Vannplanter	160
Vedlegg H. Småkreps	166

Sammendrag

Overvåking av store innsjøer er et eksplisitt krav i vannforskriften og ble igangsatt av Miljødirektoratet i 2015. Dette kravet bunner i den betydningen store innsjøer har for viktige økosystemtjenester for store befolkningsgrupper, bl.a. vannforsyning, rekreasjon, fiske, turisme, flomdemping og retensjon av næringssalter.

Målsettingen med basisovervåkingen av store innsjøer er å klassifisere økologisk tilstand basert på overvåking av alle relevante kvalitetselementer. En tilleggsmålsetting er tilpasning og utprøving av eksisterende metoder for overvåking og klassifisering til bruk i store, dype innsjøer. Resultatene genererer også ny limnologisk og økologisk kunnskap om våre store innsjøer, inkludert biologisk mangfold, produktivitet, trofiske interaksjoner og selvrensingsevne. Denne kunnskapen kan brukes til å forbedre klassifiseringssystem og forvaltningsplaner med hensyn til flere kjente påvirkninger (eutrofiering/regulering), samt nyere miljøutfordringer knyttet til klimaendringer og introduserte/invaderende arter.

Miljøtilstanden i mange av de store innsjøene har vært undersøkt tidligere, også før vanndirektivet, men dataene er for gamle til å klassifisere dagens økologiske tilstand.

Overvåkingen i 2021 omfattet totalt ti store innsjøer i fem økoregioner, Vangsvatnet, Hornindalsvatnet og Eikesdalsvatnet på Vestlandet, Byglandsfjorden og Lundevatnet på Sørlandet, Øyeren, Mjøsa og Gjende på Østlandet, Selbusjøen i Midt-Norge og Takvatnet i Nord-Norge - Indre. De fleste innsjøene overvåkes hvert 4. år for alle kvalitetselementer (sist i 2017), men Gjende, Mjøsa, Selbusjøen og Takvatnet overvåkes også hvert år mht. pelagiske kvalitetselementer. Gjende har vært undersøkt siden 2015, Selbusjøen siden 2016 og Takvatnet siden 2018. Mjøsa har vært overvåket mht. pelagiske kvalitetselementer siden 1970-årene, men ble supplert med vannplanter og småkreps i 2017 (i regi av ØKOSTOR) og fisk i 2018 og 2020 (i regi av FIST-prosjektet).

Overvåkingen i 2021 omfatter Norges største innsjø (Mjøsa, 366 km²) og Europas dypeste innsjø (Hornindalsvatnet,), og Gjende i Jotunheimen er Norges mest ikoniske fjellsjø med sin karakteristiske blågrønne farge pga. tilførsler av brepartikler. Til tross for at Gjende er en bresjø, har den blitt klassifisert som om den var en kalkfattig, klar fjellsjø, da Norge ikke har utviklet noe klassifiseringssystem for bresjøer. Klassifiseringen av fosfor og siktedyp har blitt korrigert mht. bidraget fra brepartiklene. De fleste av 2021-sjøene er kalkfattige eller svært kalkfattige med unntak av Mjøsa og Øyeren som har kalsium-konsentrasjon nær typegrensen kalkfattig/moderat kalkrik og Takvatnet som er moderat kalkrik. Ingen av innsjøene er humøse. En innsjø har ekstremt lav kalsiumkonsentrasjon (Lundevatnet med Ca på 0,4 mg/l) og én innsjø er ekstremt klar (Eikesdalsvatnet med fargetall på 1 mg Pt/l).

Eikesdalsvatnet og Selbusjøen er sterkt modifiserte vannforekomster pga. vannkraft. Miljømålet for disse er *godt* økologisk potensial, som ikke kan vurderes ut fra klassifiseringssystemet for økologisk tilstand. Disse er likevel klassifisert for å kunne vurdere effekter av reguleringen og andre påvirkninger på økosystemet. Resultatene kan ikke brukes til å fastsette eventuelt avvik fra miljømålet i vannforskriften, men som innspill til videre forvaltning av sterkt modifiserte innsjøer.

Resultatene som presenteres for de fleste innsjøene omfatter alle biologiske kvalitetselementer unntatt bunndyr, som ikke ble undersøkt i 2021. Fysisk-kjemiske støtteparametrene som har relevans for hhv. eutrofiering (fosfor, nitrogen og siktedyp) og forsuring (pH, ANC og labilt aluminium), samt hydromorfologiske kvalitetselementer er også inkludert. I tillegg presenteres vertikalprofiler av klorofyll fluorescens, temperatur, oksygen, turbiditet, ledningsevne og pH.

Rapporten presenterer resultater for hver enkelt innsjø (på tvers av kvalitetselementer) (kap. 4). For innsjøene som overvåkes årlig og som har hatt redusert program er det kun en enkel rapportering av resultater i form av tabell med tilstandsklassifisering og en konklusjon.

Sommeren 2021 var varmere i Sør-Norge og på Vestlandet sammenlignet med forrige gang innsjøene ble undersøkt i 2017 (Lyche Solheim mfl. 2018). Maksimumstemperaturen varierte fra 21,1 °C i Øyeren til 10,8 °C i Gjende i 2021, men fra 17 °C til 8 °C i de samme to innsjøene i 2017. Alle innsjøene hadde gode oksygenforhold fra overflate til bunnen hele vekstsesongen med en O₂-konsentrasjon >9 mg/l, som er over grenseverdien god/moderat for laksefisk. Sprangsjiktet lå på 15-20 m i de fleste innsjøene. I Gjende var det ingen tydelig sjiktning i vannmassene på noe tidspunkt, pga. kaldt klima og tilførsler av smeltevann fra breene i Jotunheimen. Alle innsjøene har svært lav turbiditet med unntak av Gjende og Øyeren. I Gjende er det tilførsler av brepartikler som gir høyere turbiditet, mens i Øyeren skyldes den høye turbiditeten, stor partikkeltilførsel fra Glomma, samt fra leirpåvirkete tilløpselver (f.eks. Leira).

Ledningsevnen var lavest i Byglandsfjorden og Gjende (<1 mS/m) og høyest i Takvatnet (>6 mS/m), noe som gjenspeiler forskjellen i kalsiumkonsentrasjon. Målingene av pH gjenspeiler også forskjellen mellom innsjøenes kalsiumkonsentrasjon med lave pH-verdier (5,7-6,0) i Lundevatnet som er svært kalkfattig, og høyest pH-verdier (>7,0) i de mest kalkrike innsjøene (Mjøsa, Øyeren, Selbusjøen og Takvatnet).

De biologiske kvalitetselementene viste *svært god* eller *god* økologisk tilstand i alle innsjøene i 2021, med følgende unntak som ga *moderat* tilstand: Småkreps i Øyeren (CIT-indeksen), fisk i Byglandsfjorden (NEFI-indeksen) og fisk i Selbusjøen (fremmede arter).

Planteplanktonbiomassen var svært lav i de fleste innsjøene (klorofyll $<1,7 \mu\text{g/l}$) og lav i Mjøsa ($2,3 \mu\text{g/l}$) og Øyeren ($3 \mu\text{g/l}$). Dominerende taksa var gullalger, kiselalger og svelgflagellater, som er typiske for oligotrofe innsjøer. Store kiselalger dominerte på sensommeren i både Mjøsa, Øyeren og Gjende, noe som kan være et tegn på en svak eutrofiering. Maksimum biomasse av cyanobakterier i epilimnion var imidlertid svært lav i alle innsjøene. I begynnelsen av juli i 2021 var det oppblomstringer av cyanobakterier av typen *Dolichospermum lemmermannii* langs land i Mjøsa. Årsaken er trolig en kombinasjon av stadig varmere vann og avrenning av fosfor og nitrogen fra jordbruksarealene rundt Mjøsa etter flere styrtregneepisoder i juni. Det høyeste artsantallet ble funnet i Mjøsa og det laveste i Gjende. Den økologiske tilstanden var *svært god* i alle innsjøene unntatt Gjende, Mjøsa og Øyeren, der den var *god*.

Vannplantene var dominert av arter som er typiske for næringsfattige innsjøer. Det høyeste artsantallet ble funnet i Mjøsa, mens færrest arter ble funnet i Eikesdalsvatnet som har bratt litoralsone med grovt substrat. Det ble også funnet lav artsantall i de svært kalkfattige innsjøene Byglandsfjorden og Lundevatnet. Tilstanden var *svært god* i Eikesdalsvatnet og *god* i de andre innsjøene som ble undersøkt. I Mjøsa, Øyeren, Hornindalsvatnet og Vangsvatnet var det eutrofieringsindeksen som var utslagsgivende, men det i Byglandsfjorden og Lundevatnet var forsuringindeksen som var utslagsgivende.

Småkrepsamfunnet var typisk for mange næringsfattige innsjøer, med lav artsdiversitet og dominans av arter som finnes i de fleste norske innsjøer. Øyeren og delvis Mjøsa skilte seg ut med relativt høy diversitet og forekomst av arter som knyttes til noe mer nærings-/kalkrike forhold. Lavest artsantall ble registrert i de to innsjøene på Nord-Vestlandet; Hornindalsvatnet og Eikesdalsvatnet. Tettheten av krepsdyrplankton fulgte motsatt mønster med høyest tetthet i Vangsvatnet, Hornindalsvatnet og Eikesdalsvatnet og lavest tetthet i Mjøsa og Øyeren, noe som kan gjenspeile mer intensiv fiskepredasjon i de østlige innsjøene. Småkreps var i *svært god* tilstand i Vangsvatnet og Hornindalsvatnet og i *god* tilstand i Mjøsa, Byglandsfjorden, Lundevatnet og Eikesdalsvatnet. Eutrofieringsindeksen for småkreps indikerte at Øyeren var i *moderat* tilstand. De øvrige innsjøene kunne ikke klassifiseres i 2021 pga. manglende data på litorale småkreps.

Den pelagiske tettheten av fisk ble undersøkt i åtte av innsjøene i 2021 (alle unntatt Gjende og Takvatnet). Sammenlignet med tidligere ekkoloddregistreringer var tettheten og biomassen av fisk lavere i de øverste 10 m; fisken sto dypere og var konsentrert om sprangsjiktet. Pelagisk fiskebiomasse pr. hektar var størst i Øyeren ($19,3 \text{ kg/ha}$) og Mjøsa (19 kg/ha) og lavest i Byglandsfjorden ($0,6 \text{ kg/ha}$). Eutrofieringsindeksen WS-FBI indikerte at samtlige innsjøer var i *svært god* tilstand mht. pelagisk fisk. Undersøkelse av fiskesamfunnet i litoralen og profundalen ga også *svært god* tilstand for Vangsvatnet og Hornindalsvatnet, mens fiskesamfunnet i Byglandsfjorden, som er påvirket av vannkraftsregulering og forsuring og en fremmed art (ørekyt), var i *moderat* tilstand. Resultatene for

fiskeundersøkelsene i ØKOSTOR 2021 er presentert i en egen [vedleggsrapport](#) (Eikland mfl. 2022b).

De vannkjemiske eutrofieringsparameterne ga *svært god* eller *god* tilstand i alle innsjøene. Tre innsjøer (Hornindalsvatnet, Eikesdalsvatnet og Takvatnet) er ultraoligotrofe (Tot-P på 2-3 µg/l og siktedyp på 8-12 m). De øvrige innsjøene er oligotrofe (Tot-P på 3-6 µg/l og siktedyp på 3-7 m). Øyeren hadde den høyeste fosforkonsentrasjonen (Tot-P på 10 µg/l, PO₄ på 4 µg/l) og det minste siktedypet (2,2 m), hovedsakelig pga. høy turbiditet. I Øyeren er siktedypet ikke brukt i den endelige klassifiseringen pga. høy turbiditet og problemer med vurdering av referansetilstanden. De vannkjemiske forsuringsparameterne ga *svært god* eller *god* tilstand i alle innsjøene. Det er Byglandsfjorden og Lundevatnet som er i *god* tilstand og det indikerer at disse innsjøene kan være noe preget av forsurening.

De hydromorfologiske parameterne ga *svært god* tilstand i alle de uregulerte innsjøene. I de svakt regulerte innsjøene Mjøsa, Byglandsfjorden og Lundevatnet var disse i *god* tilstand. I Øyeren ga forholdet mellom reguleringshøyde og siktedyp tilstandsklasse *moderat*, men dette kan også skyldes at siktedypet er svært lavt i denne innsjøen grunnet høy turbiditet. Selbusjøen er sterkt modifisert og har en reguleringshøyde på 6,3 m og her gav de hydromorfologiske parameterne ga *moderat* tilstand.

Samlet økologisk tilstand på tvers av alle de undersøkte kvalitetselementene viste at Takvatnet var i *svært god* økologisk tilstand, mens Gjende, Mjøsa, Lundevatnet, Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet og Vangsvatnet var i *god* økologisk tilstand i 2021 basert på de kvalitetselementene som er lagt til grunn. Øyeren og Byglandsfjorden var i *moderat* økologisk tilstand og det var henholdsvis småkreps (eutrofieringsindeks) og fisk (NEFI-indeks) som var utslagsgivende kvalitetselementer for den samlede klassifiseringen.

Med unntak av for Gjende vurderes usikkerhet i tilstandsklassifiseringen å være *moderat* for alle innsjøene undersøkt i 2021. Årsaker til at fastsettelse av økologisk tilstand vurderes som relativt usikker er begrenset med data for de fleste kvalitetselementer, manglende overvåking av bunndyr og for enkelte innsjøer også varierende resultater mellom år. For Gjende er usikkerhet i tilstandsklassifiseringen høy pga. svært begrenset med erfaringsgrunnlag fra slike brepåvirkede innsjøer.

Summary

Monitoring of large lakes is an explicit requirement of the Water Framework Directive (WFD) and was initiated by the Norwegian Environment Agency in 2015. This requirement reflects the significant importance of the ecosystem services provided by large lakes to society and the economy, e.g. water supply, recreation, fishing, tourism, flood reduction and nutrient retention.

The objective of the surveillance monitoring of large lakes is to classify their ecological status based on the monitoring of all relevant quality elements. An additional objective is the adaptation and testing of existing methods for monitoring and classification of large, deep lakes. The results also generate new limnological and ecological knowledge about our large lakes, including biodiversity, productivity, trophic interactions and self-purification ability. This knowledge can be used to improve the classification system and management plans, with regard to known impacts (eutrophication and hydromorphological alterations), along with informing the response to recent environmental challenges arising from climate change and introduced, invasive species.

The environmental condition of many large Norwegian lakes has been investigated previously, also prior to the implementation of WFD, but these data are too old to be used for the classification of their current ecological status.

Ten large lakes in five ecoregions were monitored in 2021: Vangsvatnet, Hornindalsvatnet and Eikesdalsvatnet in Vestlandet, Byglandsfjorden and Lundevatnet in Sørlandet, Øyeren, Mjøsa and Gjende in Østlandet, Selbusjøen in Midt-Norge and Takvatnet in Nord-Norge - Indre. Gjende, Mjøsa, Selbusjøen and Takvatnet are monitored annually for pelagic quality elements. Gjende has been surveyed since 2015, Selbusjøen since 2016 and Takvatnet since 2018. Mjøsa has been monitored for pelagic quality elements since the 1970s, but this was supplemented with macrophytes and microcrustaceans in 2017 (within ØKOSTOR) and fish in 2018 and 2020 (in the FIST project).

The lakes monitored in 2021 include Norway's largest lake (Mjøsa, 366 km²), the deepest lake in Europe (Hornindalsvatnet, 514 m), and Gjende in Jotunheimen, Norway's most iconic mountain lake with its characteristic blue-green color due to glacial silt. Gjende is a glacial lake for which no classification system has yet been developed. Therefore, it has been classified as a clear mountain lake. However, the classification of phosphorus and Secchi depth has been corrected for the contribution of glacial particles. Most of the 2021-lakes have low, or very low, alkalinity, except for Mjøsa and Øyeren, which have alkalinities close to the boundary between low and moderate and Takvatnet which has a moderate alkalinity. All lakes are clearwater lakes. One of the lakes has extremely low calcium concentrations

(Lundevatnet, 0,4 mg Ca/l) and one lake is extremely clear (Eikesdalsvatnet, 1 mg Pt/l, Secchi depth 14-23 m).

Eikesdalsvatnet and Selbusjøen are heavily modified water bodies, due to hydropower production. The environmental objective for these is *good* ecological potential, which cannot be assessed using the current classification system which is designed for natural water bodies. The ecological status of these two lakes has, nevertheless, been classified in order to examine the impacts of hydropower production and other pressures on their ecosystem. The results cannot be used to define their current ecological potential, nor any deviations from their environmental objectives, but can be used to inform the future management of heavily modified lakes.

The results include all the biological quality elements required by the WFD, except for benthic fauna, which was not monitored in any of the lakes in 2021. The physico-chemical quality elements related to eutrophication (phosphorus, nitrogen and Secchi depth) and acidification (pH, ANC and labile aluminum), and the hydromorphological quality elements were all included. Vertical profiles of chlorophyll-a fluorescence, temperature, oxygen, turbidity and conductivity are also presented.

The report presents results for each lake (across quality elements) (chap. 4). For the lakes that are monitored annually and had a reduced program, the results are reported in the form of a table, with overall ecological status and conclusion.

The summer of 2021 was warmer in Southern Norway and Western Norway compared to the last time the lakes were examined in 2017 (Lyche Solheim et al. 2018). The maximum temperature varied from 21.1 °C in Øyeren to 10.8 °C in Gjende in 2021, compared to respectively 17 °C and 8 °C in the same two lakes in 2017. All lakes had good oxygen conditions throughout the water column during the growing season, with an O₂ concentration >9 mg/l, which is above the *good/moderate* boundary for salmonids. The thermocline was at 15-20 m in most lakes. In Gjende there was no clear stratification of the water body at any time, due to the cold climate and meltwater from the glaciers in the mountains of Jotunheimen. All the lakes had very low turbidity with the exception of Gjende and Øyeren. In Gjende, the glacier particles give higher turbidity, while in Øyeren the high turbidity is due to substantial particle loads from Norway's largest river, Glomma, as well as from local clay-influenced rivers (e.g. Leira).

The conductivity was lowest in Byglandsfjorden and Gjende (<1 mS/m) and highest in Takvatnet (>6 mS/m), which reflects the difference in calcium concentrations. pH measurements also reflected this difference, with low pH values (5.7-6.0) in Lundevatnet, which is very low in calcium, and the highest pH values (>7.0) in the most calcium-rich lakes (Mjøsa, Øyeren, Selbusjøen and Takvatnet).

The biological quality elements were at *high* or *good* ecological status in all the lakes in 2021, except for microcrustaceans in Øyeren (CIT index), fish in Byglandsfjorden (NEFI index) and fish in Selbusjøen (alien species) which were at *moderate* status.

The phytoplankton biomass was very low in most of the lakes (chlorophyll $<1.7 \mu\text{g/l}$) and low in Mjøsa ($2.3 \mu\text{g/l}$) and Øyeren ($3 \mu\text{g/l}$). The dominant taxa were chrysophytes, diatoms and cryptophytes, which are typical of oligotrophic lakes. Large diatoms dominated in late summer in both Mjøsa, Øyeren and Gjende, which may be a sign of slight eutrophication. However, the maximum biomass of cyanobacteria in the epilimnion was very low in all the lakes. At the beginning of July in 2021, there were cyanobacterial blooms of *Dolichospermum lemmermannii* along the shore of Mjøsa. This is probably related to a combination of increasingly warm water and runoff of phosphorus and nitrogen from the agricultural areas around Mjøsa after several episodes of heavy rain in June. The highest number of species was found in Mjøsa and the lowest in Gjende. The ecological status was *high* in all the lakes except Gjende, Mjøsa and Øyeren, where it was *good*.

The macrophytes were dominated by species typical of nutrient-poor lakes. The highest number of species was found in Mjøsa and the fewest was found in Eikesdalsvatnet, which has a steep littoral zone with coarse substrate. A low number of species were also found in the very calcium-poor lakes Byglandsfjorden and Lundevatnet. The status was *high* in Eikesdalsvatnet and *good* in the other lakes examined. In Mjøsa, Øyeren, Hornindalsvatnet and Vangsvatnet it was the eutrophication index that was decisive, but in Byglandsfjorden and Lundevatnet it was the acidification index that was decisive.

Overall, the microcrustacean community was typical of nutrient-poor lakes, showing the low species diversity and dominance of species found in most Norwegian lakes. Øyeren and, in part, Mjøsa stood out, with a relatively high diversity and a microcrustacean community that is linked to somewhat more nutrient-rich/calcareous conditions. The lowest number of species was recorded in the two lakes in North-West Norway; Hornindalsvatnet and Eikesdalsvatnet. The density of crustacean zooplankton followed the opposite pattern, with highest density in Vangsvatnet, Hornindalsvatnet and Eikesdalsvatnet and lowest density in Mjøsa and Øyeren, which may reflect more intensive fish predation in the eastern lakes. The microcrustacean community was at *high* status in Vangsvatnet and Hornindalsvatnet and at *good* status in Mjøsa, Byglandsfjorden, Lundevatnet and Eikesdalsvatnet. The eutrophication index for microcrustaceans indicated that Øyeren was at *moderate* status. The other lakes could not be classified in 2021, due to missing data on littoral microcrustaceans.

The pelagic density of fish was examined in eight of the lakes in 2021 (all except Gjende and Takvatnet). Compared to previous sonar records, the density and biomass of fish was lower in the top 10 m; the fish were recorded deeper and were concentrated around the thermocline. Pelagic fish biomass per hectare was greatest in Øyeren (19.3 kg/ha) and Mjøsa

(19 kg/ha) and lowest in Byglandsfjorden (0.6 kg/ha). The eutrophication index WS-FBI indicated that all lakes were at *high* status with regard to pelagic fish. Examination of the fish community in the littoral and profundal also gave a *high* status for Vangsvatnet and Hornindalsvatnet, while the fish community in Byglandsfjorden, which is affected by hydropower regulation and acidification and an alien species (Eurasian minnow), was at *moderate* status. The results of the fish surveys in ØKOSTOR 2021 are presented in detail in an [annex report](#) (Eikland et al. 2022b).

The water chemistry eutrophication parameters were at high or good status in all the lakes. Three lakes (Hornindalsvatnet, Eikesdalsvatnet and Takvatnet) were ultra-oligotrophic (Tot-P of 2-3 µg/l and a depth of 8-12 m). The other lakes were oligotrophic (Tot-P of 3-6 µg/l and secchi depth of 3-7 m). Øyeren had the highest phosphorus concentration (Tot-P of 10 µg/l, PO₄ of 4 µg/l) and the lowest Secchi depth (2.2 m), mainly due to high turbidity. In Øyeren, the Secchi depth was not used in the final classification because of high turbidity and problems with the assessment of the reference state. The water chemistry acidification parameters gave a high or good status in all the lakes. Byglandsfjorden and Lundevatnet were at good status and this indicates that these lakes may be somewhat affected by acidification.

The hydromorphological parameters were at high status in all the unregulated lakes. In the slightly regulated lakes Mjøsa, Byglandsfjorden and Lundevatnet, they were at good status. In Øyeren, the ratio between regulation height and Secchi depth gave a moderate status class, but this may also be due to the fact that the Secchi depth is very low in this lake due to high turbidity. Selbusjøen is heavily modified and has a regulatory height of 6.3 m, and here the hydromorphological parameters gave a moderate status.

Overall ecological status across all the examined quality elements showed that Takvatnet was at high ecological status, while Gjende, Mjøsa, Lundevatnet, Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet and Vangsvatnet were at good ecological status in 2021, based on the examined quality elements. Øyeren and Byglandsfjorden were at moderate ecological status, due to the microcrustacean community (eutrophication index) and fish (NEFI index) being the decisive quality elements in the overall classification.

With the exception of Gjende, the degree of uncertainty in status classification was assessed as moderate, for all the lakes examined in 2021. The reasons for this were: limited data for most quality elements, lack of monitoring of macroinvertebrates and, for some lakes, variation in results between years. For Gjende, uncertainty in the status classification was high, due to the very limited background knowledge regarding such glacier-affected lakes.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

EUs rammedirektiv for vann (vanndirektivet, European Commission 2000) ble integrert i norsk lovverk ved «Forskrift om rammer for vannforvaltningen», heretter omtalt som vannforskriften, som ble vedtatt av regjeringen i 2006, og senere revidert i 2010 (vannforskriften 2006, revidert 2010). Basisovervåking (surveillance monitoring *sensu* vanndirektivet) av store innsjøer er et eksplisitt krav i vannforskriften og ble igangsatt av Miljødirektoratet i 2015. Dette kravet bunner i den betydningen store innsjøer har for viktige økosystemtjenester for store befolkningsgrupper, bl.a. vannforsyning, rekreasjon, fiske, turisme, flomdemping og retensjon (tilbakeholdelse) av næringssalter og andre stoffer.

Store, dype innsjøer skiller seg fra mindre og grunnere innsjøer¹ ved en rekke forhold. De har vesentlig større vannvolum, og vannmassene har lengre oppholdstid. Store, dype innsjøer har også en mye dypere termoklin om sommeren. De frie (pelagiske) vannmassene i store, dype innsjøer har større retensjon av næringssalter og er mer oligotrofe enn mindre og grunnere innsjøer (Brett og Benjamin 2008). Dette skyldes den lange oppholdstiden som gir høy sedimentasjon av partikulært bundet fosfor. Den lange oppholdstiden gir også mer lysnedbrytning (foto-oksydasjon) av tilført humus fra nedbørfeltet. Store, dype innsjøer er derfor sjelden humøse. Disse limnologiske og økologiske forholdene i de pelagiske vannmassene er dermed annerledes enn i mindre, grunnere innsjøer. For planteplankton, næringssalter og siktedyp vil dette resultere i en referansetilstand med lavere algebiomasse, lavere fosforkonsentrasjon og høyere siktedyp enn i mindre, grunnere innsjøer med tilsvarende kalsium- og humus-innhold (Cardoso mfl. 2007, Lyche Solheim mfl. 2014, kap. 4.1 og 7.2 i Klassifiseringsveilederen²).

Et annet karakteristisk trekk ved store innsjøer er den lange strandlinjen med en blanding av områder som er eksponert for vind og bølger med steinete substrat, som gir lite egnede forhold for vannplanter og bunndyr, og mer beskyttede områder i bukter og viker som har naturlig høyere produktivitet og flere arter. Dette gir totalt sett større variasjon av habitater i litoralsonen og dermed høyere artsdiversitet enn i mindre innsjøer. Samtidig vil forholdene i litoralsonen ikke påvirke forholdene i de frie vannmassene (pelagialen) i samme grad som i mindre, grunnere innsjøer, da vannvolumet i pelagialen er så stort.

¹ Kategorier av størrelse og dybde er gitt i Tabell 3.4 i Klassifiseringsveilederen.

² Dersom ikke annet er angitt, er det alltid 2018-versjonen av Klassifiseringsveilederen som er benyttet. I den videre teksten er denne referert til som «Klassifiseringsveilederen» og i referanselisten som «Veileder 02:2018».

Andre faktorer, som for eksempel større dominans av pelagiske fiskearter, vil også kunne ha betydning for både fysisk-kjemiske og biologiske forhold, inkludert trofiske interaksjoner (Terborgh 2015), som igjen kan ha betydning for innsjøenes selvrensingsevne.

På bakgrunn av de naturforholdene som er beskrevet ovenfor, er det spesielle utfordringer knyttet til hvordan store, dype innsjøer skal typifiseres og klassifiseres. Dette presenteres nærmere og drøftes i kap. 2.3. og videre utover i rapporten.

Resultatene fra overvåkingen skal primært brukes til å fastsette økologisk tilstand, men vil også generere ny limnologisk og økologisk kunnskap om våre store innsjøer, inkludert biologisk mangfold, produktivitet, trofiske interaksjoner og selvrensingsevne. Denne kunnskapen kan i neste omgang brukes til å forbedre klassifiseringssystem og forvaltningsplaner for våre store innsjøer og ta hensyn til kombinasjoner av flere kjente påvirkninger (eutrofiering/regulering), samt nyere utfordringer knyttet til klimaendringer og introduserte/invaderende arter.

Vannforskriften setter som mål at minst *god* tilstand i vannforekomstene skal være nådd seinest i 2015 for vannområder i første planperiode, og innen 2021 for resten av landet. Vannforskriften krever også at tilstanden ikke skal forringes. Basisovervåkingen skal omfatte alle biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementer og skal kunne avdekke eventuelle endringer over tid (trender) med rimelig grad av sikkerhet.

Vannforskriften krever også overvåking og klassifisering av kjemisk tilstand i store innsjøer, men dette er ikke inkludert i ØKOSTOR-programmet, da fokus her er på økologisk tilstand. Den økologiske tilstanden i de store innsjøene som er med i dette programmet, overvåkes iht. kravene til basisovervåking og inkluderer alle kvalitetselementer, bortsett fra vannregionspesifikke stoffer (miljøgifter som ikke står på EU liste over prioriterte stoffer), som overvåkes i to andre programmer (MILFERSK I og II). Bunndyr, som enkelte år har vært undersøkt i et utvalg innsjøer i ØKOSTOR-programmet, ble ikke prøvetatt i noen av innsjøene som ble overvåket i 2021. Isteden overvåkes litorale småkreps. Dette er nærmere begrunnet i avsnitt 1.2 nedenfor. Det tas ut prøver for analyse av miljøgifter i fisk for bestemmelse av kjemisk tilstand, men disse resultatene rapporteres separat ([Miljøgifter i ferskvann\(MILFERSK\) - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](#))

Mange av de store norske innsjøene har vært overvåket/undersøkt tidligere, også før vanndirektivet, men for de fleste innsjøene har det vært tidsbegrensede undersøkelser av ulik varighet og omfang. Det finnes likevel mye informasjon og data om store norske innsjøer. En metadataoversikt er gitt i Persson mfl. (2013), som vurderte om tidligere data kunne brukes til klassifisering av økologisk tilstand iht. vannforskriftens krav. Konklusjonen var at ingen store innsjøer tilfredsstilte kravet til nyere overvåkingsdata for alle kvalitetselementer, og at en fullstendig klassifisering av dagens økologiske tilstand ikke

kunne gjennomføres uten nye undersøkelser. For de fleste innsjøene finnes det likevel eldre data som kan brukes sammen med nye data til å analysere trender for enkelte kvalitetselementer.

1.2 Mål og innhold

Totalt 26 store innsjøer inngår i ØKOSTOR-programmet (Vedlegg A). Overvåkingsprogrammet startet opp i 2015 og har vært gjennom to programperioder fra 2015-2016 og 2017-2020. I 2021 startet en tredje programperiode med varighet til 2025.

I de to første programperiodene ble de fleste innsjøene overvåket hvert fjerde år for alle kvalitetselementer, men Gjende, Mjøsa, Selbusjøen og Takvatnet overvåkes hvert år mht. pelagiske kvalitetselementer og hvert fjerde år mht. andre biologiske kvalitetselementer. Gjende har vært undersøkt siden 2015, Selbusjøen siden 2016 og Takvatnet siden 2018. Mjøsa har vært overvåket mht. pelagiske kvalitetselementer siden 1970-årene i et eget tiltaksrettet overvåkingsprosjekt finansiert av Vassdragsforbundet for Mjøsa med tilløpselver (Thrane mfl. 2022), men resultatene fra hovedstasjonen over dypeste punkt rapporteres her. Den tiltaksrettede Mjøsa-overvåkingen ble supplert med vannplanter og småkreps i 2017 (i regi av ØKOSTOR) og fisk i 2018 og 2020 (i regi av FIST-prosjektet, Gjelland mfl. 2020 og Eikland mfl. 2022a). For årene 2021 og 2022 videreføres denne frekvensen i programmet. Etter undersøkelsene i 2022 vil alle innsjøer ha gjennomgått overvåking av alle kvalitetselementer to ganger siden oppstart av programmet. Fra 2023 vil frekvensen for pelagiske undersøkelser endres til hvert tredje år, mens for litorale undersøkelser vil frekvensen i hovedsak endres til hvert sjette år. Fra 2021 er undersøkelser av fisk inkludert i ØKOSTOR-programmet.

Overvåkingen i 2021 omfattet totalt ti store innsjøer i fem økoregioner, Vangsvatnet, Hornindalsvatnet og Eikesdalsvatnet i Vestlandet, Byglandsfjorden og Lundevatnet på Sørlandet, Øyeren, Mjøsa og Gjende på Østlandet, Selbusjøen i Midt-Norge og Takvatnet i Nord-Norge - Indre. Gjende og Takvatnet er kun undersøkt mht. de pelagiske kvalitetselementene i 2021. I Selbusjøen ble det i tillegg til undersøkelse av de pelagiske kvalitetselementene også gjennomført ekkoloddundersøkelser av fiskebestander i 2021. I Mjøsa ble alle kvalitetselementer undersøkt. Øyeren, Byglandsfjorden, Lundevatnet, Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet og Eikesdalsvatnet ble sist undersøkt i 2017, og i tillegg ble det også gjennomført undersøkelser i Gjende, Mjøsa og Selbusjøen dette året (Lyche Solheim mfl. 2018, Gjelland mfl. 2019).

Basisovervåkingen av store innsjøer har følgende formål:

1. Fastsette økologisk tilstand og ferskvannsekologisk utvikling i et utvalg av de største norske sjøene

2. Styrke datagrunnlaget for fastsettelse av referanseverdier for de ulike kvalitetselementene i store innsjøer.
3. Tilpasse og teste metodikk og ny teknologi for overvåking og klassifisering til bruk i store innsjøer.
4. Bidra til å oppfylle Norges rapporteringsforpliktelser overfor vanndirektivet
5. Skaffe kunnskap om effekter av klimaendringer og andre langsiktige endringer på store innsjøer.
6. Øke kunnskapen om økologiske forhold i store innsjøer i Norge.

De biologiske kvalitetselementene som er inkludert i klassifiseringen er planteplankton, krepsdyrplankton, vannplanter og fisk, samt litorale småkreps, mens bunndyr ikke ble undersøkt. Litorale småkreps erstatter bunndyr som kvalitetselement fordi tettheten og diversiteten av bunndyr ofte er lav pga. erosjon og utvasking av egnet substrat for bunndyr i strandsonen (bølgepåvirkning), noe som i mange store innsjøer er forsterket av betydelige vannstandsreguleringer. Selv om også litorale småkreps er utsatt for de samme forholdene, er tettheten av denne gruppen ofte noe høyere. Krepsdyrplankton er inkludert i overvåkingen, selv om dette ikke er et eksplisitt krav iht. vannforskriften. Krepsdyrplankton kan imidlertid bidra til å forklare variasjoner i planteplanktonresponsen langs trofigradienten (Lyche Solheim 1995). Sammen med litorale småkreps er krepsdyrplanktonet dessuten relevant som indikator for forskjellige påvirkninger, som forsurening (Hobæk og Raddum 1980, Walseng og Schartau 2001, Schartau mfl. 2016) og eutrofiering (Karabin 1985, Lyche 1990, Straile og Geller 1998, Jensen mfl. 2013).

Alle de generelle fysisk-kjemiske kvalitetselementene som kreves iht. vannforskriften er inkludert i denne overvåkingen, dvs. næringssalter (fosfor og nitrogen), siktedyp, oksygen, turbiditet, pH, hovedioner for beregning av ANC og labilt aluminium. I tillegg er alle relevante parametere som trengs til typifisering av innsjøene inkludert: kalsium, alkalitet, farge og TOC.

Rapporten inneholder en presentasjon av innsjøene som ble overvåket i 2021, inkludert typifisering (kap. 2), materiale og metoder (kap. 3) og resultater pr. innsjø på tvers av alle kvalitetselementer (kap. 4).

Alle innsjøene har blitt tilstandsklassifisert iht. vannforskriften. De spesielle limnologiske og økologiske forholdene som skiller store, dype innsjøer fra mindre grunnere innsjøer blir også diskutert, som f.eks. dypere termoklin, lang oppholdstid og dermed større retensjon av næringssalter, høyere biodiversitet som følge av større habitatvariasjon og større forskjeller mellom litoralsonen og pelagialsonen.

2. Presentasjon av innsjøene

2.1 Geografisk lokalisering

Totalt ti innsjøer var med i basisovervåkingen av store innsjøer i 2021: Vangsvatnet, Hornindalsvatnet og Eikesdalsvatnet på Vestlandet, Byglandsfjorden og Lundevatnet på Sørlandet, Øyeren, Mjøsa og Gjende på Østlandet, Selbusjøen i Midt-Norge og Takvatnet i Nord-Norge - Indre. Vannforekomst-ID, vannområde og vannregion er vist i Tabell 1 og geografisk lokalisering i Figur 1.

Tabell 1. Store innsjøer som var med i ØKOSTOR i 2021

inkludert økoregion (Østlandet, Sørlandet, Vestlandet, Midt-Norge, Nord-Norge – indre), fylke, vannforekomst-ID, vannområde og vannregion fra Vann-nett: <https://vann-nett.no/portal/>

Innsjø	Fylke	Vannforekomst-ID	Vannområde	Vannregion
Østlandet				
Gjende	Innlandet	002-147-L	Mjøsa	Innlandet og Viken
Mjøsa	Innlandet, Viken	002-118-1-L	Mjøsa	Innlandet og Viken
Øyeren	Viken	002-113-1-L	Øyeren	Innlandet og Viken
Sørlandet				
Byglandsfjorden	Agder	021-1063-L	Otra	Agder
Lundevatnet	Agder, Rogaland	026-1399-L	Sira-Kvina	Agder
Vestlandet				
Eikesdalsvatnet	Møre og Romsdal	104-1994-L	Romsdal	Møre og Romsdal
Hornindalsvatnet	Vestland	089-1807-2-L	Nordfjord	Vestland
Vangsvatnet	Vestland	062-2085-L	Voss - Osterfjorden	Vestland
Midt-Norge				
Selbusjøen	Trøndelag	123-892-1-L	Nea-Nidelva	Trøndelag
Nord-Norge - Indre				
Takvatnet	Troms og Finnmark	196-2404-L	Bardu-Målselv	Troms og Finnmark

Dybdekart for alle innsjøene er vist i Vedlegg B, og stasjonskart for prøvetaking av pelagiske (vannkjem, planteplankton, krepsdyrplankton) og litorale kvalitetselementer (litorale småkreps og vannplanter) er vist i Vedlegg C. Detaljer om lokaliseringen av prøvefisket finnes i Vedleggsrapporten for fisk (Eikland mfl. 2022b).



Figur 1 . Geografisk beliggenhet til de ti store innsjøene i ØKOSTOR som ble undersøkt i 2021. Kartgrunnlaget viser vannregionene i Norge.

2.2 Vannstandsvariasjoner

Vannstanden i innsjøer reguleres av flere grunner, f.eks. vannkraft, flomvern, drikkevannsforsyning og jordbruksvanning. Noen ganger er innsjøene regulert til flere formål. Vannstanden i innsjøene kan også ofte være påvirket av vassdragsreguleringer oppstrøms.

De ulike reguleringsformålene fører til ulik manøvrering av vannstanden gjennom året, noe som påvirker litoralsonen og de biologiske forholdene på flere måter. I et vannkraftmagasin med kraftig nedtapping om vinteren/våren og en stabil vannstand utover sommeren og høsten vil biologien i litoralsonen påvirkes negativt, bl.a. i form av innfrysing, iserosjon, utvasking av næringsstoffer og tørrlegging. Vannvegetasjonen utarmes eller forsvinner helt, avhengig av reguleringshøyden. Innsjøer som ligger nedstrøms kraftverk har ofte mer stabil vannstand enn den naturlige variasjonen, noe som er gunstig for vannvegetasjonen og som derfor kan gi tilgroingsproblemer. I de siste 10-15 årene har såkalt effektkjøring blitt vanligere for flere kraftverk. Dette kan gi store korttidsvariasjoner i vannstanden i innsjøer og vannføringen i elver. Hvilken betydning dette har for litoralsonen i innsjøer er lite undersøkt. Undersøkelser i elver viser at effektkjøring har negative effekter på økologiske forhold (Bakken mfl. 2016).

En innsjø som er regulert for drikkevannsformål har korttidsreguleringer gjennom hele året, men vannstands-amplituden er betraktelig mindre enn i vannkraftmagasiner. Her vil man kunne få redusert utbredelse av enkelte arter, mens andre vil kunne øke.

Eikesdalsvatnet og Selbusjøen er utpekt som sterkt modifisert pga. vannkraft (<https://vann-nett.no/portal/>). Vannstandsvariasjonene gjennom året og mellom år er vist i Tabell 2 og Figur 2. Begge innsjøene er regulert til kraftformål, mens flere av de andre innsjøene er regulert også for vannkraft og dels flomdemping, drikkevann og jordbruksvanning. Gjende, Hornindalsvatnet, Vangsvatnet og Takvatnet er ikke regulert, men har naturlige vannstandsvariasjoner gjennom året.

Mens Selbusjøen, Mjøsa og Øyeren alle har et klassisk vinternedtappingsmønster, er dette ikke tilfelle for Eikesdalsvatnet. Utpekingen av Eikesdalsvatnet som sterkt modifisert skyldes at innsjøen har fått vesentlig mindre vanngjennomstrømning og dermed betydelig lengre oppholdstid enn tidligere fordi en betydelig del av nedbørfeltet er overført til et annet vassdrag. Byglandsfjorden er også regulert til kraftformål, men har en markert nedtapping på høsten i tillegg til vinternedtappingen. Lundevatnet er inntaksmagasin til Åna-Sira kraftverk, og har stabilisert vannstand gjennom året. Maksimalt tillatt nedtapping er ikke benyttet for disse to innsjøene i siste 10 årsperiode, og vannstandsvariasjonene har derfor vært mindre enn reguleringshøyden. For Lundevatnet viser imidlertid 10 persentilen inntil 3

m lavere vannstand enn normalvannstanden, særlig i juni og august, noe som har konsekvenser for vannplantene.

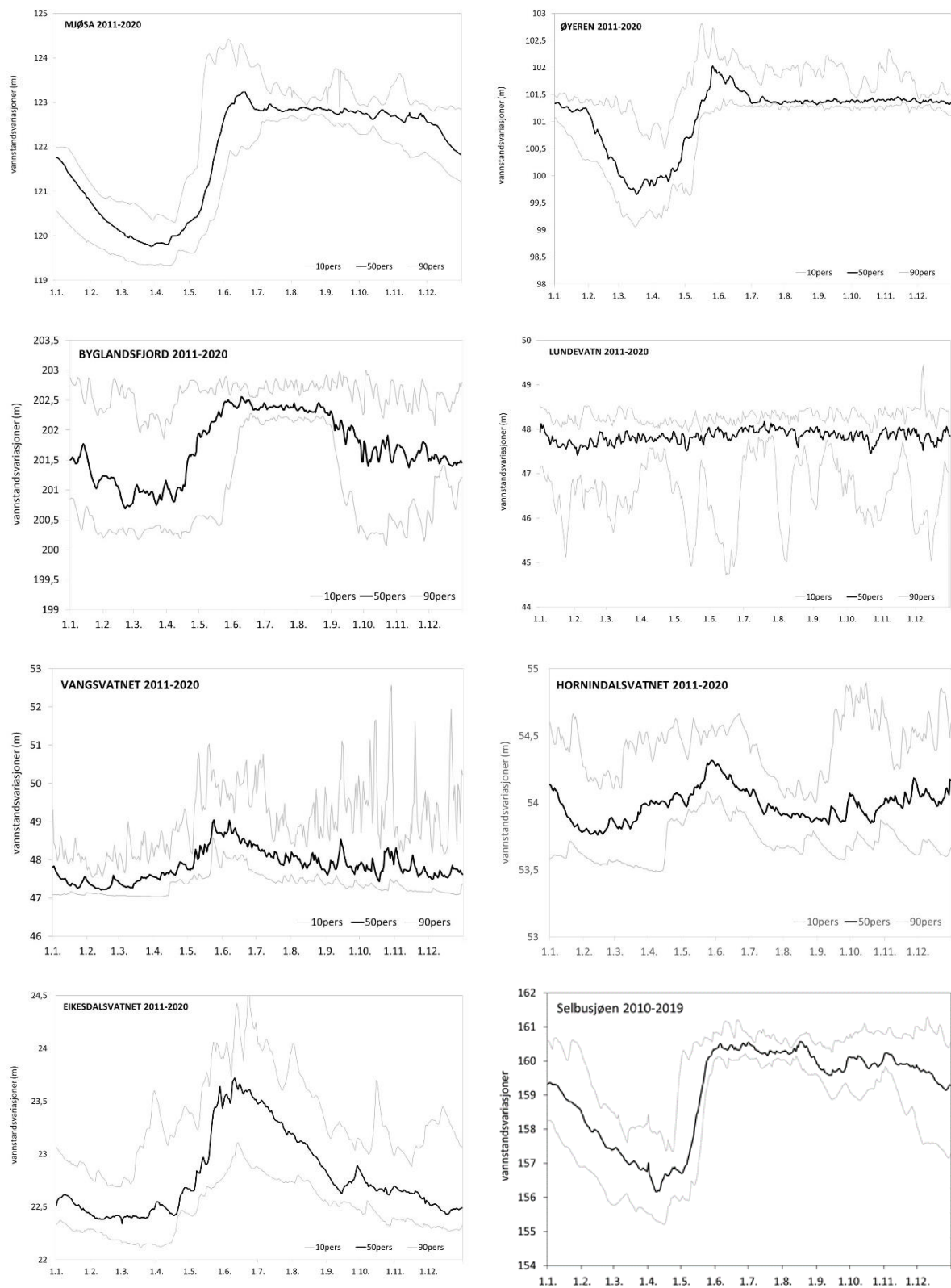
Tabell 2. Vannstandsvariasjoner i store innsjøer inkludert i ØKOSTOR 2021.

LRV og HRV: laveste og høyeste regulerte vannstand (iht. manøvreringsreglementet). Vinternedtapping: forskjell mellom laveste vannstand i april-mai og høyeste vannstand i november. Vinternedtapping og medianvannstand er basert på reelle data for siste 10-års periode (vannstandsperiode) dersom mulig. SMVF: sterkt modifisert vannforekomst

Innsjø	Regulert	LRV m.o.h.	HRV m.o.h.	Regulerings høyde (m)	Median- vannstand (m.o.h.)	Vinterned tapping (m) ¹	Vannstands periode	SMVF ²
Gjende	nei	-	-	0	n.a.	n.a.	n.a.	nei
Mjøsa	ja	119,33	122,94	3,6	122,3	3,1	2011-2020	nei
Øyeren	ja	98,94	101,34	2,4	101,3	2,2	2011-2020	nei
Byglandsfjorden	ja	198	203	5	201,8	1,7	2011-2020	nei
Lundevatnet	ja	44	48,5	4,5	47,8	1,4	2011-2020	nei
Eikesdalsvatnet	nei	-	-	0	22,7	0,4	2011-2020	ja
Hornindalsvatnet	nei	-	-	0	54	0,7	2011-2020	nei
Vangsvatnet	nei	-	-	0	47,8	1,9	2011-2020	nei
Selbusjøen	ja	155	161,3	6,3	159	4,7	2004-2014	ja
Takvatnet	nei	-	-	0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

¹ for sammenlikningens skyld er naturlig vannstandsvariasjon (mars/april-november) beregnet for de uregulerte innsjøene

² iht. Vann-nett.



Figur 2. Vannstandsvariasjoner over året i de store innsjøene i ØKOSTOR i 2021 basert på data for siste 10-årsperiode (data er ikke tilgjengelig for Gjende og Takvatnet). Figurene viser medianvannstand (tykke sorte kurver), samt 10 og 90 persentiler (tynnere grå kurver). Y-aksen viser høyde over havet i forhold til innsjøenes overflate. NB! Skalaen varierer. Data fra NVE.

2.3 Vanntyper

De spesielle limnologiske og økologiske forholdene i store, dype innsjøer som er beskrevet i kap. 1, 2.1 og 2.2 skaper utfordringer mht. hvordan disse innsjøene bør typifiseres. Den økte retensjonen av fosfor i store, dype innsjøer sammenlignet med mindre, grunnere innsjøer gir naturlig mer næringsfattige forhold i pelagialen enn i litoralen (Brett og Benjamin 2008). Moderat kalkrike lavlandssjøer har naturlig høyere fosforkonsentrasjon enn kalkfattige lavlandssjøer (Cardoso mfl. 2007). Klassegrensene for moderat kalkrike innsjøer er ikke utviklet for store, dype innsjøer og har vesentlig høyere tallverdier for planteplankton (klorofyll, biovolum og PTI-indeksen) og næringssalter (total fosfor og total nitrogen) og lavere tallverdier for siktedyp enn klassegrensene for kalkfattige, klare og dype innsjøer. Eksempelvis er god/moderat grensen hhv. 4 µg/l for klorofyll og 9 µg/l for total fosfor (Tot-P) for kalkfattige, klare, store, dype lavlandssjøer, mens tilsvarende klassegrenser for moderat kalkrike, klare, grunne lavlandssjøer er hhv. 9 µg/l for klorofyll og 17 µg/l for Tot-P. Vi har derfor klassifisert plantplankton, næringssalter og siktedyp i alle moderat kalkrike, dype lavlandssjøer i ØKOSTOR-programmet som kalkfattige, klare og dype lavlandssjøer (L105b/L-N2b) dersom disse har en kalsiumkonsentrasjon <10 mg/l, som er den nedre delen av kalsium-intervallet for moderat kalkrike innsjøer (4-20 mg Ca/l). For innsjøene som var med i overvåkingen i 2021 er denne typen brukt for Mjøsa. Øyeren som er en moderat kalkrik, klar og grunn lavlandssjø er klassifisert som kalkfattig, klar og grunn lavlandssjø (L105a/L-N2a) fordi den nordlige delen av Øyeren fungerer som et sedimentasjonsbasseng og bidrar til mer næringsfattig vann i den sørlige delen av Øyeren der den pelagiske overvåkingsstasjonen er etablert. Denne vanntypen har strengere klassegrenser enn den moderat kalkrike innsjøtypen (L107), men ikke fullt så strenge klassegrenser som kalkfattige, klare og dype lavlandssjøer (L105b). For Takvatnet, som er en moderat kalkrik skogssjø i Nord-Norge med Ca <10 mg/l, har vi benyttet klassegrensene for kalkfattige, klare skogssjøer for planteplankton, næringssalter og siktedyp (L205/L-N5) ut i fra samme resonnement som over, men også fordi klassegrenser mangler for moderat kalkrike skogssjøer. Dette er i tråd med Klassifiseringsveilederen (kap. 4.1.3). Vannplanter er klassifisert iht. klassegrensene for moderat kalkrike innsjøer (L-N-M201), da forholdene i litoralsonen er mindre påvirket av innsjøens størrelse og dybde. For eutrofieringsindeksen basert på småkreps benyttes samme klassegrenser for moderat kalkrike og kalkfattige innsjøer. Forsuringsindeksene, samt de vannkjemiske forsuringsparameterne er ikke klassifisert i de moderat kalkrike innsjøene, da disse ikke er følsomme for forsurende.

Ifølge Klassifiseringsveilederen kan humustype baseres enten på fargetall (mg Pt/l) eller TOC (mg C/l), og tilsvarende kan kalsiumtypen baseres enten på kalsium (mg Ca/l) eller alkalitet (mekv/l). I denne rapporten er vanntypen primært satt med utgangspunkt i fargetall og kalsium, da både TOC og alkalitet forventes å være mer følsom for tilførsel av hhv. organisk stoff og forsurende forbindelser. I alle innsjøene som var med i overvåkingen i 2021 var det

likevel godt samsvar mellom vanntypen indikert ved hjelp av kalsium og alkalitet, og ved hjelp av fargetall og TOC.

Tabell 3 viser typedata og vanntype for hver innsjø ut fra typefaktorene høyderegion, kalsium og humus. Morfometriske data om størrelse og dybde i Tabell 3 viser at tre av innsjøene er svært store ($>50 \text{ km}^2$), mens de øvrige seks innsjøene er store ($5\text{-}50 \text{ km}^2$). Overflatearealet spenner fra 8 km^2 for Vangsvatnet til 366 km^2 for Mjøsa, som er Norges største innsjø. Alle innsjøene er dype ($>15 \text{ m}$ middeldyp), med unntak av Øyeren (14 m). Maksimum-dybden spenner fra 60 m i Vangsvatnet til 514 m i Hornindalsvatnet, som er Norges og Nord-Europas dypeste innsjø. Byglandsfjorden, Lundevatnet, Vangsvatnet og Hornindalsvatnet er svært kalkfattige, men de to siste er nær typegrensen mot kalkfattig. Eikesdalsvatnet er kalkfattig. Mjøsa, Øyeren og Takvatnet er moderat kalkrike, men klassifisert som kalkfattige (se begrunnelse i tekst ovenfor). Selbusjøen og Gjende er kalkfattige, men Gjende er nær typegrensen kalkfattig/svært kalkfattige.

Gjende, Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet, Vangsvatnet og Takvatnet er alle svært klare, mens Mjøsa, Øyeren Byglandsfjorden, Lundevatnet, Selbusjøen og er klare, med høyest humuskonsentrasjon i Øyeren (29 mg Pt/l) og Selbusjøen (19 mg Pt/l). Mjøsa er nær typegrensen klar/svært klar. Disse forholdene er kun representative for de frie vannmassene langt fra land, mens bukter og viker kan ha betydelig mer humus, særlig etter perioder med kraftig regn som vasker ut mye humus fra nedbørfeltet.

Gjende er brepåvirket og tilhører dermed en vanntype som det foreløpig ikke er utviklet noe klassifiseringssystem for. Gjende har derfor blitt klassifisert som en kalkfattig, svært klar fjellsjø (mht. humus), men klassifiseringen av Tot-P og siktedyp er korrigert for bidraget fra brepartikler (kap. 3.1.2).

Tabell 3. Vanntyper for de store innsjøene i Basisovervåkingsprogrammet ØKOSTOR 2021

Vannkjemiverdiene er gjennomsnittsverdier for overvåkingsdataene i 2017 og 2021, mens for Gjende, Mjøsa, Selbusjøen og Takvatnet er verdiene basert på flere års data. Se for øvrig fotnoter under tabellen.

Innsjø	Vannfore- komst-ID	Fylke	Vanntype (Vann- Nett) ¹	Vanntype (Vann-Nett) korr. ¹	Typebeskrivelse	Norsk type nr. ²	NGIG-type ³	Øko-region	H.o.h. (m)	Innsjø- størrelse (km ²)	Innsjø- dybde middel (m) ⁴	Innsjø- dybde maks (m)	Kalsium (mg Ca/L) ⁵	Alkalitet (Alk-E) (mekv/L) ⁵	Humus (mg Pt/L) ⁵	TOC (mg/L) ⁵
Østlandet																
Gjende ⁶	002-147-L	Innlandet	LEM22413	LEH32423	Fjell, kalkfattig, svært klar (mht humus), dyp, turbid bresjø	L311 (L304)	L-N7	Østlandet	984	16	66	149	1,2	0,09	2,6	0,5
Mjøsa ⁷	002-118-1-L	Akershus, Innlandet	LEL43113		Lavland, moderat kalkrik, klar, dyp (klassifisert som kalkfattig for VK og PP)	L107 (L105b)	L-N2b L-N-M201	Østlandet	123	366	155	453	5,6	0,23	10,9	2,2
Øyeren ⁷	002-113-1-L 002-113-2-L	Viken, Akershus	LEL43112 LEL43113		Lavland, moderat kalkrik, klar, grunn (klassifisert som kalkfattig for VK og PP)	L107 (L105a)	L-N2a L-N-M201	Østlandet	101	84	14	76	5,4	0,238	28,8	3,9
Sørlandet																
Byglandsfjorden	021-1063-L	Agder	LSM36113	LSM38113	Skog, svært kalkfattig, klar, dyp	L202d	L-N5 L-N-M001	Sørlandet	203	34	57	167	0,8	0,045	13,6	2,2
Lundevatnet	026-1399-L	Agder, Rogaland	LSL38113	LSL36113	Lavland, svært kalkfattig, klar, dyp	L102b	L-N5 L-N-M001	Sørlandet	49	28	172	314	0,4	0,015	13,9	1,8
Vestlandet																
Eikesdalsvatnet	104-1994-L	Møre og Romsdal	LWL22413	LWL32413	Lavland, kalkfattig, svært klar, dyp	L104	L-N2b L-N-M101	Vestlandet	22	23	89	155	1,8	0,065	1,3	0,6
Hornindalsvatnet	089-1807-2-L	Vestland	LWL48113		Lavland, svært kalkfattig, svært klar, dyp	L101d	L-N5 L-N-M001	Vestlandet	53	50	237	514	0,9	0,045	4,5	1,0
Vangsvatnet	062-2085-L	Vestland	LWL32112	LWL38113	Lavland, svært kalkfattig, svært klar, dyp	L101d	L-N5 L-N-M001	Vestlandet	47	8	20	60	0,9	0,116	6,8	1,0
MidtNorge																
Selbusjøen	123-892-1-L	Trøndelag	LML42113		Lavland, kalkfattig, klar, dyp	L105b	L-N2b L-N-M101	Midt-Norge	158	57	70	206	3,4	0,18	19,2	2,5
NordNorge																
Takvatnet	196-2404-L	Nord-Norge Indre	LFM33112	LFM33413	Skog, moderat kalkrik, svært klar, dyp (klassifisert som kalkfattig for VK og PP)	L207 (L205)	L-N5 L-N-M201	Nord-Norge	215	15	25	75	8,1	0,40	5,1	1,5

¹ Vann-Nett koder som ikke stemmer med faktiske målinger er markert med rødt og korrigerte koder som foreslås basert på målingene er markert med grønt. Kodene er forklart i tabell S3.4 i Klassifiseringsveilederen med unntak av Ca-kodene 5-8 som representerer de fire Ca-kategoriene 0-0,25, 0,25-0,5, 0,5-0,75 og 0,75-1 mg Ca/l.

² Norsk type nr. iht. Vann-Nett (ev. etter korrigering). Type i parentes: brukt i klassifiseringen for enkelte kvalitetselementer (se også fotnote 3).

³ NGIG type er vanntyper som ble brukt ved interkalibreringen av klassegrenser for god økologisk tilstand i den nordiske interkalibreringsgruppen (NGIG). NGIG typene som er angitt gjelder for hhv. planteplankton, Tot-P, Tot-N og siktedyp (L-Nx), vannplanter (L-N-Mxxx). NGIG typer i kursiv er ikke eksakt lik den norske typen, men er den som kommer nærmest.

⁴ Middeldyp er estimert fra maksdyp/3, dersom middeldyp ikke er angitt i Vann-Nett.

⁵ Ved typifiseringen prioriterer vi kalsium over alkalitet, og farge over TOC, når disse parameterne ikke er entydige.

⁶ Gjende er en bresjø som det ikke finnes klassegrenser for. Den er derfor klassifisert ut fra type L304, som er den vanntypen som kommer nærmest.

⁷ Mjøsa, Øyeren og Takvatnet er klassifisert som kalkfattige for alle kvalitetselementer unntatt vannplanter, som er klassifisert iht. moderat kalkrik type (se tekst).

3. Materiale og metoder

3.1 Prøvetaking

Feltarbeidet i de ti innsjøene ble gjennomført i perioden april - oktober 2021. Tabell 4 viser tidspunkt for feltarbeidet for de ulike biologiske kvalitetselementene og for de fysisk-kjemiske støtteparametrene.

Planteplankton, krepsdyrplankton og vannkjemi ble prøvetatt månedlig i vekstsesongen, dvs. seks ganger i de fleste innsjøene (mai-oktober), men kun fire ganger i Takvatnet (juni-september) og tre ganger i Gjende (juli-september), pga. kortere vekstsesong. I tillegg ble pelagiske prøver tatt fra isen på slutten av vinterstagnasjonen i april i Gjende og Takvatnet. Vinterprøvene omfattet vannkjemi fra separate enkeltdyp og krepsdyrplankton. Fra alle datoer og innsjøer ble prøver av krepsdyrplankton tatt med 90 µm håv, mens det i vekstsesongen også ble tatt håvtrekk med en 500 µm håv i innsjøer med mysis eller som ligger innenfor utbredelsesområdet til mysis (Mjøsa, Eikesdalsvatnet og Selbusjøen). Ytterligere informasjon om den pelagiske prøvetakingen finnes i Lyche-Solheim mfl. (2018). I Mjøsa, der den pelagiske prøvetakingen finansieres gjennom et eget tiltaksrettet overvåkingsprogram, var prøvetakingsfrekvensen hver 14. dag for de pelagiske kvalitetselementene (planteplankton, krepsdyrplankton og vannkjemi) på hovedstasjonen Skreia (Thrane mfl. 2022).

Vertikalprofiler av klorofyll-fluorescens, temperatur, oksygen, pH, ledningsevne og turbiditet ble målt med sonde gjennom hele vannsøylen (Vedlegg D). Resultatene vises både for hele vannsøylen og for de øverste 0-50 m, fordi variasjoner i termoklinen er lettere å identifisere når kun de øverste 0-50 m vises. Tre forskjellige multisensorsonder ble brukt, der én ble brukt i Mjøsa, Øyeren, Byglandsfjorden og Lundevatnet og Vangsvatnet, én ble brukt i Gjende, Selbusjøen, Eikesdalsvatnet og Hornindalsvatnet. I Takvatnet ble det brukt to ulike sensorer i 2021. Den ene sonden har ikke sensorer for pH og ble brukt i april, juni og juli. I august og september ble det tatt i bruk en ny multisensorsonde som er lik de to som ble brukt i Sør-Norge og Trøndelag. For å sjekke oksygenmålingene mot lab-analyser har vi også målt oksygen i bunnvannet med Winkler-metoden (Vedlegg E).

Dybdekart for alle innsjøene er gitt i Vedlegg B og geografiske koordinater for alle prøvetakings-stasjonene for de enkelte kvalitetselementene er gitt i Vedlegg C. Prøvetakingsdyp for vannkjemiske prøver er 0-10 m blandprøver fra epilimnion, samt fra dypere vannlag som angitt i Tabell 5.

Tabell 4. Tidspunkt for feltarbeid for hvert kvalitetselement i 2021.

Kvalitetselementer: VK= Vannkjemi, PP = Planteplankton, KP = Krepsdyrplankton, VP = Vannplanter, SK = Litorale småkreps, BD = Bunndyr (ikke tatt i 2021). "(red.)" betyr redusert program og vil si kun pelagiske prøver (VK, PP, KP).

	<u>Senvinter</u>						<u>Mai</u>						<u>Juni</u>						<u>Juli</u>						<u>August</u>						<u>September</u>						<u>Oktober</u>					
<u>Innsjøer 2021</u>	VK	PP	KP	VP	SK	F	VK	PP	KP	VP	SK	F	VK	PP	KP	VP	SK	F	VK	PP	KP	VP	SK	F	VK	PP	KP	VP	SK	F	VK	PP	KP	VP	SK	F						
Mjøsa ¹							x	x	x				x	x	x	x	x		x	x	x		x	x		x	x	x		x		x		x		x						
Øyeren ²							x	x	x				x	x	x				x	x	x		x	x		x	x	x	x	x		x		x		x						
Byglandsfjorden ³							x	x	x				x	x	x		x		x	x	x	x		x	x		x	x	x		x		x		x		x					
Lundevatnet							x	x	x				x	x	x		x		x	x	x	x		x	x		x	x	x		x		x		x		x					
Vangsvatnet							x	x	x				x	x	x		x		x	x	x	x		x	x		x	x	x		x		x		x		x					
Homindalsvatnet							x	x	x				x	x	x		x		x	x	x	x		x	x		x	x	x		x		x		x		x					
Eikesdalsvatnet							x	x	x				x	x	x		x		x	x	x		x	x		x	x	x	x	x		x		x		x		x				
Gjende (red.)	x		x										x	x	x				x	x	x		x	x		x	x	x		x												
Takvatnet (red.)	x		x										x	x	x				x	x	x		x	x		x	x	x		x												
Selbusjøen (red.)							x	x	x				x	x	x				x	x	x		x	x		x	x	x		x		x		x		x		x				

¹ Pelagiske prøver tas i et annet prosjekt, data rapporteres også i ØKOSTOR.

² Vannplanteundersøkelsene ble gjennomført fra 31.08-02.09.2021

³ Fiskeundersøkelser: ekkolodd ble gjennomført i august, bunngam i september

Tabell 5. Prøvetakingsdyp (m) for enkeltprøver i innsjøene i ØKOSTOR i 2021.

Østlandet			Sør-Norge		Vestlandet			Midt-Norge	Nord-Norge
Gjende	Mjøsa	Øyeren	Byglandsfjorden	Lundevatnet	Eikesdalsvatnet	Hornindalsvatnet	Vangsvatnet	Selbusjøen	Takvatnet
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
100	100	65	100	100	100	100		100	70
130	200		157	200	145	200		196	
	300			300		300			
	400					400			
	443					500			

Standard artsregistrering av vannplanter ble foretatt på 5-20³ stasjoner i hver av innsjøene Mjøsa, Øyeren, Byglandsfjorden, Lundevatnet, Vangsvatnet, Hornindalsvatnet og Eikesdalsvatnet (Tabell 4). De dypere delene av litoralsonen (dypere enn 1 m) ble kartlagt på 8 stasjoner i hver innsjø, inkludert registrering av nedre dybdegrense for vannplanter. Undersøkelsene ble foretatt i perioden fra slutten av juni til begynnelsen av september.

Litorale småkreps ble prøvetatt på 5-10⁴ stasjoner tre ganger i løpet av vekstsesongen i hver av innsjøene Mjøsa, Øyeren, Byglandsfjorden, Lundevatnet, Vangsvatnet, Hornindalsvatnet og Eikesdalsvatnet (Tabell 4). Fra hver stasjon ble det tatt to prøver. Den ene av prøvene representerte eksponert strand med stein og uten vegetasjon, den andre beskyttet strand med finere substrat og normalt med vegetasjon.

I 2021 ble det gjennomført undersøkelser av fisk i Mjøsa, Øyeren, Byglandsfjorden, Lundevatnet, Vangsvatnet, Hornindalsvatnet, Eikesdalsvatnet og Selbusjøen. Ved klassifisering hvor fisk inngår som kvalitetselement skal det foreligge data om artssammensetning i fiskesamfunnet, mengden fisk, og bestandsstruktur for de viktigste fiskeartene. For registrering av artsinventar er det nødvendig med fangst i litoralsonen og langs bunnen på dypere vann. Mengden fisk registreres med hydroakustikk (ekkolodd) i de åpne vannmassene (pelagialen). Størrelses- og artssammensetning i pelagialen registreres ved fiske med trål (alternativt pelagiske garn; flytegarn). I 2021 ble samtlige innsjøer undersøkt med ekkolodd med en dekningsgrad nær 6, som antas å gi et godt statistisk grunnlag for tetthetsberegningene. Både ekkoloddkjøring og tråling ble gjennomført om natten, da dette generelt gir bedre registreringer av fiskesamfunnet (mer utfyllende om

³ 20 stasjoner i Mjøsa, Byglandsfjorden og Hornindalsvatnet, 15 stasjoner i Lundevatnet og Eikesdalsvatnet og 10 stasjoner i Vangsvatnet. I Øyeren er det 22 stasjoner (se Vedlegg C). Fire av disse stasjonene ligger innenfor Nordre Øyeren naturreservat og de ble ikke undersøkt i 2021. Dette skyldes at det ikke ble sendt inn egen søknad om dispensasjon for forbud mot motorisert ferdsel til lands og til vanns i Nordre Øyeren naturreservat ifm. feltarbeidet for vannplanter i 2021.

⁴ 10 stasjoner i Mjøsa, Øyeren, Byglandsfjorden og Hornindalsvatnet, 8 stasjoner i Lundevatnet og Eikesdalsvatnet og 5 stasjoner i Vangsvatnet.

metodene i Eikland mfl. 2022b). Vangsvatnet var den eneste innsjøen som ble prøvefisket i åpne vannmasser, med pelagisk partrål. Trålen og prosedyren for fiske med partrål er beskrevet i Eikland mfl. (2022b). Hornindalsvatnet og Vangsvatnet ble prøvefisket med nordiske oversiktsgarn med standard innsats ned til 50 meters dyp med totalt 60 bunngarnnetter fordelt på fire områder, mens Byglandsfjorden ble prøvefisket av Bygland kommune med garn ned til 35 meter med totalt 48 bunngarnnetter. For en detaljert beskrivelse av metodikk vises det til vedleggsrapporten for fisk (Eikland mfl. 2022b).

I denne rapporten presenteres aggregerte data i form av årsgjennomsnitt (eller maksimumsverdi, dersom dette er årsverdien, f.eks. for labilt aluminium eller for planteplanktonindeksen Cyanomax) for vannkjemiske parametere og for beregnede indekser (kap. 5, Vedlegg F). Primærdata er gitt i vedleggene og vil rapporteres til Vannmiljøsystemet innen 30.09.2022.

3.2 Analyser og klassifiseringsmetodikk

3.2.1 Analyser

Prøvebearbeiding og analyser ble utført etter standard metoder beskrevet i Klassifiseringsveilederen, og er beskrevet nærmere for hvert kvalitetselement i ØKOSTOR-rapporten fra 2017 (Lyche Solheim mfl. 2018) og 2020 (Lyche Solheim mfl. 2021), og i vedleggsrapporten for fiskeundersøkelsene i 2021 (Eikland mfl. 2022b). Metoder som er brukt for analyser og klassifisering i ØKOSTOR i 2021 er oppsummert i Tabell 6, med henvisning til tidligere rapporter hvor metodene er grundig beskrevet og de aktuelle kapitlene i Klassifiseringsveilederen.

3.2.2 Prosedyre for klassifisering, inkl. vurderinger av usikkerheter og begrensninger

Klassifisering av økologisk tilstand for de store innsjøene i basisovervåkingen i ØKOSTOR i følger generelle retningslinjer, indekser og klassegrenser beskrevet i siste versjon av Klassifiseringsveilederen. I Tabell 6 henvises det til tidligere rapporter hvor det gis en grundig gjennomgang av beregning for indekser, EQR og normalisert EQR (nEQR).

I den innsjøspesifikke presentasjonen (kap. 4.2–4.11) er tilstandsvurderingen basert på data fra 2021. For innsjøer med data fra flere år er tilstandsklassifiseringen gjort separat for hvert år og for innsjøene som overvåkes årlig er det også gjort en samlet vurdering av resultatene fra de siste seks årene (se kap. 4.12).

Tabell 6. Standard metoder for analyser og klassifisering for alle kvalitetselementer er benyttet i ØKOSTOR.

Alle metoder og klassifiseringsmetodikk er utførlig beskrevet i tidligere ØKOSTOR rapporter og i denne tabellen henviser vi til de aktuelle rapportene hvor metodene er beskrevet i detalj. Vi henviser også til de aktuelle kapitlene i Klassifiseringsveilederen (02:2018)

Parameter	Analyser	Klassifisering	Klassifiseringsveilederen (02:2018)
Fysisk-kjemiske parametere			
Kjemiske analyser*	Lyche Solheim mfl. 2018		
Eutrofieringsrelevante parametere	Lyche Solheim mfl. 2018	Lyche Solheim mfl. 2018	Kap. 7.1
Klassifisering av siktedyp og total fosfor i Gjende		Lyche Solheim mfl. 2021	
Forsuringsrelevante parametere	Lyche Solheim mfl. 2018	Lyche Solheim mfl. 2018	Kap. 7.2
Biologiske parametere			
Planteplankton	Lyche Solheim mfl. 2018	Lyche Solheim mfl. 2018	Kap. 4.1
Krepsdyrplankton og litorale krepsdyr	Lyche Solheim mfl. 2018 (Forsuringsindekser) Lyche Solheim mfl. 2021 (Eutrofieringsindeksen)	Lyche Solheim mfl. 2018 (Forsuringsindekser) Lyche Solheim mfl. 2021 (Eutrofieringsindeksen)	Kap 4.3 (kun forsuringsindekser)
Vannplanter	Lyche Solheim mfl. 2018	Lyche Solheim mfl. 2018	Kap. 4.2
Fisk	Eikland mfl. 2022b	Eikland mfl. 2022b	Kap. 6
Hydromorfologiske kvalitetselementer	Lyche Solheim mfl. 2021	Lyche Solheim mfl. 2021	Kap. 6.4.4

*Akkrediterte metoder ved NIVAs analyselaboratorium

Kvalitative usikkerhetsvurderinger er gjort for enkeltindekser og kvalitetselementer og for den samlede klassifiseringen av hver innsjø på tvers av kvalitetselementer. Begge er angitt i tre nivåer (lav, middels og høy). Vurdering av usikkerhet for enkeltindekser og kvalitetsnivåer er nærmere spesifisert i Tabell 7 med fotnoter, og i Lyche-Solheim mfl. 2018 gis det en grundig gjennomgang av usikkerhet for enkeltindekser og kvalitetselementer som benyttes i klassifisering av økologisk tilstand. Vurdering av usikkerhet i samlet klassifisering er nærmere forklart i kap. 4.1.

Tabell 7. Usikkerhet for enkeltindekser og kvalitetselementer benyttet i innsjø-klassifisering i ØKOSTOR i 2021

Grad av usikkerhet	Enkeltindeks/kvalitetselement
Liten usikkerhet: kvalitetselementer/indekser som er interkalibrert eller avledet fra disse i form av publiserte regresjoner samt ikke-interkalibrerte indekser/parametere med mye erfaringsgrunnlag.	Planteplankton: klorofyll a, totalt biovolum, PTI og Cyanomax
	Vannplanter eutrofiering: Tlc
	Total fosfor, Siktedyp ¹
	pH, ANC, L-Al
Middels usikkerhet: ikke-interkalibrerte indekser der det finnes noe erfaringsgrunnlag.	Vannplanter vannstandsvariasjoner: Wlc ²
	Vannplanter forsuring: Slc
	Småkreps forsuring: LACI-1 ³ og LACI-2
	Fiskeindeksene ⁴ : eutrofieringsindeks WS-FBI Norsk endringsindeks for fisk (NEFI) % bestandsnedgang fisk
	Total nitrogen ⁵
Høy usikkerhet: indekser med begrenset erfaringsgrunnlag og indekser som er benyttet for andre vann typer/habitater enn indeksene er utviklet for. Disse er ikke inkludert i den endelige tilstandsvurderingen av hver innsjø	

¹ Siktedyp har høy usikkerhet i innsjøer med svært lavt og svært høyt humusinnhold, samt ved høy turbiditet.

² Vannplanter vannstandsvariasjoner Wlc brukes kun for regulerte innsjøer. For vann type moderat kalkrik har denne indeksen høy usikkerhet fordi datagrunnlaget for utarbeidelsen av indeksen i hovedsak omfatter kalkfattige og svært kalkfattige innsjøer. Flere av artene som forekommer i moderat kalkrike innsjøer er ikke sensitivitetsvurdert iht vannstandsendringer. Wlc brukes ikke i den endelige tilstandsvurderingen av moderat kalkrike innsjøer.

³ Småkrepsindeksen LACI-1 er benyttet i klassifisering av svært kalkfattige, klare innsjøer, men kun når Ca-innholdet er > 0,5 mg/l (se tabell 4.9 i Veileder 02:2018).

⁴ Fiskeindeksen brukes kun i de tilfeller der usikkerheten vurderes som lav eller moderat (vurderes for hver innsjø basert på datagrunnlaget; se også Eikland mfl. 2022b). Bruk av den enkelte fiskeindeks er dessuten basert på at kriterier mht. innsamlingsmetodikk, påvirkning og fiskesamfunn er tilfredsstillt (se kap. 6 i Veileder 02:2018).

⁵ Total nitrogen brukes kun i eutrofierte innsjøer med antatt nitrogenbegrensning (se nærmere forklaring i kap. 3.5.5, trinn 2 i Veileder 02:2018).

4. Tilstandsvurdering pr. innsjø

4.1 Innledning inkl. usikkerhetsvurdering

I dette kapitlet presenteres tilstandsvurderingen enkeltvis for hver innsjø. De hvite radene i tabellene indikerer at det enten ikke er tatt prøver, ikke har vært datagrunnlag for beregning av den aktuelle indeksen, eller at indeksen er ekskludert i den endelige klassifiseringen pga. stor usikkerhet eller manglende relevans (se Tabell 10 i Lyche Solheim mfl. 2018).

Resultater fra basisovervåkingen av store innsjøer i 2015 og 2016, samt fra ØKOSTOR-programmet i 2017, 2018, 2019 og 2020 er brukt for sammenligning med resultatene fra ØKOSTOR 2021⁵. For de fleste innsjøene finnes det også eldre data for ett eller flere kvalitetselementer (Persson mfl. 2013), men disse er kun brukt hvis de er lett tilgjengelige. For selve tilstandsklassifiseringen er slike eldre data ikke benyttet da de kun unntaksvis tilfredsstiller kravene til klassifisering.

For hver innsjø er det også gjort en usikkerhetsvurdering knyttet til samlet klassifisering. Usikkerhetsvurderingen er basert på følgende kriterier, der kriterium 1 er overordnet kriterium 2 som igjen er overordnet kriterium 3:

1. Typologi-problemer:
 - a. En innsjø som tilhører en vanntype det ikke er utviklet klassifiseringssystem for, og der det ikke finnes relevante nærstående vanntyper, vil ha usikker klassifisering.
 - b. Vannforekomster som er på grensen mellom to eller flere vanntyper vil ha en mer usikker klassifisering enn vannforekomster langt fra typegrenser.
2. Klassifisering basert på kun ett år med data, eller der tilstanden varierer mye mellom år, vurderes som mer usikker enn klassifisering basert på tre år med data og der tilstanden varierer lite mellom år (gjennomsnitt for perioden $\pm 1/4$ tilstandsklasse, hvilket tilsvarer en differanse på $<0,05$ målt i nEQR).
3. Inkonsistente resultater for kvalitetselementer eller enkeltindekser/parametere innen samme påvirkningstype gir økt usikkerhet. Inkonsistente resultater kan skyldes f.eks. avvikende enkeltmålinger, tilfeldig fravær av indikatorarter som normalt burde vært til stede, eller lite representative data (f.eks. uegnet habitat). Det kan gi utslag i form av:
 - a. Forskjell i tilstand (≥ 1 tilstandsklasse) mellom indekser som representerer ulike kvalitetselementer men samme påvirkning. Hvis tilstanden ikke støttes av flere kvalitetselementer/parametere vurderes tilstanden som mer usikker enn i

⁵Årsrapporter 2015-2020 (Lyche Solheim mfl. 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021)

innsjøer der ulike kvalitetselementer/parameter gir samme tilstand (men klassifiseringen kan likevel bli vurdert som «ganske sikker» dersom denne er basert på minst tre år med data og forskjellen mellom kvalitetselementer er konsistent mellom år⁶).

- b. Stor forskjell i tilstand (≥ 2 tilstandsklasser) mellom indekser (parametere for samme påvirkning innen et kvalitetselement).

Det er skilt mellom tre nivåer av usikkerhet; ganske sikker (lav usikkerhet), nokså usikker (middels usikkerhet) og svært usikker (høy usikkerhet). **Høy usikkerhet brukes kun unntaksvis:** klassifiseringen vurderes som svært usikker dersom innsjøen tilhører en vanntype som mangler klassegrenser eller der det kun finnes klassegrenser for ett kvalitetselement (kriterium 1a). Klassifiseringen vil vurderes som ganske sikker, dersom vurderingen er basert på minimum tre år med data og kun ett av punktene under kriterium 3 gjelder. Klassifiseringen vil også kunne vurderes som ganske sikker selv om den er basert på kun ett eller to år med data, men ingen av de øvrige kriteriene for høy usikkerhet gjelder for vannforekomsten. Dersom innsjøen ligger på grensen mellom to eller flere vanntyper, kan klassifiseringen likevel bli ganske sikker dersom de aktuelle vanntypene gir samme tilstand og det er høy konsistens mellom år (basert på minimum tre år med data). I alle andre tilfeller blir klassifiseringen nokså usikker.

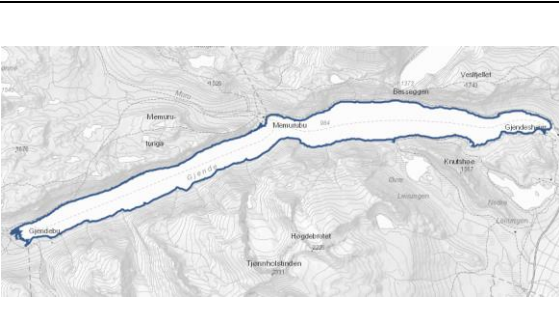
Andre forhold som kan bidra med økt usikkerhet i tilstandsklassifiseringen er belyst i kap. 3.5.3 og 3.5.4 i klassifiseringsveilederen. Slike forhold vil eventuelt kommenteres for den enkelte innsjø. Et par eksempler på slike andre forhold kan være i de store innsjøene:

- Tilstedeværelse av andre påvirkninger enn dem som kan tilstandsvurderes med det nåværende klassifiseringssystemet (f.eks. forbygninger i strandsonen eller partikkel-påvirkning, som gir høy turbiditet og også kan gi nedslamming av strandsonen).
- Uklarheter om målestasjonene er representative for hele innsjøen. Eksempler på innsjøer med forskjeller i økologisk tilstand mellom forskjellige målestasjoner er Mjøsa og Vansjø (Thrane mfl. 2022 og Skarbøvik mfl. 2022).

⁶ For eksempel: En innsjø med hydromorfologiske inngrep i strandsonen vil mest sannsynlig ha en vannplanteflora og en bunnfauna som indikerer at tilstanden ikke er tilfredsstillende (for eksempel *moderat*), men vannkjemiske støtteparametere og planteplankton kan likevel indikere tilfredsstillende økologisk tilstand. Divergensen mellom kvalitetselementer her er relatert til naturlige forskjeller i litorale og pelagiske områder og ulik følsomhet for den aktuelle påvirkningen. Dersom forskjellen er konsistent mellom år, vurderes klassifiseringen (her: *moderat* økologisk tilstand) som ganske sikker.

4.2 Gjende





Beliggenhet og vanntype		Morfometri og hydrologi ¹		Arealfordeling (%)	
Vannforekomst-ID	002-147-L	Areal nedbørfelt (km ²)	377	Sjø	9
Fylke(r)	Innlandet	Innsjøareal (km ²)	15,6	Bre	10
Kommune(r)	Lom, Vågå	Maks-dyp (m)	149	Skog	2
Økoregion	Østlandet	Middeldyp (m)	66	Dyrket mark	0
Høyde over havet (m)	984	Volum (mill. m ³)	1030	Myr	1
Kalsium (mg/L)	1,2	Midlere årlig avløp (mill. m ³)	498	Snaufjell	77
Farge (mg Pt/L)	1,3	Teoretisk oppholdstid (år)	2,07	Urban	0
Typekode	L311 (L304)	Reguleringshøyde (m)	0		
Vanntype-beskrivelse	Fjell, kalkfattig, svært klar, turbid bresjø				

¹ <http://nevina.nve.no/> & <https://vann-nett.no/portal/>

Gjende ligger i Jotunheimen nasjonalpark og er en av Norges mest kjente fjellsjøer. Tusenvis av turister besøker området hvert år, og det går rutebåt på innsjøen om sommeren. Gjende er en typisk brepåvirket fjellsjø med lang og smal bassengform og en karakteristisk blågrønn farge pga. brepartiklene. Innsjøen er kalkfattig og så å si uten humus. Gjende tilhører vannregion Innlandet og Viken og vannområde Mjøsa. Utløpselva Sjøa er en tilløpselv til Gudbrandsdalslågen.

Det finnes ikke noe klassifiseringssystem for bresjøer (type L311) pga. lite overvåkingsdata fra slike innsjøer. Vi har derfor valgt å klassifisere alle kvalitetselementene iht. klassegrensene for vanntype L304, tidligere 23 (kalkfattig, svært klar fjellsjø). Tot-P konsentrasjonen er også korrigert for bidraget fra brepartiklene før klassifiseringen er gjort. Dette gir en klassifisering som er mer korrekt for den biologiske relevante delen av fosforet. Klassegrensene for siktedyp er korrigert for bidraget fra brepartikler til lyssvekningen, se Lyche Solheim mfl. 2021.

Tidligere undersøkelser i Gjende før oppstart av ØKOSTOR er ikke systematisert, men det finnes noe informasjon om kransalger (Økland og Økland 1996), samt generell informasjon om at det skal være godt fiske i Gjende, primært i utløpet (Gjende-osen) pga. store mengder av den såkalte Gjende-flua (*Metacnephia tredecimata*), som er en knottart med larver som er

attraktive for ørreten (<https://sjodalen.no/artikler/fiskerne-ved-gjende>). Det er nylig utgitt en rapport som omhandler bestandsstatus hos ørreten i Gjende (Hesthagen mfl. 2022). I denne rapporten er alle tilgjengelige data om fangstutbytte, kvalitet, vekst, alder, kjønnsmodning, størrelsen og næring hos ørreten i Gjende i de siste ti-åra systematisert. Universitetet i Oslo har også i en årrekke målt dybdeprofiler av generelle fysisk-kjemiske parametere i Gjende i forbindelse med kurs for limnologistudenter, men disse dataene er ikke tilgjengelige.

Følgende kvalitetselementer ble undersøkt i Gjende i 2021: fysisk-kjemiske støtteparametere, planteplankton og krepsdyrplankton. Vannkjemi og krepsdyrplankton ble også undersøkt på senvinteren (april). Klassifiseringen av økologisk tilstand er basert på alle disse kvalitetselementene fra vekstsesongen i juli-september (krepsdyrplankton er ikke inkludert i klassifiseringen, da indeksene for småkreps primært er basert på litorale småkreps, som ikke ble undersøkt i 2021) (Tabell 8). Alle resultatene fra 2021 er dessuten presentert i vedlegg til denne rapporten. Tidligere årsrapporter gir en mer fullstendig beskrivelse av de økologiske forholdene i Gjende (se Lyche Solheim mfl. 2021).

Konklusjon: Undersøkelsene i 2021 indikerer at Gjende er i god økologisk tilstand ut fra planteplankton og tilfredsstiller dermed miljømålet iht. vannforskriften. Klassifiseringen anses å ha høy usikkerhet fordi innsjøen tilhører en vanntype som foreløpig mangler klassegrenser for planteplankton. Det tas forbehold om at andre kvalitetselementer kunne ha endret resultatet. I tillegg er det uklart om den pelagiske stasjonen er representativ for hele innsjøen, og om alle påvirkninger er fanget opp. De observerte endringene de siste årene i turbiditet, siktedyp, planteplankton, krepsdyrplankton og fisk bør følges opp med nye undersøkelser.

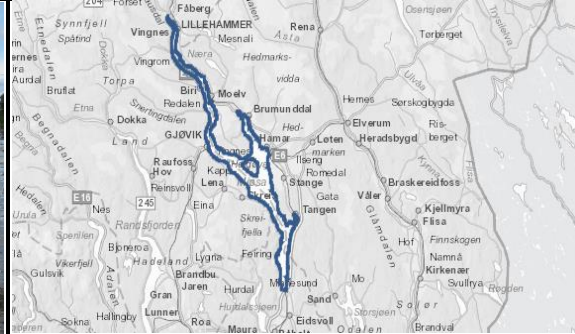
Tabell 8. GJENDE 2021

Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen.

Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data, parametere som ikke er relevante eller mangler klassegrenser for den aktuelle vanntypen, eller har for usikre data til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = Svært dårlig (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Biologiske kvalitetselement				
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	0,85	SG	0,94	0,98
Planteplankton: Totalt volum, mm ³ /l	0,14	G	0,97	0,78
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,07	M	0,84	0,60
Planteplankton: Cyanomax, mm ³ /l	0,00	SG	1,00	1,00
Totalvurdering planteplankton		G		0,74
Totalvurdering biologiske kvalitetselementer		G		0,74
Fysisk-kjemiske kvalitetselementer				
Total fosfor, µg/l	4,9	G	0,41	0,61
Total nitrogen, µg/l	63	SG	1,99	1,00
Siktedyp, m	3,8	SG	1,24	1,00
Totalvurdering eutrofieringsparametere		G		0,80
pH	6,7	SG	0,96	0,81
ANC, µekv/l	74	SG	0,92	0,90
LAL, µg/l	0,0	SG	na	1,00
Totalvurdering forsuringsparametere		SG		0,90
Hydromorfologiske kvalitetselementer				
Reguleringshøyde, m (RH = HRV-LRV)	0	SG	na	1,00
Forholdet mellom reguleringshøyde og siktedyp (H/2SD)	0	SG	na	1,00
Totalvurdering hydromorfologiske støtteparametere		SG		1,00
Totalvurdering for vannforekomsten		G		0,74

4.3 Mjøsa

					
Beliggenhet og vanntype		Morfometri og hydrologi ¹		Arealfordeling (%) ¹	
Vannforekomst-ID	002-118-1-L	Areal nedbørfelt (km ²)	16555	Innsjø	6
Fylke(r)	Viken , Innlandet Eidsvoll, Hamar, Gjøvik,	Innsjøareal (km ²)	366,3	Bre	2
Kommune(r)	Lillehammer, Ringsaker, Stange, Østre Toten	Maks-dyp (m)	453	Skog	37
Økoregion	Østlandet	Middeldyp (m)	155	Dyrket mark	6
Høyde over havet (m)	123	Volum (mill. m ³)	56244	Myr	5
Kalsium (mg/L)	5,6	Midlere årlig avløp (mill. m ³)	11316	Snaufjell	39
Farge (mg Pt/L)	10,9	Teoretisk oppholdstid (år)	5,66	Urban	0,4
Typekode	L107 (L105b ²)	Reguleringshøyde (m)	3,6		
Vanntype-beskrivelse	Lavland, moderat kalkrik/ kalkfattig ² , klar, dyp				

¹ <http://nevina.nve.no/> & <https://vann-nett.no/portal/>

² L105b kalkfattig brukt for planteplankton, næringssalter og siktedyp (se kap. 2.3)

Mjøsa er Norges største innsjø. Den tilhører vannområde (Mjøsa) og vannregion Innlandet og Viken. Gudbrandsdalslågen er største tilløpselv, som drenerer store arealer dominert av skog og fjellområder, mens lokale tilløpselver rundt innsjøen har større andel dyrket mark i nedbørfeltet. Flere byer og tettsteder ligger ved Mjøsa. Innsjøen er naturlig kalkfattig, men har et noe forhøyet kalsiumnivå over typegrensen kalkfattig/moderat kalkrik, trolig som følge av gjødsling av dyrket mark.

Mjøsa er regulert primært av hensyn til behov for flomdemping, og har en reguleringshøyde på 3,6 m og en vinternedtapping på 3,1 m, samt større forbygninger i strandsonen i forbindelse med nyere utbygging av vei og jernbane på østsiden av Mjøsa.

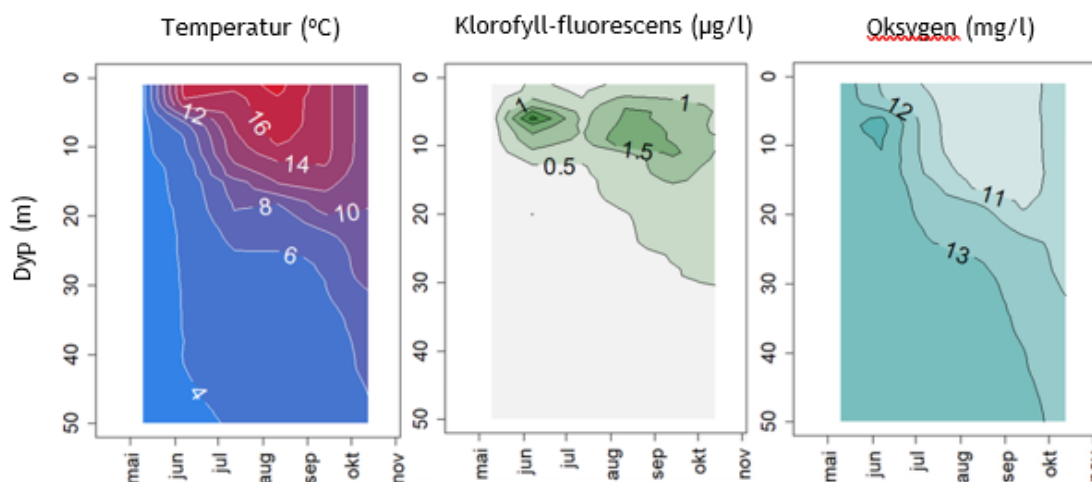
Innsjøen tilhører vanntype L107 for moderat kalkrike, klare lavlandssjøer, som brukes for klassifisering av vannplanter, men vanntype L105b for kalkfattige, klare, dype lavlandssjøer brukes for klassifisering av planteplankton, småkreps (planktoniske og litorale), næringssalter og siktedyp (se kap. 2.3 for begrunnelse).

Økosystemtjenester fra Mjøsa er av stor betydning for mange brukerinteresser, inkludert drikkevannsforsyning til ca. 100 000 personer i innsjøens umiddelbare nærhet, samt 150 000 personer nedstrøms, dvs. ca. 5 % av Norges befolkning. Innsjøen og tilløpselvene brukes også til vanning av store landbruksarealer og som vannkilde for flere industribedrifter. Bading og båtliv er viktige rekreasjonsaktiviteter for mange tusen mennesker i sommerhalvåret. Sportsfiske, særlig etter mjøsørret, er også av stor betydning. Det finnes imidlertid også en rekke andre fiskearter i Mjøsa som utnyttes i varierende grad. Årlig fiskeavkastning er anslått til ca. 4-7 kg/ha.

Mjøsa var overbelastet med næringssalter på 1970-tallet, noe som forårsaket uønskede oppblomstringer av giftige cyanobakterier. Etter en massiv innsats for begrensning av utslipp av næringssalter (Mjøsaksjonen) i alle relevante sektorer (kommunalt avløp, spredt avløp, landbruk og industri) ble innsjøen gradvis restituert utover på 1980-tallet. Klimaendringer med varmere vann, mer nedbør i form av styrtregn om sommeren og dermed større tilførsler av næringssalter har de senere år (særlig etter 2010) gitt noe økt algevekst igjen (Lyche Solheim mfl. 2020, Thrane mfl. 2022). En ny studie om fosfortilførsler til Mjøsa fra ni delnedbørfelt (Bechmann mfl. 2021) viser en økt spredning av husdyrgjødsel med fosfor de siste 20 årene, noe som har gitt økt fosforinnhold i jordbruksjorda og dermed økt risiko for fosforavrenning. Samtidig gir mange spredte avløpsanlegg betydelige tilførsler av fosfor med høy biotilgjengelighet. I tillegg er lett tilgjengelig fosfor fra overløp av kommunal kloakk et økende problem, som også vil forverres av økt frekvens og intensitet av styrtregnepisoder om sommeren. Det er derfor viktig å følge med på denne utviklingen ved videreføring av overvåkingen som har pågått årlig siden 1972, og som har gitt grunnlag for trendanalyser av næringssalter, planteplankton og krepsdyrplankton (Thrane mfl. 2022).

Følgende kvalitetselementer ble undersøkt i Mjøsa i 2021: fysisk-kjemiske støtteparametere, planteplankton, vannplanter, småkreps (planktoniske og litorale) og fisk (ekkolodd). Klassifiseringen av økologisk tilstand er basert på alle disse kvalitetselementene, samt på eksisterende hydromorfologiske data om reguleringshøyde (Tabell 9). Alle resultatene fra 2021 er også presentert i vedlegg til denne rapporten. Resultatene som vises for de pelagiske kvalitetselementene er basert på målinger fra hovedstasjonen Skreia ved dypeste punkt i innsjøen. Resultater for andre målestasjoner er vist i Thrane mfl. (2022).

Vertikalprofiler av temperaturutviklingen (Figur 3) viser en tydelig utviklet termoklin i dybdesjiktet 10-20 m og en maksimumstemperatur på 18,5 °C i epilimnion i august. Både middeltemperaturen i overflatelaget (0-10 m) og maksimumtemperaturen ved hovedstasjonen på Skreia er av de høyeste som er registrert siden overvåkingen startet i 1972 (Thrane mfl. 2022). Fluorescensen var lav (<2,0 µg/l), men høyest i epilimnion på sommeren, da planteplanktonbiomassen var på sitt høyeste (se nedenfor). Oksygenkonsentrasjonen var >10 mg/l i hele vannmassen hele sesongen, og metningen > 84 % nær bunnen av Mjøsa (Vedlegg D).



Figur 3. Vertikalprofiler fra 0-50 m av temperatur (venstre), klorofyll fluorescens (midten) og oksygen (høyre) målt på den pelagiske stasjonen over dypeste punkt i Mjøsa fra mai til oktober 2021. I Vedlegg D er tilsvarende figurer vist for hele vannsøylen.

Turbiditeten var lav ($<1,0$ FTU), men var høyest i epilimnion i juni og juli, noe som skyldes partikkelrester fra vårfloppen kombinert med planteplankton (Vedlegg D og E). Turbiditeten var lavere enn normalt og sammenfaller med at siktedypet på Skreia var relativt høyt gjennom hele sesongen.

Fosforkonsentrasjonen i epilimnion hadde en middelerdi på $5,0 \mu\text{g/l}$ i perioden mai-oktober, som tilsvarer *god* tilstand. Siktedypet hadde en middelerdi på $9,7$ m, som tilsvarer *svært god* tilstand. Nitrogenkonsentrasjonen (Tot-N) hadde middelerdi på $423 \mu\text{g/l}$, som tilsvarer *moderat* tilstand, men nitrogen er ikke brukt i klassifiseringen da planteplanktonet er fosforbegrenset. De vannkjemiske eutrofieringsparameterne (Tot-P og siktedyp) samlet gir *svært god* tilstand. De siste par årene har eutrofieringsparameterne vært nedgradert til tilstandsklasse *god* og skyldes primært et vesentlig lavere siktedyp i 2019 og 2020, som sannsynligvis er et resultat av mer partikler fra nedbørfeltet i forbindelse med vårfloppen og styrtregneepisoder. Tilsvarende forhold ble også registrert i 2013 og 2014. Vårfloppen i Lågen var ikke særlig kraftig i 2021, og det kom generelt mindre nedbør enn normalt (Thrane mfl. 2022). Forsuringsparameterne viser at Mjøsa ikke er forsuret, men parameterne er ikke brukt i tilstandsklassifiseringen da innsjøen ikke er forsuringsfølsom pga. sin relativt høye kalsiumkonsentrasjon ($>5 \text{ mg/l}$). Se Vedlegg E1 for alle vannkjemiske basisdata, samt Vedlegg E3 for figurer og tabeller. De hydromorfologiske kvalitetselementene viste *god* tilstand til tross for en relativt stor reguleringshøyde på $3,6$ m.

Planteplanktonet hadde noe høyere biomasse enn de senere år, og gjennomsnittlig biovolum tilsvarte tilstandsklasse *moderat*. Klorofyll a, som er et annet mål på algebiomasse, viste forholdsvis lave konsentrasjoner og var i *god* tilstand. Avvik i økologisk tilstand mellom biovolum og klorofyll a skyldes i hovedsak at ulike algetyper har ulikt klorofyllinnhold. De

dominerende gruppene i første del av sesongen var gullalger og svelgflagellater og utover sommeren var det kiselalgene som utgjorde den største andelen av planteplanktonet (Se Vedlegg F). I Mjøsa var det planktoniske former av *Tabellaria flocculosa* som dominerte, som tidligere år; i noen av prøvene ble det observert *Asterionella formosa* og den kjededannende *Fragilaria crotonensis*. Disse kiselalgene har stort biovolum i forhold til klorofyllinnhold. Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) viste et planteplanktonsamfunn som ga tilstandsklassen *god*. Diversiteten av planteplankton var høyere i Mjøsa med 146 registrerte taksa enn i noen av de andre innsjøene i ØKOSTOR 2021. Årsaken til den høye biodiversiteten er sannsynligvis den relativt høye kalsiumkonsentrasjonen som gir mulighet for bikarbonatkrevende arter, samt innsjøens størrelse. Det totale volumet av cyanobakterier var så lavt at tilstandsklassen ble *svært god* for Cyanomax. I begynnelsen av juli i 2021 var det imidlertid en tilsvarende episode som i 2019 med kraftige oppblomstringer av cyanobakterier av typen *Dolichospermum lemmermannii* langs land i Mjøsa. Årsaken er trolig en kombinasjon av stadig varmere vann og avrenning av fosfor og nitrogen fra jordbruksarealene rundt Mjøsa etter flere styrtregnepisoder i juni (Thrane mfl. 2022). Totalvurderingen av Mjøsa i 2021 basert på planteplanktonet ga *god* økologisk tilstand med nEQR på 0,67.

Langtidsutviklingen av planteplanktonet viser at planteplanktonbiomassen er mer enn halvert siden eutrofieringsperioden på 1970-tallet (Thrane mfl. 2022). Men også etter årtusenskiftet har det vært enkelte år med økte algemengder, særlig koblet til flom/styrtregn-episoder, som gir økt tilførsel av næringssalter.

Vannplantene i Mjøsa har også høy artsdiversitet med totalt 41 registrerte arter i 2021, noe som er en del flere enn de 29 artene som ble registrert i 2017. Et høyere registrert artsantall i 2021 i forhold til i 2017 kan skyldes at undersøkelsene i 2021 ble foretatt 1-1,5 måned senere enn i 2017. Artene er mer utviklet senere på sommeren og lettere å artsbestemme og skille fra hverandre (se for øvrig diskusjon i Mjelde og Thrane 2021). Værforhold vil også ha innvirkning på hvor mange arter som registreres. Det ble registrert flere rødlistearter, blant annet fire sterkt truede arter av kortskuddplantene tilhørende slekten *Elatine* (skaftevjeblom, korsevjeblom og nordlig evjeblom og trefelt evjeblom) (Vedlegg G). Det var også noen spredte forekomster av problemartene vasspest og krypsiv. Vasspest tåler ikke tørrlegging og trives ikke i regulerte innsjøer og danner derfor ikke store bestander i Mjøsa. Det høye artsantallet skyldes bl.a. at store innsjøer har flere habitater, noe som gir rom for flere arter med ulike økologiske preferanser (Rørslett 1991, Mjelde 1997). Det relativt høye kalsiumnivået med tilhørende alkalitet bidrar også til den høye diversiteten, fordi det gir rom for arter som er avhengig av bikarbonat som karbonkilde. Vannplantene i Mjøsa indikerer *god* tilstand mht eutrofieringspåvirkning, men *moderat* tilstand mht effekter av vannstandsregulering. I 2017 viste også vannstandsindeksen *moderat* tilstand. Vannstandsindeksen brukes ikke i den endelige klassifiseringen i Tabell 9, pga høy usikkerhet i vanntypen moderat kalkrike innsjøer (se kap. 3.2.2).

Tettheten av krepsdyrplanktonet på hovedstasjonen i Mjøsa i 2021 var, som i 2017, lav (<100 000 ind./m² ved alle besøk; se Figur H.3) og sammenlignbart med Øyeren. Som i 2017 var samfunnet dominert av calanoide og cyclopoide hoppekreps (Vedlegg H). Istidsrelikten flammekreps *Limnocalanus macrurus* var vanlig og dominerte i mysistrekene. Blant vannloppene var snabelkreps *Bosmina longispina* den vanligste. Sammenlignet med 2017 hadde andelen av hittedafnie *Daphnia galeata*, særlig i august, økt på bekostning av den mindre slektningen hjelmdafnie *D. cristata*. Sistnevnte art er ofte forbundet med høyt predasjonstrykk fra fisk. Gelekreps *Holopedium gibberum* er en sommerform med størst tettheter i perioden juni-august både i 2017 og 2021.

Tettheten av *Mysis relicta* i mysistrekene varierte fra 59 -192 ind./m² ved de seks besøkene med et snitt på 112 ind./m² hvilket som var noe mer enn i 2017, og i samme størrelsesorden som er funnet de siste 25 årene. Tettheten var betydelig høyere da Mjøsa var eutrofiert på 1970-tallet. Ett individ av trollistidskreps (*Gammaracanthus lacustris*) ble funnet i en prøve, mens firetornt istidskreps *Pallaseopsis quadrispinosa*, som ble påvist i 2017, manglet i 2021.

Det ble registrert 54 arter småkreps i 2021 mot 51 arter i 2017. Økologisk tilstand mht eutrofiering (CIT-indeks) er *god*, noe som blant annet skyldes at andelen eutrofieringsfølsomme arter er noe lavere enn forventet.

Fisk ble kun undersøkt med ekkolodd i 2021, noe som ga *svært god* tilstand for eutrofieringsindeksen, men nEQR-verdien på 0,82 var nær grensen til *god* tilstand. Indeksen ga tilsvarende tilstand i 2020 (nEQR=0,82) og i 2018 (nEQR=0,86). Lav variasjon for WS-FBI kan og bør indikere en stabil situasjon med hensyn til eutrofieringspåvirkning av fiskesamfunnet i Mjøsa (se Eikland mfl. 2022b).

Samlet klassifisering gir *god* økologisk tilstand med vannplanter og småkreps som utslagsgivende kvalitetselement (begge med nEQR 0,65) (Tabell 9). Dette samsvarer med resultatene for de fysisk-kjemiske støtteparameterne for eutrofiering og med de hydromorfologiske støtteparameterne.

Konklusjon: Undersøkelsene i 2021 indikerer at Mjøsa har god økologisk tilstand og tilfredsstiller derfor miljømålet iht. vannforskriften. Det er godt samsvar fra år til år for de pelagiske kvalitetselementene og de vannkjemiske eutrofieringsparameterne, men det er knyttet større usikkerhet til vannstandsvariasjoner i litoralsonen. Klassifiseringen anses å ha middels usikkerhet, blant annet fordi det er en mulig, men usikker, påvirkning av vannstandsvariasjoner på vannplanter i litoralsonen. Oppblomstring av cyanobakterier i strandsonen i juli 2021 kan være et tegn på økende eutrofiering, trolig knyttet til avrenning fra landbruksarealer etter episoder med styrtregn i juni.

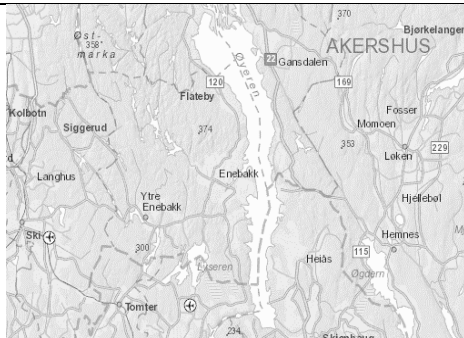
Tabell 9. MJØSA 2021

Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen.

Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data, parametere som ikke er relevante eller mangler klassegrenser for den aktuelle vanntypen, eller har for usikre data til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = Svært dårlig (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Biologiske kvalitetselement				
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	2,31	G	0,56	0,75
Planteplankton: Totalt volum, mm ³ /l	0,50	M	0,89	0,55
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,18	G	0,87	0,70
Planteplankton: Cyanomax, mm ³ /l	0,01	SG	1,00	0,99
Totalvurdering planteplankton		G		0,67
Vannplanter eutrofieringsindeks: Tlc	39,00	G	0,80	0,65
Vannplanter forsuringsindeks: Slc				
Vannplanter reguleringsindeks: Wlc	2,40	M		0,57
Totalvurdering vannplanter		G		0,65
Småkreps forsuringsindeks: LACI-2 (kun lav alk)				
Småkreps eutrofieringsindeks: CIT	33,21	G	0,57	0,65
Totalvurdering invertebrater		G		0,65
Fisk, NEFI: endring fiskesamfunn (generell)				
Fisk, WS-FBI: pelagisk fiskeindeks (eutrofiering)	2,1	SG	0,72	0,82
Fisk, % bestandsnedgang (generell)				
Totalvurdering fisk		SG		0,82
Totalvurdering biologiske kvalitetselementer				
Fysisk-kjemiske kvalitetselementer				
Total fosfor, µg/l	5,0	G	0,60	0,73
Total nitrogen, µg/l	423	M	0,41	0,57
Siktedyp, m	9,7	SG	1,13	1,00
Totalvurdering eutrofieringsparametere		SG		0,86
pH	7,2			
ANC, µekv/l	256			
LAL, µg/l	10,0			
Totalvurdering forsuringsparametere				
Hydromorfologiske kvalitetselementer				
Reguleringshøyde, m (RH = HRV-LRV)	3,61	G	0,14	0,62
Forholdet mellom reguleringshøyde og siktedyp (RH/2SD)	0,19	SG	0,54	0,81
Totalvurdering hydromorfologiske støtteparametere		G		0,72
Totalvurdering for vannforekomsten		G		0,65

4.4 Øyeren

					
Beliggenhet og vanntype		Morfometri og hydrologi ¹		Arealfordeling (%)	
Vannforekomst-ID	002-113-1-L, 002-113-2-L	Areal nedbørfelt (km ²)	40442	Sjø	4
Fylke(r)	Viken	Innsjøareal (km ²)	73,2	Bre	1
Kommune(r)	Enebakk , Lillestrøm, Indre Østfold, Rælingen	Maks-dyp (m)	76	Skog	50
Økoregion	Østlandet	Middeldyp (m)	14	Dyrket mark	6
Høyde over havet (m)	101	Volum (mill. m ³)	1184	Myr	7
Kalsium (mg/L)	5,4	Midlere årlig avløp (mill. m ³)	21503	Snaufjell	26
Farge (mg Pt/L)	28,8	Teoretisk oppholdstid (år)	0,06	Urban	1
Typekode	L107 (L105a ²)	Reguleringshøyde (m)	2,4		
Vanntype-beskrivelse	Lavland, moderat kalkrik, klar, grunn				

¹ <http://nevina.nve.no/> & <https://vann-nett.no/portal/>

² L105a kalkfattig brukt for planteplankton, næringssalter og siktedyp (se kap. 2.3)

Øyeren ligger i vannregion Glomma, og er et eget vannområde. Innsjøen er inndelt i to vannforekomster: Øyeren-nord (vannforekomst-ID: 002-113-1-L) som er relativt grunn og sterkt preget av Glomma, som danner et stort delta ved innløpet i Øyeren, samt av andre mer næringsrike tilløpselver (Nitelva og Leira), og Øyeren-sør (vannforekomst-ID: 002-113-2-L), som er vesentlig dypere og har brattere og mer steinete strandsone (se Vedlegg C). Innsjøen har svært kort oppholdstid (ca. 20 dager). Øyeren har et svært stort nedbørfelt som drenerer store deler av Østlandet. Nedbørfeltet er dominert av skog og snaufjell, men det er også noe dyrket mark og urbane områder i nærområdene rundt innsjøen.

Øyeren er regulert, primært av hensyn til flomdemping, og har en reguleringshøyde på 2,4 m. Innsjøen har 23 fiskearter (se Eikland mfl. 2022b), inkludert en rekke karpefiskarter.

Øyeren-sør har i dag et kalsiumnivå noe over typegrensen kalkfattig/moderat kalkrik, trolig som følge av gjødsling av dyrket mark. Det naturlige kalsiumnivået antas å være nær typegrensen. Innsjøen tilhører vanntype L107 for moderat kalkrike, klare lavlandssjøer, som brukes for klassifisering av vannplanter, men vanntype L105a for kalkfattige, klare, grunne lavlandssjøer brukes for klassifisering av planteplankton, småkreps (planktoniske og

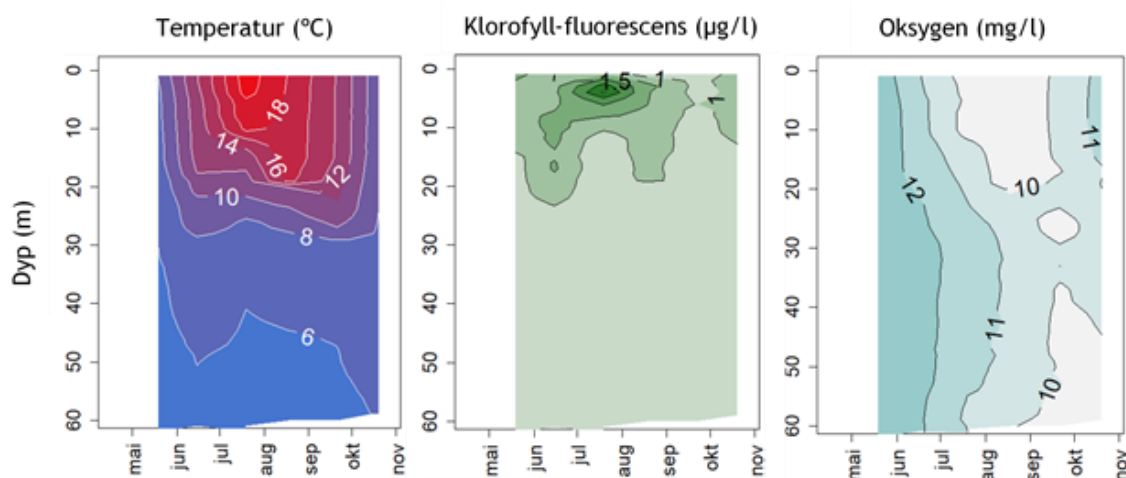
litorale), næringssalter og siktedyp (se kap. 2.3 for begrunnelse). Dette er i tråd med prinsippet i klassifiseringsveilederen om å bruke vanntypen med strengest klassegrenser for vannforekomster nær typegrenser. Øyeren har ganske turbid vann, samt noe humus, som gir lavt siktedyp. Den høye turbiditeten er dels naturlig og dels påvirket av erosjon i landbruksområdene rundt innsjøen.

Øyeren ble første gang undersøkt i 2017 som en del av ØKOSTOR-programmet (Lyche-Solheim mfl. 2018). Øyeren har imidlertid blitt overvåket i mange år før og også etter 2017 (Persson mfl. 2013, Hereid mfl. 2020). Innsjøen var overbelastet med næringssalter på 1970-tallet, men ble markert bedre på 1980-tallet etter den store kloakksaneringen kombinert med reduksjon av punktkilder i landbruket og industri. I 1990-årene var tilstanden ganske god, men etter dette har det vært en svak økning av algemengde og fosforkonsentrasjon igjen. Situasjonen er imidlertid ikke på langt nær så ille som den var i 1980 og forut for dette (Berge 2011).

Følgende kvalitetselementer ble undersøkt i Øyeren i 2021: fysisk-kjemiske støtteparametere, planteplankton (fra pelagisk stasjon i Øyeren-sør), vannplanter (hele innsjøen, resultater er delt i Øyeren-nord og Øyeren-sør), småkreps (planktoniske i Øyeren-sør og litorale i hele innsjøen) og fisk (ekkoloddundersøkelse i Øyeren-sør). Klassifiseringen av økologisk tilstand er basert på alle disse kvalitetselementene, samt på eksisterende hydromorfologiske data om reguleringshøyde (Tabell 10). Alle resultatene fra 2021 er dessuten presentert i vedlegg til denne rapporten.

Vertikalprofiler av temperatur (Figur 4) viser en termoklin i dybdesjiktet 20-30 m i slutten av juni og en maksimumstemperatur på ca. 20 °C i overflatevannet i juli. Temperaturforholdene i Øyeren påvirkes av kaldt vann fra Glomma gjennom hele våren og sommeren. Fluorescensen viser stort sett lave verdier med ett maksimum i epilimnion i juli. Det var relativt gode oksygenforhold i vannmassene gjennom hele sommeren. Alle vertikalprofiler basert på sondemålinger er vist i vedlegg D.

Fosforkonsentrasjonen i epilimnion hadde en middelerdi på 10 µg/l i perioden mai-oktober, noe som tilsvarer *god* tilstand med en nEQR-verdi på 0,64, som er nær grensen til *moderat*. Middelerdien av total fosfor i hypolimnion var 8,5 µg/l. Siktedypet varierte fra 0,8-3,8 m med en middelerdi på 2,2 m, som tilsvarer *dårlig* tilstand. Denne klassifiseringen er imidlertid ikke korrigert for naturlig høy turbiditet og er derfor svært usikker. Vi har derfor ikke brukt siktedyp i den endelige klassifiseringen i Tabell 9. Nitrogenkonsentrasjonen (Tot-N) hadde middelerdi på 428 µg/l, som tilsvarer *god* tilstand, men nitrogen er ikke brukt i klassifiseringen da planteplanktonet anses som fosforbegrenset. De vannkjemiske eutrofieringsparameterne gir dermed *god* tilstand, men denne er kun basert på total fosfor. Se Vedlegg E1 for alle vannkjemiske basisdata, samt Vedlegg E3 for figurer og tabeller.



Figur 4. Vertikalprofiler av temperatur (venstre), klorofyll fluorescens (midten) og oksygen (høyre) i hele vannsøylen (0-65 m) på den pelagiske stasjonen over dypeste punkt i Øyeren fra mai til oktober 2021. I Vedlegg D er tilsvarende figurer vist for dyp 0-50 m.

Planteplanktonbiomassen er lav i forhold til den relativt høye fosforkonsentrasjonen. Verdiene for klorofyll a og totalt volum var lave, og Øyeren fikk tilstandsklassen *svært god* for disse parameterne. Dette skyldes trolig den korte oppholdstiden, samt dårlige lysforhold som følge av høy turbiditet. Innsjøen har sannsynligvis også relativt lite biotilgjengelig fosfor, da mye av total-fosforet er bundet til mineralpartikler og humus. Planteplanktonsamfunnet besto for det meste av kiselalger, gullalger og svelgflagellater og diversiteten er høy med rundt 150 registrerte arter, noe som var relativt likt som i undersøkelsen i 2017 (Vedlegg F). Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) viste et planteplanktonsamfunn som ga tilstandsklassen *god*. Det totale volumet av cyanobakterier var så lavt at tilstandsklassen ble *svært god* for $Cyano_{max}$. Totalvurderingen av Øyeren i 2021 basert på planteplanktonet ga *god* økologisk tilstand med nEQR på 0,79, som er nær grensen til *svært god*.

Kartlegging av vannvegetasjonen i Øyeren viser at artsdiversiteten er høy, og i 2021 ble det registrert like mange arter i Øyeren-sør som i Øyeren nord (23 arter, Vedlegg G). I 2017 ble det registrert langt færre arter i Øyeren-sør (15 arter). Trofi-indeksen (TIC) for Øyeren-sør gir *god* tilstand og dette er en endring fra 2017 da denne indeksen gav tilstandsklasse *svært god*. Registreringsforholdene var bedre i 2021 enn i 2017 (registrering senere i sesongen og noe bedre sikt i vannet). Flere av de tolerante artene registrert i 2021 hadde imidlertid svært lav forekomst, men tilstanden i 2017 må nok uansett sies å være vurdert som for *god*. Reguleringsindeksen gir også *moderat* tilstand, noe den også gjorde i 2017. Vannstandsindeksen brukes ikke i den endelige klassifiseringen i Tabell 10, pga høy usikkerhet i for vanntypen moderat kalkrike innsjøer (se kap. 3.2.2).

Tettheten av krepsdyrplanktonet i 2021 var, som i 2017, lav (<100 000 ind. ved alle besøk; se Figur H.3) og sammenlignbart med Mjøsa. Vannlopper og hoppekreps utgjorde omtrent like

store andeler. Hjelmdafnie *Daphnia cristata* og de to Bosmina-artene snabelkreps *B. longspina* og børstesnabelkreps *B. longirostris* dominerte blant vannloppene, der også den store rovformen glassrovkreps *Leptodora kindti* forekom i større antall. Istidsrelikten flammekreps *Limnocalanus macrurus* var den vanligste calanoide hoppekrepsen og dominerte i mysistrekkene. Gulhalehops *Cyclops abyssorum* og *Thermocyclops oithonoides* var de vanligste cyclopoide hoppekrepsene, der sistnevnte sammen med børstesnabelkreps er to små former som gir indikasjon på et høyt beitetrykk fra fisk. Gulhalehops er sett på som en konkurransesvak art, men som er tolerant i forhold til forskjellige miljøforhold. Hvorfor den har slått til i Øyeren, og ikke den langt vanligere vingehops *Cyclops scutifer*, er usikkert. Istidsrelikten *Mysis relicta* ble funnet ved alle de seks besøkene. Blant alle innsjøene som inngår i ØKOSTOR har Øyeren størst artsdiversitet med >60 arter av småkreps i både 2017 og 2021. Økologisk tilstand mht. eutrofiering (CIT-indeks) er *moderat*, noe som blant annet skyldes at andelen eutrofieringstolerante arter er relativt høy.

Fiskesamfunnet i Øyeren ble i 2021 undersøkt med ekkolodd (Eikland mfl. 2022b). Fiskesamfunnet i Øyeren er Norges mest artsrike med 23 arter med dominans av mort (og andre karpefisker), samt abbor på grunt vann og sik på dypt vann. Øyeren har også mye større fiskebiomasse (23,4 kg/ha) enn de andre innsjøene som var med i ØKOSTOR 2021. WS-FBI-indeksen viser at fiskebestanden i Øyeren er i *svært god* tilstand i forhold til eutrofiering. Den store bestanden av krøkle gir nok et stort predasjonspress på dyreplanktonet, noe som trolig forklarer den lave tettheten av dyreplankton og lav andel store vannlopper. Dette gir lavt beitetrykk på planteplanktonet. Til tross for dette er planteplanktonbiomassen lavere enn forventet ut fra fosforkonsentrasjonen pga. dårlige lysforhold, lite biotilgjengelig fosfor og kort oppholdstid, som omtalt ovenfor.

Samlet klassifisering gir *moderat* økologisk tilstand med vannplanter og småkreps som utslagsgivende (Tabell 10). Planteplankton og eutrofieringsparameterne er i tilstandsklasse *god*, men representerer de åpne vannmassene og kan ikke uten videre sammenlignes med forholdene i de litorale områdene. Sammenligning med tilsvarende data fra tidligere år (2017) er oppsummert i kap. 4.12.

Konklusjon: Undersøkelsene i 2021 indikerer at Øyeren har moderat økologisk tilstand basert på småkreps og tilfredsstiller derfor ikke miljømålet iht vannforskriften. Eutrofieringsindeksen for småkreps gir tilstandsklasse moderat og indikerer eutrofieringseffekter i litoralsonen i innsjøen. Klassifisering basert kun på de undersøkte stasjonene i Øyeren-sør ville gitt litt bedre tilstand (nEQR 0,44), men tilstandsklassen ville forblitt uforandret. Klassifiseringen anses å ha middels usikkerhet. Tilstand for vannplanter varierer noe mellom år.

Tabell 10. ØYEREN 2021*

Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen.

Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data, parametere som ikke er relevante eller mangler klassegrenser for den aktuelle vanntypen, eller har for usikre data til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = Svært dårlig (rød).

* Vurderingen av økologisk tilstand er i hovedsak basert på resultatene fra Øyeren-sør, hvor den pelagiske stasjonen ligger. Vurderingen av vannplanter er også basert på stasjonene som ligger i Øyeren-Sør. Vurdering av fisk er basert på ekkoloddundersøkelsen i Øyeren-Sør. Vurdering av småkreps og fisk er basert på prøvetaking i hele innsjøen.

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Biologiske kvalitetselement				
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	3,02	SG	0,66	0,87
Planteplankton: Totalt volum, mm ³ /l	0,28	SG	0,97	0,91
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,26	G	0,87	0,70
Planteplankton: Cyanomax, mm ³ /l	0,004	SG	1,00	0,99
Totalvurdering planteplankton		G		0,79
Vannplanter eutrofieringsindeks: Tlc	32,00	G	0,76	0,61
Vannplanter forsøringsindeks: Slc				
Vannplanter reguleringsindeks: Wlc	16,70	G		0,74
Totalvurdering vannplanter		G		0,61
Småkreps forsøringsindeks: LACI-2 (kun lav alk)				
Småkreps eutrofieringsindeks: CIT	21,32	M	0,37	0,42
Totalvurdering invertebrater		M		0,42
Fisk, NEFI: endring fiskesamfunn (generell)				
Fisk, WS-FBI: pelagisk fiskeindeks (eutrofiering)	2,15	SG	0,74	0,83
Fisk, % bestandsnedgang (generell)				
Totalvurdering fisk		SG		0,83
Totalvurdering biologiske kvalitetselementer				
Fysisk-kjemiske kvalitetselementer				
Total fosfor, µg/l	10,0	G	0,30	0,64
Total nitrogen, µg/l	428	G	0,47	0,65
Siktedyp, m	2,2	D	0,44	0,25
Totalvurdering eutrofieringsparametere		G		0,64
pH	7,2			
ANC, µekv/l	262			
LAL, µg/l	6,0			
Totalvurdering forsøringsparametere				
Hydromorfologiske kvalitetselementer				
Reguleringshøyde, m (RH = HRV-LRV)	2,40	G	0,21	0,65
Forholdet mellom reguleringshøyde og siktedyp (RH/2SD)	0,55	M	0,18	0,43
Totalvurdering hydromorfologiske støtteparametere		M		0,54
Totalvurdering for vannforekomsten		M		0,42

4.5 Byglandsfjorden

					
Beliggenhet og vanntype		Morfometri og hydrologi ¹		Arealfordeling (%)	
Vannforekomst-ID	021-1063-L	Areal nedbørfelt (km ²)	2784	Sjø	11
Fylke(r)	Agder	Innsjøareal (km ²)	33,7	Bre	0
Kommune(r)	Evje og Hornnes, Bygland	Maks-dyp (m)	167	Skog	40
Økoregion	Sørlandet	Middeldyp (m)	57	Dyrket mark	1
Høyde over havet (m)	203	Volum (mill. m ³)	1995	Myr	4
Kalsium (mg/L)	0,8	Midlere årlig avløp (mill. m ³)	3554	Snaufjell	43
Farge (mg Pt/L)	13,6	Teoretisk oppholdstid (år)	0,56	Urban	0
Typekode	L202d	Reguleringshøyde (m)	5		
Vanntype-beskrivelse	Skog, svært kalkfattig, klar, dyp				

¹ <http://nevina.nve.no/> & <https://vann-nett.no/portal/>

Byglandsfjorden er en lang og smal innsjø i Otra-vassdraget i vannregion Agder. Nedbørfeltet er dominert av skog og fjell, mens andelen dyrket mark er liten (1%). Geologien er preget av sure bergarter som gir liten bufferevne mot forsuring og en svært kalkfattig vanntype. Humusnivået er lavt med en farge på 16 mg Pt/l. Oppholdstiden er relativt kort (ca. et halvt år). Innsjøen har en relikv laksestamme (bleke), som har blitt restaurert ved kalking etter omfattende forsuringsskader på 1960 og 1970-tallet (Barlaup mfl. 2005). Selv om forsuringen nå er redusert, kan sure episoder fortsatt forekomme i forbindelse med flom i lokale vassdrag oppstrøms Byglandsfjorden kombinert med spesielle hydrologiske forhold i de regulerte områdene til Brokke kraftverk. Fortsatt kalking er nødvendig i disse områdene (Vehte og Høgberget 2017).

Byglandsfjorden har en reguleringshøyde på 5 m, men en midlere vinternedtapping på 1,7 m siste 10 år viser mindre utnyttelse av reguleringshøyden og mindre effekt på strandsonen.

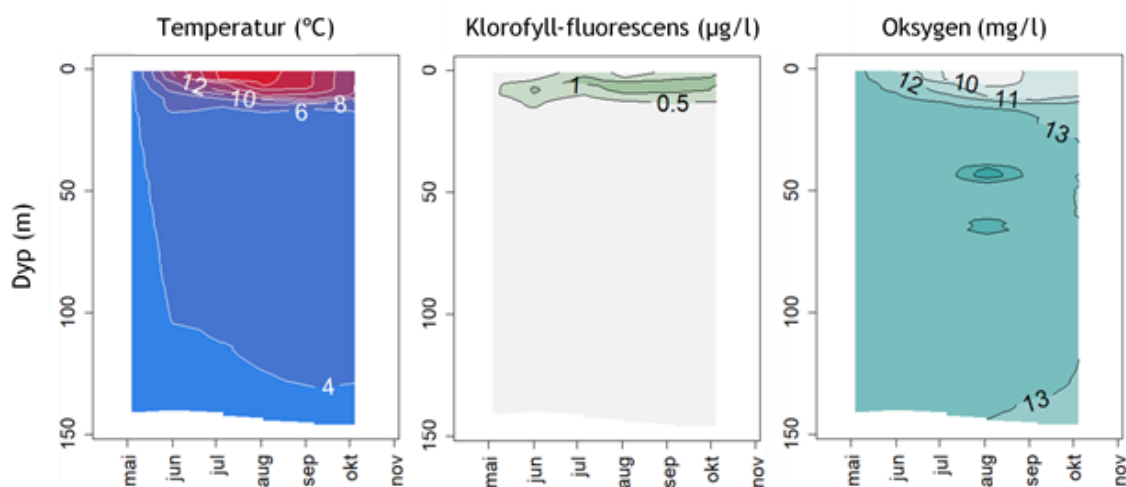
Innsjøen tilhører vanntype L202d for svært kalkfattige, klare, dype skogssjøer. Alle kvalitetselementene er klassifisert ut fra denne vanntypen.

Byglandsfjorden ble første gang undersøkt i 2017 som en del av ØKOSTOR-programmet (Lyche Solheim mfl. 2018). Fra Byglandsfjorden foreligger det data fra en rekke tidligere undersøkelser, spesielt knyttet til bevaringstiltak for bleka, forsuring av vassdraget og

effekter av krypsiv (Persson mfl. 2013). Resipientkapasiteten i Byglandsfjorden mht. eutrofiering er også undersøkt (Bækken mfl. 2002), men data egnet for tilstandsklassifisering av innsjøen var likevel begrenset til et fåtall kvalitetselementer før 2017.

Følgende kvalitetselementer ble undersøkt i Byglandsfjorden i 2021: fysisk-kjemiske støtteparametere, planteplankton, vannplanter, småkreps (planktoniske og litorale) og fisk. Klassifiseringen av økologisk tilstand er basert på alle disse kvalitetselementene, samt på eksisterende hydromorfologiske data om reguleringshøyde (Tabell 11). Alle resultatene fra 2021 er dessuten presentert i vedlegg til denne rapporten.

Vertikalprofilen av temperatur (Figur 5) viste at vannet fullsirkulerte fram til midten av mai. Den termiske sjiktningen er velutviklet gjennom hele sommeren til første del av september med en ganske skarp termoklin mellom 10 og 15 m dyp. Maksimumstemperatur var 18-19 °C og ble målt i juli. Oksygenkonsentrasjonene var høye på alle dyp gjennom hele sommeren. Alle vertikalprofiler basert på sondemålinger er vist i vedlegg D.



Figur 5. Vertikalprofiler av temperatur (venstre), klorofyll fluorescens (midten) og oksygen (høyre) i hele vannsøylen (0-150 m) målt på den pelagiske stasjonen over dypeste punkt i Byglandsfjorden fra mai til oktober 2021. I Vedlegg D er tilsvarende figurer vist for dyp 0-50 m.

Fosforkonsentrasjonene var lave både i epilimnion (ca. 2,7 µg/l) og hypolimnion (Vedlegg E). Det samme gjelder nitrogenkonsentrasjonen (127 µg/l). Siktedypet var 7,8 m. Middelverdiene for fosfor og nitrogen er litt lavere enn referanseverdien for den aktuelle vanntypen. Tilsvarende resultater ble også funnet i 2017 (Lyche Solheim mfl. 2018).

De vannkjemiske forsuringsparameterne avvek i liten grad fra forventet naturtilstand, og i motsetning til resultatene fra 2017 indikerer de at Byglandsfjorden i mindre grad enn tidligere er påvirket av forsurening. Se Vedlegg E1 for alle vannkjemiske basisdata, samt Vedlegg E3 for figurer og tabeller.

Planteplanktonet bar preg av de ultraoligotrofe forholdene med svært lav biomasse (klorofyll på ca. 1,3 µg/l og biovolum på 0,11 mg/l), noe som ble støttet av de lave fluorescens-verdiene (Figur 5). Den dominerende gruppen var gullalger med lavere andel fureflagellater og grønnalger (Vedlegg F). Gullalgene besto for det meste av miksotrofe arter (i slektene *Chromulina*, *Dinobryon*, *Mallomonas* og *Ochromonas*) som kan skaffe seg mer fosfor ved å beite på bakterier.

Det ble i 2021 registrert 14 arter av vannplanter i Byglandsfjorden mot 13 i 2017 (Vedlegg G). Vannplantefloraen er preget av det svært lave kalsiumnivået med lavt artsantall og en artssammensetning som er typisk for svært kalkfattig vann, inkludert store langvokste bestander av krypsiv *Juncus bulbosus* på flere stasjoner. Lenger opp i vassdraget, f.eks. i Otra ved Rysstad, skaper massebestander av krypsiv problemer for flere brukergrupper (Moe mfl. 2021). Andre vanlig forekommende vannplanter var kortskuddsartene *Isoetes lacustris*, *Isoetes echinospora*, *Littorella uniflora*, *Lobelia dortmanna* og *Ranunculus reptans*, samt langskuddsartene *Callitriche hamulata* og *Myriophyllum alterniflorum*. Reguleringsindeksen viste *svært god* tilstand, mens både forsuringsindeksen og eutrofieringsindeksen viste *god* tilstand, og antyder en liten effekt av disse to påvirkningstypene.

Småkrepsfaunaen bestod av 45 arter i 2021, én art mer enn det som ble funnet i 2017 (Vedlegg H). Artssammensetningen hadde mange likhetstrekk med Lundevatnet. Vannloppene var dominert av snabelkreps *Bosmina longispina* og gelekreps *Holopedium gibberum*, men også alle de tre rovformene rovkreps *Polyphemus pediculus*, langhalerovkreps *Bythotrephes longimanus*, og glassrovkreps *Leptodora kindti* ble funnet. Hoppekrepsene, som bestod av calanoidene sørhops *Eudiaptomus gracilis* og spasmevreps *Heterocope saliens*, samt cyclopoiden vingehops *Cyclops scutifer*, utgjorde en høyere andel av planktonsamfunnet enn vannloppene. Tettheten av krepsdyrplankton var lav, men gjennomgående noe høyere enn i 2017. Det ble ikke funnet noen dafnier i planktonet, men det er lite sannsynlig at dette skyldes predasjon fra fisk da tettheten av fisk er svært lav i Byglandsfjorden (se nedenfor). Lav planteplanktonbiomasse indikerer at næringskjeden primært er styrt av begrenset fødetilgang (bottom-up kontroll) framfor predasjon/beiting (top-down kontroll).

Både planktonsamfunnet og litoralsamfunnet bestod av krepsdyrarter som kan karakteriseres som typiske for ferskvann i denne landsdelen. Som en kan forvente ved kalsiumnivåer under 1 mg Ca/l, ble det funnet få svært forsuringfølsomme arter. Det ble imidlertid funnet flere moderat forsuringfølsomme arter og småkrepsfaunaen viser derfor ingen tegn på forsuringsskader. Andelen eutrofieringstolerante arter var noe høyere enn forventet, noe som ga et lite utslag i CIT-indeksen. Tilstandsklassifiseringen er basert på data fra alle de undersøkte stasjonene (se kart i vedlegg C). Dersom vi hadde utelatt stasjoner i Åraksfjorden (4 stasjoner) ville tilstanden blitt litt bedre (nEQR 0,80), men tilstandsklassen ville forblitt uforandret.

Fiskesamfunnet i Byglandsfjorden ble i 2021 undersøkt med bunngarn, rusefiske og ekkolodd. Det ble fisket på de samme stasjonene som i 2017, men med noe redusert innsats på dypet. Opprinnelig var ørret og bleke de eneste fiskeartene i Byglandsfjorden. Ørekyt er introdusert og utgjør en stor andel av fangstene i strandsona. Sammenlignet med 2017 er det i 2021 en halvering av tetthet av fisk som er ett år eller eldre, fra 12,1 til 5,2 fisk per hektar, med tilsvarende reduksjon i biomasse (se Eikland mfl. 2022b). Andelen ørekyt i fangsten økte fra 39% i 2017 til 56% i 2021. Undersøkelser av det pelagiske fiskesamfunnet med ekkolodd indikerer *svært god* tilstand med hensyn til eutrofiering. Uten tilstrekkelig god dokumentasjon på fiskesamfunnets naturtilstand før regulering og forsuring av innsjøen er det ikke mulig å klassifisere innsjøen etter de øvrige fiskeindeksene. Summen av påvirkningene fra reguleringen, tidligere forsuring og introduksjonen av ørekyt er derfor utslagsgivende for at den økologiske tilstanden for fisk settes til *moderat* ved ekspertvurdering. Det er imidlertid heftet usikkerhet til denne klassifiseringen, og vurderingen bør etterprøves med nye undersøkelser av ørekytens utbredelse og økologiske effekt, og en fortsatt overvåking av blekebestanden.

Samlet klassifisering ga *moderat* økologisk tilstand i 2021, med fisk som utslagsgivende kvalitetselement (Tabell 11). Sammenligning med tilsvarende data fra tidligere år (2017) for alle kvalitetselementer er oppsummert i kap. 4.12.

Konklusjon: Undersøkelsene i 2021 indikerer at Byglandsfjorden er i moderat økologisk tilstand pga. den negative utviklingen i fiskesamfunnet. Klassifiseringen anses å ha middels usikkerhet fordi de øvrige kvalitetselementene gir enten svært god eller god tilstand men det er samtidig få år med data. Usikkerheten er også forhøyet fordi vi mangler god dokumentasjon på fiskesamfunnets naturtilstand (tilstanden i dag er derfor kun ekspertvurdert).

Tabell 11. BYGLANDSFJORDEN 2021

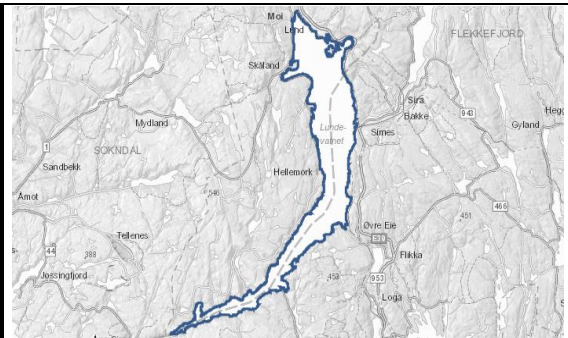
Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen.

Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data, parametere som ikke er relevante eller mangler klassegrenser for den aktuelle vanntypen, eller har for usikre data til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = Svært dårlig (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Biologiske kvalitetselement				
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	1,32	SG	0,99	0,99
Planteplankton: Totalt volum, mm ³ /l	0,11	SG	1,00	1,00
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	1,97	SG	0,92	0,83
Planteplankton: Cyanomax, mm ³ /l	0,006	SG	1,00	0,99
Totalvurdering planteplankton		SG		0,91
Vannplanter eutrofieringsindeks: TIc	78,60	G	0,92	0,73
Vannplanter reguleringsindeks: Wlc	-7,10	SG		0,90
Vannplanter forsuringsindeks: SIc	-28,60	G		0,71
Totalvurdering vannplanter		G		0,71
Småkreps forsuringsindeks: LACI-1	0,21	SG	0,87	0,92
Småkreps eutrofieringsindeks: CIT	66,58	G	0,81	0,74
Totalvurdering invertebrater		G		0,74
Fisk, NEFI: endring fiskesamfunn (generell)				0,50
Fisk, WS-FBI: pelagisk fiskeindeks (eutrofiering)	15,71	SG	5,42	1,00
Fisk, % bestandsnedgang (generell)				
Totalvurdering fisk		M		0,50
Totalvurdering biologiske kvalitetselementer		M		0,50
Fysisk-kjemiske kvalitetselementer				
Total fosfor, µg/l	2,7	SG	1,13	1,00
Total nitrogen, µg/l	127	SG	1,18	1,00
Siktedyp, m	7,8	SG	1,01	1,00
Totalvurdering eutrofieringsparametere		SG		1,00
pH	6,2	SG	0,96	0,83
ANC, µekv/l	44	SG	0,90	0,84
LAI, µg/l	7,0	G	0,36	0,71
Totalvurdering forsuringsparametere		G		0,79
Hydromorfologiske kvalitetselementer				
Reguleringshøyde, m (RH = HRV-LRV)	5,00	M	0,10	0,60
Forholdet mellom reguleringshøyde og siktedyp (RH/2SD)	0,32	G	0,31	0,65
Totalvurdering hydromorfologiske støtteparametere		G		0,62
Totalvurdering for vannforekomsten		M		0,50

4.6 Lundevatnet





Beliggenhet og vanntype		Morfometri og hydrologi ¹		Arealfordeling (%)	
Vannforekomst-ID	026-1399-L	Areal nedbørfelt (km ²)	1900	Sjø	12
Fylke(r)	Agder, Rogaland	Innsjøareal (km ²)	27,5	Bre	0
Kommune(r)	Flekkefjord , Lund	Maks-dyp (m)	314	Skog	23
Økoregion	Sørlandet	Middeldyp (m)	172	Dyrket mark	1
Høyde over havet (m)	49	Volum (mill. m ³)	4480	Myr	2
Kalsium (mg/L)	0,4	Midlere årlig avløp (mill. m ³)	4090	Snaufjell	56
Farge (mg Pt/L)	13,9	Teoretisk oppholdstid (år)	1,10	Urban	0
Typekode	L102b	Reguleringshøyde (m)	4,5		
Vanntype-beskrivelse		Lavland, svært kalkfattig, klar, dyp			

¹ <http://nevina.nve.no/> & <https://vann-nett.no/portal/>

Lundevatnet ligger på grensen mellom Vest-Agder og Rogaland, tilhører vannområde Sira-Kvina i vannregion Agder. Lundevatnet er blant de 10 dypeste innsjøene i landet. Utløpet er ved Åna-Sira, der det er en demning og Åna-Sira kraftverk ligger. Derfra og ut i havet er det kun et par kilometer. Elveløpet mellom Sirdalsvatnet og Lundevatnet er i dag utgravd slik at vannstanden de to vannene skal være tilnærmet lik. Geologien i nedbørfeltet er dominert av gneis, dvs. harde og kalkfattige bergarter som gir en ionefattig vannkvalitet med lav bufferevne. Dette området har vært blant de mest forsurede i Norge, og fremdeles mottar nedbørfeltet forsurende forbindelser. Nedbørfeltet er tynt befolket med spredt bebyggelse og litt jordbruk begrenset til mindre områder i sør. Det største tettstedet er Moi, ved enden av Lundevatnet, med ca. 2000 innbyggere. Langs østsiden av vannet er det store steinfyllinger i forbindelse med trase for vei og nedlagt jernbanespor.

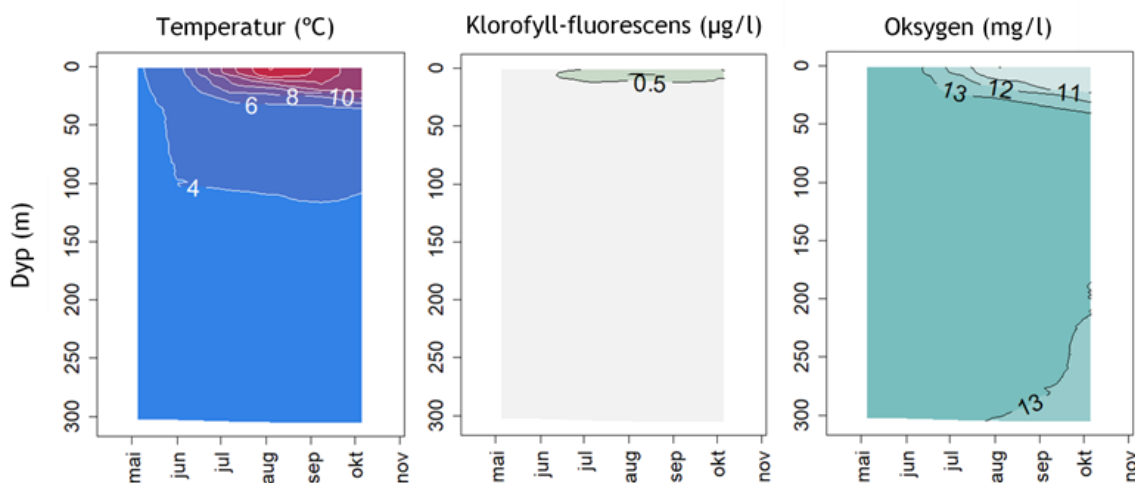
Lundevatnet har en reguleringshøyde på 4,5 m, men en midlere vinter nedtapping på 1,4 m siste 10 år viser mindre utnyttelse av reguleringshøyden og mindre effekt på strandsonen.

Innsjøen tilhører vanntype L201b, for svært kalkfattige, klare, dype lavlandssjøer. Alle kvalitetselementene er klassifisert ut fra denne vanntypen.

Lundevatnet ble første gang undersøkt i 2017 som en del av ØKOSTOR-programmet (Lyche Solheim mfl. 2018). Det er i liten grad gjennomført tidligere limnologiske undersøkelser i Lundevatnet (Persson mfl. 2013).

Følgende kvalitetselementer ble undersøkt i Lundevatnet i 2021: fysisk-kjemiske støtteparametere, planteplankton, vannplanter, småkreps (planktoniske og litorale) og fisk. Klassifiseringen av økologisk tilstand er basert på alle disse kvalitetselementene, samt på eksisterende hydromorfologiske data om reguleringshøyde (Tabell 12). Alle resultatene fra 2021 er dessuten presentert i vedlegg til denne rapporten.

Vertikalprofilen av temperatur (Figur 6) viser at vannet fullsirkulerte fram til starten av juni. Den termiske sjiktningen er velutviklet gjennom hele sommeren, med en termoklin mellom 10 og 12 m dyp. Maksimumstemperatur var ca. 18°C og ble målt i slutten av juli. Oksygenkonsentrasjonene var høye på alle dyp gjennom hele sommeren. Alle vertikalprofiler basert på sondemålinger er vist i vedlegg D.



Figur 6. Vertikalprofiler av temperatur (venstre), klorofyll fluorescens (midten) og oksygen (høyre) i hele vannsøylen (0-300 m) målt på den pelagiske stasjonen over dypeste punkt i Lundevatnet fra mai til oktober 2021. I Vedlegg D er tilsvarende figurer vist for dyp 0-50 m.

Fosforkonsentrasjonene var lave i epilimnion (3,3 µg/l) og hypolimnion (3,0 µg/l; Vedlegg E), noe som indikerer ultraoligotrofe forhold. Nitrogenkonsentrasjonen var også lav (173 µg/l) og gjennomsnittlig siktedyp var 7,2 m.

De kjemiske forsuringsparameterne indikerer at Lundevatnet nå er mindre preget av forsurening; tilstanden var *god* i 2021 mot *moderat* i 2017. Innholdet av labilt aluminium (LAI) viser likevel at Lundevatnet fremdeles er noe forsuret. Noe forhøyede konsentrasjoner ble målt gjennom hele sommeren, med en maksverdi i juni på 18 µg/l. Se Vedlegg E1 for alle vannkjemiske basisdata, samt Vedlegg E3 for figurer og tabeller.

Planteplanktonet bar preg av de ultraoligotrofe forholdene med svært lav biomasse (klorofyll på ca. 0,9 µg/l og biovolum på 0,09 mg/l), og dette ble også bekreftet av lave fluorescensverdier (Figur 6). Planteplanktonsamfunnet er dominert av gullalger og cyanobakterier (primært *Merismopedia tenuissima*) med mindre andeler fureflagellater, sveltflagellater og grønnalger (Vedlegg F). Gullalgene er mikсотrofe og skaffer seg fosfor gjennom beiting på bakterier, noe som gjør at de klarer seg bedre enn mange andre alger i svært næringsfattige innsjøer. Cyanobakterien *Merismopedia tenuissima* er vanlig forekommende i oligotrofe innsjøer og hadde svært lavt biovolum som ga *svært god* tilstand for cyanomax (Tabell 12).

Vannplantесamfunnet i Lundevatnet er artsfattig, 10 arter i 2021 mot 11 arter i 2017 (Vedlegg G), og har en artssammensetning typisk for kalkfattige innsjøer, med dominans av kortskuddsartene *Isoetes lacustris*, *I. echinospora*, *Littorella uniflora*, *Lobelia dortmanna* og *Ranunculus reptans*, og langskuddsarten *Juncus bulbosus*. Artsinventaret er også noe forsuringspreg. Vannplantene i Lundevatnet gir *god* økologisk tilstand både mht. forsuring og eutrofieringspåvirkning, men *svært god* mht vannstandsregulering.

Småkrepsfaunaen i Lundevatnet er moderat artsfattig, med mange av de samme artene som i Byglandsfjorden. Både i 2017 og 2021 ble det funnet i overkant av 40 arter (Vedlegg H), som alle kan karakteriseres som typiske for denne landsdelen. Planktonprøver tatt i Lundevatnet i 1897 (Huitfeldt-Kaas 1906) viser påfallende stor likhet i artssammensetning og dominansforhold med våre prøver tatt 120 år senere. De calanoide hoppekrepsene er representert ved sørhops *Eudiaptomus gracilis*, prakthops *Mixodiaptomus laciniatus* og spasmehops *Hetercope saliens*. Vannloppene var dominert av snabelkreps *Bosmina longispina* og gelekreps *Holopedium gibberum*. Andelen av store vannlopper generelt, og dafnier spesielt, i planktonet er svært lavt. Predasjon fra røye kan gi lave tettheter av vannlopper, men lav planteplanktonbiomasse indikerer at næringskjeden primært er styrt av begrenset fødetilgang (bottom-up kontroll) enn av predasjon/beiting (top-down kontroll).

I litoralsamfunnet er de klassiske forsuringstolerante artene nesten helt fraværende, samtidig som vi finner flere forsuringsfølsomme arter, noe som indikerer at småkrepsfaunaen ikke er påvirket av forsuring (men forsuringindeksen er ikke benyttet i tilstandsklassifiseringen pga. høy usikkerhet når $Ca < 0,5$ mg/l). Andelen eutrofieringstolerante arter var noe høyere enn forventet, noe som ga et lite utslag i CIT-indeksen.

Fiskesamfunnet i Lundevatnet omfatter kun to arter, ørret og røye (se Eikland mfl. 2022b). I 2021 ble fiskebestanden kun undersøkt med ekkolodd. Basert på denne undersøkelsen er tilstanden i det pelagiske fiskesamfunnet klassifisert som *svært god* med hensyn til eutrofiering. Uten prøvefiskedata fra pelagialen og bunn-nære områder er det ikke mulig å benytte de øvrige fiskeindeksene i tilstandsklassifiseringen.

Samlet klassifisering ga *god* økologisk tilstand i 2021, med hydromorfologiske støtteparametere som utslagsgivende kvalitetselement (Tabell 12). Dette støttes ikke av reguleringsindeksen for vannplanter. Eutrofieringsindeksene basert på hhv. vannplanter og småkreps kan derimot tyde på små tilførsler av næringssalter til litoralsonen. Vannkjemien og planteplankton indikerer imidlertid ingen eutrofiering, men disse representerer først og fremst forholdene i de åpne vannmasser, og kan ikke uten videre sammenlignes med forholdene i de litorale områdene (se kap. 2.3). Sammenligning med tilsvarende data fra tidligere år (2017) er oppsummert i kap. 4.12.

Konklusjon: *Undersøkelsene i 2021 indikerer at Lundevatnet er i god økologisk tilstand og tilfredsstillende derfor miljømålet iht. vannforskriften. Tilstanden er noe bedre enn i 2017, pga. en positiv utvikling i forurensingssituasjonen. Klassifiseringen anses å ha middels usikkerhet. Alle kvalitetselementer er i enten svært god eller god tilstand men det er samtidig få år med data. Videre er den biologiske overvåkingen, med manglende undersøkelse av bunndyr, i begrenset grad egnet til å fange opp effekter av forurensing. Det er tidligere vist at bunndyr er mer følsomme for LAI enn småkreps (se for eksempel Schartau mfl. 2018), og det er derfor mulig at Lundevatnet ville fått en dårligere tilstand dersom litorale bunndyr hadde vært inkludert i overvåkingen.*

Tabell 12. LUNDEVATNET 2021

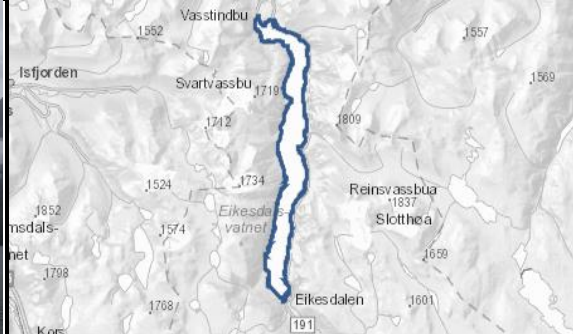
Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen.

Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data, parametere som ikke er relevante eller mangler klassegrensar for den aktuelle vanntypen, eller har for usikre data til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = Svært dårlig (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Biologiske kvalitetselement				
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	0,92	SG	1,41	1,00
Planteplankton: Totalt volum, mm ³ /l	0,09	SG	1,00	1,00
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,01	G	0,91	0,80
Planteplankton: Cyanomax, mm ³ /l	0,099	SG	0,99	0,88
Totalvurdering planteplankton		SG		0,89
Vannplanter eutrofieringsindeks: Tlc	80,00	G	0,92	0,74
Vannplanter reguleringsindeks: Wlc	0,00	SG		0,90
Vannplanter forsursingsindeks: Slc	-20,00	G		0,75
Totalvurdering vannplanter		G		0,74
Småkreps forsursingsindeks: LACI-1	0,27			NA
Småkreps eutrofieringsindeks: CIT	58,54	G	0,71	0,65
Totalvurdering invertebrater		G		0,65
Fisk, NEFI: endring fiskesamfunn (generell)				
Fisk, WS-FBI: pelagisk fiskeindeks (eutrofiering)	3,51	SG	1,21	1,00
Fisk, % bestandsnedgang (generell)				
Totalvurdering fisk		SG		1,00
Totalvurdering biologiske kvalitetselementer		G		0,65
Fysisk-kjemiske kvalitetselementer				
Total fosfor, µg/l	3,3	SG	0,90	0,95
Total nitrogen, µg/l	173	SG	0,87	1,00
Siktedyp, m	7,2	SG	0,94	0,93
Totalvurdering eutrofieringsparametere		SG		0,89
pH	5,8	SG	1,00	1,00
ANC, µekv/l	123	G	0,87	0,71
LAI, µg/l	18,0	M	0,14	0,52
Totalvurdering forsursingsparametere		G		0,74
Hydromorfologiske kvalitetselementer				
Reguleringshøyde, m (RH = HRV-LRV)	4,50	G	0,11	0,61
Forholdet mellom reguleringshøyde og siktedyp (RH/2SD)	0,31	G	0,32	0,65
Totalvurdering hydromorfologiske støtteparametere		G		0,63
Totalvurdering for vannforekomsten		G		0,63

4.7 Eikesdalsvatnet





Beliggenhet og vanntype		Morfometri og hydrologi ¹		Arealfordeling (%)	
Vannforekomst-ID	104-1994-L	Areal nedbørfelt (km ²)	1093	Sjø	9
Fylke(r)	Møre og Romsdal	Innsjøareal (km ²)	23,1	Bre	1
Kommune(r)	Molde	Maks-dyp (m)	155	Skog	6
Økoregion	Vestlandet	Middeldyp (m)	89	Dyrket mark	0
Høyde over havet (m)	22	Volum (mill. m ³)	2074	Myr	0
Kalsium (mg/L)	1,8	Midlere årlig avløp (mill. m ³)	1197	Snaufjell	78
Farge (mg Pt/L)	1,3	Teoretisk oppholdstid (år)	1,73	Urban	0
Typekode	L104	Reguleringshøyde (m)	-		
Vanntype-beskrivelse		Lavland, kalkfattig, svært klar, dyp			

¹ <http://nevina.nve.no/> & <https://vann-nett.no/portal/>

Eikesdalsvatnet er den største innsjøen i Møre og Romsdal. Innsjøen ligger i vannområde Romsdal som tilhører vannregion Møre og Romsdal. Elva Aura, som drenerer fra Aursjøen, og Mardøla, med de kjente Mardalsfossene, er de viktigste innløpselvene. Begge elver er regulert. Utløpselva Eira fører vann ut til Eresfjorden. Eikesdalsvatnet er omkranset av fjell med topper mellom 1 500 og 1 800 m o.h. Geologien i nedbørfeltet er dominert av harde og kalkfattige bergarter som gir en ionefattig vannkvalitet med lav bufferevne. Eikesdalsvatnet er ikke regulert, men 70% av vannet i nedbørfeltet er overført til andre vassdrag. Innsjøen er derfor likevel sterkt påvirket av regulering og er utpekt som sterkt modifisert (se nedenfor). Redusert vanngjennomstrømning og lengre oppholdstid kan trolig ha ført til noe lavere innhold av næringssalter enn innsjøen ville hatt i et uregulert nedbørfelt. Tidligere har området sannsynligvis vært noe forsuret (se Schartau mfl. 2006). Fylkesvei 191 går langs østsiden av vannet. Nedbørfeltet er tynt befolket med spredt bebyggelse. Området oppstrøms Eikesdalsvatnet er kun sparsomt bosatt.

Eikesdalsvatnet er karakterisert som en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF), hvilket betyr at dens miljømål er godt økologisk potensial og ikke god økologisk tilstand. Dette er beskrevet som «forhold som gir et fungerende akvatisk økosystem» (<https://vann-nett.no/portal/>), men er ikke nærmere konkretisert. Økologisk potensial er definert ut fra hvilke tiltak som kan gjennomføres uten at det reduserer samfunnsnyttene av reguleringen.

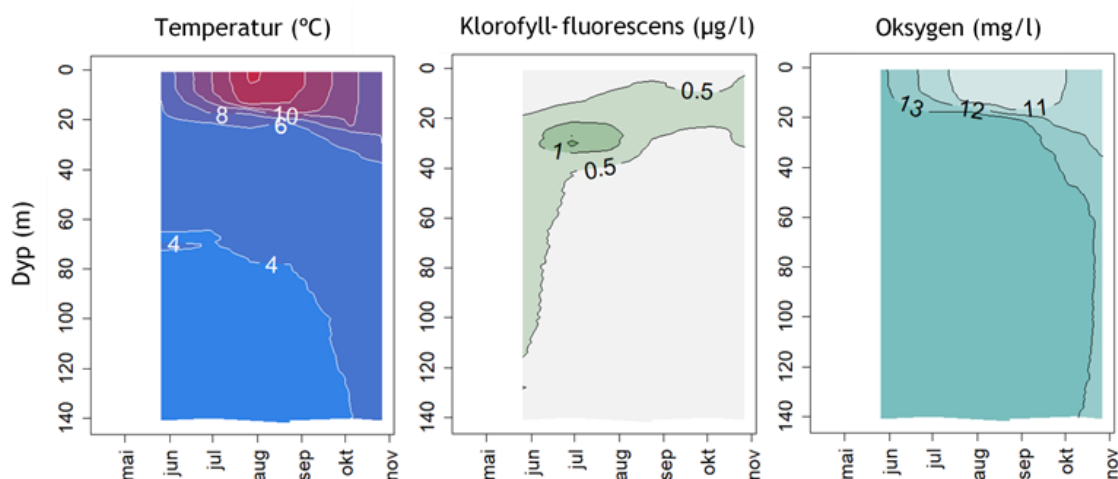
Resultatene kan derfor ikke vurderes mht. økologisk potensial, men kan si noe om effekter av reguleringen på økosystemet.

Innsjøen tilhører vanntype L104, for kalkfattige, svært klare, dype lavlandssjøer. Alle kvalitetselementene er klassifisert ut fra denne vanntypen.

Eikesdalsvatnet ble første gang undersøkt i 2017 som en del av ØKOSTOR-programmet (Lyche Solheim mfl. 2018). Med unntak av noen fiskeundersøkelser, er det svært begrenset med tidligere limnologiske undersøkelser fra Eikesdalsvatnet (Persson mfl. 2013).

Følgende kvalitetselementer ble undersøkt i 2021: fysisk-kjemiske støtteparametere, planteplankton, vannplanter, småkreps (planktoniske og litorale) og fisk. Klassifiseringen av økologisk tilstand er basert på alle disse kvalitetselementene, samt på eksisterende hydromorfologiske data om reguleringshøyde (Tabell 13). Resultatene fra 2021 er dessuten presentert i vedlegg til denne rapporten.

Vertikalprofilene av temperatur (Figur 7) viser at vannet fullsirkulerte fram til slutten av mai. Den termiske sjiktningen var ikke veldig skarp, med en termoklin mellom 15 og 18 m dyp i juli-september. Maksimumstemperatur var ca. 16 °C og ble målt i slutten av juli. Det ble målt høye oksygenkonsentrasjoner på alle dyp gjennom hele sommeren. Alle vertikalprofiler basert på sondemålinger er vist i vedlegg D.



Figur 7. Vertikalprofiler av temperatur (venstre), klorofyll fluorescens (midten) og oksygen (høyre) i hele vannsøylen (0-140 m) på den pelagiske stasjonen over dypeste punkt i Eikesdalsvatnet fra mai til oktober 2021. I Vedlegg D er tilsvarende figurer vist for dyp 0-50 m.

Fosforkonsentrasjonene var svært lave både i epilimnion og i hypolimnion med et årsmiddel på knapt 1 µg/l (Vedlegg E), noe som indikerer ultraoligotrofe forhold. Konsentrasjonene av

nitrogen var også svært lave med et årsmiddel på 102 µg/l i epilimnion. Innsjøen er svært klar og siktedypet varierte mellom 8,8 og 15 m med en middelerdi på 12,6 m (Vedlegg E).

pH varierte mellom 6,5 og 6,8 med årsmiddel på 6,7 (Vedlegg E), noe som avviker svakt fra forventet naturtilstand. Det var lave konsentrasjoner av labilt aluminium gjennom hele sommeren, og samlet er det ingen indikasjoner på at Eikesdalsvatnet er forsuret. Se Vedlegg E1 for alle vannkjemiske basisdata, samt Vedlegg E3 for figurer og tabeller.

Planteplanktonet bar preg av de ultraoligotrofe forholdene med svært lav biomasse (klorofyll på ca. 0,9 µg/l og biovolum på 0,13 mg/l). Dette støttes også av fluorescens målt ved sonde (Figur 7). I juni/juli ga fluorescensmålingene en tydelig topp på 30 m (se Figur 7), og tilsvarende forhold ble registrert i 2017. Dette er ikke en reell biomassetopp, men skyldes lysinhibisjon av klorofyllfluorescensen i algecellene i de øvre vannmassene i denne svært klare innsjøen. Planteplanktonsamfunnet er dominert av gullalger og kiselalger med mindre andeler fureflagellater og grønnalger (Vedlegg F). Gullalgene besto for det meste av mikсотrofe arter (*Chromulina*, *Dinobryon* og *Ochromonas*) som kan skaffe seg mer fosfor ved å beite på bakterier. Kiselalgene besto av de sentriske slektene *Aulacoseira* og *Pantocsekiella* som er vanlige i næringsfattige innsjøer.

I 2021 ble det registrert 8 arter av vannplanter mot 10 i 2017 (Vedlegg G). Vannplantesammensetningen i Eikesdalsvatnet er typisk for kalkfattige innsjøer, med dominans av kortskuddsarten *Isoetes lacustris* og *Littorella uniflora*, samt langskuddsarten *Myriophyllum alterniflorum*. I 2021 ble også kransalgen *Nitella apaca* funnet i relativt store mengder, mens *Lobelia dortmanna* og *Juncus bulbosus*, som fantes spredt i 2017 ble ikke registrert i 2021. Vannplantene i Eikesdalsvatnet gir *svært god* økologisk tilstand mht. både eutrofieringspåvirkning, vannstandsregulering og forsuring.

Småkrepsfaunaen er relativt artsfattig med 35 arter i 2021, noe flere enn i 2017 da det kun ble funnet 31 arter (Vedlegg H). Krepsdyrplanktonet er dominert av vannloppene gelekreps *Holopedium gibberum* og snabelkreps *Bosmina longispina* samt hoppekrepsen vingehops *Cyclops scutifer*. Tettheten av store vannlopper generelt, og av dafnier spesielt, var lav, og dette kan muligens skyldes fiskepredasjon. Eikesdalsvatnet har både røye og stingsild, som begge regnes å være effektive planktonbeitere. Tettheten av røye og stingsild er imidlertid lav. Lav planteplanktonbiomasse indikerer at næringskjeden primært er styrt av begrenset fødetilgang (bottom-up kontroll) enn av predasjon/beiting (top-down kontroll).

Både i 2017 og i 2021 var det lave tettheter og lav diversitet av litorale krepsdyr ved de fleste stasjoner. Dette henger sammen med at strandsonen i Eikesdalsvatnet enten er lite utviklet (brådypp) eller langgrunn med lite vegetasjon. Dette er forhold som er lite gunstig for småkrepsfaunaen. De fleste artene er indifferente i forhold til forsuring og andelen av forsuringfølsomme arter er stort sett lav (Vedlegg H). Selv om det er stor likhet i

artssammensetningen mellom de to årene innsjøen er blitt undersøkt, førte små forskjeller til at tilstanden endret seg fra *svært god* til *god* mht forsurening. Det ble ikke registrert noen eutrofieringstolerante arter, og CIT-indeksen indikerte *svært god* tilstand mht eutrofiering.

Fiskesamfunnet omfatter fem arter: røye, ørret, laks, trepigget stingsild og ål. Ørretbestanden inneholder både stasjonær innsjø-ørret og sjøørret og det er registrert to ulike former av røye. Sammenlignet med undersøkelser gjennomført i 2009 er det store endringer i fiskesamfunnet, med en forskyving fra dominans av ørret til dominans av røye, men med stabil samlet fangst av laksefisk (se Lyche Solheim mfl. 2018). Fiskesamfunnet i Eikesdalsvatnet ble i 2021 undersøkt med ekkolodd (Eikland mfl. 2022b). Basert på denne undersøkelsen er tilstanden i det pelagiske fiskesamfunnet klassifisert som *svært god* med hensyn til eutrofiering. Uten prøvefiskedata fra pelagialen og bunn-nære områder er det ikke mulig å benytte de øvrige fiskeindeksene i tilstandsklassifiseringen.

Eikesdalsvatnet er del av et anadromt vassdrag med laks- og sjøørret-elvene Aura, som er Eikesdalsvatnets største innløpselv, og utløpselva Eira. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har vurdert at Eira har *svært dårlig* kvalitet for laks etter kvalitetsnormen for villaks (Anonym, 2017), og *dårlig* kvalitet for sjøørret (Anonym, 2019).

Samlet klassifisering ga *god* økologisk tilstand i 2021, med invertebrater (forsuringsindeksen basert på småkreps) som utslagsgivende kvalitetselement (Tabell 13), men dette støttes i liten grad av de vannkjemiske forholdene, som viser *svært god* tilstand. For både vannkjemiske og biologiske parametere er avvikene fra forventet naturtilstand imidlertid små. Sammenligning med tilsvarende data fra tidligere år (2017) er oppsummert i kap. 4.12.

Resultatene for eutrofieringsparameterene tyder på at Eikesdalsvatnet har tap av naturlig produktivitet (oligotrofiering). De fysisk-kjemiske parameterne for eutrofiering viser næringssaltkonsentrasjoner som er under referanseverdien for den aktuelle vanntypen, og et siktedyp som er over referanseverdien. Planteplanktonbiomassen (klorofyll a) er også under referanseverdien for vanntypen. Dagens klassifiseringssystem for planteplankton og næringssalter er ikke utviklet for å fange opp slike effekter mht tilstandsklassifisering. *Svært god* tilstand for disse kvalitetselementene betyr derfor kun at innsjøen ikke er eutrofiert. Reguleringen oppstrøms Eikesdalsvatnet har ført vesentlig mindre vanngjennomstrømning og det er sannsynlig at dette har ført til en redusert produktivitet og en utarming av økosystemet i innsjøen.

Konklusjon: Undersøkelsene i 2021 indikerer at Eikesdalsvatnet er i god økologisk tilstand og tilfredsstillende derfor miljømålet iht. vannforskriften. Med unntak av invertebrater (småkreps), som indikerer at innsjøen er svakt forsuret, er alle kvalitetselementene i svært god tilstand. Klassifiseringen anses å ha middels usikkerhet. Resultatene er rimelig konsistente mellom år men det er samtidig få år med data. Den benyttede fiskeindeksen fanger dessuten ikke opp endringene i fiskesamfunnet som er observert siden 2009. Tilstandsklassifiseringen kan imidlertid ikke relateres til innsjøens miljømål, som er godt økologisk potensial. Ifølge Vann-nett har innsjøen dårlig økologisk potensial, og tilfredsstillende dermed ikke miljømålet for SMVF-sjøer i vannforskriften.

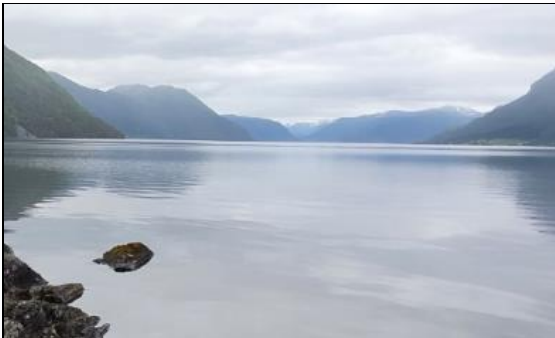
Tabell 13. EIKESDALSVATNET 2021

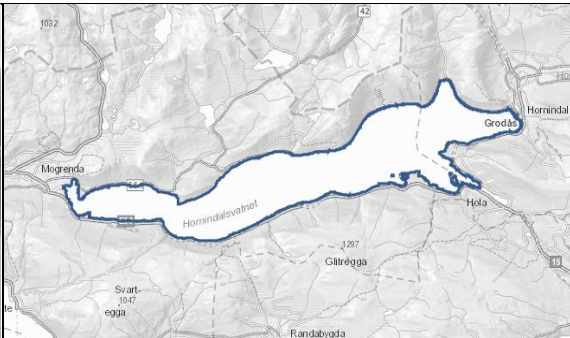
Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen.

Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data, parametere som ikke er relevante eller mangler klassegrenser for den aktuelle vanntypen, eller har for usikre data til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = Svært dårlig (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Biologiske kvalitetselement				
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	0,92	SG	1,42	1,00
Planteplankton: Totalt volum, mm ³ /l	0,13	SG	0,99	0,94
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,04	SG	0,93	0,85
Planteplankton: Cyanomax, mm ³ /l	0,001	SG	1,00	1,00
Totalvurdering planteplankton		SG		0,91
Vannplanter eutrofieringsindeks: TIc	100,00	SG	1,12	1,00
Vannplanter reguleringsindeks: Wlc	0,00	SG		0,90
Vannplanter forsursingsindeks: SIc	0,00	SG	0,82	0,92
Totalvurdering vannplanter		SG		0,90
Småkreps forsursingsindeks: LACI-2	1,65	G	0,79	0,71
Småkreps eutrofieringsindeks: CIT	100,00	SG	1,72	1,00
Totalvurdering invertebrater		G		0,71
Fisk, NEFI: endring fiskesamfunn (generell)				
Fisk, WS-FBI: pelagisk fiskeindeks (eutrofiering)	6,92	SG	2,39	1,00
Fisk, % bestandsnedgang (generell)				
Totalvurdering fisk		SG		1,00
Totalvurdering biologiske kvalitetselementer		G		0,71
Fysisk-kjemiske kvalitetselementer				
Total fosfor, µg/l	0,9	SG	3,27	1,00
Total nitrogen, µg/l	102	SG	1,47	1,00
Siktedyp, m	12,6	SG	1,00	1,00
Totalvurdering eutrofieringsparametere		SG		1,00
pH	6,7	G	0,95	0,79
ANC, µekv/l	66	SG	0,87	0,84
LAI, µg/l	4,0	SG	0,63	0,85
Totalvurdering forsursingsparametere		SG		0,83
Hydromorfologiske kvalitetselementer				
Reguleringshøyde, m (RH = HRV-LRV)	0	SG		1,00
Forholdet mellom reguleringshøyde og siktedyp (RH/2SD)	0	SG		1,00
Totalvurdering hydromorfologiske støtteparametere		SG		1,00
Totalvurdering for vannforekomsten		G		0,71

4.8 Hornindalsvatnet





Beliggenhet og vanntype		Morfometri og hydrologi ¹		Arealfordeling (%)	
Vannforekomst-ID	089-1807-2-L	Areal nedbørfelt (km ²)	380	Sjø	15
Fylke(r)	Vestland	Innsjøareal (km ²)	50,0	Bre	0
Kommune(r)	Eid , Hornindal	Maks-dyp (m)	514	Skog	41
Økoregion	Vestlandet	Middeldyp (m)	237	Dyrket mark	4
Høyde over havet (m)	53	Volum (mill. m ³)	-	Myr	4
Kalsium (mg/L)	0,9	Midlere årlig avløp (mill. m ³)	725	Snaufjell	32
Farge (mg Pt/L)	4,5	Teoretisk oppholdstid (år)	16,6	Urban	0
Typekode	L101d	Reguleringshøyde (m)	-		
Vanntype-beskrivelse	Lavland, svært kalkfattig, svært klar, dyp				

¹ <http://nevina.nve.no/> & <https://vann-nett.no/portal/>

Hornindalsvatnet (vannforekomst-ID: 089-1807-2-L) er Nord-Europas dypeste innsjø med maksimumdyp på 514 m. Innsjøen ligger i vannregion Sogn og Fjordane, vannområde Nordfjord. Den største tilløpselva er Horndøla, mens utløpselva, Eidselva, renner ut i Eidsfjorden ved Nordfjordeid, ca. 6 km fra utløpet av innsjøen. Nedbørfeltet er lite og strekker seg fra Hornindalsrokken (1526 m o.h.) i nord og grenser til Strynevassdraget i sørøst. Det er dominert av skog og snaufjell, samt litt dyrket mark i nedre deler. Innsjøens store vannvolum kombinert med et lite nedbørfelt gir meget lang teoretisk oppholdstid (16,6 år). Geologien i nedbørfeltet er dominert av harde og kalkfattige bergarter som gir en ionefattig vannkvalitet med lav bufferevne. Innsjøen er derfor svært kalkfattig og har også lite humus, noe som gir svært klart vann. Det går vei langs begge sider av vannet. Nedbørfeltet er tynt befolket med spredt bebyggelse, bortsett fra tettstedet Grodås med snaut 500 innbyggere i østenden av innsjøen. Påvirkninger som er registrert i Vann-Nett er diffus avrenning fra spredt bebyggelse, samt punktutslipp fra renseanlegg for 2000 PE.

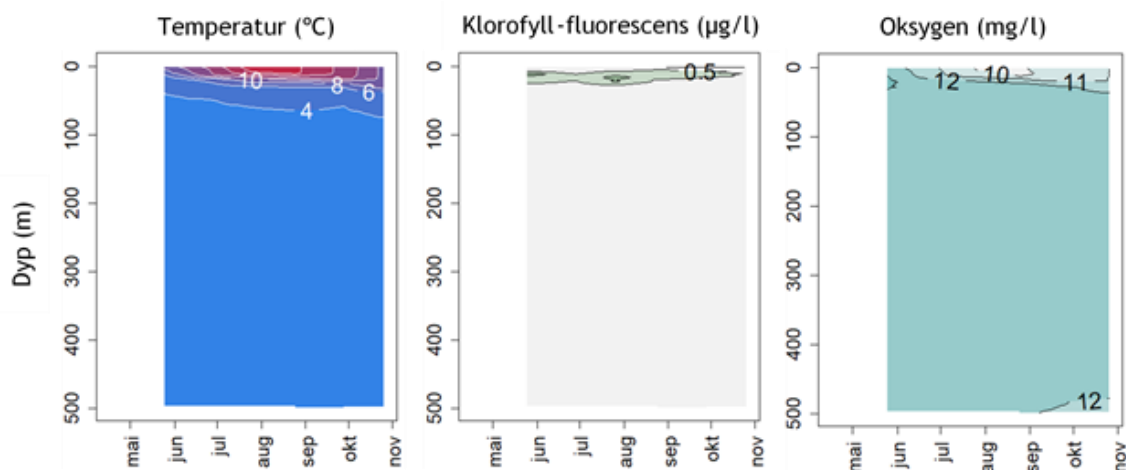
Innsjøen er vernet mot videre vannkraftutbygging, men er likevel noe preget av eldre vannkraftreguleringer i vassdraget, som omfatter kanalisering, forbygninger og overføringer.

Innsjøen tilhører vanntype L101d for svært kalkfattige, svært klare, dype lavlandssjøer. Alle kvalitetselementene er klassifisert ut fra denne vanntypen.

Hornindalsvatnet ble første gang undersøkt i 2017 som en del av ØKOSTOR-programmet (Lyche-Solheim mfl. 2018). Det har imidlertid blitt gjennomført overvåking av vannkjemi og hydrografi i innsjøen i mange år, samt enkelte undersøkelser av planteplankton, småkreps og fisk (Persson mfl. 2013).

Følgende kvalitetselementer ble undersøkt i Hornindalsvatnet i 2021: fysisk-kjemiske støtteparametere, planteplankton, vannplanter, småkreps (planktoniske og litorale) og fisk (bunn garn og ekkolodd). Klassifiseringen av økologisk tilstand er basert på alle disse kvalitetselementene (Tabell 14). Resultatene fra 2021 er også presentert i vedlegg til denne rapporten.

Den termiske sjiktningen var tydelig gjennom hele sommeren med en termoklin mellom 10 og 20 m (Figur 8). Maksimumstemperaturen var 17°C i epilimnion i slutten av juli. Planteplanktonfluorescensen var lav og begrenset til de øverste 25 m av vannsøylen. Maksimum ble funnet i metalimnion på ca. 15 m dyp i juli, men avtaket i fluorescens i de øverste meterne skyldes lysinhibisjon av fotosyntesen og representerer ikke noe reelt algemaksimum i metalimnion. Oksygenforholdene er gode i hele vannsøylen ned til 500 meters dyp gjennom hele sommeren. Alle vertikalprofiler basert på sondemålinger er vist i vedlegg D.



Figur 8. Vertikalprofiler av temperatur (venstre), klorofyll fluorescens (midten) og oksygen (høyre) i hele vannsøylen (0-500 m) på den pelagiske stasjonen over dypeste punkt i Hornindalsvatnet fra mai til oktober 2021. I Vedlegg D er tilsvarende figurer vist for dyp 0-50 m.

Konsentrasjonen av total fosfor var svært lav (1,8 µg/l) og siktedypet høyt (12,6 m), noe som gjenspeiler små fosfortilførsler og lav planteplanktonbiomasse, samt lite humus og

mineralpartikler. Den meget lange oppholdstiden gir også en effektiv sedimentering av partikler, inkludert partikkelbundet fosfor. De fysisk-kjemiske eutrofieringsparameterne gir derfor *svært god* tilstand.

pH varierte mellom 6,33 og 6,8 med årsmiddel på 6,48 (Vedlegg E), noe som avviker svakt fra forventet naturtilstand. Tilstandsklassen for pH er *god*, men nær grensen til *svært god*. ANC og labilt aluminium er i tilstandsklasse *svært god* og de fysisk-kjemiske forsuringsparameterne gir til sammen *svært god* tilstand og gir ingen indikasjoner på at Hornindalsvatnet er forsuret. Se Vedlegg E1 for alle vannkjemiske basisdata, samt Vedlegg E3 for figurer og tabeller.

Verdiene for klorofyll a og totalt biovolum av planteplankton var lave, og Hornindalsvatnet fikk tilstandsklassen *svært god* for disse parameterne. Planteplanktonsamfunnet var variert med gullalger, grønnalger, fureflagellater, svelgflagellater og kiselalger (Vedlegg F). Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) ga tilstandsklassen *svært god*. Det totale volumet av cyanobakterier var så lavt at tilstandsklassen ble *svært god* for Cyano_{max}. Totalvurderingen av Hornindalsvatnet i 2021 basert på planteplanktonet ga *svært god* økologisk tilstand med nEQR på 0,90.

Vannplantesammensetningen i Hornindalsvatnet er typisk for kalkfattige innsjøer, med dominans av kortskuddsartene *Isoetes lacustris*, *I. echinospora*, *Littorella uniflora* og *Lobelia dortmanna*, samt langskuddsartene *Callitriche hamulata* og *Myriophyllum alterniflorum*. *Juncus bulbosus* (krypsiv) var også ganske vanlig. Det ble registrert 18 arter i Hornindalsvatnet i 2021 mot 15 i 2017 (Vedlegg G). Vannplantene gir *god* økologisk tilstand mht eutrofieringspåvirkning og *svært god* tilstand mht forsurening og vannstandsending. Den svake eutrofieringsseffekten kan indikere en svak næringspåvirkning i strandsonen fra jordbruk og befolkning i nærområdene.

Diversiteten av krepsdyr er lav, og både i 2017 og 2021 ble det kun registrert 32 arter. Krepsdyrplanktonet er som i Eikesdalsvatnet dominert av vannloppene gelekreps *Holopedium gibberum* og snabelkreps *Bosmina longispina* samt hoppekrepsen vingehops *Cyclops scutifer*. Den store calanoide hoppekrepsen spasmehops *Heterocope saliens* ble funnet i økende antall utover i sesongen og hjelmdafnie (*Daphnia cristata*) ble også registrert. Lave tettheter av store vannlopper skyldes sannsynligvis en kombinasjon av fiskepredasjon (røye og stingsild), lav planteplanktonbiomasse samt svært lave kalsiumnivåer. Tettheten av småkreps i strandsonen var gjennomgående meget lav. Sammensetningen av indikatorarter gir *svært god* tilstand mht. forsurening, men noen av stasjonene hadde svært lave andeler av forsuringsfølsomme arter (Vedlegg H). Det ble kun funnet én eutrofieringstolerant småkreps, og CIT-indeksen indikerte *svært god* tilstand med hensyn til eutrofiering.

Fiskesamfunnet i Hornindalsvatnet ble i 2021 undersøkt med bunngarn og ekkolodd (Eikland mfl. 2022b). Fiskesamfunnet omfatter røye, ørret, trepigget stingsild, ål og laks. Det totale fangstutbyttet på bunngarn i 2021 var nær identisk med fangstutbyttet i 2017. Røye var dominerende begge årene, med over 50 % av fangsten. Beregnet biomasse av fisk ut fra ekkoloddregistreringene viste at det var en tydelig topp i sprangsjiktet. Fordelingen av ørret og røye i pelagialen og bunngarnfangstene indikerer at en lavere andel ørret gikk pelagisk, og at fisken sto dypere i 2021 sammenlignet med 2017. Den totale biomasse av fisk i pelagialsonen i Hornindalsvatnet ble beregnet til 3,78 kg/ha. Den lave biomassen skyldes at innsjøen er næringsfattig kombinert med svært lavt kalsium-nivå. WS-FBI indeksen gir en verdi som er svært nær referanseverdien og tilsier at fiskebestanden i Hornindalsvatnet er i *svært god* tilstand med hensyn til eutrofiering.

Hornindalsvatnet er del av et anadromt vassdrag med lakse- og sjøørretelvene Horndøla (største innløpselv) og utløpselva Eidselva. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har klassifisert laksebestanden i Eidselva til *svært dårlig* kvalitet etter kvalitetsnormen for villaks grunnet lav genetisk integritet (Anonym, 2017), og sjø-ørret bestanden til *dårlig* kvalitet (Anonym, 2019).

De samlede resultatene på tvers av alle de undersøkte kvalitetselementene angir *god* økologisk tilstand med eutrofieringsindeksen for vannplanter som utslagsgivende kvalitetselement (Tabell 14). pH viser også et lite avvik fra naturtilstand og gir tilstandsklasse *god*.

Konklusjon: Undersøkelsene i 2021 indikerer at Hornindalsvatnet er i *god* økologisk tilstand og tilfredsstiller derfor miljømålet iht. vannforskriften. Klassifiseringen anses å ha middels usikkerhet fordi alle kvalitetselementene gir enten *svært god* eller *god* tilstand, og det ikke er store endringer fra undersøkelsene i 2017, men det er samtidig få år med data.

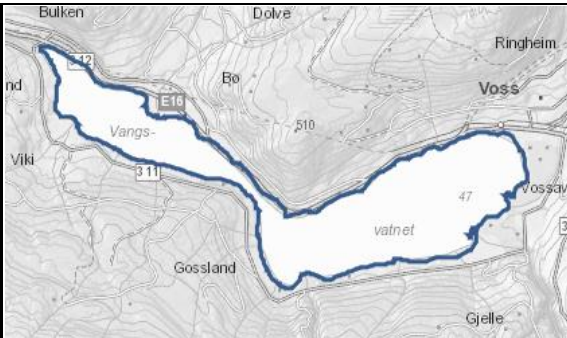
Tabell 14. HORNINDALSVATNET 2021

Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen.

Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data, parametere som ikke er relevante eller mangler klassegrenser for den aktuelle vanntypen, eller har for usikre data til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = Svært dårlig (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Biologiske kvalitetselement				
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	1,09	SG	1,19	1,00
Planteplankton: Totalt volum, mm ³ /l	0,12	SG	1,00	0,96
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	1,98	SG	0,92	0,82
Planteplankton: Cyanomax, mm ³ /l	0,008	SG	1,00	0,99
Totalvurdering planteplankton		SG		0,90
Vannplanter eutrofieringsindeks: Tlc	72,20	G	0,88	0,69
Vannplanter forsøringsindeks: Slc	-11,10	SG		0,90
Vannplanter reguleringsindeks: Wlc				
Totalvurdering vannplanter		G		0,69
Småkreps forsøringsindeks: LACI-1	0,20	SG	0,82	0,90
Småkreps eutrofieringsindeks: CIT	98,33	SG	1,20	1,00
Totalvurdering invertebrater		SG		0,90
Fisk, NEFI: endring fiskesamfunn (generell)				
Fisk, WS-FBI: pelagisk fiskeindeks (eutrofiering)	3,1	SG	1,07	1,00
Fisk, % bestandsnedgang (generell)				
Totalvurdering fisk		SG		1,00
Totalvurdering biologiske kvalitetselementer		G		0,69
Fysisk-kjemiske kvalitetselementer				
Total fosfor, µg/l	1,8	SG	1,64	1,00
Total nitrogen, µg/l	165	SG	0,91	0,95
Siktedyp, m	12,6	SG	0,95	0,90
Totalvurdering eutrofieringsparametere		SG		0,95
pH	6,5	G	0,97	0,78
ANC, µekv/l	45	SG	0,94	0,87
LAL, µg/l	4	SG	0,63	0,85
Totalvurdering forsøringsparametere		SG		0,83
Hydromorfologiske kvalitetselementer				
Reguleringshøyde, m (RH = HRV-LRV)	0	SG		1,00
Forholdet mellom reguleringshøyde og siktedyp (RH/2SD)	0	SG		1,00
Totalvurdering hydromorfologiske støtteparametere		SG		1,00
Totalvurdering for vannforekomsten		G		0,69

4.9 Vangsvatnet

					
Beliggenhet og vanntype		Morfometri og hydrologi ¹		Arealfordeling (%)	
Vannforekomst-ID	062-2085-L	Areal nedbørfelt (km ²)	1092	Sjø	4
Fylke(r)	Vestland	Innsjøareal (km ²)	7,6	Bre	0
Kommune(r)	Voss	Maks-dyp (m)	60	Skog	33
Økoregion	Vestlandet	Middeldyp (m)	20	Dyrket mark	3
Høyde over havet (m)	47	Volum (mill. m ³)	-	Myr	2
Kalsium (mg/L)	0,9	Midlere årlig avløp (mill. m ³)	2226	Snaufjell	53
Farge (mg Pt/L)	6,8	Teoretisk oppholdstid (år)	-	Urban	0
Typekode	L101d	Reguleringshøyde (m)	-		
Vanntype-beskrivelse	Lavland, svært kalkfattig, svært klar, dyp				

¹ <http://nevina.nve.no/> & <https://vann-nett.no/portal/>

Vangsvatnet (vannforekomst-ID: 062-2085-L) ligger i vannområde Voss-Osterfjorden, som tilhører vannregion Vestland. Innsjøen ligger sentralt plassert i Vossovassdraget som er vernet oppstrøms Vangsvatnet. Ovenfor Vangsvatnet består vassdraget av tre markerte forgreininger. Fra nord kommer Strandaelva, Raundalselva drenerer de mer østlige områdene, mens Bordalselva drenerer de sørlige fjellområdene mot Hardangerfjorden. Fra Vangsvatnet renner Vosso via Evangervatnet ut i Bolstadfjorden. Vangsvatnet er omgitt av fjell, og geologien i nedbørfeltet består primært av fyllitt og glimmerskifer.

Den storvokste laksebestanden i Vossovassdraget, som vandrer et stykke oppstrøms Vangsvatnet, har nasjonal og internasjonal verdi. Bestanden ble kraftig redusert på slutten av 1980-tallet. Dette har mange årsaker, blant annet forsuring, vassdragsregulering, senking av vannstanden i Vangsvatnet og effekter av rømt oppdrettsfisk og lakselus.

Forsuring har tidligere vært en vesentlig miljøtrussel i området, og vassdraget har vært kalket siden tidlig på 1990-tallet. Etter år 2000 har kalkingen vært gradvis redusert, og i dag er kalkingen begrenset til mindre innsjøer og sidebekker i vassdraget.

Vangsvatnet er uregulert, men det er en del jordbruksaktivitet nær innsjøen og ellers i nedbørfeltet og flere områder med betydelig urbanisering. Største tettsted er Vossevangen

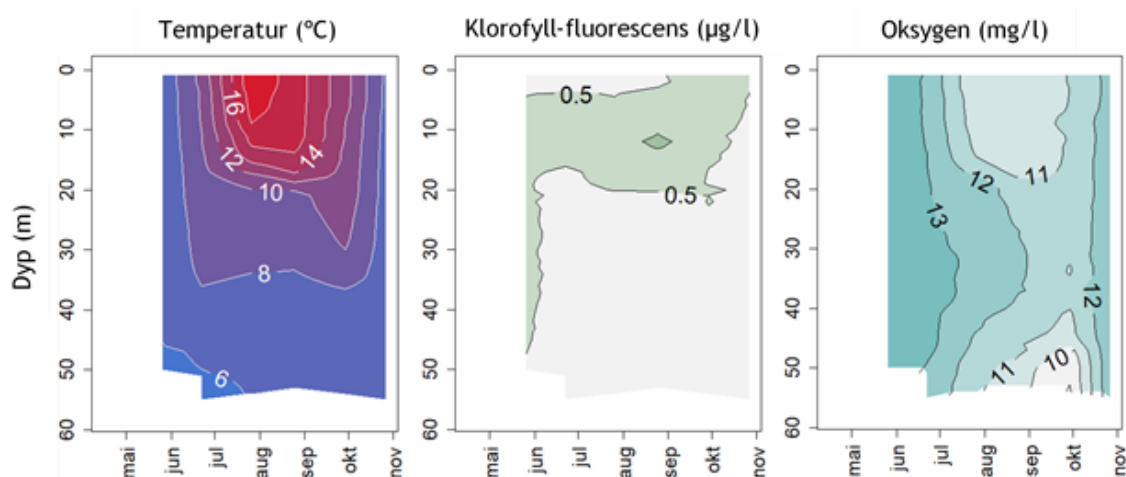
i østenden av innsjøen med vel 6000 innbyggere. Det er noe jordbruksvirksomhet i nedbørfeltet. Langs nordenden av innsjøen går E16.

Innsjøen tilhører vanntype L101d for svært kalkfattige, svært klare dype lavlandssjøer. Alle kvalitetselementene er klassifisert ut fra denne vanntypen.

Vangsvatnet ble første gang undersøkt i 2017 som en del av ØKOSTOR-programmet (Lyche Solheim mfl. 2018). Det foreligger enkelte tidligere undersøkelser av vannkjemi, planteplankton, småkreps og fisk (Persson mfl. 2013).

Følgende kvalitetselementer ble undersøkt i Vangsvatnet i 2021: fysisk-kjemiske støtteparametere, planteplankton, vannplanter, småkreps (planktoniske og litorale) og fisk (bunngarn, pelagisk partrål og ekkolodd). Klassifiseringen av økologisk tilstand er basert på alle disse kvalitetselementene (Tabell 15). Resultatene fra 2021 er også presentert i vedlegg til denne rapporten.

Den termiske sjiktningen etablerer seg først i juli og termoklinen er stabil mellom 15-20 m til slutten av august (Figur 9). Maksimumstemperaturen i 2021 var 19°C i epilimnion i juli. Det ble målt høye konsentrasjoner av oksygen i vannsøylen gjennom hele sommeren. Det var en liten reduksjon i konsentrasjonen av oksygen i bunnvannet i september og oktober. Alle vertikale profiler basert på sondemålinger er vist i vedlegg D.



Figur 9. Vertikalprofiler av temperatur (venstre), klorofyll fluorescens (midten) og oksygen (høyre) i hele vannsøylen (0-50 m) på den pelagiske stasjonen over dypeste punkt i Vangsvatnet fra mai til oktober 2021. I Vedlegg D er tilsvarende figurer vist for dyp 0-50 m.

Fosforkonsentrasjonen er lav (i underkant av 4 µg/l) i epilimnion, noe som indikerer oligotrofe forhold og *svært god* tilstand. Konsentrasjonen i hypolimnion er på samme nivå. Siktedypet varierer mellom 5,5 og 10,5 m, med en middelerverdi på 7,9 m (Vedlegg E) og dette

gir *moderat* tilstand, men helt på grensa til *god* tilstand. Resultatet samlet for fosfor og siktedyp blir *god* tilstand.

De kjemiske støtteparameterne for forsuring indikerer at tilstanden er *svært god*, men innholdet av labilt aluminium (LAI) avviker noe fra naturtilstanden og gir tilstandsklasse *god*, men på grensen til *svært god*. Dette indikerer at innsjøen nå er svært lite påvirket av forsuring. Se Vedlegg E1 for alle vannkjemiske basisdata, samt Vedlegg E3 for figurer og tabeller.

Verdiene for klorofyll a og totalt algebiovolum var lave, og Vangsvatnet fikk tilstandsklassen *svært god* for disse parameterne. Planteplanktonsamfunnet var variert med gullalger, grønnalger, fureflagellater og svelgflagellater (Vedlegg F). Sammensettingen av planteplanktonet (PTI) viste et planteplanktonsamfunn som ga tilstandsklassen *svært god*. Det totale volumet av cyanobakterier var så lavt at tilstandsklassen ble *svært god* for Cyano_{max}. Totalvurderingen av Vangsvatnet i 2021 basert på planteplanktonet ga *svært god* økologisk tilstand med nEQR på 0,85.

Vannplantесamfunnet i Vangsvatnet er typisk for kalkfattige innsjøer, med vanlige forekomster av kortskuddsartene *Isoetes lacustris*, *I. echinospora*, *Littorella uniflora*, *Ranunculus reptans* og *Subularia aquatica*, samt langskuddsartene *Callitriche hamulata*, *C. palustris* og *Myriophyllum alterniflorum*. *Juncus bulbosus* ble også funnet, men kun i spredte forekomster. Kransalgen *Nitella flexilis* var lokalt dominerende (relativ forekomst 4). I 2021 ble det registrert 17 arter mot 14 i 2017 (Vedlegg G). Vannplantene i Vangsvatnet gir *svært god* økologisk tilstand mht. forsuring og *god* tilstand mht. eutrofieringspåvirkning. Dette antyder at innsjøen er noe påvirket av eutrofiering og at det kan ses i sammenheng med små næringstilførsler fra jordbruks- og befolkningsområder rundt innsjøen. Vangsvatnet er en uregulert innsjø, men har store naturlige vannstandsvariasjoner gjennom året, samt generelt ugunstig substrat for vannplanter.

Krepsdyrsamfunnet bestod av 42 arter i 2021, fem flere enn i 2017, og har mange fellestrekk med Hornindalsvatnet (Vedlegg H). Tettheten av krepsdyrplankton er relativt lav og blant vannloppene dominerte snabelkreps *Bosmina longispina*, mens gelekreps *Holopedium gibberum* og nåledafnie *Daphnia longispina* også var vanlig forekommende. Hoppekrepsene trønderhops *Arctodiaptomus laticeps*, gulhalehops *Cyclops abyssorum* og vingehops *Cyclops scutifer* kunne dominere ved enkelte datoer. Lave tettheter av krepsdyrplankton generelt kan muligens skyldes fiskepredasjon. Vangsvatnet har en forholdsvis tett bestand av røye som anses for å være en effektiv planktonbeiter. Selv om vi finner typiske forsuringstolerante arter, består krepsdyrsamfunnet først og fremst av forsuringfølsomme arter og arter som indifferente for forsuring, og i 2021, liksom i 2017, ble krepsdyrsamfunnet vurdert til å ha en *svært god* tilstand mht forsuring. Skittendamhops *Diacyclops bisetosus* ble registrert på høsten ved stasjon 1 både i 2017 og 2021, noe som er litt uventet, da de fleste funn av denne

arten er gjort i små temporære pytter fortrinnsvis med høye belastninger av nitrogen og fosfor.

Fiskesamfunnet i Vangsvatnet ble i 2021 undersøkt med bunngarn, pelagisk partrål og ekkolodd (Eikland mfl. 2022b). Fiskesamfunnet omfatter røye, ørret, trepigget stingsild og laks. Beregnet biomasse av fisk ut fra ekkoloddregistreringene viser en tydelig topp i sprangsjiktet, dvs. overgangen mellom overflatelaget (epilimnion) og dyplaget (hypolimnion) definert ut fra vertikalprofilen for vanntemperatur. Sammenlignet med 2017 var forskjellene i tettheter små, og med liknende fordeling av biomasse over og under sprangsjiktet. Sammenliknet med bunngarnfangsten i 2017 (Gjelland mfl. 2018) var fangsten av røye betydelig mindre i 2021. Fangsten av ørret var noe større, mens for trepigget stingsild var fangsten omtrent på samme nivå de to årene.

Vangsvatnet er del av det anadrome Vosso-vassdraget. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har klassifisert laksebestanden i Vosso som *svært dårlig* kvalitet etter kvalitetsnormen for villaks grunnet lav genetisk integritet, ikke oppnåelse av gytebestandsmål og høstbart overskudd (Anonym, 2017), og sjøørretbestanden som *dårlig* kvalitet (Anonym, 2019). Vurdert ut fra WS-FBI-indeksen kan den økologiske tilstanden i Vangsvatnet karakteriseres som *svært god* og uendret sammenlignet med forrige undersøkelse i 2017.

De samlede resultatene på tvers av alle de undersøkte kvalitetselementene angir god økologisk tilstand med eutrofieringsindeksen for vannplanter som utslagsgivende kvalitetselement (Tabell 15).

Konklusjon: Undersøkelsene i 2021 indikerer at Vangsvatnet er i god økologisk tilstand og tilfredsstillende derfor miljømålet iht. vannforskriften. Klassifiseringen anses å ha middels usikkerhet fordi alle kvalitetselementene gir enten svært god eller god tilstand, og det ikke er store endringer fra undersøkelsene i 2017, men det er samtidig få år med data.

Tabell 15. VANGSVATNET 2021

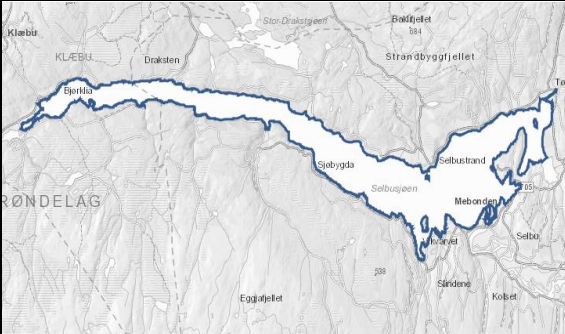
Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen.

Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data, parametere som ikke er relevante eller mangler klassegrenser for den aktuelle vanntypen, eller har for usikre data til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = Svært dårlig (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Biologiske kvalitetselement				
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	1,32	SG	0,98	0,99
Planteplankton: Totalt volum, mm ³ /l	0,11	SG	1,00	0,98
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,07	SG	0,88	0,82
Planteplankton: Cyanomax, mm ³ /l	0,00	SG	1,00	1,00
Totalvurdering planteplankton		SG		0,85
Vannplanter eutrofieringsindeks: Tlc	76,50	G	0,91	0,72
Vannplanter forsuringsindeks: Slc	23,50	SG		0,90
Vannplanter reguleringsindeks: Wlc				
Totalvurdering vannplanter		G		0,72
Småkreps forsuringsindeks: LACI-1	0,33	SG	1,38	1,00
Småkreps eutrofieringsindeks: CIT	81,00	SG	0,99	0,98
Totalvurdering invertebrater		SG		0,98
Fisk, NEFI: endring fiskesamfunn (generell)				
Fisk, WS-FBI: pelagisk fiskeindeks (eutrofiering)	2,63	SG	0,91	0,94
Fisk, % bestandsnedgang (generell)				
Totalvurdering fisk		SG		0,94
Totalvurdering biologiske kvalitetselementer		G		0,72
Fysisk-kjemiske kvalitetselementer				
Total fosfor, µg/l	3,8	SG	0,78	0,89
Total nitrogen, µg/l	162	SG	0,92	0,96
Siktedyp, m	7,9	M	0,72	0,59
Totalvurdering eutrofieringsparametere		G		0,74
pH	6,5	SG	0,97	0,80
ANC, µekv/l	49	SG	0,96	0,91
LAL, µg/l	5,0	G	0,50	0,80
Totalvurdering forsuringsparametere		SG		0,84
Hydromorfologiske kvalitetselementer				
Reguleringshøyde, m (RH = HRV-LRV)	0	SG		1,00
Forholdet mellom reguleringshøyde og siktedyp (RH/2SD)	0	SG		1,00
Totalvurdering hydromorfologiske støtteparametere		SG		1,00
Totalvurdering for vannforekomsten		G		0,72

4.10 Selbusjøen





Beliggenhet og vanntype		Morfometri og hydrologi ¹		Arealfordeling (%)	
Vannforekomst-ID	123-892-1-L	Areal nedbørfelt (km ²)	2913	Sjø	8
Fylke(r)	Trøndelag	Innsjøareal (km ²)	57,0	Bre	0
Kommune(r)	Trondheim, Selbu	Maks-dyp (m)	206	Skog	35
Økoregion	Midt-Norge	Middeldyp (m)	70	Dyrket mark	2
Høyde over havet (m)	161	Volum (mill. m ³)	4034	Myr	13
Kalsium (mg/L)	3,4	Midlere årlig avløp (mill. m ³)	2848	Snaufjell	37
Farge (mg Pt/L)	19,2	Teoretisk oppholdstid (år)	1,42	Urban	0
Typekode	L105b	Reguleringshøyde (m)	6,3		
Vanntype-beskrivelse	Lavland, kalkfattig, klar, dyp				

¹ <http://nevina.nve.no/> & <https://vann-nett.no/portal/>

Selbusjøen er en del av Nea-Nidelvassdraget som tilhører vannregion Trøndelag. Innsjøen har vært regulert helt siden 1919, og har en reguleringshøyde på 6,3 m. Vinternedtappingen er på 4,7 m. Nedbørfeltet er dominert av skog og fjell, mens andelen dyrket mark er liten. Områdene rundt den østlige delen av sjøen er tettest befolket, mens vestover er det bare spredt bebyggelse. Det er en del jordbruksvirksomhet i den sør-østlige delen.

Da Selbusjøen er sterkt modifisert, er dens miljømål godt økologisk potensial, og ikke god økologisk tilstand. Dette er beskrevet som «forhold som gir et fungerende akvatisk økosystem» (<https://vann-nett.no/portal/>), men er ikke nærmere konkretisert. Det finnes ikke klassegrenser for økologisk potensial i dagens klassifiseringssystem. Økologisk potensial er derfor som regel definert ut fra hvilke tiltak som kan gjennomføres uten at det går utover samfunnsnyten av reguleringen, se for øvrig kap. 2.3. Resultatene nedenfor kan derfor ikke oversettes til økologisk potensial, men kan si noe om effekter av reguleringen og evt. andre påvirkninger på økosystemet.

Innsjøen tilhører vanntype L105b for kalkfattige, klare, dype lavlandssjøer. Alle kvalitetselementene er klassifisert ut fra denne vanntypen.

Selbusjøen er undersøkt årlig siden 2016 som en del av ØKOSTOR-programmet, men kun i 2016 og i 2020 ble det gjennomført en full undersøkelse av alle relevante kvalitetselementer.

Innsjøen har vært gjenstand for flere omfattende undersøkelser siden tidlig på 1970-tallet, men vannplanter har ikke vært undersøkt før 2016 (Persson mfl. 2013).

Følgende kvalitetselementer ble undersøkt i Selbusjøen i 2021: fysisk-kjemiske støtteparametere, planteplankton, krepsdyrplankton og fisk (kun ekkoloddregistreringer). Klassifiseringen av økologisk tilstand er basert på disse kvalitetselementene unntatt krepsdyrplankton (krepsdyrplankton er ikke inkludert i klassifiseringen, da indeksene for småkreps primært er basert på litorale småkreps, som ikke ble undersøkt i 2021), samt på eksisterende hydromorfologiske data om regulerings høyde (Tabell 16). Alle resultatene fra 2021 er presentert i vedlegg til denne rapporten. Tidligere årsrapporter gir en mer fullstendig beskrivelse av de økologiske forholdene i Selbusjøen (se Lyche Solheim mfl. 2017, 2021).

Konklusjon: Undersøkelsene i 2021 indikerer at Selbusjøen er i god økologisk tilstand pga. forekomst av mysis som er en fremmed høyrisikoart (nedgraderte tilstanden fra svært god til god). De hydromorfologiske støtteparameterne indikerer moderat økologisk tilstand, men er ikke utslagsgivende for tilstanden til Selbusjøen (jf. prosedyre for beregning av samlet økologisk tilstand i kap. 3.5.5 i klassifiseringsveilederen). Klassifiseringen anses å ha høy usikkerhet fordi tilstanden i 2021 er basert på et begrenset antall kvalitetselementer, og tidligere undersøkelser ga dårligere tilstand. Fiskeundersøkelsene i 2016, som den gang var mer omfattende enn undersøkelsene i 2021, indikerte dårlig økologisk tilstand pga. negativ effekt av introduserte arter på fisk, muligens kombinert med langtidseffekter av vannstandsreguleringen. Videre ga undersøkelsene i 2020 moderat økologisk tilstand pga. negativ effekt av de store vannstandsvariasjonene på vannplanter, noe som støttes av de hydromorfologiske støtteparameterne. Mer omfattende biologiske undersøkelser i 2021 ville derfor sannsynligvis redusert tilstanden til moderat eller dårligere. Ifølge Vann-nett har innsjøen moderat økologisk potensial og tilfredsstiller ikke miljømålet for SMVF-sjøer i vannforskriften. Den klassifiseringen er ikke begrunnet til tross for å være angitt med høy presisjon.

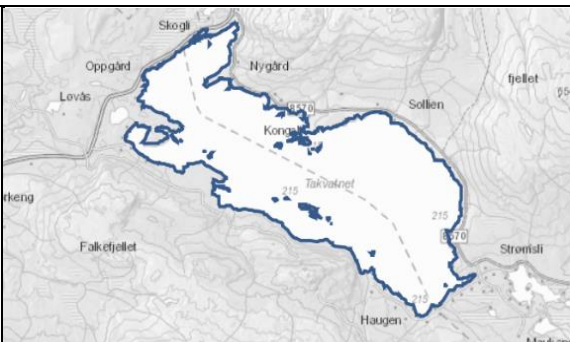
Tabell 16. SELBUSJØEN 2021

Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen.

Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data, parametere som ikke er relevante eller mangler klassegrenser for den aktuelle vanntypen, eller har for usikre data til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = Svært dårlig (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Biologiske kvalitetselement				
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	1,63	SG	0,80	0,88
Planteplankton: Totalt volum, mm ³ /l	0,16	SG	0,98	0,84
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,08	SG	0,92	0,81
Planteplankton: Cyanomax, mm ³ /l	0,002	SG	1,00	1,00
Totalvurdering planteplankton		SG		0,84
Fisk, NEFI: endring fiskesamfunn (generell)				
Fisk, WS-FBI: pelagisk fiskeindeks (eutrofiering)	9,42	SG	3,25	1,00
Fisk, % bestandsnedgang (generell)				
Totalvurdering fisk, nedgradert pga. fremmede høyriskoarter		G		0,70
Totalvurdering biologiske kvalitetselementer		G		0,70
Fysisk-kjemiske kvalitetselementer				
Total fosfor, µg/l	3,2	SG	0,95	0,96
Total nitrogen, µg/l	125	SG	1,40	1,00
Siktedyp, m	6,1	SG	0,96	0,85
Totalvurdering eutrofieringsparametere		SG		0,91
pH	7,1	SG	1,01	1,00
ANC, µekv/l	196	SG	1,32	1,00
LAI, µg/l	5,0	G	0,50	0,80
Totalvurdering forsuringsparametere		SG		0,93
Hydromorfologiske kvalitetselementer				
Reguleringshøyde, m (RH = HRV-LRV)	6,30	M	0,08	0,49
Forholdet mellom reguleringshøyde og siktedyp (RH/2SD)	0,51	M	0,19	0,47
Totalvurdering hydromorfologiske støtteparametere		M		0,48
Totalvurdering for vannforekomsten		G		0,70

4.11 Takvatnet

					
Beliggenhet og vanntype		Morfometri og hydrologi ¹		Arealfordeling (%) ¹	
Vannforekomst-ID	196-2404-L	Areal nedbørfelt (km ²)	59	Sjø	27
Fylke(r)	Troms og Finnmark	Innsjøareal (km ²)	15,2	Bre	0
Kommune(r)	Balsfjord, Målselv	Maks-dyp (m)	75	Skog	42
Økoregion	Nord-Norge - Indre	Middeldyp (m)	25	Dyrket mark	2
Høyde over havet (m)	215	Volum (mill. m ³)	375	Myr	4
Kalsium (mg/L)	8,1	Midlere årlig avløp (mill. m ³)	41	Snaufjell	18
Farge (mg Pt/L)	5,1	Teoretisk oppholdstid (år)	9,18	Urban	0
Typekode	L207 (L205)	Reguleringshøyde (m)	-		
Vanntype-beskrivelse	Skog, moderat kalkrik, svært klar, dyp				

¹ <http://nevina.nve.no/> & <https://vann-nett.no/portal/>

Takvatnet ligger i et sidevassdrag til Målselvvassdraget i vannregion Troms og Finnmark. Takvatnet har et lite nedbørfelt, dominert av innsjøer, skog og fjell, mens andelen dyrket mark er svært liten. Oppholdstiden (tiden det tar før vannet skiftes ut) er lang og humusnivået er svært lavt. Veier og jordbruk ved vannet påvirker tilstanden i liten grad, og ingen andre kjente påvirkninger forekommer. Innsjøen har en bestand av ørret, i tillegg til røye og trepigget stingsild som begge er introdusert.

Innsjøen tilhører vanntype L207 for moderat kalkrike, klare, skogssjøer. Vannplanter er klassifisert ut fra denne vanntypen, mens planteplankton, næringssalter og siktedyp er klassifisert ut fra en kalkfattig skogssjø (vanntype L205, NGIG L-N5), da det ikke finnes klassegrenser for moderat kalkrike skogssjøer. Beliggenheten langt nord med et nedbørfelt totalt dominert av skog og snaufjell tilsier at L205 er en mer representativ vanntype for naturtilstanden for planteplankton og vannkjemiske eutrofiparametere enn L207 (se også ytterligere begrunnelse i kap. 2.3).

Takvatnet ble første gang undersøkt i 2018 som en del av ØKOSTOR-programmet, og da ble det gjennomført full undersøkelse av alle relevante kvalitetsselementer. Fra Takvatnet finnes limniske data fra et stort antall undersøkelser og forskningsprosjekter gjennomført av Universitetet i Tromsø (nå Norges Arktiske universitet) og andre i perioden 1984-d.d., men

kun et fåtall av disse tilfredsstiller kravene til økologisk tilstandsklassifisering (Persson mfl. 2013).

Følgende kvalitetselementer ble undersøkt i Takvatnet i 2021: fysisk-kjemiske støtteparametere, planteplankton og krepsdyrplankton. Vannkjemi og krepsdyrplankton ble også undersøkt på sen vinteren (april). Klassifiseringen av økologisk tilstand er basert på alle disse kvalitetselementene fra vekstsesongen i juni-september (krepsdyrplankton er ikke inkludert i klassifiseringen, da indeksene for småkreps primært er basert på litorale småkreps, som ikke ble undersøkt i 2021), samt på eksisterende hydromorfologiske data om reguleringshøyde (Tabell 17). Alle resultatene fra 2021 er presentert i vedlegg til denne rapporten. Tidligere årsrapporter gir en mer fullstendig beskrivelse av de økologiske forholdene i Takvatnet (se Lyche Solheim mfl. 2019).

Konklusjon: Undersøkelsene i 2021 indikerer at Takvatnet er i svært god økologisk tilstand ut fra planteplankton samt fysisk-kjemiske støtteparametere, og innsjøen tilfredsstiller derfor miljømålet iht. vannforskriften. Klassifiseringen i 2021 anses å ha lav usikkerhet fordi tilstanden er konsistent med resultater fra 2018, 2019 og 2020 for de utvalgte kvalitetselementene. Samlet er imidlertid usikkerheten middels, da kun et utvalg av kvalitetselementene ble undersøkt i årene 2019 - 2021. Fiskeundersøkelsene i 2018 indikerte god økologisk tilstand pga. forekomst av to introduserte fiskearter, tre-pigget stingsild og røye, som nedgraderte tilstanden fra svært god. Fisk ville derfor sannsynligvis redusert tilstanden til god også i 2021.

Tabell 17. TAKVATNET 2021

Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen.

Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data, parametere som ikke er relevante eller mangler klassegrenser for den aktuelle vanntypen, eller har for usikre data til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = Svært dårlig (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Biologiske kvalitetselement				
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	1,04	SG	1,93	1,00
Planteplankton: Totalt volum, mm ³ /l	0,15	SG	0,99	0,89
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,03	G	0,89	0,77
Planteplankton: Cyanomax, mm ³ /l	0,011	SG	1,00	0,99
Totalvurdering planteplankton		SG		0,85
Totalvurdering biologiske kvalitetselementer		SG		0,85
Fysisk-kjemiske kvalitetselementer				
Total fosfor, µg/l	2,3	SG	1,33	1,00
Total nitrogen, µg/l	109	SG	1,38	1,00
Siktedyp, m	10,8	G	0,85	0,76
Totalvurdering eutrofieringsparametere		SG		0,88
pH	7,5			
ANC, µekv/l	435			
LAI, µg/l	5,0			
Totalvurdering forsøringsparametere				
Hydromorfologiske kvalitetselementer				
Reguleringshøyde, m (RH = HRV-LRV)	0	SG		1,00
Forholdet mellom reguleringshøyde og siktedyp (RH/2SD)	0	SG		1,00
Totalvurdering hydromorfologiske støtteparametere		SG		1,00
Totalvurdering for vannforekomsten		SG		0,85

4.12 Økologisk tilstand i alle innsjøer inkl. usikkerhetsvurderinger

4.12.1 Beregning av samlet tilstand over kvalitetselementer og år

Oversikten over økologisk tilstand i alle innsjøene er vist i Tabell 18. For å kunne sammenligne resultatene over år har vi oppdatert resultatene fra tidligere år (2015-2020) mht. tilstandsklasser og nEQR for kvalitetselementer som har fått nye indekser siden 2015. Dette gjelder vannplanter mht. indekser for forsurening (SIc) og regulering (Wlc), småkreps mht. eutrofiering (CIT) og bunndyr. Småkreps og bunndyr er i det norske klassifiseringssystemet slått sammen til ett kvalitetselement kalt invertebrater, da småkreps ikke er noe eget kvalitetselement i vannforskriften. Med unntak av Gjende i 2015 finnes ingen data for bunndyr fra innsjøene presentert i denne rapporten. Tilstanden for invertebrater er derfor basert på småkreps. For fisk er tilstanden nedgradert én tilstandsklasse ved forekomst av fremmede høyrisikoarter dersom fiskeindeksene for øvrig gir *svært god* tilstand (dvs. at tilstanden aldri blir bedre enn *god* med nEQR=0,70 ved forekomst av fremmede høyrisikoarter). For Gjende har resultatet for eutrofieringsparameterne blitt korrigert for bidraget fra brepartiklene for 2015-2016, slik at resultatene nå er sammenlignbare med resultatene fra 2017-2021.

For innsjøer med data fra ≥ 3 år fra siste 6-års periode (2016-2021), er det beregnet en samlet tilstand basert på gjennomsnitt av alle indeks-/parameterverdier fra perioden. For disse innsjøene har vi også gjort dette for kvalitetselementer der det finnes kun ett eller to år med data fra perioden. Alternativt kunne vi begrenset klassifiseringen på tvers av årene til kun de kvalitetselementene som har minst tre års data. Da ville klassifiseringen av disse kvalitetselementene vært mer pålitelig (jf. klassifiseringsveilederen), men klassifiseringen av innsjøen ville vært mer ufullstendig. En slik alternativ tilnærming ville også medført tilsynelatende endringer i tilstanden fra år til år etter hvert som flere og flere kvalitetselementer får tre års observasjoner. Med nåværende rulleringssyklus på fire år vil det gå minst ni år før alle kvalitetselementene har vært igjennom tre runder med overvåking og en helhetlig klassifisering for hele innsjø-økosystemet ville vært mulig. Vi velger derfor å benytte den første tilnærmingen i den samlede klassifiseringen for alle år som beskrevet i avsnittet ovenfor.

Klassifisering av samlet tilstand følger samme prosedyre som ved klassifisering basert på ett år med data (se nærmere informasjon i Tabell 18). Fra Gjende finnes dessuten klassifiseringsdata fra år før 2016; for sammenligningens skyld er disse dataene også presentert, men de er ikke brukt i beregningen av samlet tilstand. Sammenligning over år er, så langt det er mulig, basert på samme utvalg av kvalitetselementer/ parametere og samme klassifiseringsmetodikk.

4.12.2 Vurdering av tilstand i 2021 og samlet for siste seksårsperiode

Fire av innsjøene har blitt overvåket årlig siden 2015 (Gjende), 2016 (Mjøsa og Selbusjøen) og 2018 (Takvatnet). De andre innsjøene som er undersøkt i 2021 ble også undersøkt i 2017.

Resultatene fra 2021 viser at kun Takvatnet er i *svært god* tilstand, mens sju av innsjøene er i *god* tilstand (Gjende, Mjøsa, Lundevatnet, Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet, Vangsvatnet og Selbusjøen) og to innsjøer er i *moderat* tilstand (Øyeren og Byglandsfjorden). Den samlede tilstanden for alle år for innsjøer med minst tre års data viser *god* tilstand for Mjøsa og Takvatnet, *moderat* tilstand for Gjende og *dårlig* tilstand for Selbusjøen.

I 2021 var planteplankton det utslagsgivende kvalitetselementet (laveste nEQR verdi) i to innsjøer (Gjende og Takvatnet), vannplanter var utslagsgivende i tre innsjøer (Mjøsa, Hornindalsvatnet og Vangsvatnet), småkreps var utslagsgivende i tre innsjøer (Mjøsa, Øyeren og Eikesdalsvatnet), mens fisk var utslagsgivende i to innsjøer (Byglandsfjorden og Selbusjøen). I Lundevatnet var det de hydromorfologiske parameterne som var utslagsgivende. Vannkjemiske parametere var ikke utslagsgivende i noen av de ti undersøkte innsjøene i 2021.

I alle de ti innsjøene, med unntak av Takvatnet (se nedenfor), varierte tilstandsklassen for ett eller flere kvalitetselementer mellom år.

4.12.3 Usikkerhetsvurderinger for hver innsjø

Med unntak av for Gjende vurderes tilstandsklassifiseringen å ha middels usikkerhet for alle innsjøene undersøkt i 2021. Årsaker til at fastsettelse av økologisk tilstand vurderes som relativt usikker er begrenset med data for de fleste kvalitetselementer, manglende overvåking av bunndyr og for enkelte innsjøer også varierende resultater mellom år. For Gjende er usikkerhet i tilstandsklassifiseringen høy pga. svært begrenset med erfaringsgrunnlag fra slike brepåvirkede innsjøer. Nedenfor følger en mer detaljert vurdering av hvilke forhold som bidrar til usikkerhet i tilstandsklassifiseringen av den enkelte innsjø.

Gjende har vært i *moderat* tilstand for planteplankton enkelte år (2019 og 2020) og dette kan ha sammenheng med økende bresmelting og mer turbid vann. I 2021 var det igjen tilstandsklasse *god* for planteplankton og samlet tilstandsklasse (2016-2021) for planteplankton var også *god*. Samlet indikerer resultatene fra 2016-2021 at Gjende er i en økologisk tilstand på grensen mellom *god* og *moderat*, og det er fisk som er utslagsgivende kvalitetselement. Usikkerheten i klassifiseringen anses som høy siden det ikke finnes en egen vanntype for brepåvirkede innsjøer.

Tabell 18. Samlet økologisk tilstand for innsjøene i ØKOSTOR i 2021, samt tidligere års ØKOSTOR-resultater.

Tallene angir normalisert EQR verdi. Kvalitetselementet som er avgjørende for klassifiseringen av den enkelte innsjø er uthevet med fet skrift. Farger angir tilstandsklassen: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = svært dårlig (rød). Usikkerhetsnivåene er forklart i teksten under tabellen, der 2 er middels og 3 er høy. Kvalitetselementer som ikke er undersøkt eller ikke er relevante for den aktuelle vanntypen er markert med n.a. For Gjende er tilstanden for de vannkjemiske eutrofieringsparametrene korrigert for bidraget fra brepartikler. Tilstand for fisk er nedgradert én klasse i Selbusjøen og Takvatnet pga. introduserte fiskearter. For Selbusjøen er samlet tilstand for fisk basert på resultatene fra 2016 fordi fiskeundersøkelsene den gang omfattet hele fiskesamfunnet, og ikke kun registrering av pelagisk fisk (som i 2020 og 2021). Merk: Resultatene i denne tabellen er basert på klassegrenser og klassifiseringsprosedyrer beskrevet i Veileder 02:2018, men resultater fra år før 2021 er ikke alltid identisk med resultater presentert i tidligere rapporter fra basisovervåkingen pga. justeringer i klassifiseringssystemet. Samlet tilstand (nEQR) er basert på gjennomsnitt av indekserverdier over år, og ikke gjennomsnitt av nEQR-verdier (som i tidligere årsrapporter for ØKOSTOR).

Innsjø	Vannfore- komst-ID	Norsk type	år	Plante- plankton	Vann- planter	Inverte- brater	Fisk	Vann- kjemi eutrof	Vann- kjemi forsuring	Hydro- morfolo- gi	Totalt	Usikker- het
Østlandet												
Gjende	002-147-L	L311	2015	0,76	n.a.	0,39	n.a.	0,74	0,83	1,00	0,74	3
			2016	0,74	n.a.	1,00	n.a.	0,81	0,84	1,00	0,74	
			2017	0,74	n.a.	n.a.	n.a.	0,75	0,91	1,00	0,74	
			2018	0,66	n.a.	n.a.	n.a.	0,80	0,92	1,00	0,66	
			2019	0,50	n.a.	1,00	0,60	0,78	0,94	1,00	0,50	
			2020	0,49	n.a.	n.a.	n.a.	0,80	0,90	1,00	0,49	
			2021	0,74	n.a.	n.a.	n.a.	0,80	0,90	1,00	0,74	
			2016-2021	0,63	n.a.	1,00	0,60	0,77	0,92	1,00	0,60	
Mjøsa	002-118-1-L	L107 (L105b)	2016	0,71	n.a.	n.a.	n.a.	0,81	n.a.	0,72	0,71	2
			2017	0,71	0,70	0,64	n.a.	0,88	n.a.	0,71	0,64	
			2018	0,64	n.a.	n.a.	0,87	0,87	n.a.	0,69	0,64	
			2019	0,64	n.a.	n.a.	n.a.	0,74	n.a.	0,70	0,64	
			2020	0,65	n.a.	n.a.	0,82	0,72	n.a.	0,67	0,65	
			2021	0,67	0,65	0,65	0,82	0,86	n.a.	0,72	0,65	
			2016-2021	0,66	0,68	0,64	0,84	0,84	n.a.	0,69	0,64	
Øyeren		L107 (L105a)	2017	0,78	0,82	0,51	0,81	0,64	n.a.	0,50	0,50	2
			2021	0,79	0,61	0,42	0,83	0,64	n.a.	0,54	0,42	2
Sør-Norge												
Byglandsfjorden	002-113-1-L 002-113-2-L	L202d	2017	0,91	0,65	0,74	1,00	0,84	0,66	0,61	0,61	2
			2021	0,91	0,71	0,74	0,50	1,00	0,79	0,62	0,50	2
Lundevatnet	026-1399-L	L102b	2017	0,92	0,66	0,77	1,00	0,91	0,59	0,63	0,59	3
			2021	0,92	0,74	0,65	1,00	0,89	0,74	0,63	0,63	2
Vestlandet												
Eikesdalsvatnet	104-1994-L	L104	2017	0,95	0,61	0,89	1,00	1,00	0,83	1,00	0,61	3
			2021	0,91	0,90	0,71	1,00	1,00	0,83	1,00	0,71	2
Hornindalsvatnet	089-1807-2-L	L101d	2017	0,90	0,74	0,88	1,00	0,89	0,71	1,00	0,71	2
			2021	0,90	0,69	0,90	1,00	0,95	0,83	1,00	0,69	2
Vangsvatnet	062-2085-L	L101d	2017	0,86	0,65	1,00	0,95	0,69	0,75	1,00	0,65	2
			2021	0,85	0,72	0,98	0,94	0,74	0,84	1,00	0,72	2
Midt-Norge												
Selbusjøen	123-892-1-L	L105b	2016	0,88	0,75	0,66	0,27	0,96	0,90	0,40	0,27	2
			2017	0,90	n.a.	n.a.	n.a.	0,70	0,89	0,43	0,70	
			2018	0,86	n.a.	n.a.	n.a.	0,86	0,90	0,49	0,70	
			2019	0,89	n.a.	n.a.	n.a.	0,79	0,89	0,38	0,70	
			2020	0,91	0,51	1,00	0,70	0,74	1,00	0,45	0,51	
			2021	0,84	n.a.	n.a.	0,70	0,91	0,93	0,48	0,70	
			2016-2021	0,90	0,59	1,00	0,27	0,77	0,91	0,47	0,27	
Nord-Norge												
Takvatnet	196-2404-L	L207 (L205)	2018	0,87	1,00	1,00	0,70	0,98	n.a.	1,00	0,70	2
			2019	0,86	n.a.	n.a.	n.a.	0,98	n.a.	1,00	0,86	
			2020	0,88	n.a.	n.a.	n.a.	0,97	n.a.	1,00	0,88	
			2021	0,85	n.a.	n.a.	n.a.	0,88	n.a.	1,00	0,85	
			2018-2021	0,87	1,00	1,00	0,70	0,95	n.a.	1,00	0,70	

I **Mjøsa** er det kun små variasjoner i de vannkjemiske eutrofieringsparameterene som indikerte enten *svært god* eller *god* tilstand i enkeltår. Ellers er det godt samsvar i tilstandsklasse for alle kvalitetselementer fra år til år og dette tyder på at det er stabile forhold i innsjøen. Samlet gir resultatene fra Mjøsa i 2016-2021 *god* tilstand. Det anses å være middels usikkerhet i klassifiseringen da det er knyttet større usikkerhet til vannstandsvariasjoner i litoralsonen.

I **Øyeren** er det to år med undersøkelser og godt samsvar i tilstandsklasse mellom 2017 og 2021 for de fleste kvalitetselementer. Unntaket er vannplanter, som viste tilstandsklasse *svært god* i 2017 og *god* i 2021. Kartlegging ble gjort på ulikt tidspunkt på sommeren og dette kan forklare hvorfor det ble registrert flere arter i 2021 og at det er forskjell i tilstandsklasse mellom de to årene. Det er middels usikkerhet i klassifiseringen begge disse to årene særlig knyttet til vannstandsvariasjoner i litoralsonen.

Byglandsfjorden fikk tilstandsklasse *god* i 2017 og tilstandsklasse *moderat* i 2021 og denne endringen skyldes en negativ utvikling i fiskesamfunnet. Klassifiseringen anses å ha middels usikkerhet fordi resultatet ikke er i tråd med tidligere data og fordi de øvrige kvalitetselementene gir enten *svært god* eller *god* tilstand, og det samtidig er få år med data. Usikkerheten er også forhøyet fordi vi mangler god dokumentasjon på fiskesamfunnets naturtilstand (tilstanden i dag er derfor kun ekspertvurdert).

I **Lundevatnet** er det godt samsvar i tilstandsklasse mellom 2017 og 2021 for de fleste kvalitetselementer. De vannkjemiske foruringsparameterne indikerer en forbedring i foruringsssituasjonen; fra tilstandsklasse *moderat* til *god*. Klassifiseringen anses å ha middels usikkerhet fordi det ikke er helt samsvar mellom år, og det samtidig er få år med data. Manglende overvåking av bunndyr, som antas å være spesielt følsom for foruring, bidrar også til usikkerheten.

I **Eikesdalsvatnet** var det en forbedring fra tilstandsklasse *god* i 2017 til *svært god* i 2021 for vannplanter og en endring fra tilstandsklasse *svært god* i 2017 til *god* i 2021 for invertebrater (småkreps). Klassifiseringen anses å ha middels usikkerhet fordi resultatene er rimelig konsistente mellom år, men det er samtidig få år med data. Tilstandsklassifiseringen kan imidlertid ikke relateres til innsjøens miljømål, som er *godt* økologisk potensial. Ifølge Vannnett har innsjøen *dårlig* økologisk potensial, og tilfredsstillende dermed ikke miljømålet for SMVF-sjøer i vannforskriften.

I **Hornindalsvatnet** er det godt samsvar mellom 2017 og 2021, kun en endring fra tilstandsklasse *god* til *svært god* for de vannkjemiske foruringsparameterene. Klassifiseringen anses å ha middels usikkerhet fordi resultatene er rimelig konsistente mellom år, men det er samtidig få år med data.

I **Vangsvatnet** er det også godt samsvar mellom 2017 og 2021, kun en endring fra tilstandsklasse *god* til *svært god* for de vannkjemiske forsuringsparameterene. Klassifiseringen anses å ha middels usikkerhet fordi resultatene er rimelig konsistente mellom år, men det er samtidig få år med data.

Tilstanden i **Selbusjøen** har endret seg fra *god* til *moderat* for vannplanter, fra *god* til *svært god* for invertebrater (småkreps) og fra *dårlig* til *god* for fisk dersom vi sammenligner 2016 med 2020 (men resultatene for fisk er ikke sammenlignbare pga. forskjellig metodikk de to årene). Forverringen av tilstanden for vannplanter i Selbusjøen kan ses i sammenheng med 1 m lavere vannstand om våren/forsommeren 2020 enn i 2016. Årsaken til endringen av vannstanden er uklar men vurderes å ha sammenheng med endringer i vannkraftproduksjonen.

I **Takvatnet** er ingen endringer i tilstandsklasse fra år til år for de undersøkte kvalitetselementene. Undersøkelse av fisk ble sist gjort i 2018 og forekomst av to introduserte fiskearter nedgraderer tilstandsklassen fra *svært god* til *god*. Den samlede tilstandsklassen (2018-2021) er derfor *god*. Samlet er usikkerheten i tilstandsklassifiseringen middels, da kun et utvalg av kvalitetselementene ble undersøkt i årene 2019 - 2021.

5. Referanser

- Anonym 2017. Klassifisering av 148 laksebestander etter kvalitetsnorm for villaks. Temarapport nr 5, 81 s.
- Anonym 2019. Klassifisering av tilstanden til 430 norske sjørretbestander. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 7, 150 s.
- Bakken, T. H., Forseth, T. & Harby, A. (red.). 2016. Miljøvirkninger av effektkjøring: Kunnskapsstatus og råd til forvaltning og industri. - NINA Temahefte 62. 205 s.
- Bechmann, M., Thrane, J.E. Kværnø, S. & Turtumøygard, S. 2021. Eutrofiering av Mjøsa – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor i ni delnedbørfelt. NIBIO-rapport 58, vol 7. 92 s.
- Berge, D., 2011. Utvikling av miljøtilstanden i Øyeren 1980-2010. NIVA rapport 6221-2011: 18 s.
- Brett, M.T. & Benjamin, M.M., 2008. A review and reassessment of lake phosphorus retention and the nutrient loading concept. - Freshw. Biol. 53:194–211.
- Bækken, T., Berge, D., Brettum, P. 2002. Resipientundersøkelse i Byglandsfjord og Årsaksfjord med tilløp 2001. - NIVA rapport 4541-2002: 28 s.
- Cardoso, A.C., Solimini, A., Premazzi, G., Carvalho, L., Lyche Solheim, A. & Rekolainen, S., 2007. Phosphorus reference concentrations in European lakes. - Hydrobiologia 584: 3-12.
- Eikland, K.A., Gjelland, K.Ø., Solberg, I., Lie, E.F., Dokk, J.G., Holter, T. & Sandlund, O.T. 2022a. Overvåking av fisk i store innsjøer 2020 – og oppsummering av erfaringer etter seks års metodeutvikling. NINA Rapport 2149. Norsk institutt for naturforskning.
- Eikland, K.A., Gjelland, K.Ø., Lie, E.F., Solberg, I., Ambjørndalen, V.M., Lungrin, E., Dokk, J.G. 2022b. ØKOSTOR 2021 – Vedleggsrapport for kvalitetselement fisk. Miljødirektoratet-rapport 2334/2022, NINA-rapport 2183. 76 s.
- European Commission, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and the Council of 23rd October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy (Official Journal L 327, 22/12/2000 p. 1–72), (https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0004.02/DOC_1&format=PDF).
- Gjelland, K.Ø., Sandlund, O.T., Andersen, O., Bremset, G., Bækkeli, K.A.E., Davidsen, J.G., Eloranta, A., Pettersen, O., Rønning, L., Rustadbakken, A., Saksgård, L., Saksgård, R. & Sjørnsen, A.D. 2018. Metodeutvikling: overvåking av fisk i store innsjøer (FIST) i 2016. NINA Rapport 1573. Norsk institutt for naturforskning.
- Gjelland, K.Ø., Sandlund, O.T., Postler, C., Bækkeli, K.A., Eloranta, A., Pettersen, O., Solberg, I. & Saksgård, R. 2019. Overvåking av fisk i store innsjøer (FIST) i 2017. NINA Rapport 1644. Norsk institutt for naturforskning.
- Gjelland, K.Ø., Bækkeli, K.A., Brabrand, Å., Kristoffersen, R., Svenning, M-A., Eloranta, A., Pettersen, O., Saksgård, R., Solberg, I. & Sandlund, O.T. 2020. Overvåking av fisk i store innsjøer – FIST 2018. NINA Rapport 1749. Norsk institutt for naturforskning.

- Hereid S.W. og Våge K. og Kiland H. 2021. Klassifisering av økologisk tilstand i Øyeren sør i 2020 basert på kvalitetselementet «planteplankton» og vannkjemiske støtteparametere. FAUN NOTAT 012-2020. 16 s.
- Hesthagen, T., Sandlund, O.T., Saksgård, R. & Øyjordet, K. 2022. Bestandsstatus hjå auren i Gjende. NINA Rapport 2069. Norsk institutt for naturforskning.
- Hobæk, A. & Raddum, G.G. 1980. Zooplankton communities in acidified regions of South Norway. SNSF-prosjektet IR 75/80, 132 s.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1906. Planktonundersøgelser i norske vande. Christiania, Nationaltrykkeriet.
- Jensen, T.C., Dimante-Deimantovica, I., Schartau, A.K. & Walseng, B. 2013. Cladocerans respond to differences in trophic state in deeper nutrient poor lakes from Southern Norway. – *Hydrobiologia* 715: 101-112. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-012-1413-5>.
- Karabin, A. 1985. Pelagic zooplankton (Rotatoria+Crustacea) variation in the process of lake eutrophication. I. Structural and quantitative features. - *Ekol. Pol.*, 33, 4: 567-616.
- Lyche A. 1990. Cluster Analysis of plankton community structure in 21 lakes along a gradient of trophy. - *Verh. int. Ver. Limnol.* 24: 586-591
- Lyche Solheim, A. 1995. Impact of pelagic food web structure on carbon and phosphorus turnover in lakes with special emphasis on the role of large grazers. Dr. philos. avhandling, Biologisk institutt, Universitet i Oslo.
- Lyche Solheim, A., Phillips, G., Drakare, S., Free, G., Järvinen, M., Skjelbred, B., Tierney, D. & Trodd, W. 2014. Water Framework Directive Intercalibration Technical Report. Northern Lake Phytoplankton ecological assessment methods. 01/2014; Report EUR 26503 EN, doi:10.2788/70684. Publisher: Luxembourg: Publications Office of the European Union, Editor: Sandra Poikane, ISBN 978-92-79-35455-7.
- Lyche Solheim, A., Schartau, A.K., Bongard, T., Bækkeli, K.A.E., Edvardsen H., Jensen, T.C., Mjelde, M., Persson, J., Rustadbakken, A., Sandlund, O.T. & Skjelbred, B., 2016. ØKOSTOR: Økosystemovervåking av store innsjøer 2015. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand iht. vannforskriften. Surveillance monitoring of large lakes 2015. Testing of methodology for monitoring and classification of ecological status according to the WFD. Miljødirektoratet-rapport 587/2016, NIVA-rapport 7070: 151 s.
- Lyche Solheim, A., Schartau, A.K., Bongard, T., Bækkeli, K.A.E., Edvardsen H., Fosholt Moe, T., Jensen, T.C., Mjelde, M., Persson, J., Sandlund, O.T., Skjelbred, B. & Walseng, B. 2017. ØKOSTOR: Økosystemovervåking av store innsjøer 2016. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand iht. vannforskriften. Surveillance monitoring of large lakes 2016. Testing of methodology for monitoring and classification of ecological status according to the WFD. Miljødirektoratet-rapport 815/2017, NIVA-rapport 7182: 197 s.
- Lyche Solheim, A., Schartau, A.K., Bongard, T., Bækkeli, K.A.E., Dokk, J.G., Edvardsen H., Fosholt Moe, T., Gjelland, K.Ø., Hobæk, A., Håvardstun, J., Jensen, T.C., Mjelde, M., Persson, J., Sandlund, O.T., Skjelbred, B. & Walseng, B. 2018. ØKOSTOR 2017: Økosystemovervåking av store innsjøer 2016. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av

- økologisk tilstand iht. vannforskriften. Surveillance monitoring of large lakes 2016. Testing of methodology for monitoring and classification of ecological status according to the WFD. Miljødirektoratet-rapport 1086/2018, NIVA-rapport 7287: 193 s.
- Lyche Solheim, A., Schartau, A.K., Bongard, T., Bækkeli, K.A.E., Dahl-Hansen, G., Demars, B., Dokk, J.G., Hammenstig, D., Jensen, T.C., Mjelde, M., Persson, J., Sandlund, O.T., Skjelbred, B., Solhaug Jenssen, M.T. & Walseng, B., 2019. ØKOSTOR 2018. Basisovervåking av store innsjøer. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Surveillance monitoring of large lakes 2018. Testing of methodology for monitoring and classification of ecological status according to the WFD. Miljødirektoratet rapport nr. M-1464, NIVA rapport 7414-2019: 178 s.
- Lyche Solheim, A., Schartau, A.K., Bongard, T., Bækkeli, K.A.E., Dahl-Hansen, G., Demars, B., Dokk, J.G., Gjelland, K.Ø., Hammenstig, D., Havn, T.B., Jensen, T.C., Lie, E.F., Mjelde, M., Persson, J., Sandlund, O.T., Skjelbred, B., Solhaug Jenssen, M.T. & Walseng, B., 2020. ØKOSTOR 2019: Basisovervåking av store innsjøer. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Miljødirektoratet-rapport M-1777/2020, NIVA-rapport 7536-2020, 203 s.
- Lyche Solheim, A., Thrane, J.E., Skjelbred, B., Økelsrud, A., Håll, J. & Røst Kile, M., 2020. Tiltaksorientert overvåking i vannområde Mjøsa 2019. Årsrapport for 2019. NIVA-rapport 7491-2019: 151 s.
- Lyche Solheim, A., Schartau, A.K., Persson, J., Bækkeli, K.A.E., Dahl-Hansen, G., Demars, B., Dokk, J.G., Gjelland, K.Ø., Hammenstig, D., Havn, T.B., Jensen, T.C., Lie, E.F., Mjelde, M., Skjelbred, B., Solhaug Jenssen, M.T. & Walseng, B., 2021. ØKOSTOR 2020: Basisovervåking av store innsjøer. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Miljødirektoratet-rapport M-2092/2021, NIVA-rapport 7660-2021, 184 s.
- Mjelde, M. 1997. Virkninger av forurensning på biologisk mangfold: Vann og vassdrag i by- og tettstedsnære områder. Vannvegetasjon i innsjøer - effekter av eutrofiering. En kunnskapsstatus. - NIVA-rapport 3755-97: 32 s.
- Mjelde, M. & Thrane, J.E. 2021. ØKOSTOR. Evaluering av feltmetodikk for overvåking av vannvegetasjon i store innsjøer. NIVA rapport 7643-2021: 34 s.
- Moe, T.F., Hessen, D.O. & Demars, B.O.L. 2021. *Juncus Bulbosus* Tissue Nutrient Concentrations and Stoichiometry in Oligotrophic Ecosystems: Variability with Seasons, Growth Forms, Organs and Habitats. *Plants* 2021, 10, 441. <https://doi.org/10.3390/plants10030>
- Persson, J., Lyche Solheim, A., Schartau, A.K., Sandlund, O.T. & Walseng, B., 2013. Store innsjøer i Norge: Kan eksisterende data brukes til klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand iht. vannforskriften? - NIVA rapport 6605-2013: 47 s.
- Rørslett, B. 1991. Principal determinants of aquatic macrophyte richness in northern European lakes. - *Aquatic Botany* 39: 173–193.
- Schartau, A.K.L., Walseng, B., & Halvorsen, G. 2001. Hva betyr kalsium for artsrikdom og sammensetning av småkreps i Norge? - *Vann* 36: 408-413.

- Schartau, A.K., Brettum, P., Fiske, P., Hesthagen, T., Johansen, S.W., Mjelde, M., Raddum, G.G., Skjelkvåle, B.L. Saksgård, R. & Skancke, L.B. 2006. Referansevassdrag for effektstudier av sur nedbør. Kjemiske og biologiske forhold I Bondalselva og Visavassdraget, Møre og Romsdal, 2002-2006. – NINA Rapport 199, 99 s.
- Schartau, A.K., Fjellheim, A., Garmo, Ø., Halvorsen, G.A., Hesthagen, T., Saksgård, R., Skancke, L.B. & Walseng, B., 2016. Effekter av langtransporterte forurensinger – overvåking av innsjøer 2012-2014. Forsuringstilstand og trender. - Miljødirektoratet rapport M-503 | 2016, 182 s.
- Skarbøvik, E., Haande, S., Bechmann, M., Skjelbred, B. & Isidorova, A. 2022. Vannovervåking i Morsa 2021. Innsjøer, elver og bekker: november 2020 – oktober 2021, NIBIO. Vol. 8 No 49/2022: 96 s.
- Stomp, M., Huisman, J., Mittelback, G.G., Litchman, E. & Klausmeier, C.A., 2011. Large-scale biodiversity patterns in freshwater phytoplankton. Ecology. 92: 2096-2107. <https://doi.org/10.1890/10-1023.1>
- Straile, D. & Geller, W. 1998: Crustacean zooplankton in Lake Constance from 1920 to 1995: Response to eutrophication and re-oligotrophication. - Advances in Limnology. 53: 255-274.
- Terborgh, J.W. 2015. Toward a trophic theory of species diversity. PNAS 112: 11415-11422.
- Thrane, J.E., Økelsrud, A., Skjelbred, B., Håll, J.P, Kile, M.R. 2022. Tiltaksorientert overvåking i vannområde Mjøsa. G for 2021, NIVA-rapport 7743-2022. 178 s.
- Vannforskriften 2006. Forskrift om rammer for vannforvaltningen. Revidert 2010. Miljøverndepartementet. <http://www.lovdata.no/cgi-wift/1dles?doc=/sf/sf/sf-20061215-1446.html>
- Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Norsk klassifiseringssystem iht. vannforskriften. Direktoratgruppen Vanndirektivet. Revidert 2019.
- Vehte, A. og Høgberget, R. 2017. Kalkingsplan for Otra nedstraums Brokke. NIVA rapport 7122-2017: 31 s.
- Walseng, B. & Schartau, A.K.L. 2001. Crustacean communities in Canada and Norway: comparison of species along a pH gradient. - Water Air Soil Pollut. 130: 1319-1324.
- Økland, J. & Økland, K.A. 1996. Vann og vassdrag. 2. Økologi. Vett og Viten AS: 309 s.

Vedlegg A. Oversikt over alle innsjøer i ØKOSTOR programmet i 2021

Tabell A.1. Liste over alle innsjøer som inngår i ØKOSTOR-programmet i perioden 2021-2025

Innsjøer markert med blå farge ble overvåket i 2021. Innsjøer som overvåkes hvert år mht. pelagiske kvalitetselementer er markert med fete typer.

Innsjø	Under-søkelsesår	Vann-forekomst ID	Fylke	Areal (km ²)	Maks dyp (m)
Gjende	2021/Årlig	002-147-L	Innlandet	15,6	149
Femunden	2020	311-1348-L	Innlandet /Trøndelag	203	150
Mjøsa	2021/Årlig	002-118-1-L/ 002-118-2-L	Innlandet/Viken	366	453
Krøderen	2018	012-521-L	Viken	43,8	130
Randsfjorden	2019	012-523-L	Innlandet	140	131
Tyrifjorden	2019	012-522-2-L	Viken	124	288
Øyeren	2021	002-113-1-L/ 002-113-2-L	Viken	84	75,5
Eikeren	2019	012-542-2-L	Viken/Vestfold og Telemark	27,7	156
Møsvatn	2018	016-3-L	Vestfold og Telemark	78	68,5
Norsjø	2019	016-6-L	Vestfold og Telemark	55	171
Nisser	2019	019-1267-L	Vestfold og Telemark	76	234
Tinnsjø	2019	016-2-L	Vestfold og Telemark	49	460
Byglandsfjord	2021	021-1063-L	Agder	33,5	167
Lundevatnet	2021	026-1399-L	Agder / Rogaland	27,5	314
Vangsvatnet	2021	062-2085-L	Vestland	7,8	60
Hornindalsvatnet	2021	089-1807-2-L	Vestland	50	514
Eikesdalsvatnet	2021	104-1994-L	Møre og Romsdal	23,2	155
Limingen	2020	307-1131-L	Trøndelag	93	192
Røssvatnet	2020	155-501-L	Nordland	219	231
Salvatnet	2020	140-723-L	Trøndelag	44,8	464
Selbusjøen	2021/Årlig	123-892-1-L	Trøndelag	57	206
Snåsavatnet	2020	128-930-L	Trøndelag	122	121
Altevatn	2018	196-2396-L	Troms og Finnmark	80	99
Iešjávri	2018	234-2279-L	Troms og Finnmark	68	41
Takvatnet	2021/Årlig	196-2404-L	Troms og Finnmark	15,2	75
Stuorajávri	2018	212-2181-L	Troms og Finnmark	21	30

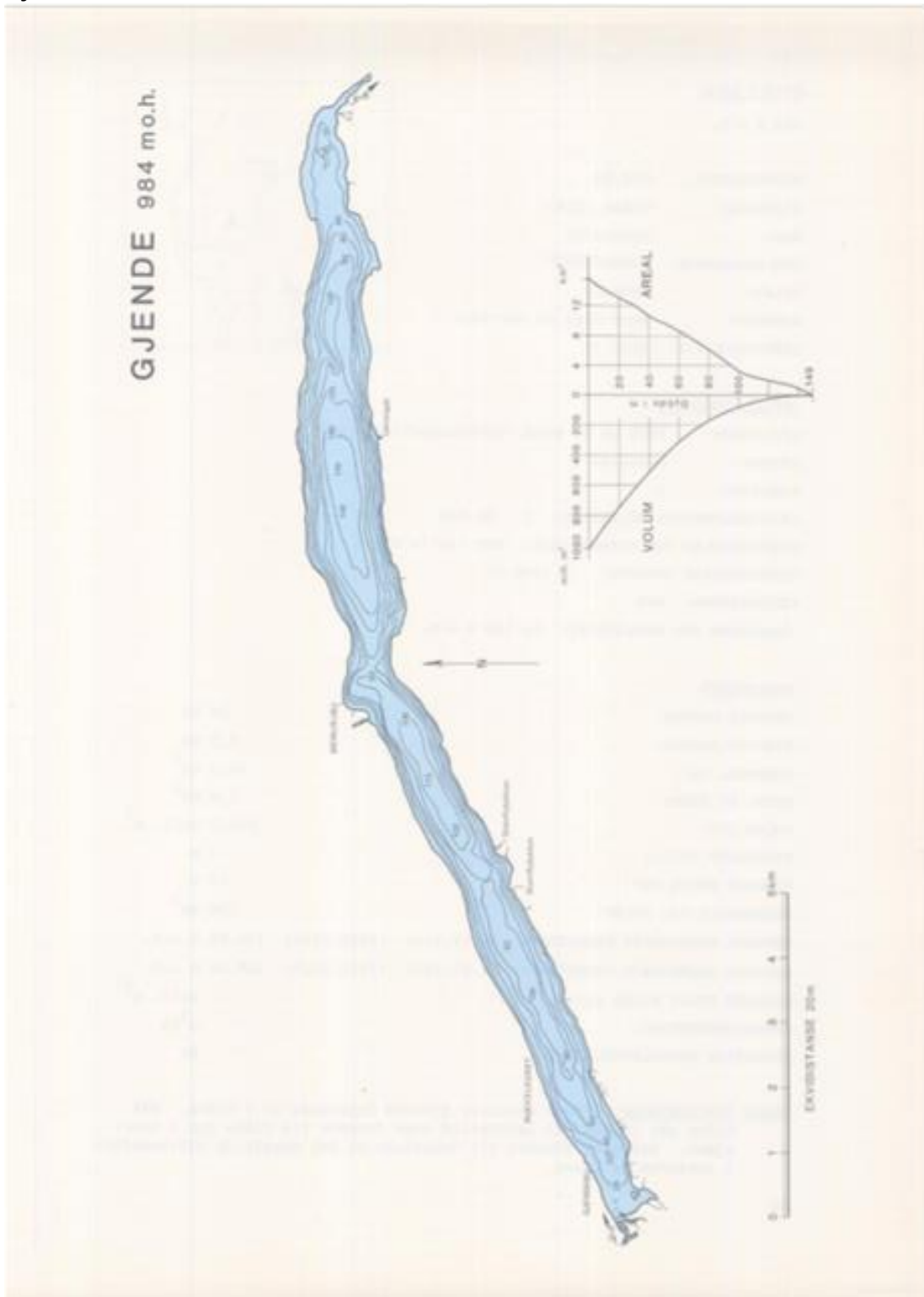
Vedlegg B. Dybdekart

Dybdekartene er hentet fra:

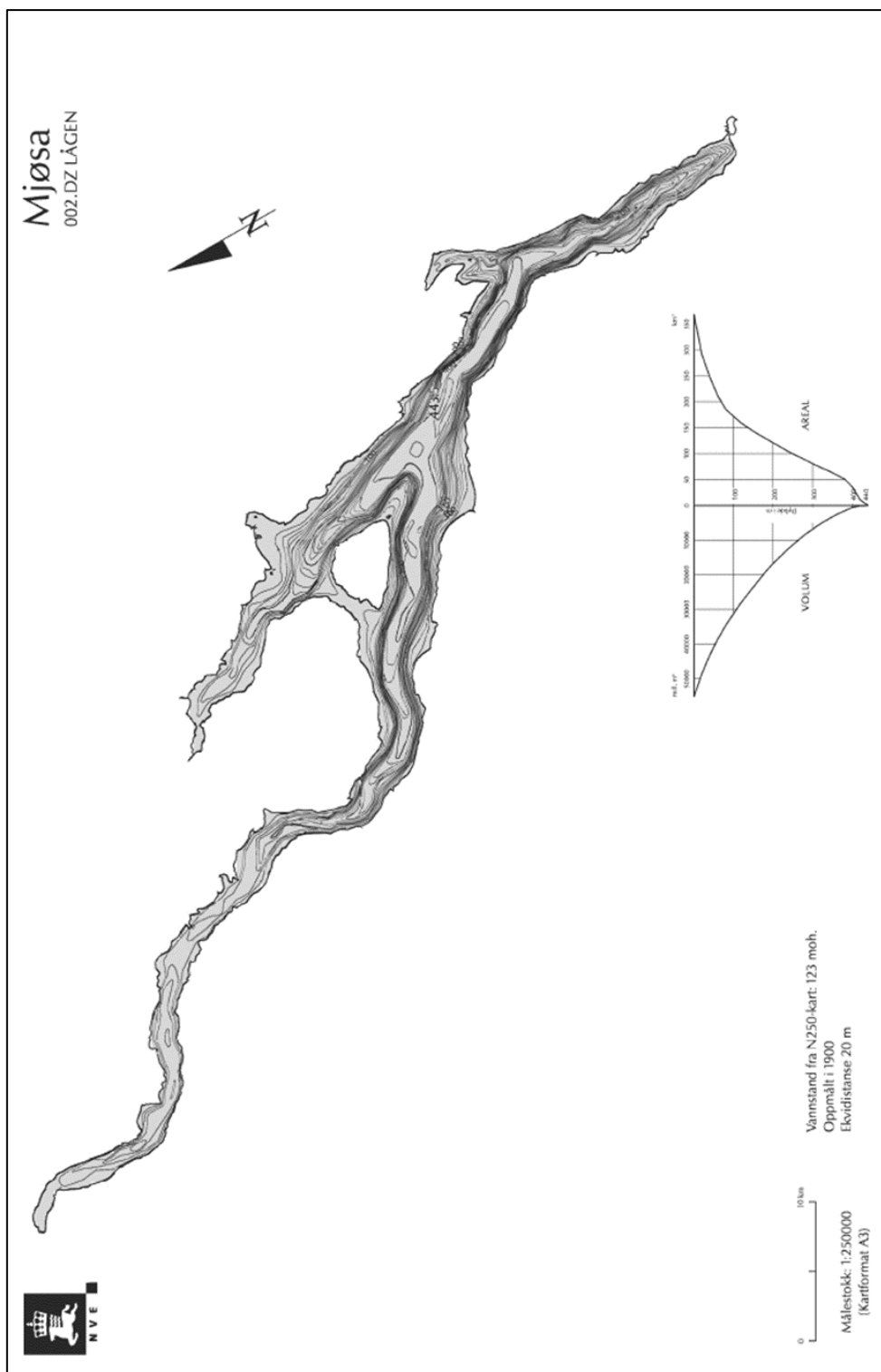
NVE 2021. <https://temakart.nve.no/tema/innsjodatabase>

G. Østrem, N. Flakstad & J. M. Santha. 1984: Dybdekart over norske innsjøer, et utvalg innsjøkart utarbeidet ved hydrologisk avdeling. Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, vassdragsdirektoratet. ISBN 82-554-0392-2

Gjende

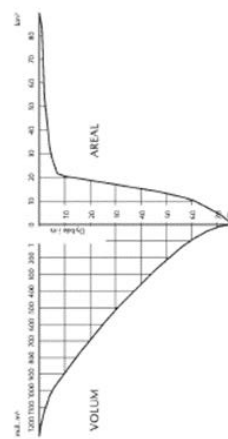


Mjøsa



Øyeren

Øyeren
002.Z GLONNAVASSDRAGET

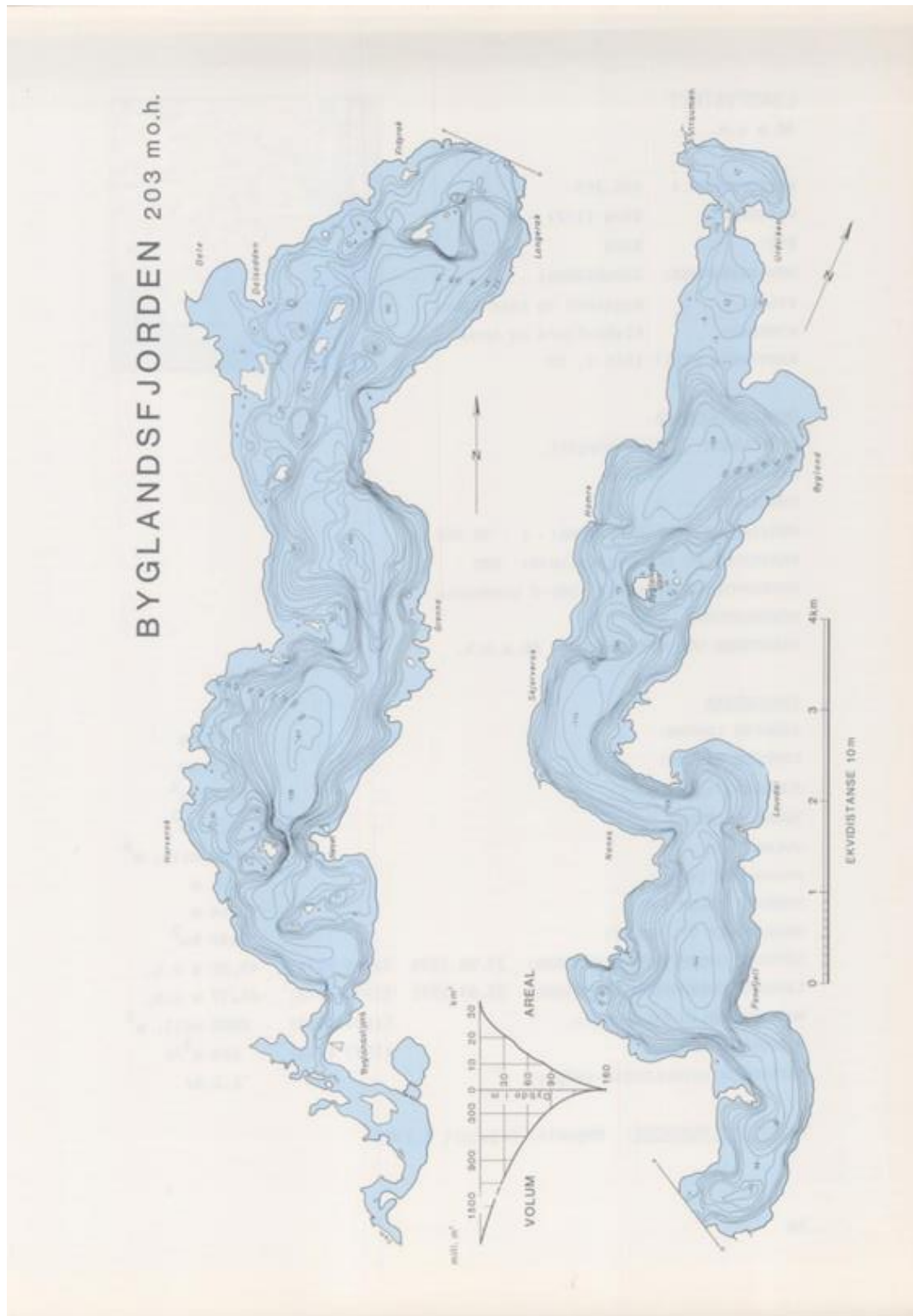


0 1 km
Målestokk: 1:100000
(Kartformat A3)

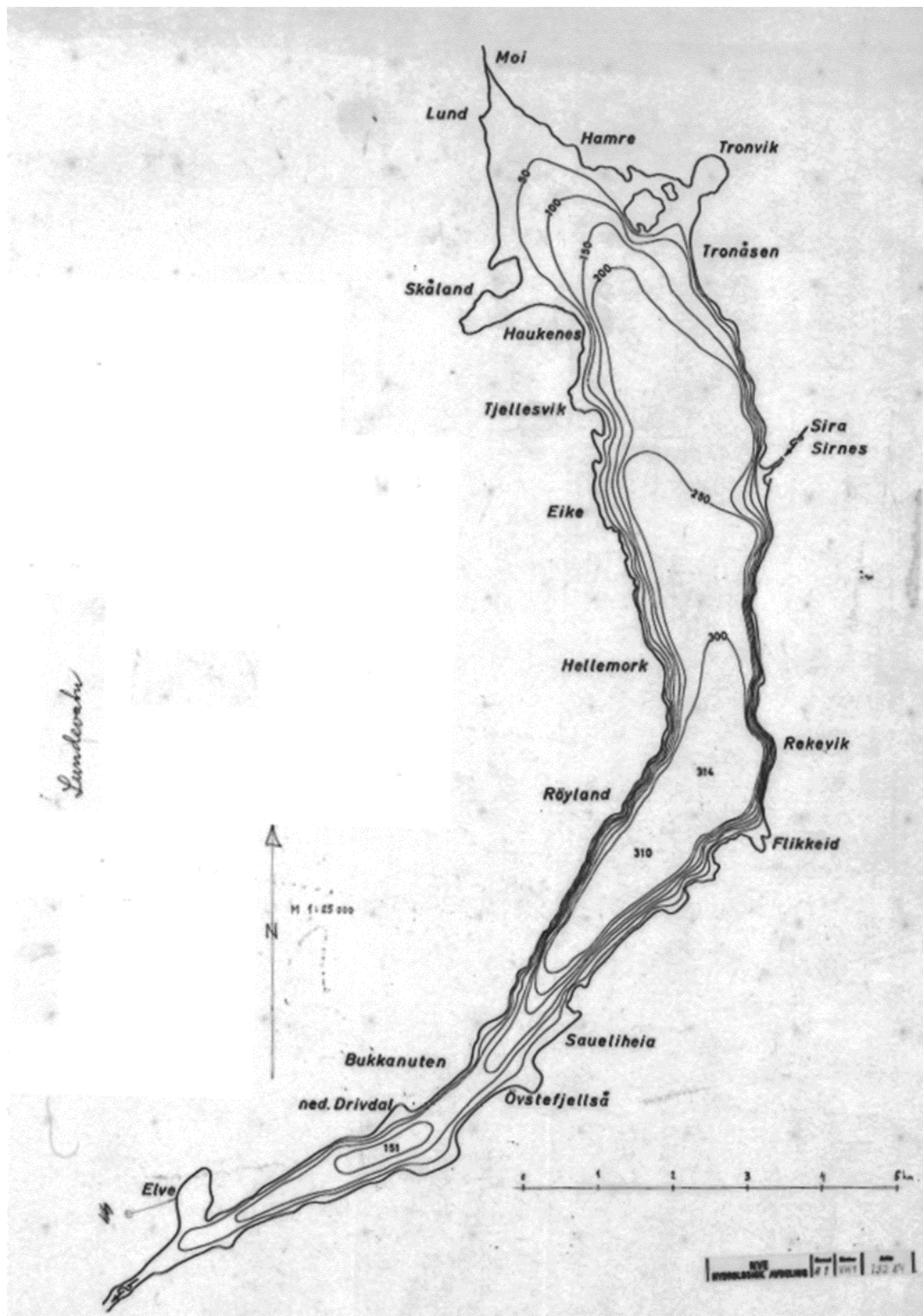
Vannstand ved opplødding: 102 m.o.h.
Oppmålt i 1992
Eksidiansse 1 m

NVE-EC 26021999-10

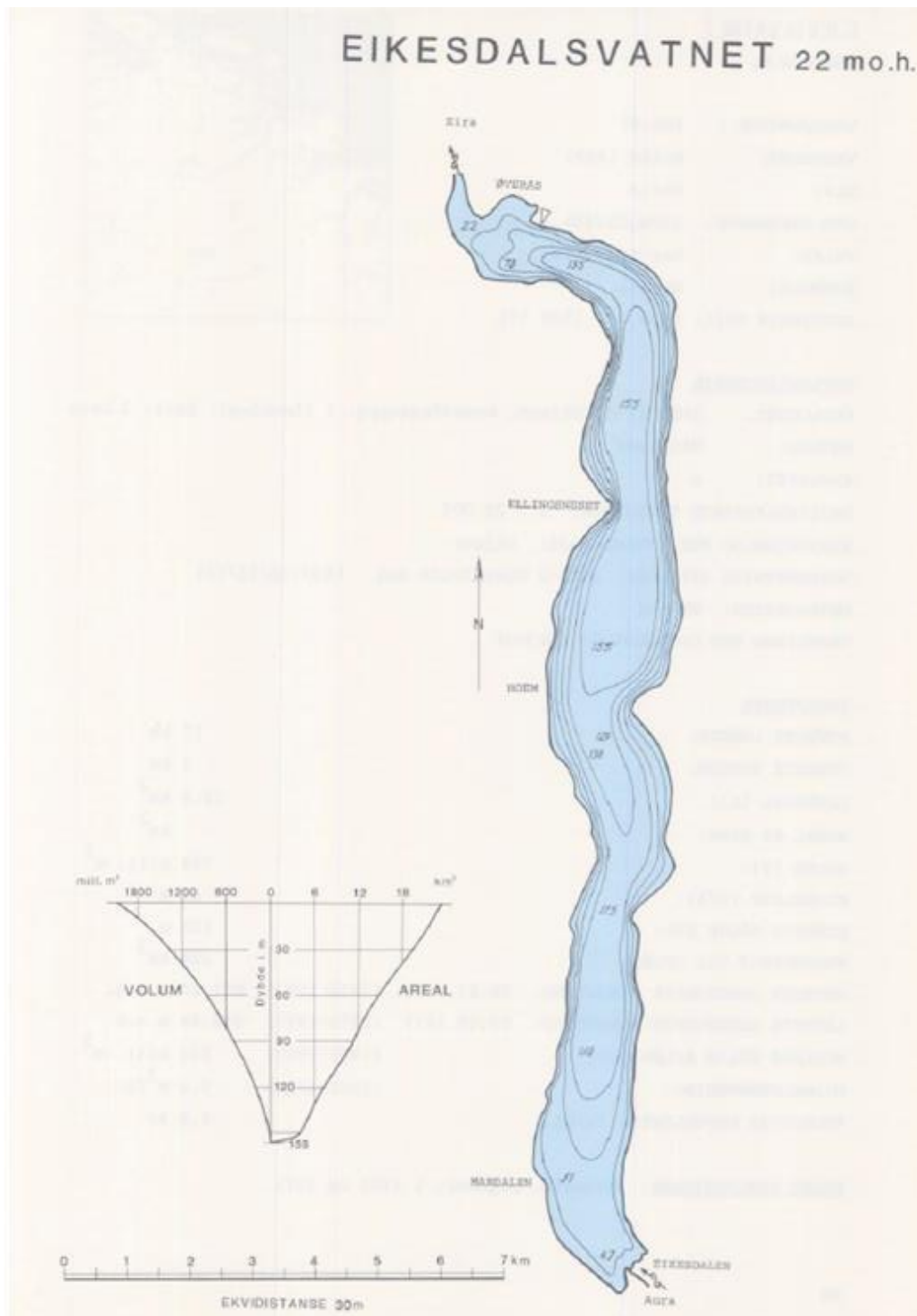
Byglandsfjorden



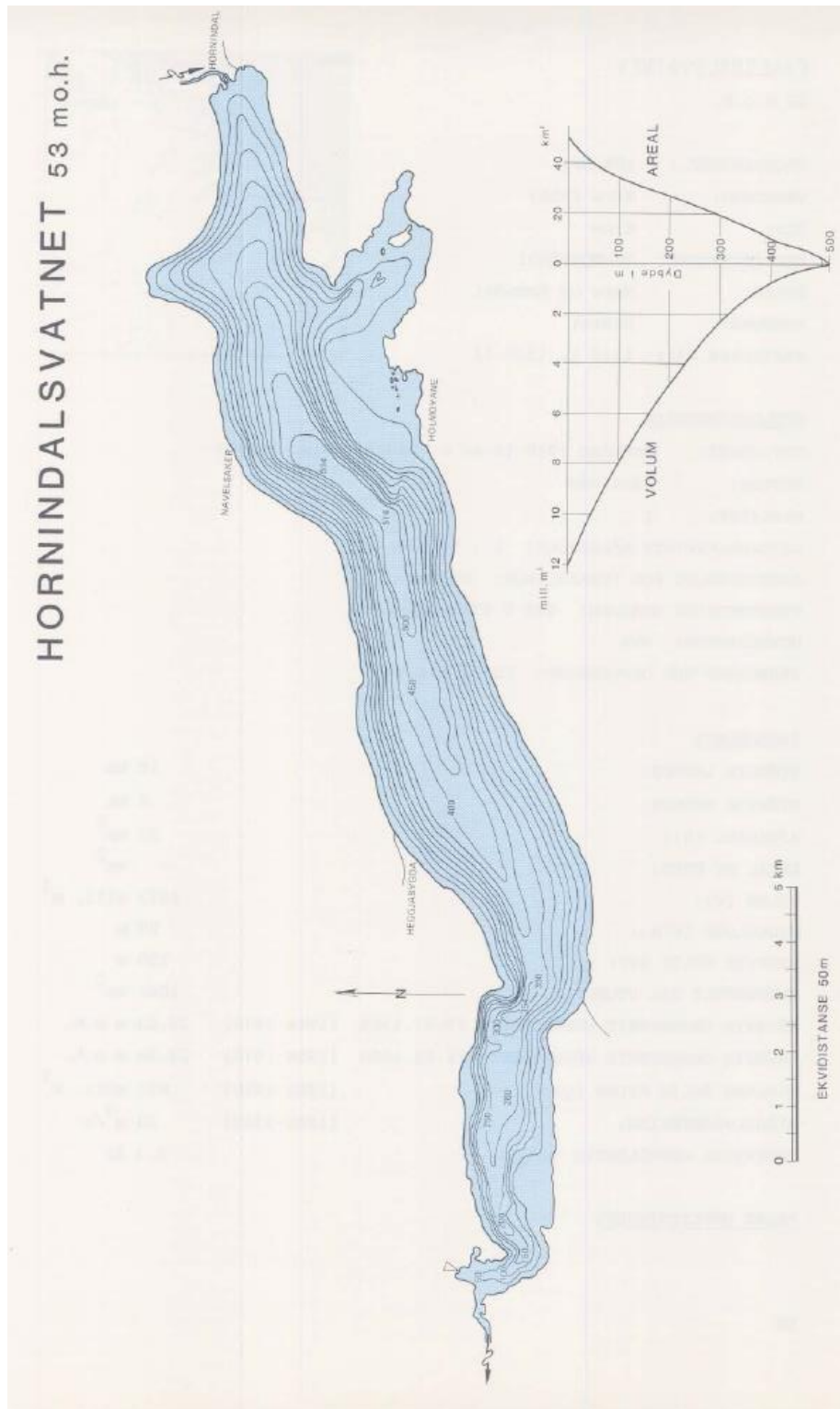
Lundevatnet



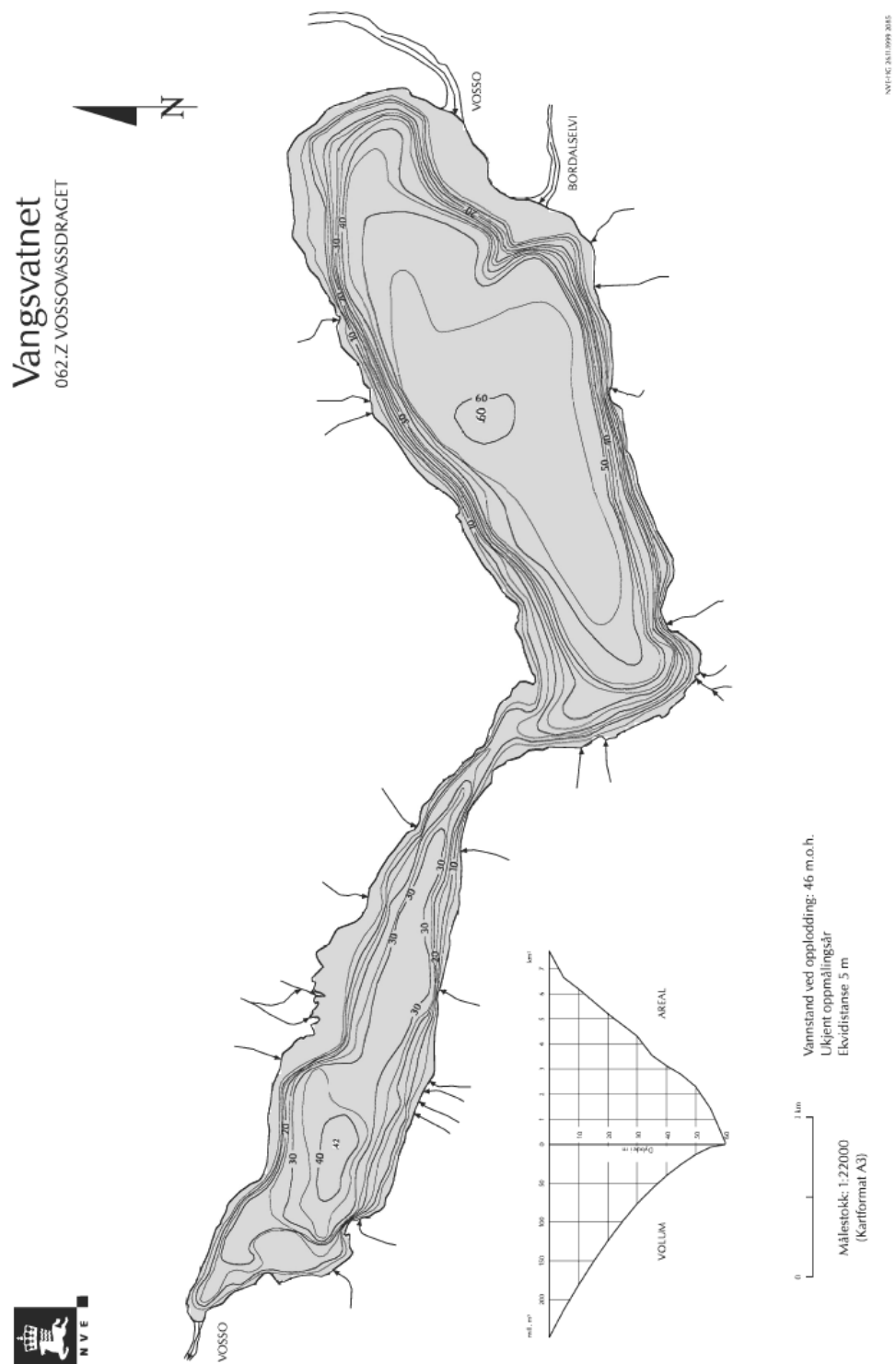
Eikesdalsvatnet



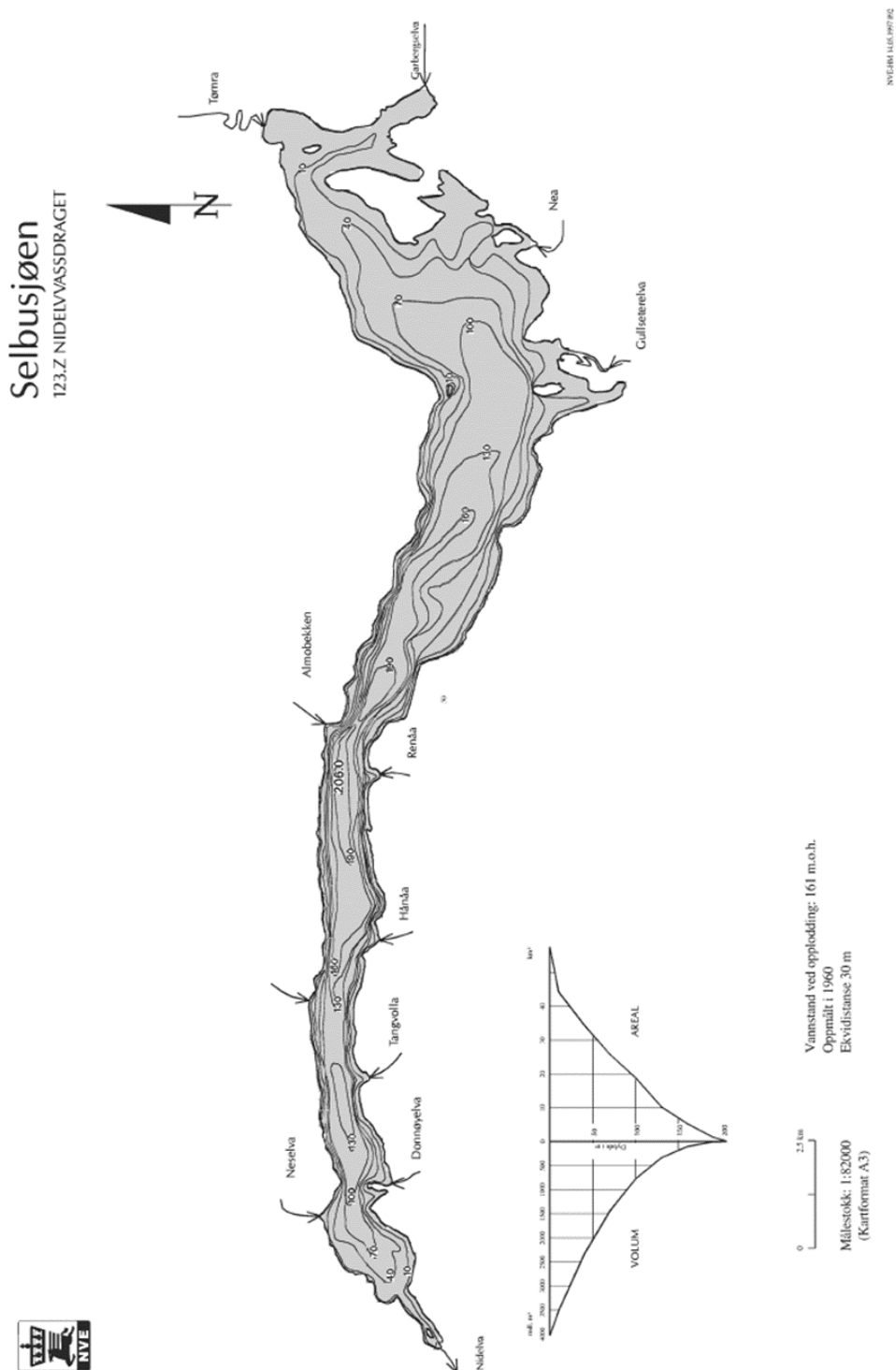
Hornindalsvatnet



Vangsvatnet



Selbusjøen



Takvatnet



Vedlegg C. Oversikt over målestasjoner (tabeller med koordinater og kart)

Tabell C.1. Koordinater for pelagisk prøvetakingsstasjon for samtlige innsjøer samt dyp for hver innsjø.

Pelagisk stasjon			
Innsjø	Dyp	Breddegrad	Lengdegrad
Gjende	140	61,493	8,6959
Mjøsa	453	60,64138	11,11080
Øyern	75	59,7077	11,23071
Byglandsfjorden	167	58,69986	7,80064
Lundevatnet	314	58,353828	6,589994
Eikedalsvatnet	155	62,58427	8,16165
Hornindalsvatnet	514	61,939612	6,369323
Vangsvatnet	60	60,618335	6,388446
Selbusjøen	206	63,2604	10,8102
Takvatnet	70	69,106533	19,117683

Tabell C.2. Koordinater til stasjoner for vannplanteundersøkelser.								
Celler markert i grått indikerer at nedre voksegrense er kartlagt i tillegg til litoralundersøkelser								
Vannplanter								
Mjøsa			Øyeren			Byglandsfjorden		
Stasjon	Bredde-grad	Lengde-grad	Stasjon	Bredde-grad	Lengde-grad	Stasjon	Bredde-grad	Lengde-grad
VP-2	61,1289	10,4227	VP-4	59,86454	11,24472	VP-1	58,84665	7,76949
VP-3	60,9616	10,6265	VP-5	59,8485	11,21993	VP-2	58,84251	7,77102
VP-5	60,9220	10,6900	VP-6	59,8115	11,24257	VP-3	58,83204	7,78423
VP-6	60,8860	10,8674	VP-7	59,78727	11,23905	VP-4	58,81057	7,78033
VP-7a	60,8762	10,8963	VP-8	59,78343	11,19763	VP-5	58,79445	7,79001
VP-7b	60,8750	10,8973	VP-9	59,80402	11,19912	VP-6	58,79787	7,80735
VP-8	60,8820	10,9176	VP-10	59,84077	11,19218	VP-7	58,75494	7,84630
VP-10	60,8365	10,9189	VP-11	59,8403	11,24820	VP-8	58,73192	7,81540
VP-11a	60,7524	10,9399	VP-14	59,73805	11,26675	VP-9	58,70398	7,82072
VP-12a	60,7157	10,8681	VP-15	59,72572	11,25143	VP-10	58,68998	7,80251
VP-12b	60,716	10,8623	VP-16	59,67977	11,24999	VP-11	58,68105	7,80170
VP-12c	60,7207	10,8558	VP-17	59,64907	11,24472	VP-12	58,66959	7,79313
VP-13a	60,6600	10,9678	VP-18	59,66753	11,22222	VP-13	58,69545	7,77799
VP-13b	60,6597	10,9713	VP-19	59,70798	11,21523	VP-14	58,70761	7,79180
VP-15	60,6654	11,1392	VP-20	59,72878	11,20885	VP-15	58,73451	7,78815
VP-16	60,6057	11,1993	VP-21	59,74775	11,20687	VP-16	58,75455	7,81840
VP-17b	60,5955	11,2686	VP-22	59,77697	11,20232	VP-17	58,76805	7,83279
VP-18	60,6151	11,2569				VP-18	58,76788	7,80601
VP-19a	60,4965	11,169				VP-19	58,78783	7,77653
VP-19b	60,4943	11,1654				VP-20	58,81301	7,76497
VP-20b	60,3985	11,2259						
VP-23	60,7847	11,1005						
VP-24	60,7793	10,7854						
VP-25	60,8208	10,679						
VP-26	60,7113	11,1021						
VP-27a	60,8437	10,6903						
VP-27b	60,55455	10,4115						
VP-28	60,7127	11,0143						

Tabell C.3. Koordinater til stasjoner for vannplanteundersøkelser.

Celler markert i grått indikerer at nedre voksegrense er kartlagt i tillegg til litoralundersøkelser

Vannplanter											
Lundevatnet			Eikedalsvatnet			Hornindalsvatnet			Vangsvatnet		
Stasjon	Bredde-grad	Lengde-grad	Stasjon	Bredde-grad	Lengde-grad	Stasjon	Bredde-grad	Lengde-grad	Stasjon	Bredde-grad	Lengde-grad
VP-1	58,448	6,56172	VP-1	62,6293	8,1249	VP-1	61,9176	6,1200	VP-1	60,6267	6,28417
VP-2	58,435	6,59328	VP-2	62,6065	8,1710	VP-2	61,9183	6,1508	VP-2	60,6264	6,3065
VP-3	58,419	6,61248	VP-3	62,5724	8,1779	VP-3	61,9206	6,1785	VP-3	60,6226	6,3236
VP-4	58,407	6,62062	VP-4	62,5635	8,1742	VP-4	61,9168	6,2158	VP-4	60,6172	6,3714
VP-5	58,358	6,62311	VP-5	62,5602	8,1717	VP-5	61,9359	6,2700	VP-5	60,6213	6,4196
VP-6	58,350	6,60033	VP-6	62,5399	8,1840	VP-6	61,9421	6,3000	VP-6	60,6151	6,4082
VP-7	58,337	6,58150	VP-7	62,4812	8,1756	VP-7	61,9423	6,3149	VP-7	60,6115	6,4061
VP-8	58,326	6,57520	VP-8	62,4766	8,1713	VP-8	61,9657	6,3933	VP-8	60,6041	6,3581
VP-9	58,316	6,54423	VP-9	62,4930	8,1434	VP-9	61,9811	6,4501	VP-9	60,6108	6,3461
VP-10	58,311	6,50207	VP-10	62,5000	8,1426	VP-10	61,9729	6,5118	VP-10	60,6221	6,2863
VP-11	58,321	6,53844	VP-11	62,5181	8,1498	VP-11	61,9653	6,5217			
VP-12	58,396	6,58459	VP-12	62,5873	8,1555	VP-12	61,9568	6,4685			
VP-13	58,411	6,57513	VP-13	62,6163	8,1456	VP-13	61,9428	6,4652			
VP-14	58,421	6,55008	VP-14	62,6195	8,1228	VP-14	61,9415	6,4357			
VP-15	58,428	6,55609	VP-15	62,6250	8,1010	VP-15	61,9396	6,4203			
						VP-16	61,9295	6,3582			
						VP-17	61,9025	6,2670			
						VP-18	61,9025	6,2250			
						VP-19	61,9057	6,1643			
						VP-20	61,9053	6,1375			

Tabell C.4. Koordinater til stasjoner for undersøkelser av småkreps.

Det er tatt to småkrepsprøver på hver stasjon (A og B), disse er tatt forholdsvis tett slik at de fleste A og B prøvene er angitt med samme koordinat. I kartene er stasjonene illustrert med ett punkt.

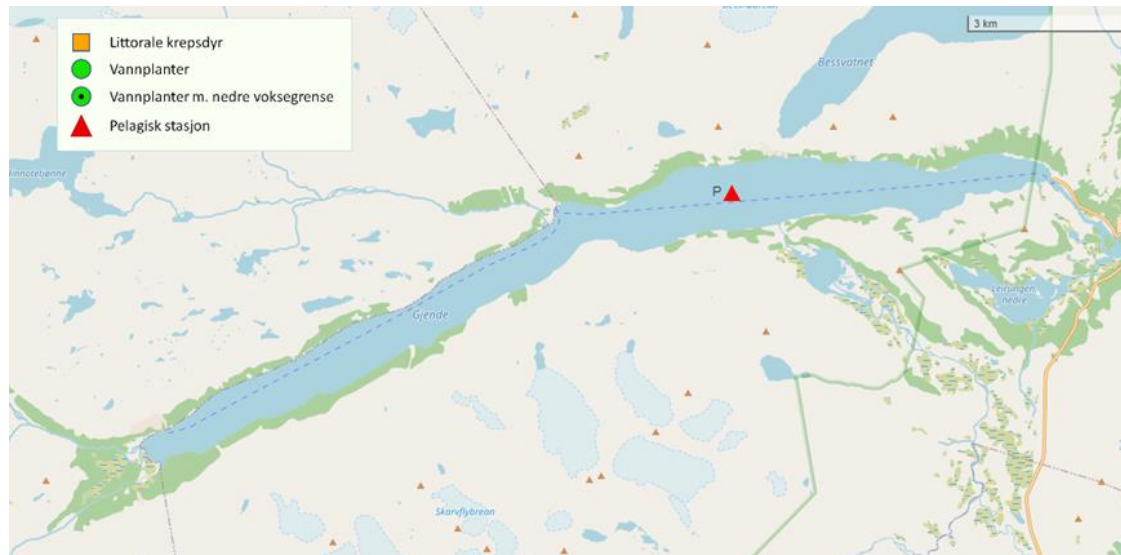
Småkreps								
Mjøsa			Øyeren			Byglandsfjorden		
Stasjon	Bredde-grad	Lengde-grad	Stasjon	Bredde-grad	Lengde-grad	Stasjon	Bredde-grad	Lengde-grad
LK-1A	60,398103	11,226556	LK-1A	59,668397	11,250294	LK-1A	58,680061	7,785313
LK-1B	60,398227	11,225584	LK-1B	59,669298	11,251189	LK-1B	58,680061	7,785313
LK-2A	60,595146	11,206416	LK-2A	59,731116	11,257142	LK-2A	58,710972	7,827611
LK-2B	60,594901	11,207057	LK-2B	59,73079	11,257298	LK-2B	58,710972	7,827611
LK-3A	60,75834	11,078385	LK-3A	59,771983	11,243869	LK-3A	58,801083	7,818361
LK-3B	60,757831	11,078205	LK-3B	59,772178	11,245112	LK-3B	58,801083	7,818361
LK-4A	60,87182	10,899063	LK-4A	59,846869	11,21831	LK-4A	58,863619	7,737424
LK-4B	60,87296	10,897823	LK-4B	59,84646	11,218569	LK-4B	58,863619	7,737424
LK-5A	60,960634	10,663734	LK-5A	59,901303	11,165113	LK-5A	58,901833	7,733917
LK-5B	60,960422	10,663483	LK-5B	59,901185	11,165195	LK-5B	58,901833	7,733917
LK-6A	61,109891	10,436363	LK-6A	59,890392	11,117569	LK-6A	58,949910	7,699831
LK-6B	61,110428	10,435719	LK-6B	59,889926	11,116359	LK-6B	58,949910	7,699831
LK-7A	61,022217	10,45973	LK-7A	59,849639	11,125298	LK-7A	58,891389	7,708694
LK-7B	61,022835	10,458981	LK-7B	59,849513	11,125861	LK-7B	58,891389	7,708694
LK-8A	60,870644	10,698262	LK-8A	59,816988	11,189658	LK-8A	58,820389	7,776500
LK-8B	60,87084	10,698364	LK-8B	59,816772	11,189715	LK-8B	58,820389	7,776500
LK-9A	60,743924	10,826938	LK-9A	59,739629	11,20675	LK-9A	58,768639	7,813472
LK-9B	60,74361	10,827617	LK-9B	59,739576	11,206657	LK-9B	58,768639	7,813472
LK-10A	60,662021	11,004568	LK-10A	59,670002	11,221615	LK-10A	58,744312	7,785250
LK-10B	60,652424	11,004941	LK-10B	59,670626	11,221337	LK-10B	58,744312	7,785250

Tabell C.5. Koordinater til stasjoner for undersøkelser av småkreps.

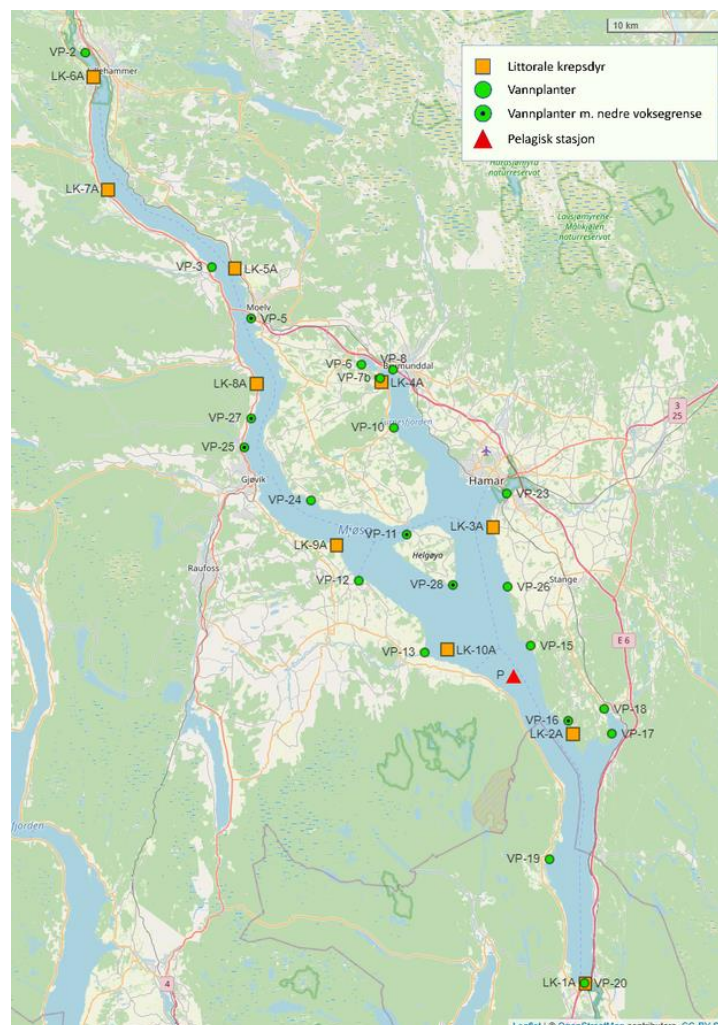
Det er tatt to småkrepsprøver på hver stasjon (A og B), disse er tatt forholdsvis tett slik at de fleste A og B prøvene er angitt med samme koordinat. I kartene er stasjonene illustrert med ett punkt.

Småkreps											
Lundevatnet			Eikedalsvatnet			Hornindalsvatnet			Vangsvatnet		
Stasjon	Bredde-grad	Lengde-grad	Stasjon	Bredde-grad	Lengde-grad	Stasjon	Bredde-grad	Lengde-grad	Stasjon	Bredde-grad	Lengde-grad
LK-1A	58,33294	6,57038	LK-1A	62,48112	8,17689	LK-1A	61,90495	6,12734	LK-1A	60,6223	6,28473
LK-1B	58,33294	6,57038	LK-1B	62,48024	8,17483	LK-1B	61,90482	6,12662	LK-1B	60,6220	6,28507
LK-2A	58,36328	6,62522	LK-2A	62,51034	8,16996	LK-2A	61,90720	6,20524	LK-2A	60,60449	6,35916
LK-2B	58,36328	6,62522	LK-2B	62,51034	8,16996	LK-2B	61,90720	6,20524	LK-2B	60,60324	6,35657
LK-3A	58,4111	6,62308	LK-3A	62,57033	8,17664	LK-3A	61,92192	6,32414	LK-3A	60,62379	6,41954
LK-3B	58,41111	6,62308	LK-3B	62,57033	8,17664	LK-3B	61,92170	6,32385	LK-3B	60,6207	6,41681
LK-4A	58,44428	6,60227	LK-4A	62,61767	8,17073	LK-4A	61,93740	6,42413	LK-4A	60,61801	6,3746
LK-4B	58,44428	6,60227	LK-4B	62,61767	8,17073	LK-4B	61,93723	6,42437	LK-4B	60,61851	6,37504
LK-5A	58,4497	6,55395	LK-5A	62,63051	8,11515	LK-5A	61,94967	6,46000	LK-5A	60,62643	6,30698
LK-5B	58,44973	6,55395	LK-5B	62,63029	8,11463	LK-5B	61,94928	6,46270	LK-5B	60,62645	6,30804
LK-6A	58,42450	6,55988	LK-6A	62,57008	8,14682	LK-6A	61,97298	6,51131			
LK-6B	58,42450	6,55988	LK-6B	62,57008	8,14682	LK-6B	61,97286	6,51275			
LK-7A	58,38948	6,59077	LK-7A	62,52716	8,14991	LK-7A	61,98131	6,44936			
LK-7B	58,38948	6,59077	LK-7B	62,52716	8,14991	LK-7B	61,98127	6,44899			
LK-8A	58,31814	6,50328	LK-8A	62,49271	8,14284	LK-8A	61,96696	6,39835			
LK-8B	58,31814	6,50328	LK-8B	62,49190	8,14534	LK-8B	61,96695	6,39896			
						LK-9A	61,93428	6,26569			
						LK-9B	61,93385	6,26464			
						LK10A	61,92025	6,16843			
						LK10B	61,9201	6,16790			

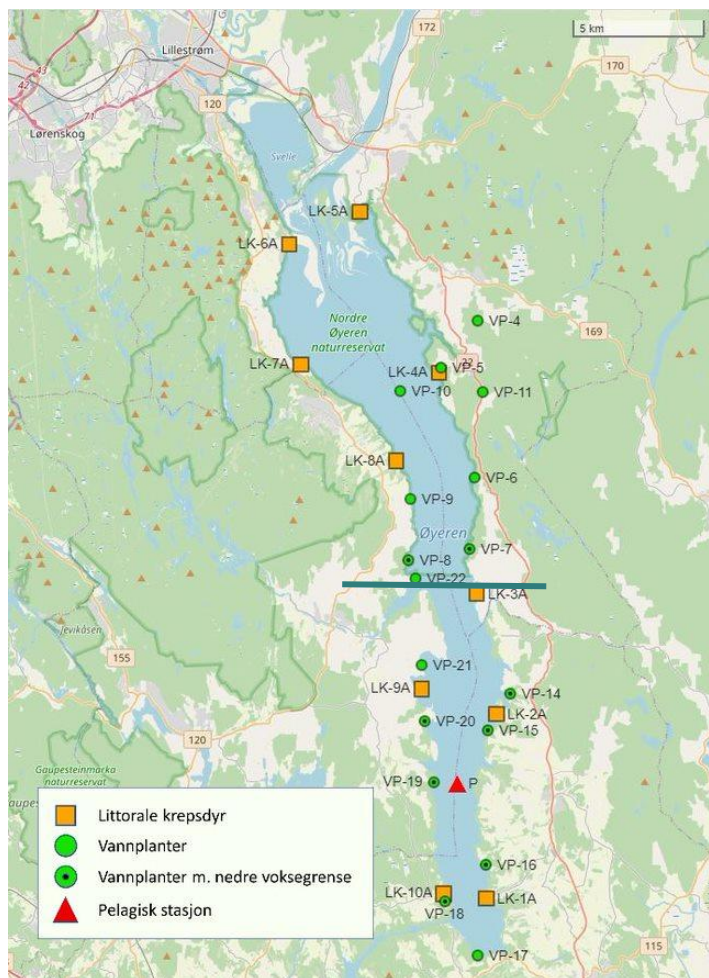
Gjende



Mjøsa

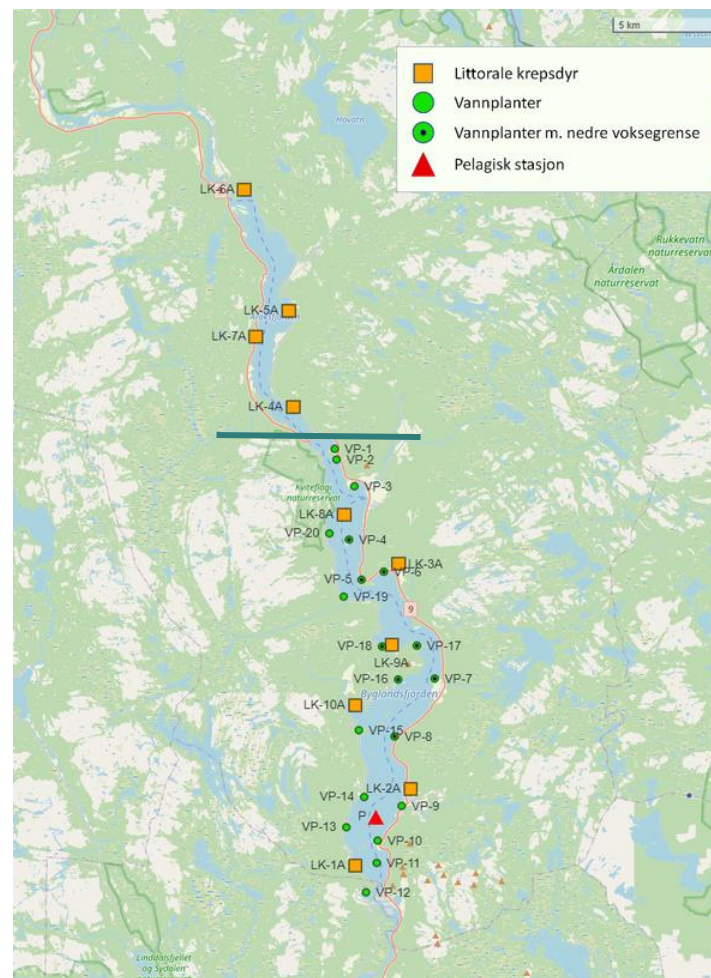


Øyeren*



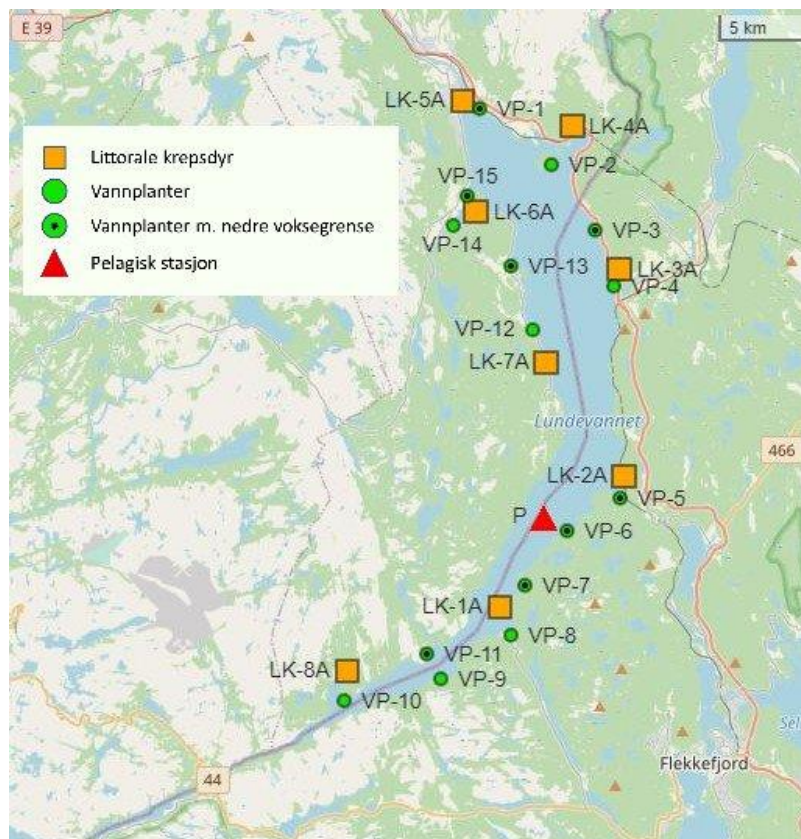
*horisontal strek markerer skille mellom Øyeren-nord og Øyeren-Sør

Byglandsfjorden*

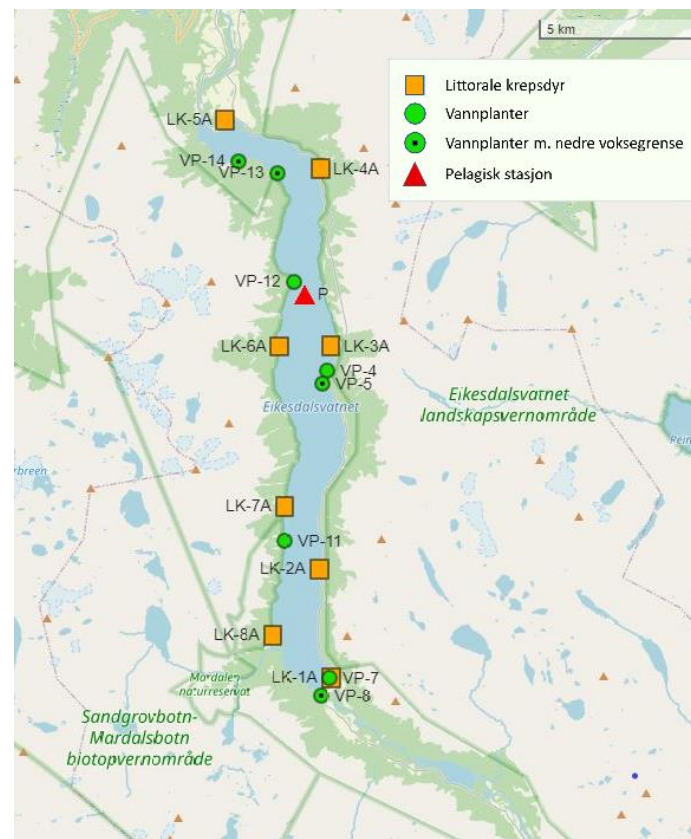


*horisontal strek markerer skille mellom Byglandsfjorden og Åraksfjorden

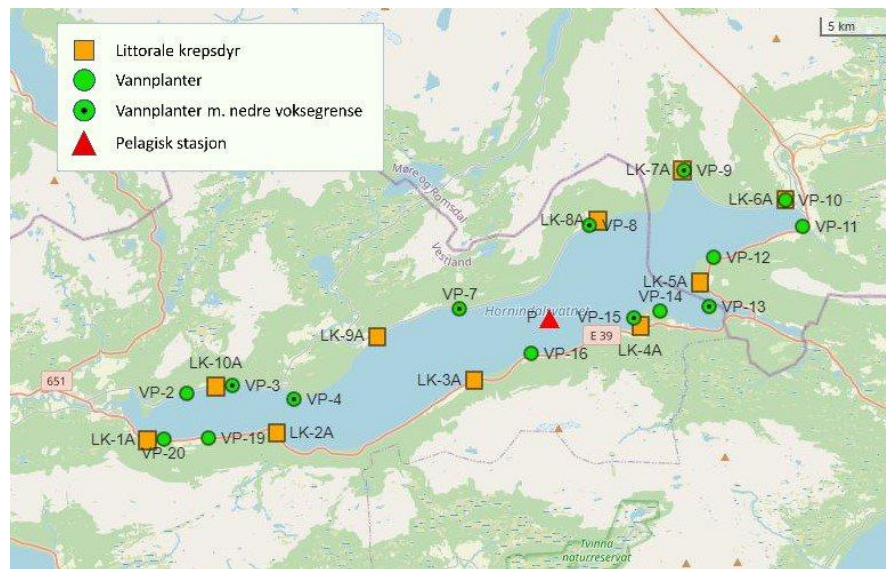
Lundevatnet



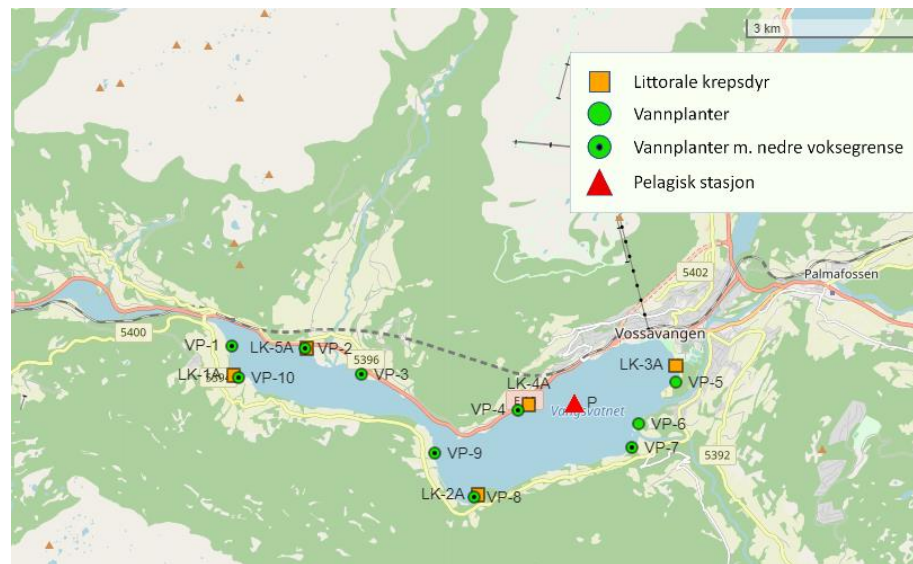
Eikesdalsvatnet



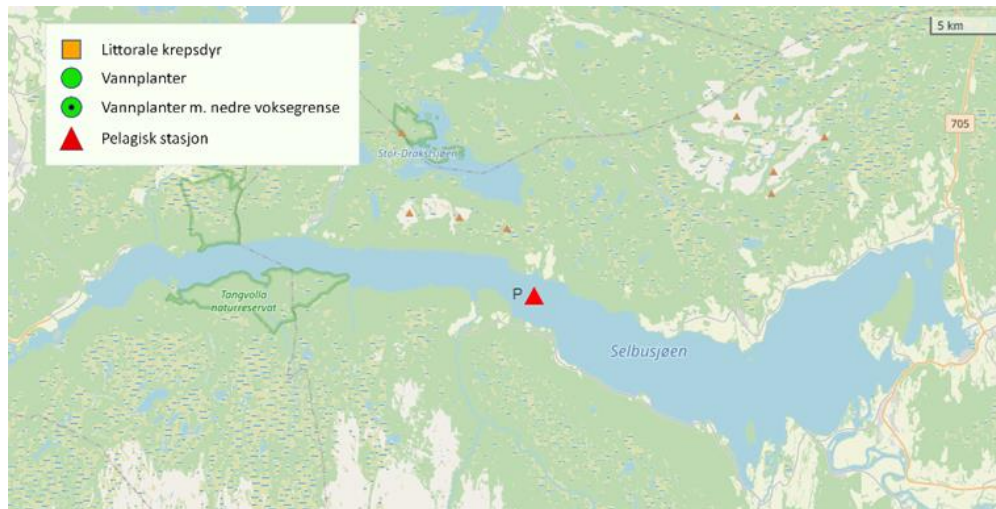
Hornindalsvatnet



Vangsvatnet



Selbusjøen

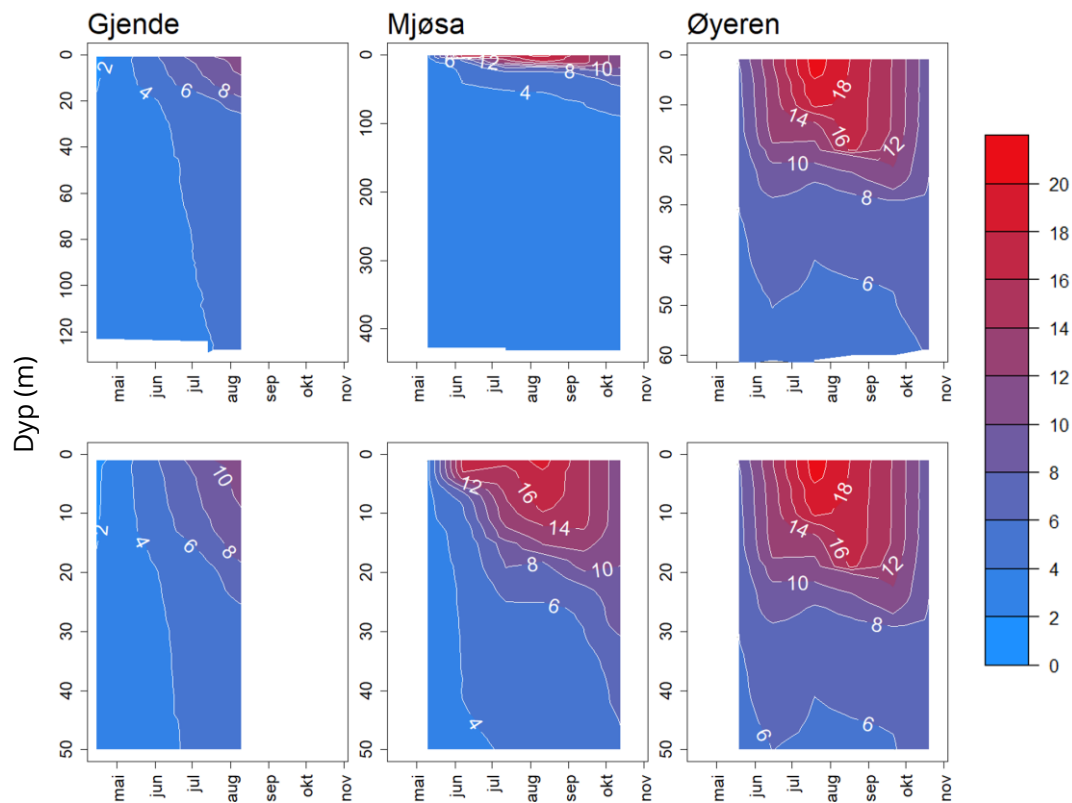


Takvatnet

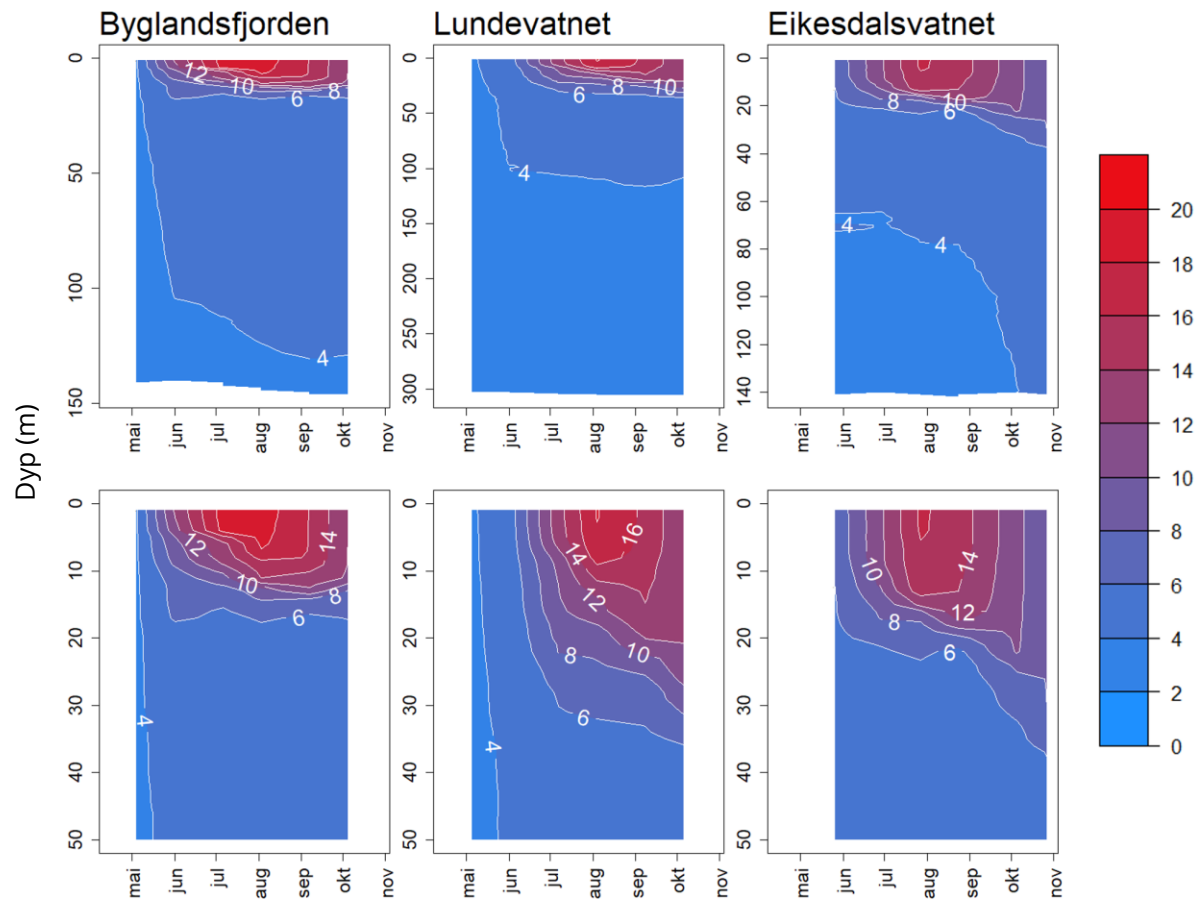


Vedlegg D. Vertikalprofiler basert på sondemålinger i 2021

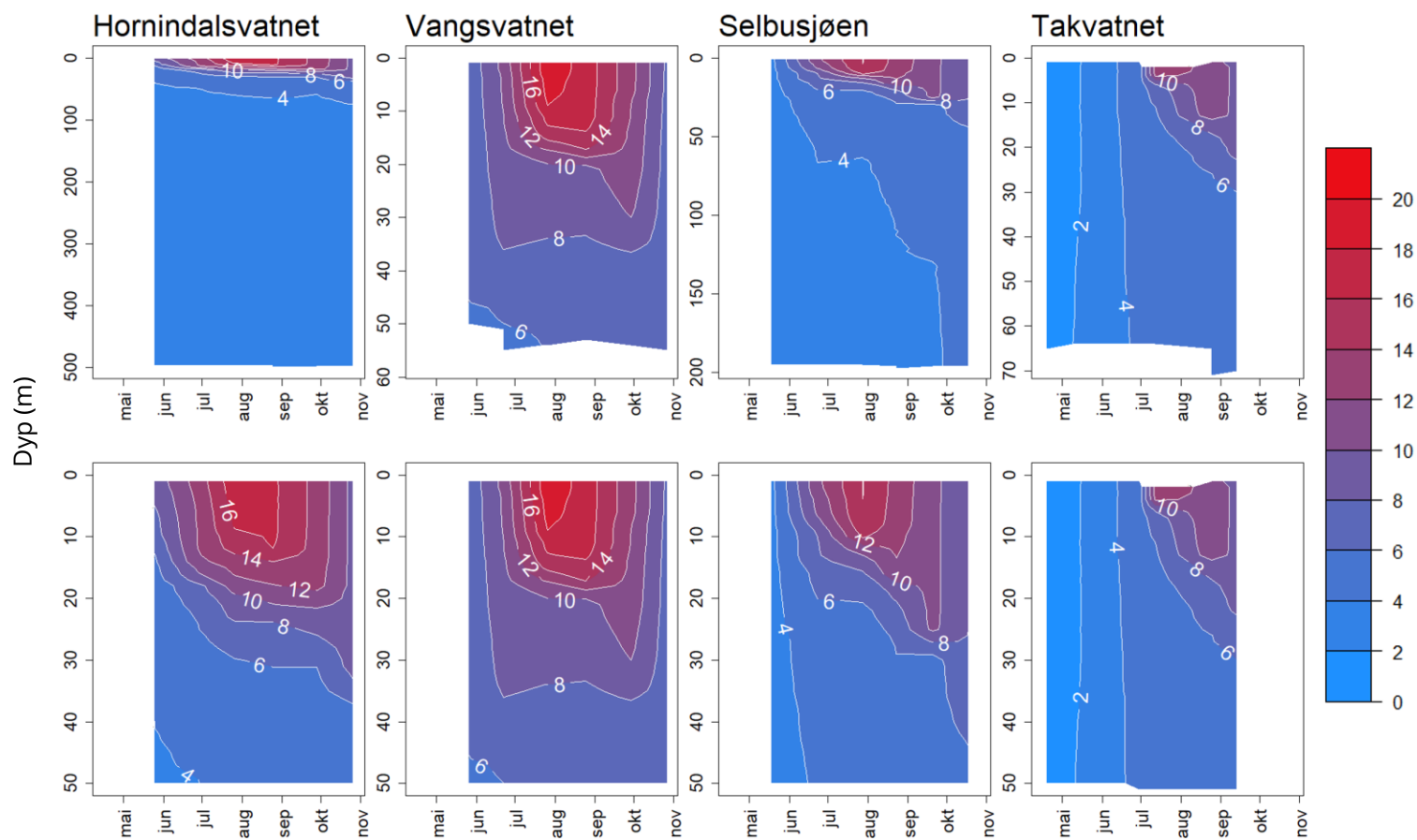
Temperatur (°C)



Figur D.1. Vertikalprofiler av temperatur (°C) i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne. (Gjende: sondedata fra september mangler grunnet utfordringer med sonden under feltarbeid).

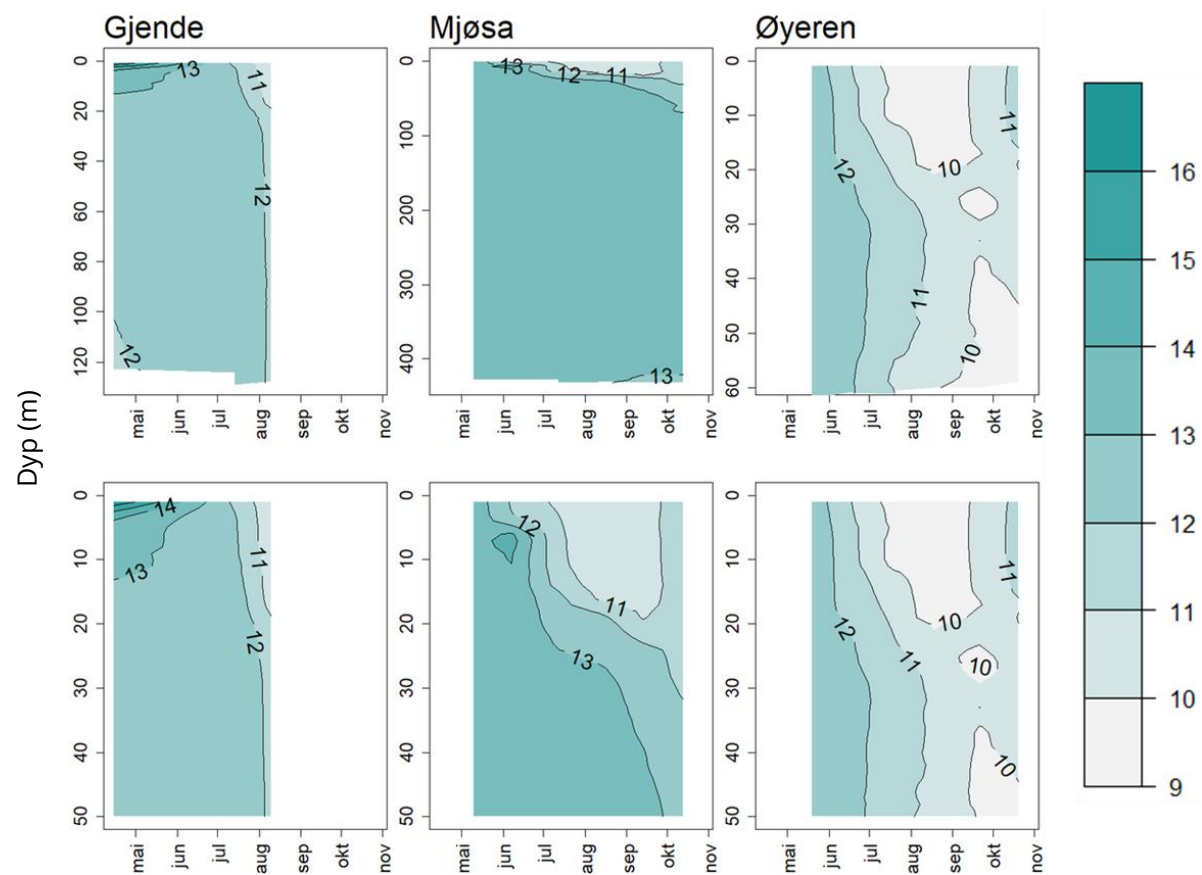


Figur D.2. Vertikalprofiler av temperatur (°C) i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne.

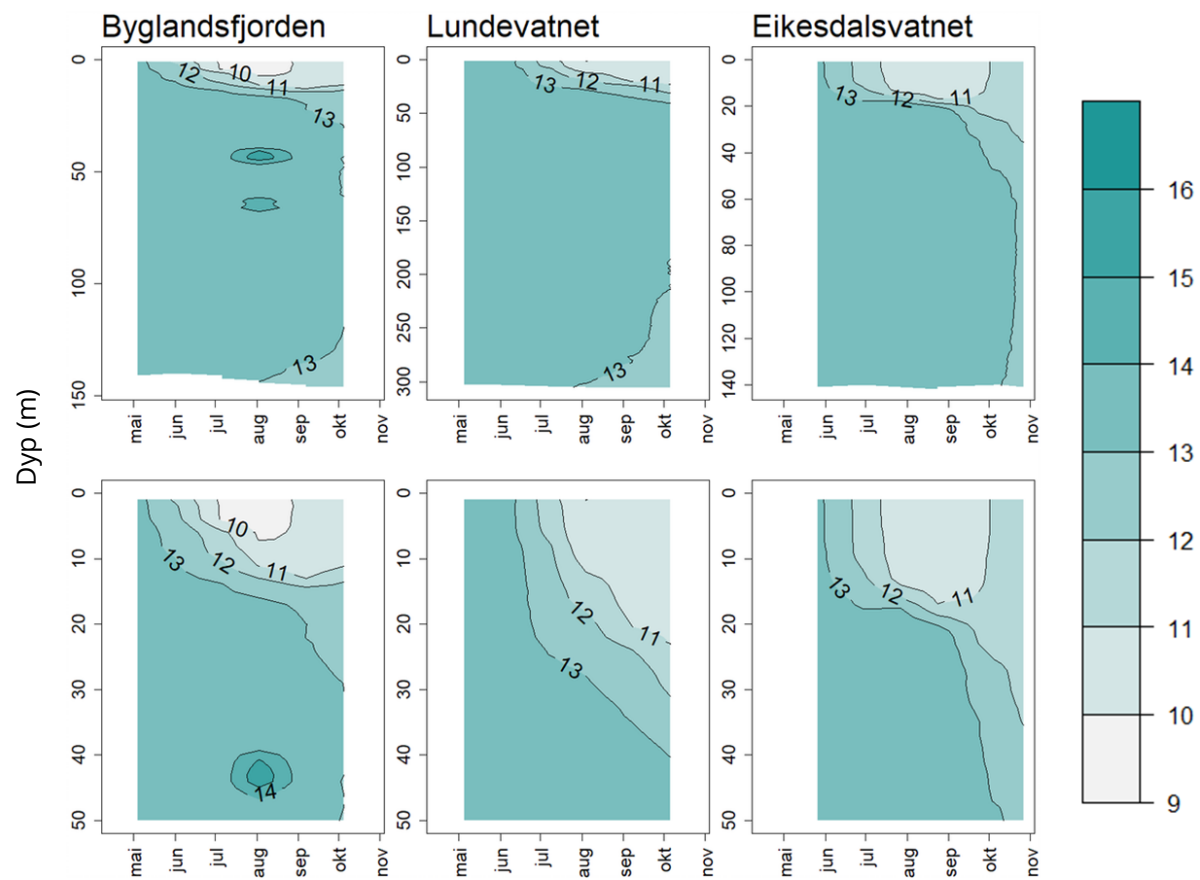


Figur D.3. Vertikalprofiler av temperatur (°C) i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne.

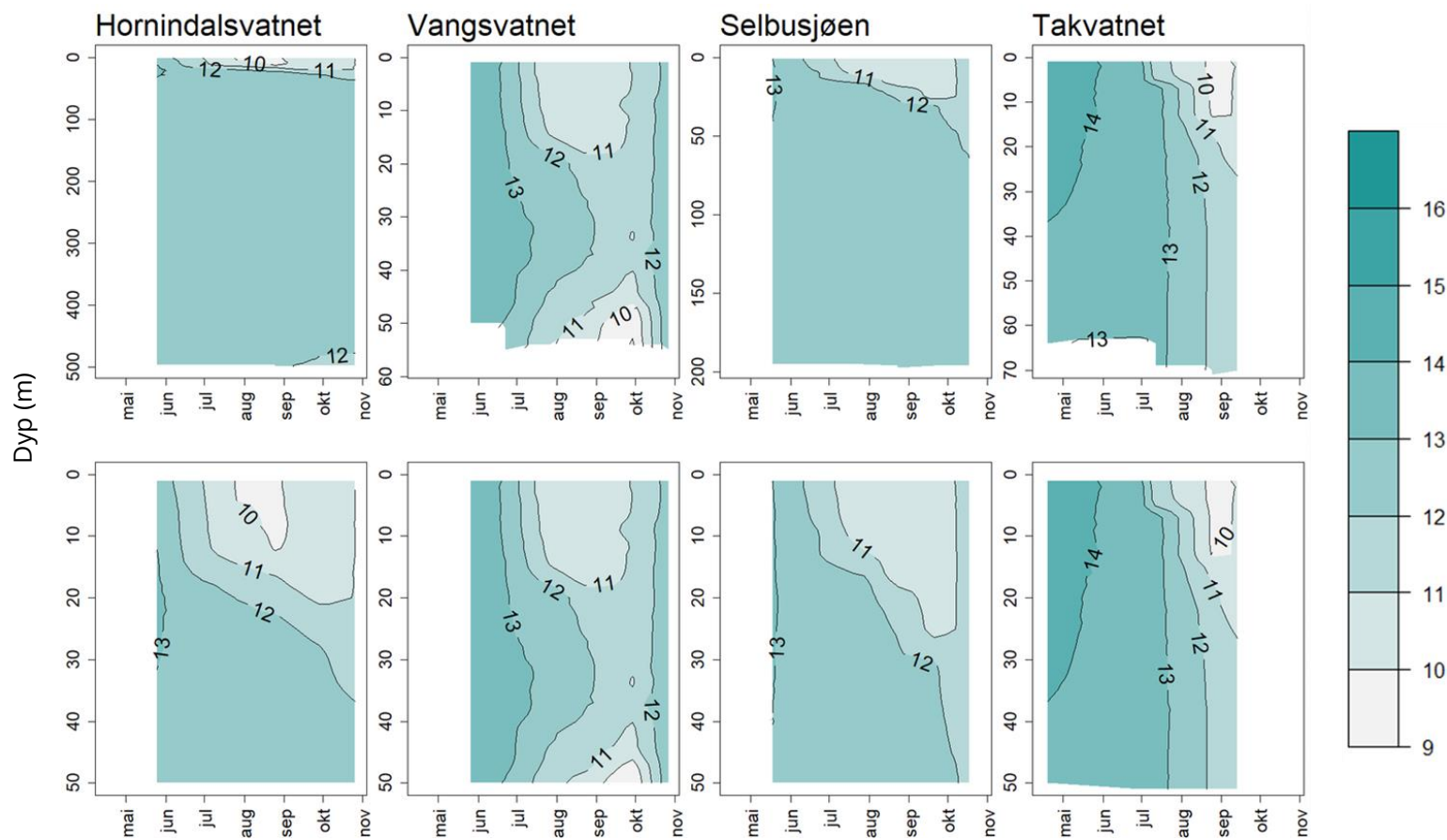
Oksygen (mg/L)



Figur D.4. Vertikalprofiler av oksygen (mg/L) i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne. (Gjende: sondedata fra september mangler grunnet utfordringer med sonden under feltarbeid).

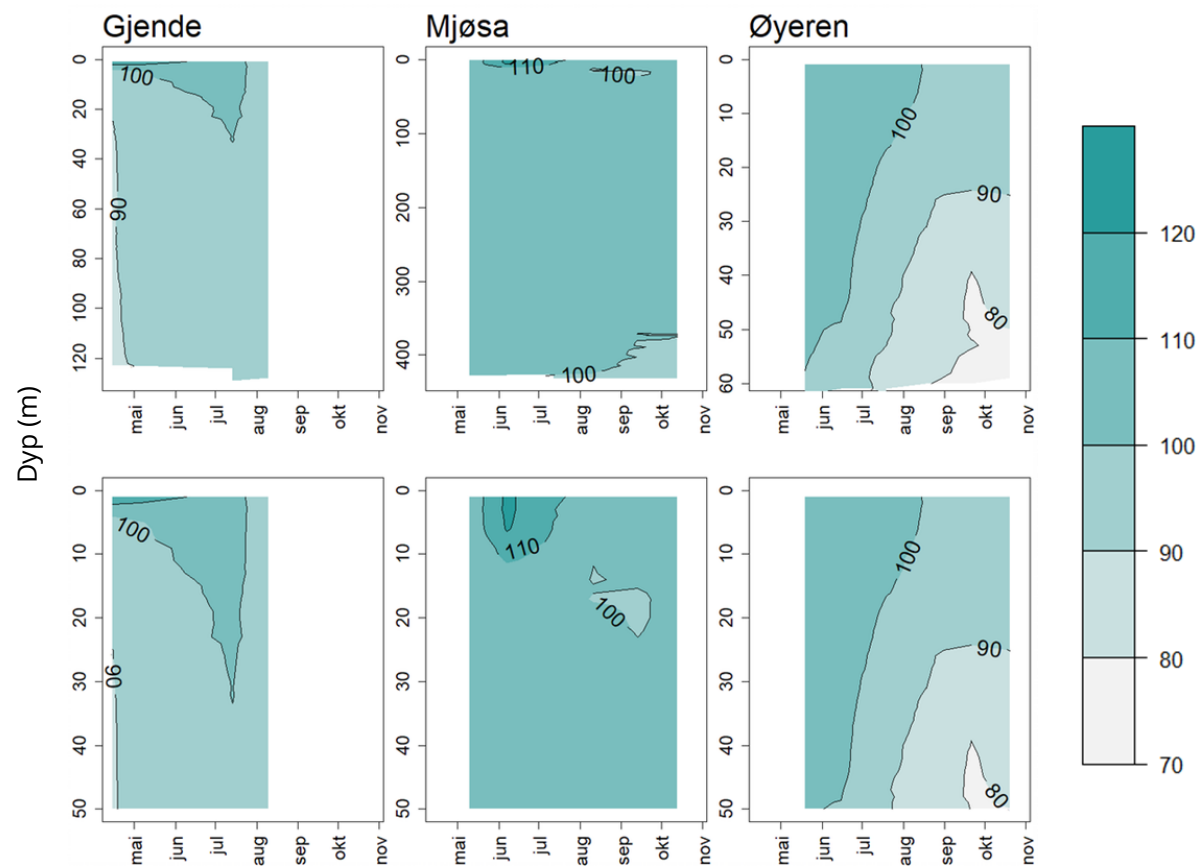


Figur D.5. Vertikalprofiler av oksygen (mg/L) i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne.

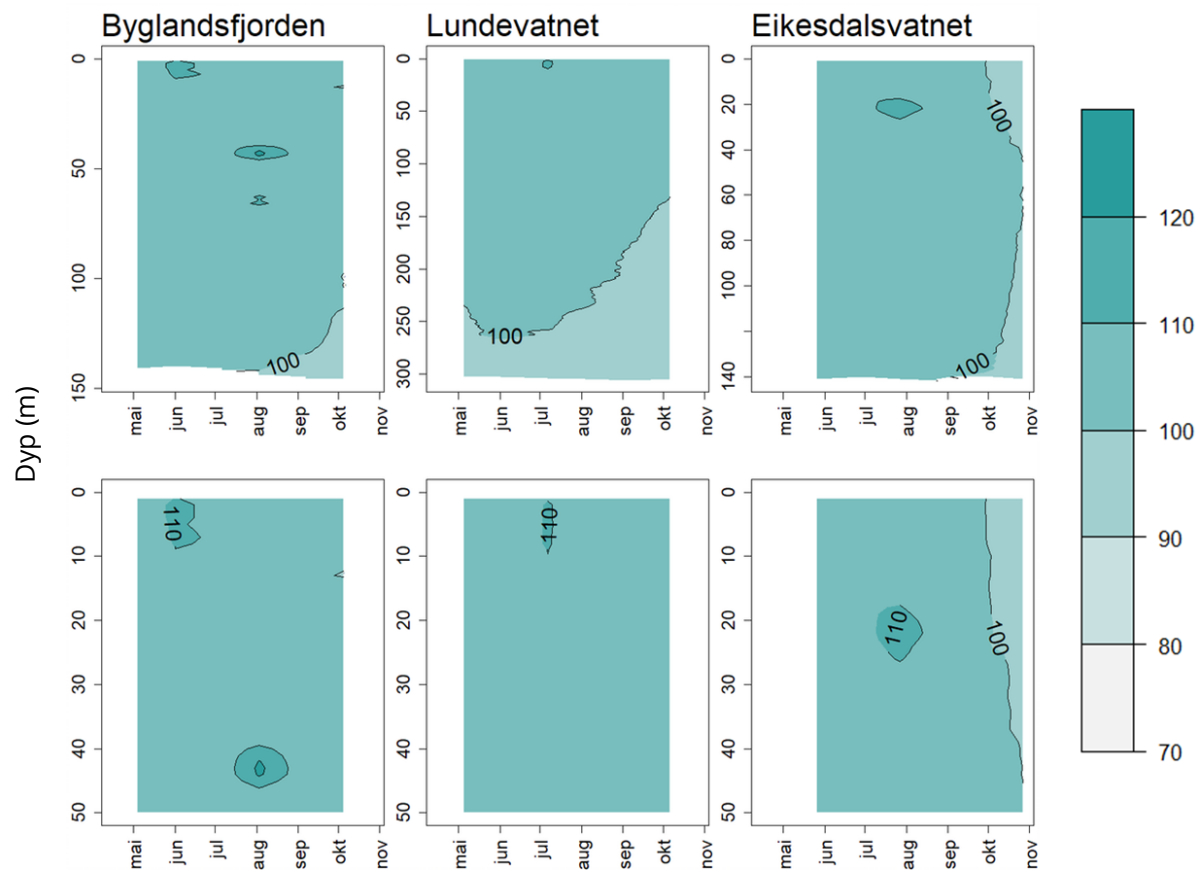


Figur D.6. Vertikalprofiler av oksygen (mg/L) i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne.

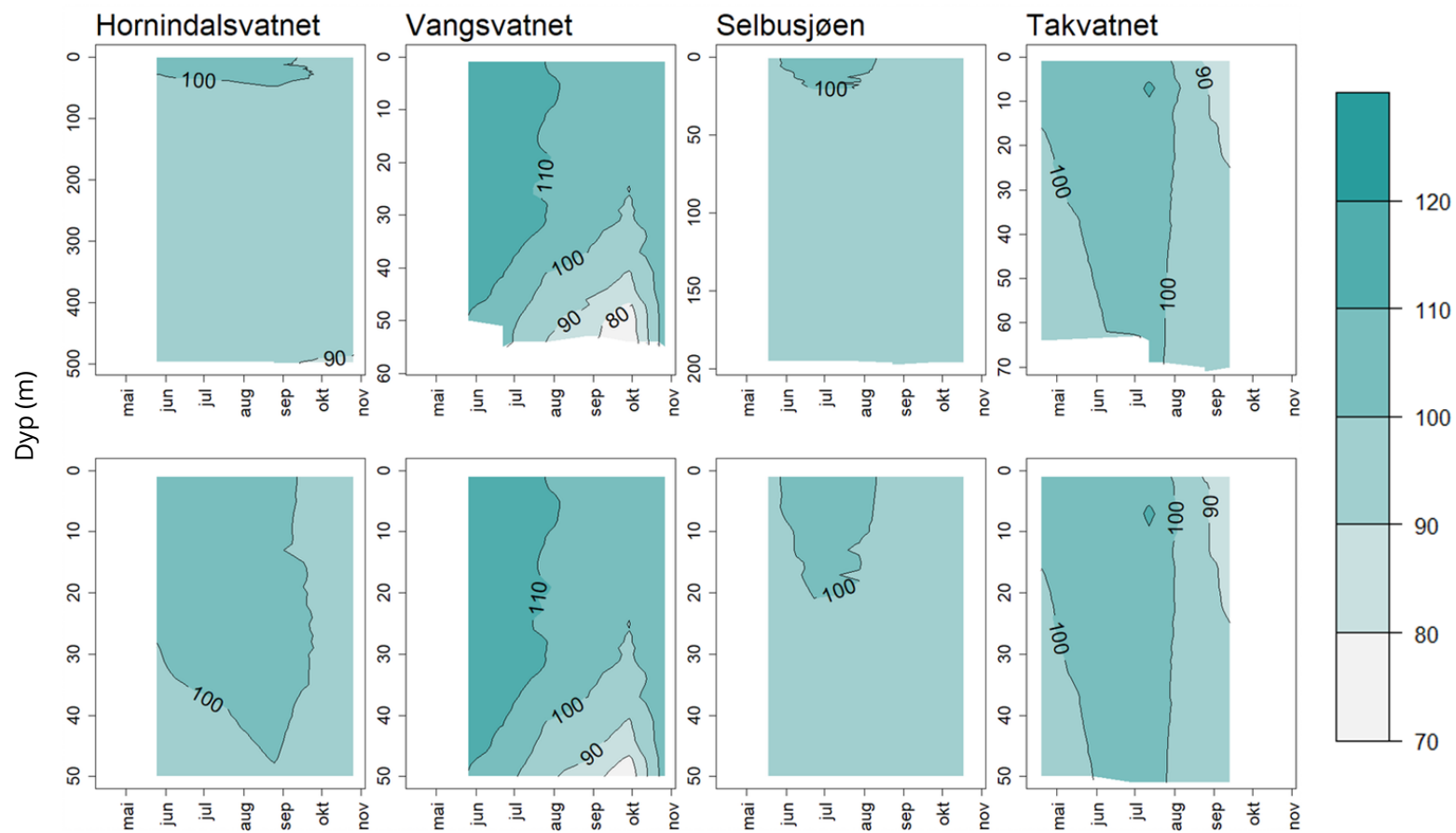
Oksygen (% metning)



Figur D.7. Vertikalprofiler av oksygen (% metning) i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne. (Gjende: sondedata fra september mangler grunnet utfordringer med sonden under feltarbeid).

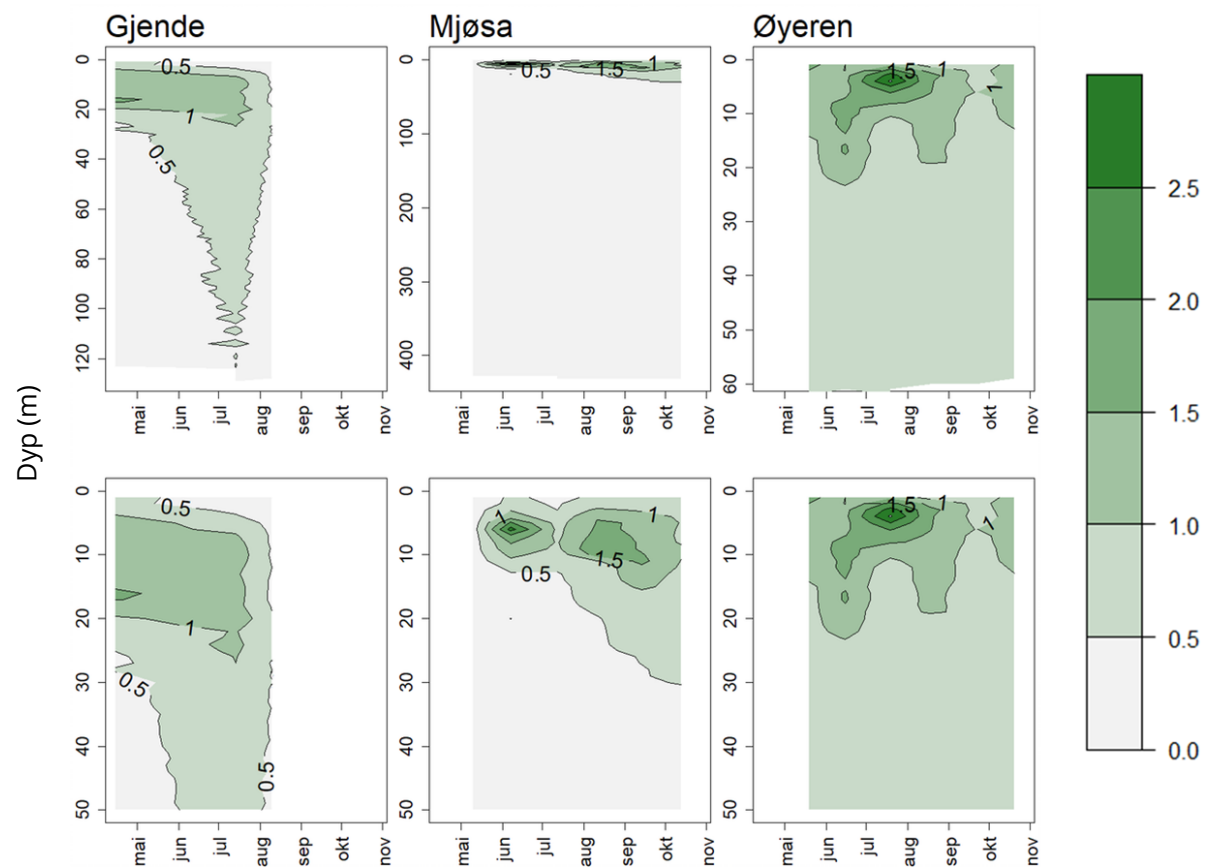


Figur D.8. Vertikalprofiler av oksygen (% metning) i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne.

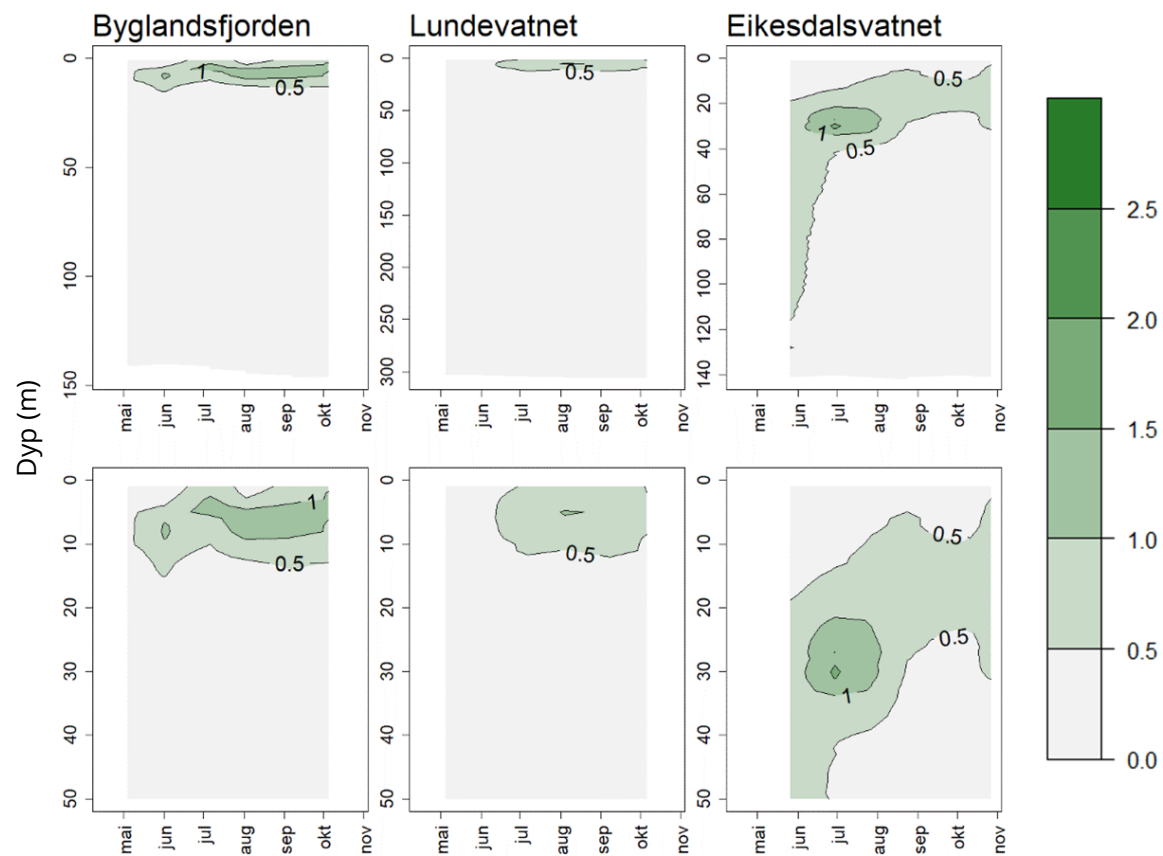


Figur D.9. Vertikalprofiler av oksygen (% metning) i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne.

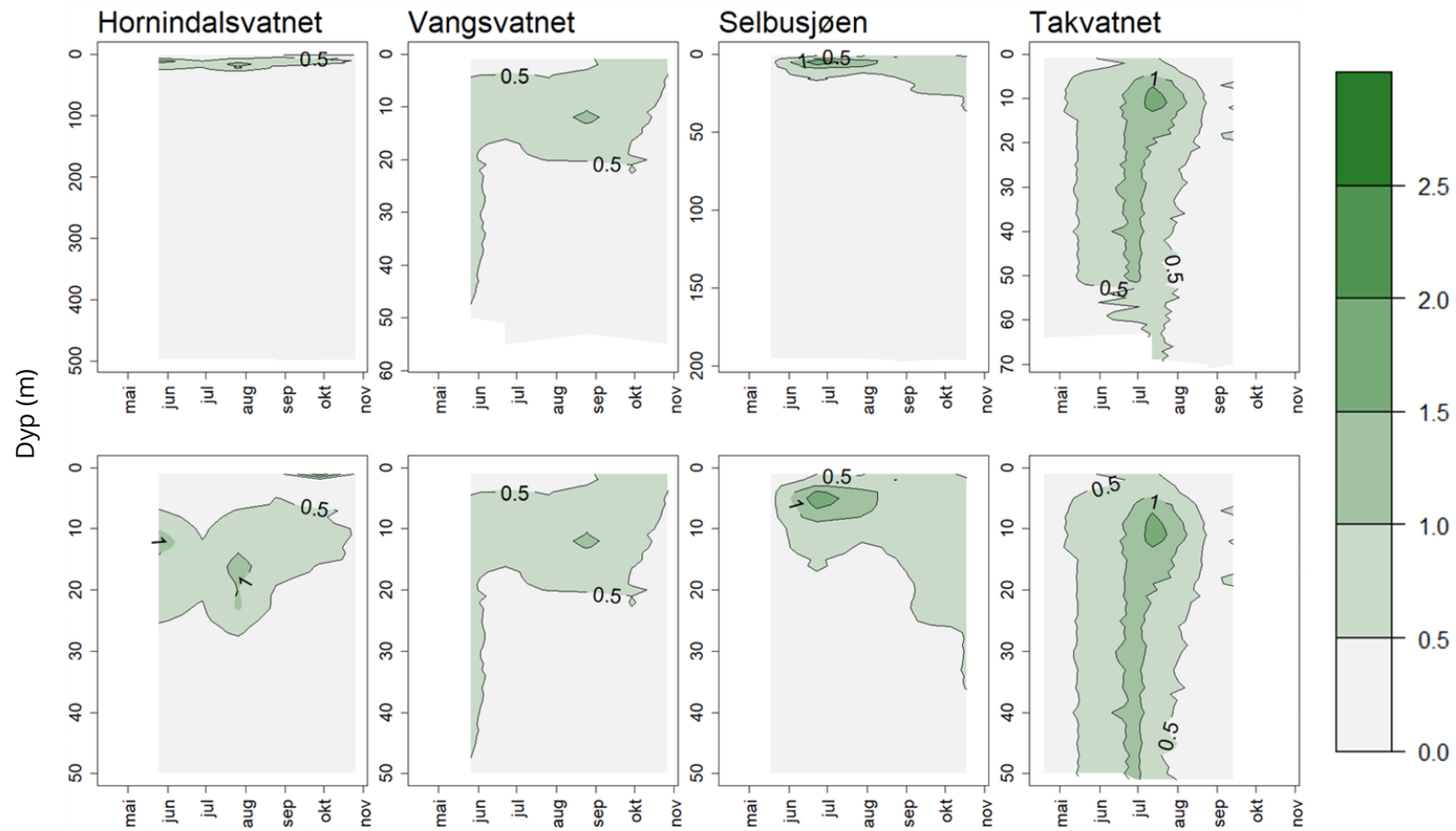
Klorofyll A



Figur D.10. Vertikalprofiler av klorofyll-fluorescens i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne. (Gjende: sondedata fra september mangler grunnet utfordringer med sonden under feltarbeid).

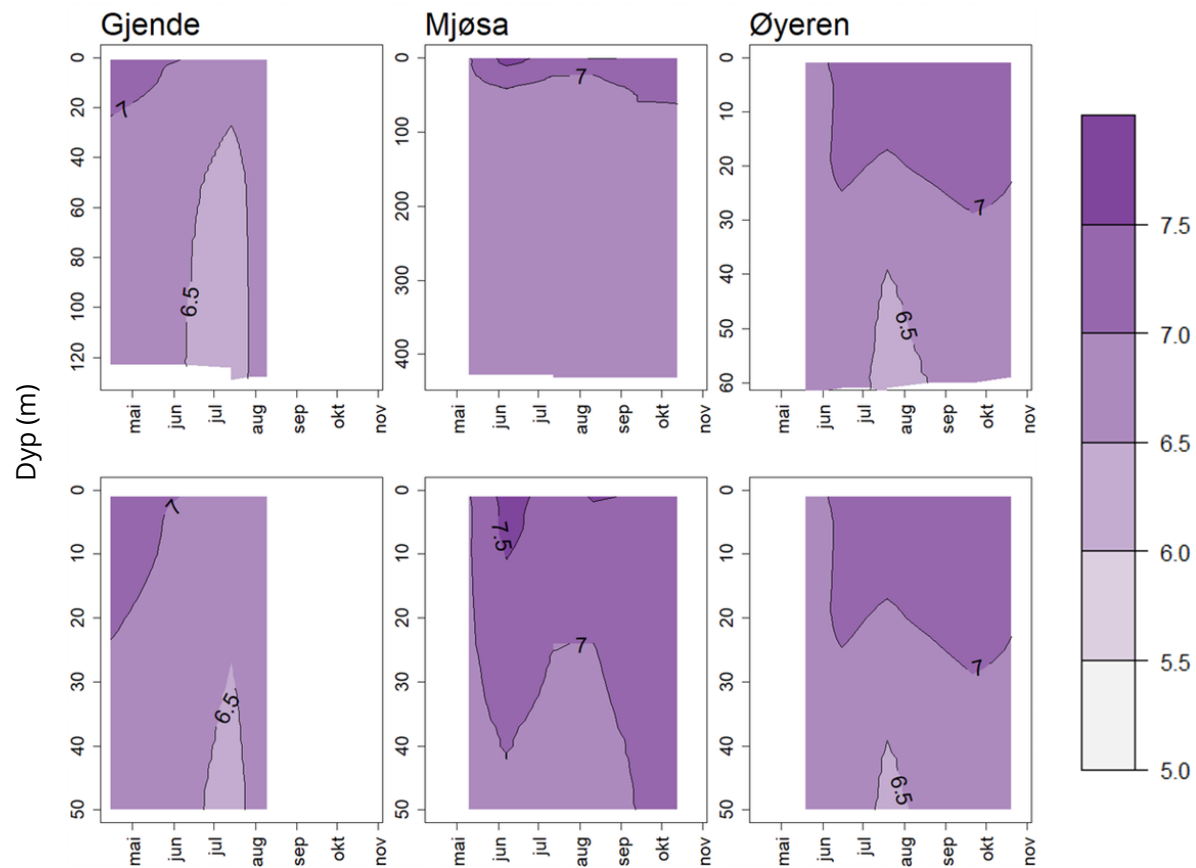


Figur D.11. Vertikalprofiler av klorofyll-fluorescens i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne.

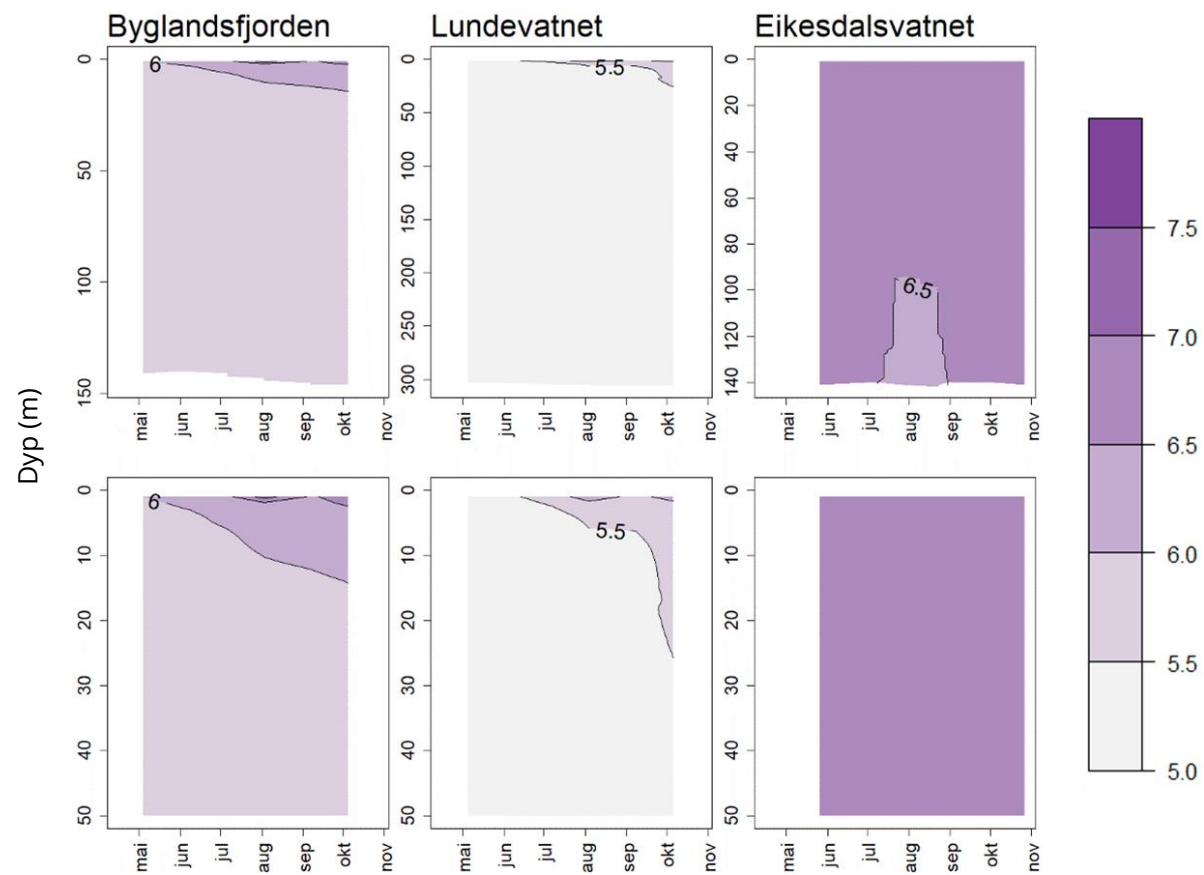


Figur D.12. Vertikalprofiler av klorofyll-fluorescens i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne.

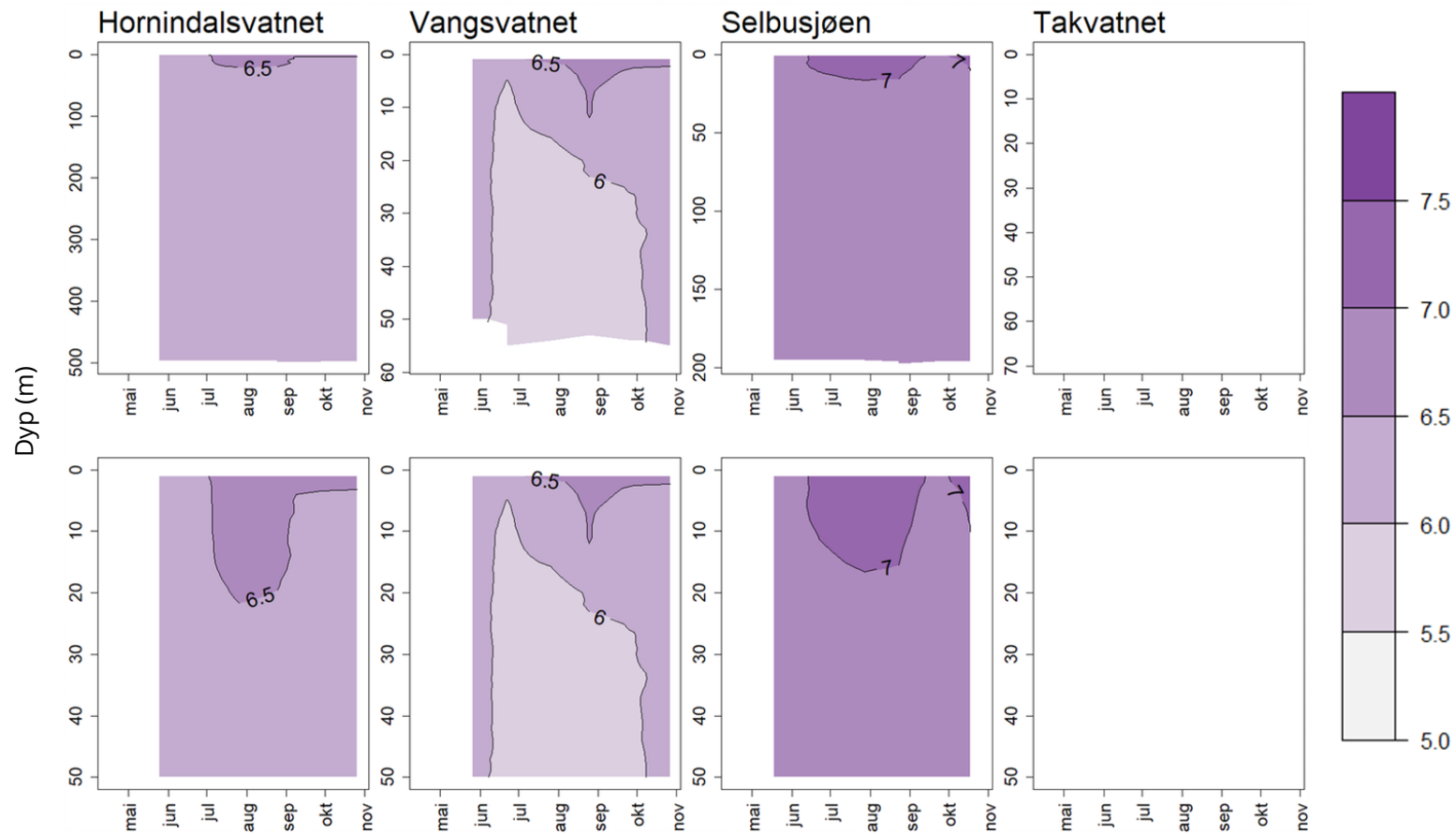
pH



Figur D.13. Vertikalprofiler av pH i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne. (Gjende: sondedata fra september mangler grunnet utfordringer med sonden under feltarbeid).

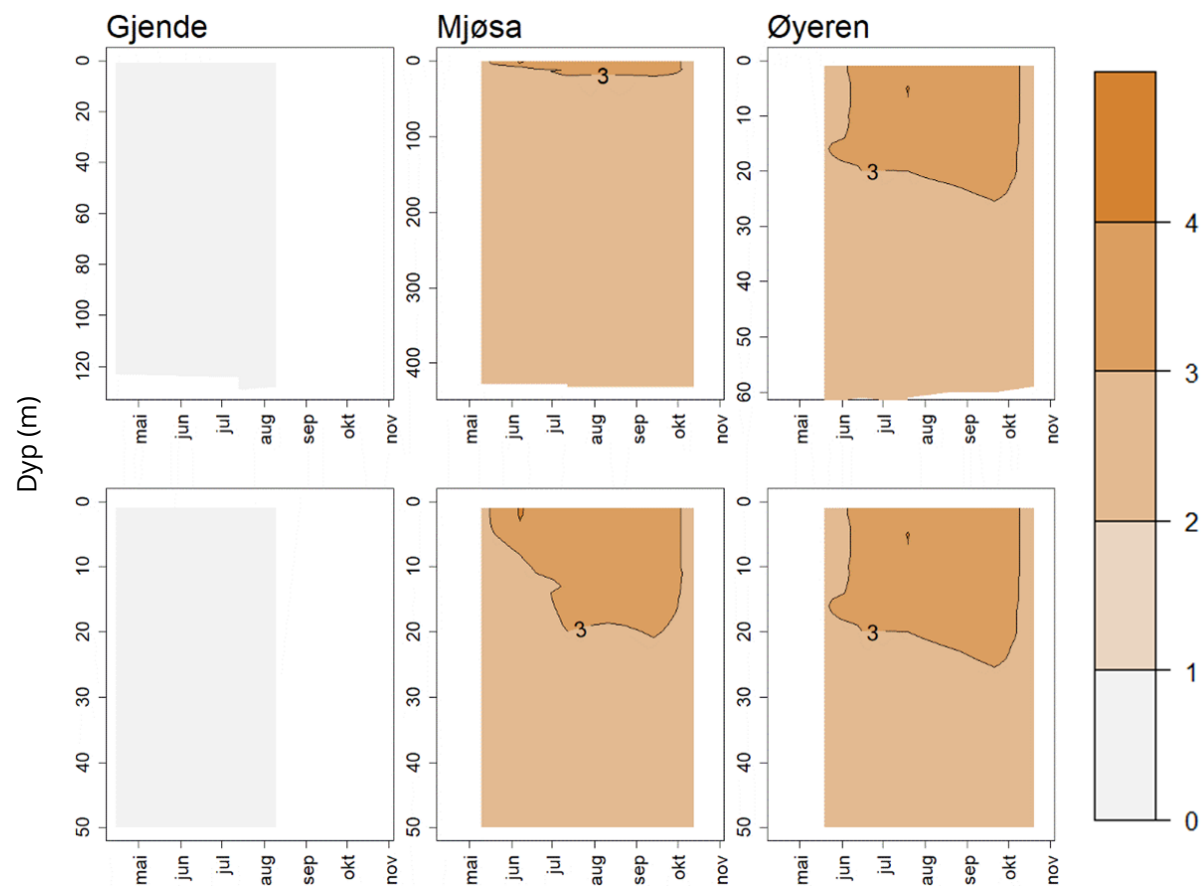


Figur D.14. Vertikalprofiler av pH i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne.

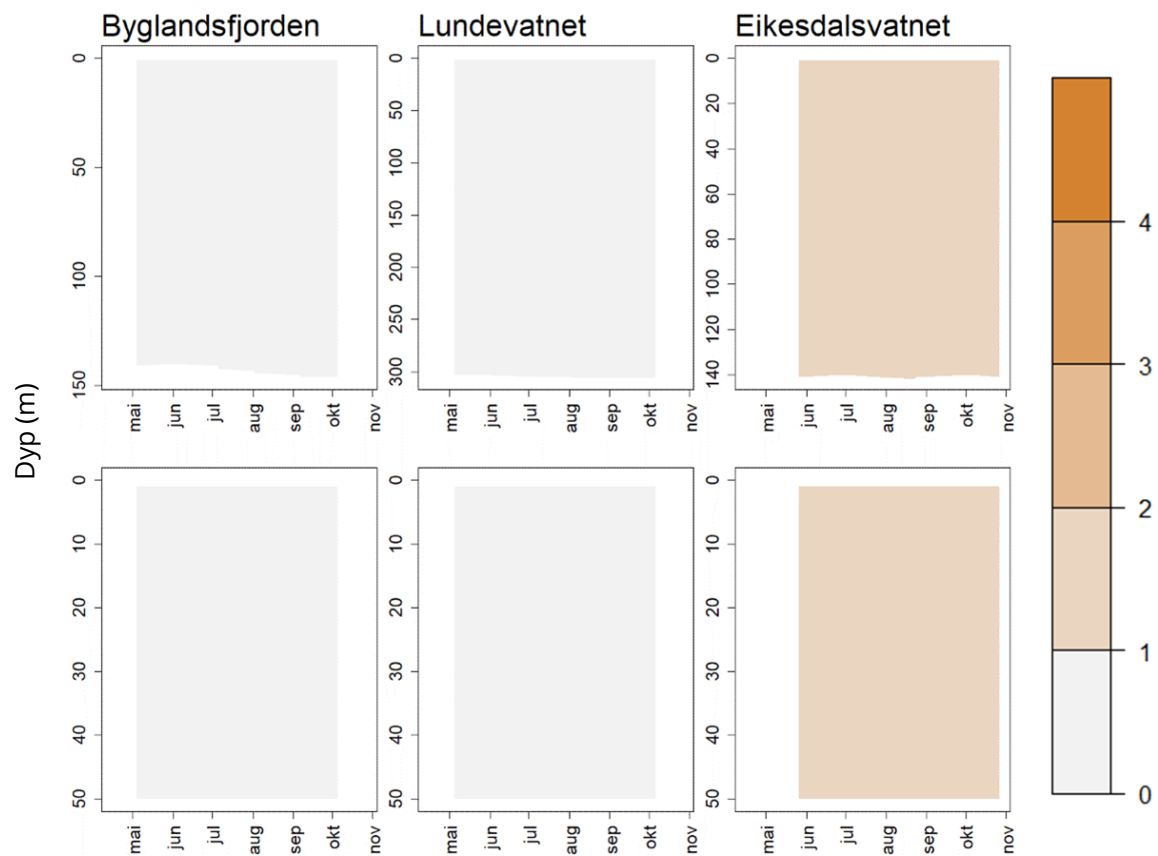


Figur D.15. Vertikalprofiler av pH i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne. Takvatnet mangler pH fra alle måneder unntatt august og plottes ikke her.

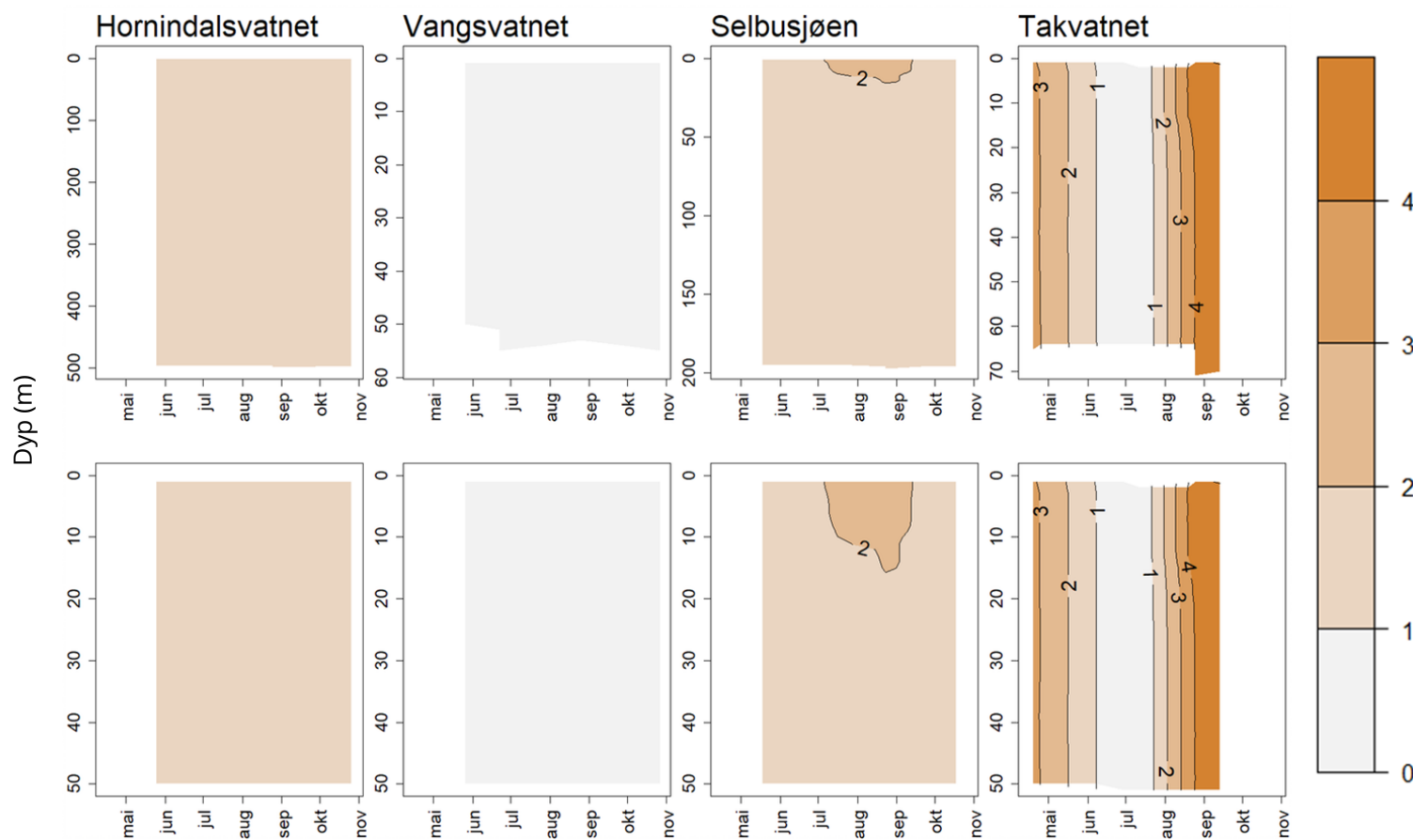
Ledningsevne (mS/m)



Figur D.16. Vertikalprofiler av ledningsevne (mS/m) i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne. (Gjende: sondedata fra september mangler grunnet utfordringer med sonden under feltarbeid).

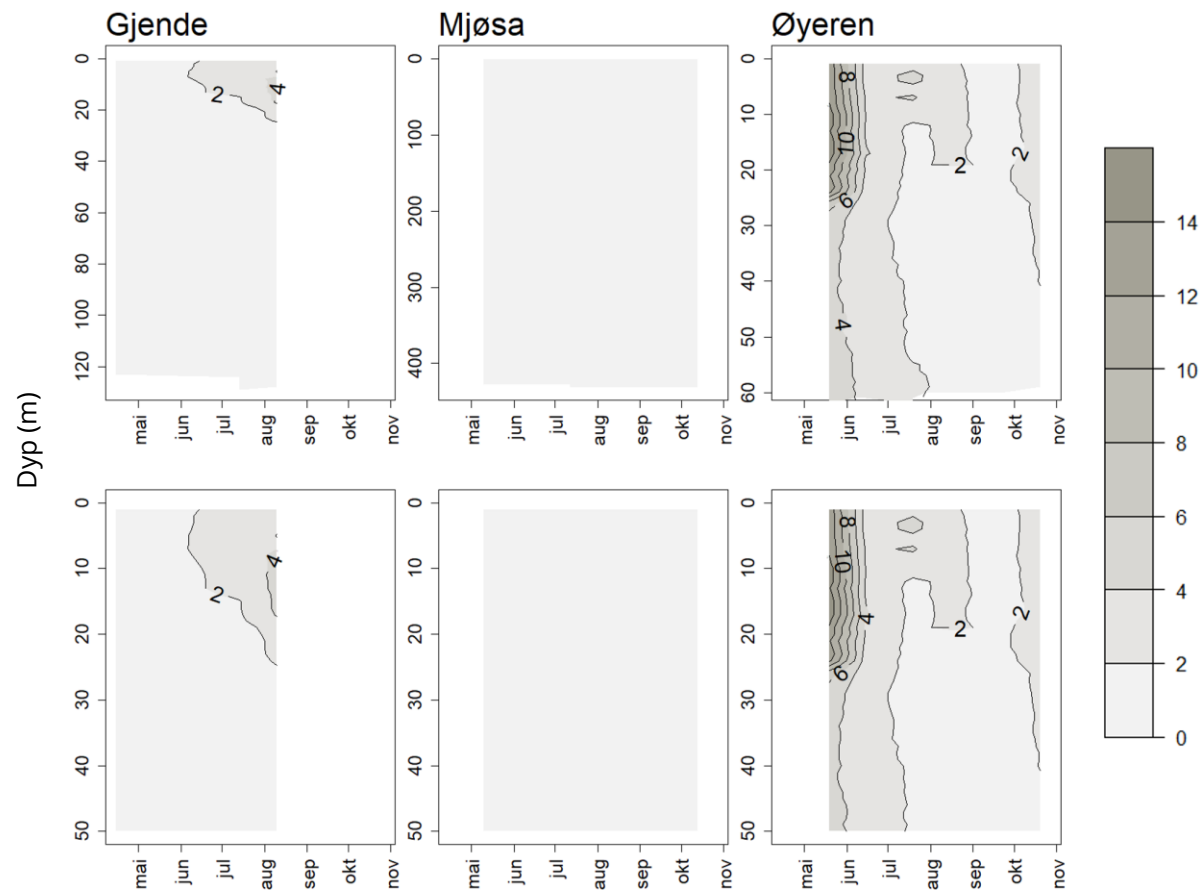


Figur D.17. Vertikalprofiler av ledningsevne (mS/m) i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne.



Figur D.18. Vertikalprofiler av ledningsevne (mS/m) i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne.

Turbiditet (FNU)



Figur D.19. Vertikalprofiler av Turbiditet (FNU) i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne. (Gjende: sondedata fra september mangler grunnet utfordringer med sonden under feltarbeid).



Figur D.20. Vertikalprofiler av Turbiditet (FNU) i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne.



Figur D.21. Vertikalprofiler av Turbiditet (FNU) i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Øvre paneler viser hele vannsøylen for hver innsjø, mens nedre panel viser kun de øverste 50 meterne.

Vedlegg E. Vannkjemiske data

E1. Vannkjemiske data fra blandprøver, samt siktedyp

Tabell E1.1. Vannkjemiske data fra blandprøver fra Gjende 2021.

Celler markert i grått er halve deteksjonsgrensen, denne verdien er benyttet til å beregne min, middel og maksverdi

Gjende		Epilimnion 0-10m			min	middel	maks
parameter	enhet	14.07.2021	10.08.2021	15.09.2021			
Al	µg/l	71,4	113	56,6	57	80	113
Al/IL	µg/l	20	6	2,5	2,5	9,5	20
Al/L	µg/l	0	0	0	0	0	0
Al/R	µg/l	20	6	2,5	2,5	9,5	20
Alkalitet	mmol/l	0,083	0,085	0,091	0,083	0,086	0,091
ANC	µEqv/L	76	70	78	70	74	78
Ca	mg/L	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,3
Cl	mg/L	0,16	0,16	0,19	0,16	0,17	0,19
Farge	mg Pt/l	1,0	2,0	1,0	1,0	1,3	2,0
Fe	µg/l	44	71	41	41	52	71
K	mg/L	0,13	0,14	0,15	0,1	0,1	0,2
Klf-A	µg/l	1,10	0,44	1,00	0,44	0,85	1,10
Konduktivitet	mS/m	1,05	1,03	1,11	1	1,1	1,1
Mg	mg/L	0,25	0,26	0,28	0,3	0,3	0,3
Na	mg/L	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
NH ₄ -N	µg/l	38	4	4	4	15	38
NO ₃ -N	µg/l	24	27	34	24	28	34
pH		6,8	6,7	6,7	6,7	6,7	6,8
PO ₄ -P	µg/l	5	5	2	2	4	5
Si	mg/l	0,87	0,89	0,77	0,77	0,84	0,89
SO ₄	mg/l	0,92	1,26	1,14	0,9	1,1	1,3
TOC	mg/l	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
TOT-N	µg/l	79	54	55	54	63	79
TOT-P	µg/l	7	8	5	5	6,7	8
Turbiditet	FNU	1,7	2,2	1,4	1,4	1,8	2,2
Siktedyp	m	3,5	3,0	5,0	3,0	3,8	5,0

Gjende		Hypolimnion 20-130m			min	middel	maks
parameter	enhet	14.07.2021	10.08.2021	15.09.2021			
Al	µg/l	27,4	25	75,7	25	43	76
Al/IL	µg/l	20	2,5	5	2,5	9,2	20
Al/L	µg/l	0	0	0	0	0	0
Al/R	µg/l	20	5	5	5	10	20
Alkalitet	mmol/l	0,089	0,088	0,107	0,088	0,095	0,107
ANC	µEqv/L	80	79	79	79	79	80
Ca	mg/L	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Cl	mg/L	0,21	0,18	0,21	0,18	0,20	0,21
Farge	mg Pt/l	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Fe	µg/l	21,9	18	29	18	23	29
K	mg/L	0,16	0,14	0,16	0,1	0,2	0,2
Konduktivitet	mS/m	1,19	1,11		1,1	1,2	1,2
Mg	mg/L	0,28	0,28	0,28	0,3	0,3	0,3
Na	mg/L	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
NH ₄ -N	µg/l	78	1	1	1	27	78
NO ₃ -N	µg/l	38	42	43	38	41	43
O ₂	mg/l	10,8	10,95	10,73	10,7	10,8	11
pH		6,8	6,7	6,9	6,7	6,8	6,9
PO ₄ -P	µg/l	3	3	0,5	0,5	2,2	3
Si	mg/l	0,83	0,79	0,81	0,8	0,8	0,8
SO ₄	mg/l	0,99	1,03	1,03	1	1	1
TOC	mg/l	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6
TOT-N	µg/l	150	63	88	63	100	150
TOT-P	µg/l	6	4	4	4	4,7	6
Turbiditet	FNU	0,58	0,71	1,2	0,6	0,8	1,2

Tabell E1.2. Vannkjemiske data fra blandprøver fra Mjøsa 2021.

Celler markert i grått er halve deteksjonsgrensen, denne verdien er benyttet til å beregne min, middel og maksverdi

Mjøsa		Epilimnion 0-10m						min	middel	maks
parameter	enhet	10.05.2021	07.06.2021	12.07.2021	11.08.2021	13.09.2021	13.10.2021			
Al	µg/l									
Al/IL	µg/l	6	6	21	2,5	2,5	2,5	2,5	6,8	21
Al/L	µg/l	1	10	0	0	0	0	0	1,8	10
Al/R	µg/l	7	16	21	2,5	2,5	2,5	2,5	8,6	21
Alkalitet	mmol/l	0,245	0,231	0,214	0,25	0,263	0,257	0,214	0,243	0,263
ANC	µEqv/L	243	300	273	201	264	253	201	256	300
Ca	mg/L	6,5	6,8	5,6	4,4	5,4	5,7	4,4	5,7	6,8
Cl	mg/L	2,52	1,94	1,49	1,19	1,29	1,54	1,2	1,7	2,5
Farge	mg Pt/l	10	12	11	9	8	10	8	10	12
K	mg/L	0,68	0,73	0,66	0,46	0,59	0,61	0,5	0,6	0,7
Klf-A	µg/l	0,17	2,30	2,40	2,80	3,10	1,50	0,17	2,05	3,10
Konduktivitet	mS/m	4,75	4,88	4,28	3,81	3,95	4,21	3,8	4,3	4,9
Mg	mg/L	0,84	0,89	0,8	0,55	0,71	0,74	0,6	0,8	0,9
Na	mg/L	1,27	1,37	1,17	0,9	1,1	1,1	0,9	1,2	1,4
NH ₄ -N	µg/l	1	58	31	3	33	12	1	23	58
NO ₃ -N	µg/l	560	520	300	180	250	350	180	360	560
pH		7,3	7,1	7,1	7,3	7,3	7,3	7,1	7,2	7,3
PO ₄ -P	µg/l	2	1	0,5	1	2	1	0,5	1,3	2
Si	mg/l	1,25	1,28	1,22	0,914	0,889	1,04	0,9	1,1	1,3
SO ₄	mg/l	5,34	4,76	3,72	3,26	3,5	4,17	3,3	4,1	5,3
TOC	mg/l	2,1	2,7	2,2	1,9	2,0	2,1	1,9	2,2	2,7
TOT-N	µg/l	600	630	510	300	110	390	110	423	630
TOT-P	µg/l	4	5	8	5	5	3	3	5	8
Turbiditet	FNU	0,43	0,55	0,49	0,51	0,5	0,45	0,4	0,5	0,6
Siktedyp	m	14	7,5	9,5	8,2	8,3	10,5	7,5	9,7	14
Mjøsa		Hypolimnion 20-443m						min	middel	maks
parameter	enhet	10.05.2021	07.06.2021	12.07.2021	11.08.2021	13.09.2021	13.10.2021			
Al	µg/l									
Al/IL	µg/l	2,5	2,5	19	2,5	2,5	2,5	2,5	5,3	19
Al/L	µg/l	0	0	2	0	0	0	0	0,3	2
Al/R	µg/l	2,5	5	21	2,5	2,5	2,5	2,5	6	21
Alkalitet	mmol/l	0,283	0,248	0,239	0,239	0,281	0,283	0,239	0,262	0,283
ANC	µEqv/L	272	288	286	249	263	272	249	272	288
Ca	mg/L	6,4	6,58	6,34	6,3	6,1	6,4	6,1	6,4	6,6
Cl	mg/L	1,8	1,8	1,8	2,0	1,8	1,8	1,8	1,9	2,0
Farge	mg Pt/l	11	10	10	10	9	11	9	10	11
K	mg/L	0,68	0,68	0,68	0,67	0,65	0,68	0,7	0,7	0,7
Konduktivitet	mS/m	4,75	4,78	4,78	4,8	4,65	4,75	4,7	4,8	4,8
Mg	mg/L	0,82	0,87	0,87	0,83	0,81	0,82	0,8	0,8	0,9
Na	mg/L	1,3	1,31	1,29	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3
NH ₄ -N	µg/l	1	4	1	3	1	1	1	1,8	4
NO ₃ -N	µg/l	510	540	460	570	490	510	460	513	570
O ₂	mg/l		11,52	11,06	11,14	11,37	11,27	11,1	11,3	11,5
pH		7,2	7,3	7,2	7,3	7,3	7,2	7,2	7,2	7,3
PO ₄ -P	µg/l	2	1	1	1	1	2	1	1,3	2
Si	mg/l	1,29	1,23	1,26	1,2	1,27	1,29	1,2	1,3	1,3
SO ₄	mg/l	4,8	4,63	4,4	5,22	4,42	4,8	4,4	4,7	5,2
TOC	mg/l	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	2,2	2,0	2,1	2,2
TOT-N	µg/l	520	570	610	450	100	520	100	462	610
TOT-P	µg/l	3	2	3	3	3	3	2	2,8	3
Turbiditet	FNU	0,15	0,15	0,15	0,24	0,17	0,15	0,2	0,2	0,2

Tabell E1.3. Vannkjemiske data fra blandprøver fra Øyeren 2021.

Celler markert i grått er halve deteksjonsgrensen, denne verdien er benyttet til å beregne min, middel og maksverdi

Øyeren		Epilimnion 0-10m						min	middel	maks
parameter	enhet	19.05.2021	15.06.2021	19.07.2021	18.08.2021	21.09.2021	20.10.2021			
Al	µg/l	196	54,7	67	49,5	24,5	127	24,5	86,5	196
Al/IL	µg/l	25	8	19	2,5	2,5	14	2,5	11,8	25
Al/L	µg/l	5	2	0	0	0	6	0	2,2	6
Al/R	µg/l	30	10	19	5	2,5	20	2,5	14,4	30
Alkalitet	mmol/l	0,174	0,244	0,236	0,28	0,298	0,24	0,17	0,25	0,3
ANC	µEqv/L	218	288	261	277	274	252	218	262	288
Ca	mg/L	4,3	6,0	5,8	5,5	5,8	5,2	4,3	5,4	6,0
Cl	mg/L	2,1	1,95	1,7	2,05	2,2	2,16	1,7	2	2,2
Farge	mg Pt/l	61	18	19	25	13	48	13	31	61
Fe	µg/l	338	121	150	156	62	242	62	178	338
K	mg/L	0,64	0,69	0,67	0,62	0,64	0,7	0,6	0,7	0,7
Klf-A	µg/l	1,2	2,9	6,7	4,0	1,8	1,5	1,2	3,0	6,7
Konduktivitet	mS/m	3,61	4,46	4,49	4,35	4,36	4,15	3,6	4,2	4,5
Mg	mg/L	0,72	0,86	0,31	0,82	0,84	0,83	0,3	0,7	0,9
Na	mg/L	1,52	1,43	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5
NH ₄ -N	µg/l	7	12	1	21	25	9	1	12,5	25
NO ₃ -N	µg/l	300	330	210	210	260	310	210	270	330
pH		6,9	7,2	7,2	7,4	7,4	7,1	6,9	7,2	7,4
PO ₄ -P	µg/l	7	4	2	3	2	4	2	3,7	7
Si	mg/l	1,85	1,37	1,42	1,16	1,12	1,72	1,1	1,4	1,9
SO ₄	mg/l	2,88	3,87	3,31	3,52	4,13	3,63	2,9	3,6	4,1
TOC	mg/l	6,6	2,9	3,0	3,7	2,5	5,6	2,5	4,1	6,6
TOT-N	µg/l	490	460	430	350	340	500	340	428	500
TOT-P	µg/l	15	9	11	10	5	10	5	10	15
Turbiditet	FNU	9,8	2	2,5	2,1	0,7	2,7	0,7	3,3	9,8
Siktedyp	m	0,8	2,3	1,7	2,2	3,8	2,2	0,8	2,2	3,8
Øyeren		Hypolimnion 20-65 m						min	middel	maks
parameter	enhet	19.05.2021	15.06.2021	19.07.2021	18.08.2021	21.09.2021	20.10.2021			
Al	µg/l	150	134	91	47,4	68,2	103	47	99	150
Al/IL	µg/l	21	13	21	2,5	9	13	2,5	13,3	21
Al/L	µg/l	1	9	3	0	3	5	0	3,5	9
Al/R	µg/l	22	22	24	2,5	12	18	2,5	16,8	24
Alkalitet	mmol/l	0,202	0,207	0,22	0,281	0,244	0,243	0,20	0,23	0,28
ANC	µEqv/L	253	267	268	127	218	253	127	231	268
Ca	mg/L	5,5	5,5	5,2	3,5	5,2	5,3	3,5	5,0	5,5
Cl	mg/L	3,55	2,84	2,41	1,93	2,88	2,28	1,9	2,6	3,6
Farge	mg Pt/l	41	40	36	25	34	45	25	37	45
Fe	µg/l	251	214	150	146	121	218	121	183	251
K	mg/L	0,85	0,72	0,69	0,38	0,68	0,71	0,4	0,7	0,9
Konduktivitet	mS/m	4,93	4,5	4,29	4,33	4,21	4,26	4,2	4,4	4,9
Mg	mg/L	0,95	0,93	0,89	0,51	0,86	0,84	0,5	0,8	1
Na	mg/L	2,22	1,91	1,72	0,9	1,7	1,6	0,9	1,7	2,2
NH ₄ -N	µg/l	7	1	1	6	1	1	1	2,8	7
NO ₃ -N	µg/l	410	440	340	210	480	340	210	370	480
O ₂	mg/l	10,79	10,36	9,41	8,33	8,83	8,3	8,3	9,3	10,8
pH		6,9	6,9	7,1	7,4	7,1	7,0	6,9	7,1	7,4
PO ₄ -P	µg/l	6	4	3	3	2	5	2	3,8	6
Si	mg/l	1,98	1,96	1,84	1,12	1,73	1,79	1,1	1,7	2
SO ₄	mg/l	4,18	3,57	3,1	3,33	4,21	3,85	3,1	3,7	4,2
TOC	mg/l	5,1	4,8	4,4	3,8	4,4	5,4	3,8	4,7	5,4
TOT-N	µg/l	630	560	570	360	520	480	360	520	630
TOT-P	µg/l	11	9	8	9	5	9	5	8,5	11
Turbiditet	FNU	6,9	2,8	1,8	1,8	0,92	2,3	0,9	2,8	6,9

Tabell E1.4. Vannkjemiske data fra blandprøver fra Byglandfjorden 2021.

Celler markert i grått er halve deteksjonsgrensen, denne verdien er benyttet til å beregne min, middel og maksverdi

Byglandfjorden		Epilimnion 0-10m						min	middel	maks
parameter	enhet	04.05.2021	01.06.2021	06.07.2021	03.08.2021	07.09.2021	05.10.2021			
Al	µg/l	81,4	80,2	73,3	61,4	56,7	60,1	56,7	68,9	81,4
Al/IL	µg/l	24	29	26	24	18	19	18	23,3	29
Al/L	µg/l	1	7	3	1	1	3	1	2,7	7
Al/R	µg/l	25	36	29	25	19	22	19	26	36
Alkalitet	mmol/l	0,05	0,07	0,051	0,069	0,07	0,066	0,05	0,063	0,07
ANC	µEkv/L	41	31	51	47	46	51	31	44	51
Ca	mg/L	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,7	0,8	0,9
Cl	mg/L	1,09	1,32	0,76	0,83	1	0,97	0,8	1	1,3
Farge	mg Pt/l	13	13	12	10	9	12	9	12	13
Fe	µg/l	40,3	42,8	31,8	36	33	38	32	37	43
K	mg/L	0,11	0,12	0,11	0,098	0,1	0,096	0,1	0,1	0,1
Klf-A	µg/l	0,31	1	1,6	2	1,5	1,5	0,3	1,3	2
Konduktivitet	mS/m	1,02	0,98	0,89	0,92	0,97	0,94	0,9	1	1
Mg	mg/L	0,16	0,17	0,13	0,12	0,13	0,14	0,1	0,1	0,2
Na	mg/L	0,86	0,82	0,73	0,71	0,7	0,8	0,7	0,8	0,9
NH ₄ -N	µg/l	10	1	3	28	37	16	1	15,8	37
NO ₃ -N	µg/l	48	50	23	19	24	30	19	32,3	50
pH		6,0	6,1	6,1	6,3	6,5	6,4	6,0	6,2	6,5
PO ₄ -P	µg/l	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	1
Si	mg/l	0,73	0,674	0,577	0,471	0,492	0,55	0,5	0,6	0,7
SO ₄	mg/l	0,6	0,76	0,49	0,54	0,63	0,64	0,5	0,6	0,8
TOC	mg/l	1,9	2,1	2	1,9	2	2	1,9	2	2,1
TOT-N	µg/l	140	140	120	120	140	100	100	127	140
TOT-P	µg/l	2	3	3	3	3	2	2	2,7	3
Turbiditet	FNU	0,15	0,36	0,32	0,49	0,61	0,34	0,2	0,4	0,6
Siktedyp	m	9,4	7,6	7,3	7,2	7,6	7,6	7,2	7,8	9,4
Byglandfjorden		Hypolimnion 20-157 m						min	middel	maks
parameter	enhet	04.05.2021	01.06.2021	06.07.2021	03.08.2021	07.09.2021	05.10.2021			
Al	µg/l	82,5	78,3	78	77	76	73,9	73,9	77,6	82,5
Al/IL	µg/l	24	28	31	32	27	26	24	28	32
Al/L	µg/l	2	7	4	0	8	6	0	4,5	8
Al/R	µg/l	26	35	35	32	35	32	26	33	35
Alkalitet	mmol/l	0,071	0,057	0,049	0,043	0,061	0,059	0,043	0,057	0,071
ANC	µEkv/L	43	30	46	37	35	38	30	38	46
Ca	mg/L	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Cl	mg/L	1,11	1,38	1,02	1,14	1,3	1,14	1	1,2	1,4
Farge	mg Pt/l	13	13	12	12	11	13	11	12	13
Fe	µg/l	42,5	39,1	34,7	32,5	30	24	24	33,8	42,5
K	mg/L	0,11	0,12	0,11	0,1	0,1	0,098	0,1	0,1	0,1
Konduktivitet	mS/m	1,12	1,02	1,01	1	1,02	1,01	1	1	1,1
Mg	mg/L	0,16	0,17	0,16	0,14	0,14	0,14	0,1	0,2	0,2
Na	mg/L	0,88	0,85	0,85	0,84	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9
NH ₄ -N	µg/l	12	4	9	9	14	13	4	10,2	14
NO ₃ -N	µg/l	49	58	46	51	81	53	46	56,3	81
O ₂	mg/l	11,71	11,57	11,11	10,78	10,38	10,84	10,4	11,1	11,7
pH		6,5	6,1	6,2	5,9	6,2	6,1	5,9	6,2	6,5
PO ₄ -P	µg/l	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	1
Si	mg/l	0,731	0,736	0,758	0,71	0,728	0,723	0,7	0,7	0,8
SO ₄	mg/l	0,6	0,82	0,59	0,67	0,74	0,7	0,6	0,7	0,8
TOC	mg/l	2	2	2	2	1,9	1,9	1,9	2	2
TOT-N	µg/l	170	140	180	110	130	97	97	138	180
TOT-P	µg/l	3	2	2	2	2	2	2	2,2	3
Turbiditet	FNU	0,3	0,15	0,15	0,33	0,27	0,15	0,2	0,2	0,3

Tabell E1.5. Vannkjemiske data fra blandprøver fra Lundevatnet 2021.

Celler markert i grått er halve deteksjonsgrensen, denne verdien er benyttet til å beregne min, middel og maksverdi, *endret fra -5

Lundevatnet		Epilimnion 0-10m						min	middel	maks
parameter	enhet	05.05.2021	02.06.2021	07.07.2021	04.08.2021	08.09.2021	06.10.2021			
Al	µg/l	90,5	86,7	74,6	72,8	71,5	68,4	68,4	77,4	90,5
Al/IL	µg/l	25	26	27	37	27	21	21	27,2	37
Al/L	µg/l	8	18	8	0*	4	9	0	7,8	18
Al/R	µg/l	33	44	35	32	31	30	30	34,2	44
Alkalitet	mmol/l	0,043	0,044	0,038	0,055	0,046	0,045	0,038	0,045	0,055
ANC	µEqv/L	19	-8	24	12	11	17	-8	13	24
Ca	mg/L	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4
Cl	mg/L	2,91	3,44	2,02	2,02	2,2	2,12	2,0	2,5	3,4
Farge	mg Pt/l	15	14	10	11	11	12	10	12	15
Fe	µg/l	33,8	32	33,7	28,9	29	29	29	31	34
K	mg/L	0,14	0,13	0,095	0,11	0,092	0,085	0,1	0,1	0,1
Klf-A	µg/l	0,04	0,14	1,30	1,80	1,50	0,77	0,04	0,92	1,80
Konduktivitet	mS/m	1,6	1,5	1,23	1,22	1,14	1,18	1,1	1,3	1,6
Mg	mg/L	0,25	0,27	0,19	0,16	0,17	0,16	0,2	0,2	0,3
Na	mg/L	1,8	1,63	1,41	1,3	1,3	1,4	1,3	1,5	1,8
NH ₄ -N	µg/l	9	1	7	55	40	34	1	24,3	55
NO ₃ -N	µg/l	100	120	72	73	78	74	72	86,2	120
pH		5,8	5,7	5,8	6,0	5,9	5,8	5,7	5,8	6,0
PO ₄ -P	µg/l	1	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,8	1
Si	mg/l	0,468	0,462	0,403	0,365	0,362	0,365	0,4	0,4	0,5
SO ₄	mg/l	0,68	0,88	0,54	0,63	0,66	0,67	0,5	0,7	0,9
TOC	mg/l	1,8	1,7	1,5	1,8	1,8	1,6	1,5	1,7	1,8
TOT-N	µg/l	220	180	150	160	180	150	150	173	220
TOT-P	µg/l	3	3	4	4	3	3	3	3,3	4
Turbiditet	FNU	0,15	0,15	0,31	0,51	0,52	0,15	0,2	0,3	0,5
Siktedyp	m	6,4	8,4	6,5	6,4	7,4	7,8	6,4	7,2	8,4
Lundevatnet		Hypolimnion 20-300m						min	middel	maks
parameter	enhet	05.05.2021	02.06.2021	07.07.2021	04.08.2021	08.09.2021	06.10.2021			
Al	µg/l	90,3	86,8	85,1	84,3	82,9	84,4	82,9	85,6	90,3
Al/IL	µg/l	26	28	29	30	29	28	26	28,3	30
Al/L	µg/l	8	16	14	14	11	11	8	12,3	16
Al/R	µg/l	34	44	43	44	40	39	34	40,7	44
Alkalitet	mmol/l	0,038	0,046	0,035	0,043	0,04	0,041	0,035	0,041	0,046
ANC	µEqv/L	18	-8	23	8	-3	5	-8	7	23
Ca	mg/L	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Cl	mg/L	2,84	3,5	2,95	2,82	3,12	3,01	2,8	3	3,5
Farge	mg Pt/l	14	14	13	13	12	14	12	13	14
Fe	µg/l	32,3	31,6	30,1	29,7	27	26	26	29,5	32,3
K	mg/L	0,11	0,13	0,11	0,11	0,11	0,11	0,1	0,1	0,1
Konduktivitet	mS/m	1,58	1,52	1,49	1,47	1,46	1,5	1,5	1,5	1,6
Mg	mg/L	0,25	0,26	0,26	0,22	0,21	0,21	0,2	0,2	0,3
Na	mg/L	1,77	1,65	1,88	1,6	1,6	1,7	1,6	1,7	1,9
NH ₄ -N	µg/l	7	4	14	4	15	11	4	9,2	15
NO ₃ -N	µg/l	100	120	91	110	120	110	91	109	120
O ₂	mg/l	9,31	11,47	11,14	10,96	11,4	10,84	9,3	10,9	11,5
pH		5,6	5,7	5,6	5,6	5,7	5,5	5,5	5,6	5,7
PO ₄ -P	µg/l	1	2	0,5	0,5	2	2	0,5	1,3	2
Si	mg/l	0,467	0,469	0,468	0,448	0,443	0,467	0,4	0,5	0,5
SO ₄	mg/l	0,68	0,89	0,64	0,73	0,79	0,77	0,6	0,8	0,9
TOC	mg/l	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9
TOT-N	µg/l	210	230	170	330	180	160	160	213	330
TOT-P	µg/l	3	4	3	3	3	2	2	3	4
Turbiditet	FNU	0,15	0,15	0,15	0,3	0,33	0,15	0,2	0,2	0,3

Tabell E1.6. Vannkjemiske data fra blandprøver fra Eikedalsvatnet 2021.

Celler markert i grått er halve deteksjonsgrensen, denne verdien er benyttet til å beregne min, middel og maksverdi

Eikedalsvatnet		Epilimnion 0-10m						min	middel	maks
parameter	enhet	26.05.2021	29.06.2021	27.07.2021	24.08.2021	05.10.2021	27.10.2021			
Al	µg/l	9,8	8,5	10,9	16,9	13	11,7	8,5	11,8	16,9
Al/IL	µg/l	2,5	2,5	20	2,5	2,5	2,5	2,5	5,4	20
Al/L	µg/l	4	0	-2	0	0	1	-2,0	0,5	4
Al/R	µg/l	9	2,5	18	2,5	2,5	6	2,5	6,8	18
Alkalitet	mmol/l	0,08	0,088	0,068	0,096	0,102	0,097	0,068	0,089	0,102
ANC	µEqv/L	38	87	74	63	63	72	38	66	87
Ca	mg/L	2,0	2,1	1,8	1,8	1,9	1,9	1,8	1,9	2,1
Cl	mg/L	2,97	2,22	1,96	2,12	2,15	2,06	1,96	2,2	2,97
Farge	mg Pt/l	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	2,0	1,0	1,5	3,0
Fe	µg/l	4,1	4,3	4,2	7,4	7,7	4,9	4,1	5,4	7,7
K	mg/L	0,43	0,39	0,34	0,33	0,36	0,37	0,3	0,4	0,4
Klf-A	µg/l	0,72	0,58	0,85	0,95	1,20	1,20	0,58	0,92	1,20
Konduktivitet	mS/m	2,41	2,13	1,95	2,03	2,1	2,19	2	2,1	2,4
Mg	mg/L	0,32	0,29	0,24	0,23	0,24	0,24	0,2	0,3	0,3
Na	mg/L	1,61	1,7	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,5	1,7
NH ₄ -N	µg/l	1	6	1	1	4	1	1	2,3	6
NO ₃ -N	µg/l	120	95	59	57	70	76	57	80	120
pH		6,6	6,7	6,5	6,8	6,8	6,7	6,5	6,7	6,8
PO ₄ -P	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Si	mg/l	0,915	0,905	0,779	0,738	0,782	0,822	0,7	0,8	0,9
SO ₄	mg/l	3,62	2,67	2,22	2,47	2,69	2,6	2,2	2,7	3,6
TOC	mg/l	0,6	0,5	0,5	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7
TOT-N	µg/l	140	110	88	98	66	110	66	102	140
TOT-P	µg/l	1	0,5	1	1	1	1	0,5	0,9	1
Turbiditet	FNU	0,15	0,15	0,15	0,46	0,32	0,15	0,2	0,2	0,5
Siktedyp	m	13,0	13,0	15,0	8,8	12,0	14,0	8,8	12,6	15,0
Eikedalsvatnet		Hypolimnion 20-145 m						min	middel	maks
parameter	enhet	26.05.2021	29.06.2021	27.07.2021	24.08.2021	05.10.2021	27.10.2021			
Al	µg/l	8,9	13,2	8,2	9,4	7,7	6,8	6,8	9	13,2
Al/IL	µg/l	2,5	2,5	20	2,5	2,5	2,5	2,5	5,4	20
Al/L	µg/l	0	0	-3	0	0	0	-3	-0,5	0
Al/R	µg/l	2,5	2,5	17	2,5	2,5	2,5	2,5	4,9	17
Alkalitet	mmol/l	0,084	0,096	0,081	0,099	0,097	0,1	0,081	0,093	0,10
ANC	µEqv/L	37	78	79	70	64	74	37	67	79
Ca	mg/L	2,0	1,8	2,1	2,0	2,1	2,1	1,8	2,0	2,1
Cl	mg/L	2,96	2,04	2,37	2,34	2,65	2,48	2,0	2,5	3
Farge	mg Pt/l	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Fe	µg/l	3	5,9	2,3	3,2	3,1	2	2,0	3,3	5,9
K	mg/L	0,4	0,35	0,4	0,39	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Konduktivitet	mS/m	2,39	2,39	2,4	2,44	2,42	2,46	2,4	2,4	2,5
Mg	mg/L	0,31	0,26	0,29	0,27	0,28	0,27	0,26	0,28	0,31
Na	mg/L	1,64	1,53	1,65	1,6	1,7	1,7	1,5	1,6	1,7
NH ₄ -N	µg/l	1	4	4	1	7	7	1	4	7
NO ₃ -N	µg/l	120	72	91	100	110	100	72	99	120
O ₂	mg/l	12,58	12,16	11,99	12,23	11,56	11,9	11,6	12,1	12,6
pH		6,7	6,7	6,7	6,8	6,7	6,7	6,7	6,7	6,8
PO ₄ -P	µg/l	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,6	1
Si	mg/l	0,90	0,81	0,92	0,91	0,93	0,93	0,81	0,90	0,93
SO ₄	mg/l	3,61	2,27	2,71	2,79	3,12	2,88	2,3	2,9	3,6
TOC	mg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5
TOT-N	µg/l	140	140	130	150	100	130	100	132	150
TOT-P	µg/l	1	1	0,5	2	1	0,5	0,5	1	2
Turbiditet	FNU	0,15	0,15	0,15	0,36	0,15	0,15	0,15	0,19	0,36

Tabell E1.7. Vannkjemiske data fra blandprøver fra Hornindalsvatnet 2021.

Celler markert i grått er halve deteksjonsgrensen, denne verdien er benyttet til å beregne min, middel og maksverdi

Hornindalsvatnet		Epilimnion 0-10m						min	middel	maks
parameter	enhet	25.05.2021	28.06.2021	26.07.2021	25.08.2021	28.09.2021	26.10.2021			
Al	µg/l	33,8	31,5	31,3	30	29,4	35,7	29,4	32	35,7
Al/IL	µg/l	13	11	24	10	10	15	10,0	13,8	24
Al/L	µg/l	4	3	0	2	2	2	0	2,2	4
Al/R	µg/l	17	14	24	12	12	17	12	16	24
Alkalitet	mmol/l	0,074	0,071	0,064	0,071	0,073	0,067	0,064	0,070	0,074
ANC	µEqv/L	54	49	51	38	37	43	37	45	54
Ca	mg/L	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0
Cl	mg/L	3,06	2,94	3,19	3,48	3,44	3,09	2,9	3,2	3,5
Farge	mg Pt/l	5,0	4,0	4,0	3,0	4,0	5,0	3,0	4,2	5,0
Fe	µg/l	4,1	3,4	3,5	5,8	5,4	9,7	3,4	5,3	9,7
K	mg/L	0,29	0,3	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30
Klf-A	µg/l	1	0,43	1,4	1	1,5	1,2	0,4	1,1	1,5
Konduktivitet	mS/m	2,01	1,94	1,93	1,98	1,92	1,92	1,9	2,0	2,01
Mg	mg/L	0,34	0,34	0,36	0,34	0,33	0,32	0,32	0,34	0,36
Na	mg/L	1,9	1,86	1,86	1,9	1,9	1,8	1,8	1,9	1,9
NH ₄ -N	µg/l	3	1	2	3	8	4	1	3,5	8
NO ₃ -N	µg/l	110	100	89	91	98	110	89	100	110
pH		6,3	6,4	6,4	6,8	6,5	6,4	6,3	6,5	6,8
PO ₄ -P	µg/l	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,6	1
Si	mg/l	0,69	0,67	0,67	0,65	0,65	0,68	0,65	0,67	0,69
SO ₄	mg/l	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	1,1	1,2
TOC	mg/l	1,1	1	1,1	1	1,1	1	1,0	1,1	1,1
TOT-N	µg/l	170	160	170	150	170	170	150	165	170
TOT-P	µg/l	2	1	2	2	2	2	1	1,8	2
Turbiditet	FNU	0,54	0,15	0,15	0,54	0,15	0,15	0,15	0,28	0,54
Siktedyp	m	14,0	18,0	12,5	9,0	11,0	11,0	9,0	12,6	18,0
Hornindalsvatnet		Hypolimnion 20-500 m						min	middel	maks
parameter	enhet	25.05.2021	28.06.2021	26.07.2021	25.08.2021	28.09.2021	26.10.2021			
Al	µg/l	30,9	30,9	34,3	32,4	30,8	30,8	30,8	31,7	34,3
Al/IL	µg/l	11	11	22	8	11	12	8	12,5	22
Al/L	µg/l	3	2	2	4	2	5	2	3	5
Al/R	µg/l	14	13	24	12	13	17	12	15,5	24
Alkalitet	mmol/l	0,068	0,071	0,06	0,069	0,068	0,067	0,060	0,067	0,071
ANC	µEqv/L	47,17	46	59	33	32	43	32	43	59
Ca	mg/L	1,0	0,9	1,2	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1,2
Cl	mg/L	3,15	3,01	3,26	3,53	3,54	3,2	3,01	3,28	3,54
Farge	mg Pt/l	5,0	5,0	5,0	4,0	5,0	5,0	4,0	4,8	5,0
Fe	µg/l	2,9	2,7	2,6	3,2	2,7	2,5	2,5	2,8	3,2
K	mg/L	0,29	0,29	0,3	0,29	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Konduktivitet	mS/m	2,02	2,02	2,01	1,98	2	2	1,98	2,01	2,02
Mg	mg/L	0,35	0,34	0,38	0,35	0,35	0,33	0,33	0,35	0,38
Na	mg/L	1,94	1,89	1,92	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
NH ₄ -N	µg/l	1	1	1	1	2	1	1,0	1,2	2
NO ₃ -N	µg/l	130	130	130	140	150	140	130	137	150
O ₂	mg/l	11,7	11,46	11,59	11,69	10,76	10,94	10,8	11,4	11,7
pH		6,4	6,3	6,3	6,5	6,4	6,3	6,3	6,4	6,5
PO ₄ -P	µg/l	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,6	1
Si	mg/l	0,70	0,71	0,72	0,71	0,71	0,72	0,70	0,71	0,72
SO ₄	mg/l	1,09	1,12	1,1	1,24	1,27	1,17	1,1	1,2	1,3
TOC	mg/l	1	0,96	0,96	0,98	0,96	0,9	0,90	0,96	1,00
TOT-N	µg/l	180	180	190	200	190	180	180	187	200
TOT-P	µg/l	2	0,5	2	0,5	2	1	0,5	1,3	2
Turbiditet	FNU	0,36	0,15	0,15	0,27	0,15	0,15	0,15	0,21	0,36

Tabell E1.8. Vannkjemiske data fra blandprøver fra Vangsvatnet 2021.

Celler markert i grått er halve deteksjonsgrensen, denne verdien er benyttet til å beregne min, middel og maksverdi, *filter ikke funnet på lab

Vangsvatnet		Epilimnion 0-10m						min	middel	maks
parameter	enhet	26.05.2021	22.06.2021	26.07.2021	25.08.2021	29.09.2020	27.10.2021			
Al	µg/l	35,3	37,3	14,4	10,3	22,9	55,8	10,3	29,3	55,8
Al/IL	µg/l	2,5	6	21	5	6	11	2,5	8,6	21
Al/L	µg/l	5	2	-3	0	0	3	-3,0	1,2	5
Al/R	µg/l	10	8	18	2,5	6	14	2,5	9,8	18
Alkalitet	mmol/l	0,074	0,071	0,055	0,078	0,082	0,078	0,055	0,073	0,082
ANC	µEqv/L	44	43	52	44	50	58	43	49	58
Ca	mg/L	1,1	0,7	0,8	0,8	1,0	1,1	0,7	0,9	1,1
Cl	mg/L	2,36	0,92	0,72	0,9	1,15	1,17	0,72	1,20	2,36
Farge	mg Pt/l	8,0	5,0	3,0	2,0	5,0	14,0	2,0	6,2	14,0
Fe	µg/l	38,7	33	13	12	28	65	12,0	31,6	65
K	mg/L	0,36	0,21	0,18	0,19	0,27	0,25	0,2	0,2	0,4
KlfA	µg/l	*	1,40	1,30	1,50	1,70	0,72	0,72	1,32	1,70
Konduktivitet	mS/m	1,6	1	0,89	0,96	1,22	1,35	0,9	1,2	1,6
Mg	mg/L	0,29	0,16	0,15	0,15	0,18	0,23	0,15	0,19	0,29
Na	mg/L	1,25	0,74	0,66	0,7	0,8	0,9	0,66	0,84	1,25
NH ₄ -N	µg/l	25	24	3	29	77	13	3	29	77
NO ₃ -N	µg/l	120	45	20	20	82	120	20	68	120
pH		6,6	6,4	6,3	6,7	6,6	6,4	6,3	6,5	6,7
PO ₄ -P	µg/l	2	1	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,9	2
Si	mg/l	0,59	0,43	0,306	0,297	0,396	0,619	0,3	0,4	0,6
SO ₄	mg/l	1,08	0,57	0,63	0,82	0,86	0,94	0,6	0,8	1,1
TOC	mg/l	1,2	1,0	0,7	0,7	1,3	1,7	0,7	1,1	1,7
TOT-N	µg/l	220	130	78	76	250	220	76	162	250
TOT-P	µg/l	5	4	2	3	4	5	2	3,8	5
Turbiditet	FNU	0,47	0,39	0,15	0,45	0,49	0,62	0,2	0,4	0,6
Siktedyp	m	6,2	8,3	10,1	10,5	6,5	5,5	5,5	7,9	10,5
Vangsvatnet		Hypolimnion 20-50 m						min	middel	maks
parameter	enhet	26.05.2021	22.06.2021	26.07.2021	25.08.2021	29.09.2020	27.10.2021			
Al	µg/l	36,1	36,8	27,6	31,4	26,8	60,7	26,8	36,6	60,7
Al/IL	µg/l	5	8	21	9	6	12	5	10,2	21
Al/L	µg/l	7	2	0	-2	2	4	-2,0	2,2	7
Al/R	µg/l	12	10	21	7	8	16	7,0	12,3	21
Alkalitet	mmol/l	0,075	0,084	0,066	0,083	0,083	0,075	0,066	0,078	0,084
ANC	µEqv/L	44	54	57	42	54	58	42	52	58
Ca	mg/L	1,1	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	0,9	1,0	1,2
Cl	mg/L	2,28	1,27	1,19	1,83	1,49	1,32	1,19	1,56	2,28
Farge	mg Pt/l	8,0	7,0	6,0	6,0	7,0	14,0	6,0	8,0	14,0
Fe	µg/l	39	42	36	46	108	74	36	58	108
K	mg/L	0,34	0,26	0,24	0,33	0,28	0,26	0,24	0,29	0,34
Konduktivitet	mS/m	1,61	1,33	1,21	1,47	1,44	1,37	1,21	1,41	1,61
Mg	mg/L	0,3	0,22	0,22	0,23	0,23	0,25	0,22	0,24	0,30
Na	mg/L	1,2	0,95	0,88	1,1	1	0,9	0,88	1,01	1,2
NH ₄ -N	µg/l	29	13	27	100	34	11	11	36	100
NO ₃ -N	µg/l	130	99	81	160	150	130	81	125	160
O ₂	mg/l	11,93	11,43	9,11	9,75	7,32	10,36	7,3	10	11,9
pH		6,6	6,5	6,2	6,5	6,3	6,4	6,2	6,4	6,6
PO ₄ -P	µg/l	2	0,5	0,5	3	0,5	1	0,5	1,3	3
Si	mg/l	0,62	0,57	0,52	0,55	0,56	0,63	0,52	0,57	0,63
SO ₄	mg/l	1,09	0,74	0,67	0,95	0,87	1,02	0,67	0,89	1,09
TOC	mg/l	1,2	1,0	0,9	1,0	1,0	1,8	0,9	1,1	1,8
TOT-N	µg/l	220	180	190	310	230	210	180	223	310
TOT-P	µg/l	4	2	4	4	2	5	2	3,5	5
Turbiditet	FNU	0,48	0,33	0,37	0,5	0,32	0,68	0,32	0,45	0,68

Tabell E1.9. Vannkjemiske data fra blandprøver fra Selbusjøen 2021.

Celler markert i grått er halve deteksjonsgrensen, denne verdien er benyttet til å beregne min, middel og maksverdi

Selbusjøen		Epilimnion 0-10m						min	middel	maks
parameter	enhet	18.05.2021	23.06.2021	28.07.2021	23.08.2021	20.09.2021	18.20.2021			
Al	µg/l	33,3	42,3	28,2	40	49,1	39	28,2	38,7	49,1
Al/IL	µg/l	2,5	6	8	8	8	7	2,5	6,6	8
Al/L	µg/l	4	5	1	1	2	3	1	2,7	5
Al/R	µg/l	9	11	9	9	10	10	9	9,7	11
Alkalitet	mmol/l	0,178	0,171	0,164	0,205	0,204	0,207	0,164	0,188	0,207
ANC	µEqv/L	199	180	201	191	199	206	180	196	206
Ca	mg/L	3,67	3,06	3,43	3,4	3,6	3,7	3,1	3,5	3,7
Cl	mg/L	2,2	1,8	1,71	1,87	1,9	2	1,7	1,9	2,2
Farge	mg Pt/l	17	16	15	18	24	23	15	19	24
Fe	µg/l	29,9	43	32,2	46	54	34	29,9	39,9	54
K	mg/L	0,4	0,34	0,35	0,35	0,36	0,38	0,3	0,4	0,4
Klf-A	µg/l	0,09	3,80	3,10	1,70	0,63	0,46	0,09	1,63	3,80
Konduktivitet	mS/m	3,06	2,71	2,65	2,78	2,72	2,87	2,65	2,80	3,06
Mg	mg/L	0,59	0,5	0,53	0,51	0,53	0,54	0,50	0,53	0,59
Na	mg/L	1,29	1,23	1,17	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,3
NH ₄ -N	µg/l	1	3	1	12	10	6	1,0	5,5	12
NO ₃ -N	µg/l	91	38	16	31	48	62	16	48	91
pH		7,0	7,0	7,0	7,2	7,2	7,0	7,0	7,1	7,2
PO ₄ -P	µg/l	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	1
Si	mg/l	0,917	0,772	0,751	0,776	0,836	0,872	0,751	0,821	0,917
SO ₄	mg/l	1,46	1,09	1,14	1,28	1,37	1,39	1,09	1,29	1,46
TOC	mg/l	2,4	2,5	2,3	2,6	3,2	2,8	2,3	2,6	3,2
TOT-N	µg/l	130	84	97	160	160	120	84	125	160
TOT-P	µg/l	3	4	3	3	3	3	3	3,2	4
Turbiditet	FNU	0,53	0,39	0,4	0,59	0,49	0,15	0,15	0,43	0,59
Siktedyp	m	9,0	4,8	6,0	5,5	5,0	6,5	4,8	6,1	9,0
Selbusjøen		Hypolimnion 20-196 m						min	middel	maks
parameter	enhet	18.05.2021	23.06.2021	28.07.2021	23.08.2021	20.09.2021	18.20.2021			
Al	µg/l	31,1	40,3	32,9	34,8	31	30,7	30,7	33,5	40,3
Al/IL	µg/l	6	2,5	8	7	5	6	2,5	5,8	8
Al/L	µg/l	4	4	1	1	2	3	1	2,5	4
Al/R	µg/l	10	9	9	8	7	9	7	8,7	10
Alkalitet	mmol/l	0,178	0,191	0,175	0,214	0,213	0,209	0,175	0,197	0,214
ANC	µEqv/L	211	199	208	197	201	202	197	203	211
Ca	mg/L	3,94	3,48	3,69	3,7	3,8	3,8	3,5	3,7	3,9
Cl	mg/L	2,21	1,97	2,14	2,24	2,29	2,24	1,97	2,18	2,29
Farge	mg Pt/l	17	17	17	16	15	18	15	17	18
Fe	µg/l	26,2	42	30,4	28	26	26	26	29,8	42
K	mg/L	0,41	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,36	0,37	0,41
Konduktivitet	mS/m	3,05	3,07	2,99	3,04	2,99	2,96	2,96	3,02	3,07
Mg	mg/L	0,59	0,56	0,59	0,55	0,56	0,56	0,55	0,57	0,59
Na	mg/L	1,27	1,31	1,33	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
NH ₄ -N	µg/l	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NO ₃ -N	µg/l	92	70	71	88	87	89	70	83	92
O ₂	mg/l	11,48	11,58	11,34	11,47	11,14	11,22	11,1	11,4	11,6
pH		7,0	7,1	7,0	7,2	7,1	7,0	7,0	7,1	7,2
PO ₄ -P	µg/l	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	1
Si	mg/l	0,909	0,935	0,941	0,915	0,917	0,934	0,909	0,925	0,941
SO ₄	mg/l	1,47	1,27	1,27	1,39	1,45	1,43	1,3	1,4	1,5
TOC	mg/l	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,3	2,4
TOT-N	µg/l	130	120	160	170	150	130	120	143	170
TOT-P	µg/l	2	3	3	2	2	2	2	2,3	3
Turbiditet	FNU	0,31	0,32	0,15	0,49	0,23	0,15	0,2	0,3	0,5

Tabell E1.10. Vannkjemiske data fra blandprøver fra Takvatnet 2021.

Celler markert i grått er halve deteksjonsgrensen, denne verdien er benyttet til å beregne min, middel og maksverdi.

*Klorofyll ikke lagt i fryseren. ** Reanalyse ga 12 µg/l, fjernet.

Takvatnet		Epilimnion 0-10m						
parameter	enhet	22.06.2021	12.07.2021	25.08.2021	13.09.2021	min	middel	maks
Al	µg/l	9,8	7,8	7,4	7,3	7,3	8,1	9,8
Al/IL	µg/l	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Al/L	µg/l	2	5	2	0	0	2,3	5
Al/R	µg/l	7	10	7	2,5	2,5	6,6	10
Alkalitet	mmol/l	0,391	0,411	0,457	0,452	0,391	0,428	0,457
ANC	µEkv/L	430	454	431	427	427	435	454
Ca	mg/L	7,55	8,1	8	8,1	7,6	7,9	8,1
Cl	mg/L	3,31	3,62	4,07	4,23	3,3	3,8	4,2
Farge	mg Pt/l	6,0	5,0	4,0	4,0	4,0	4,8	6,0
Fe	µg/l	9,5	6,7	5,3	5,4	5,3	6,7	9,5
K	mg/L	0,67	0,67	0,68	0,67	0,67	0,67	0,68
Klf-A	µg/l	1,1	*	*	0,97	0,97	1,0	1,1
Konduktivitet	mS/m	6,06	6,02	6,04	5,86	5,86	6	6,06
Mg	mg/L	1,07	1,11	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Na	mg/L	2,04	2,08	2,1	2,1	2,04	2,1	2,1
NH ₄ -N	µg/l	1	1	**	3	1	1,7	3
NO ₃ -N	µg/l	37	28	22	28	22	29	37
pH		7,4	7,5	7,6	7,6	7,4	7,5	7,6
PO ₄ -P	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Si	mg/l	0,37	0,34	0,29	0,30	0,29	0,32	0,37
SO ₄	mg/l	2,15	2,17	2,46	2,65	2,15	2,36	2,65
TOC	mg/l	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
TOT-N	µg/l	120	110	110	94	94	109	120
TOT-P	µg/l	2	3	2	2	2	2,3	3
Turbiditet	FNU	0,15	0,15	0,39	0,25	0,15	0,24	0,39
Siktedyp	m	11,0	9,0	11,0	12,0	9,0	10,8	12,0
Takvatnet		Hypolimnion 20-60m						
parameter	enhet	22.06.2021	12.07.2021	25.08.2021	13.09.2021	min	middel	maks
Al	µg/l	10,9	13,2	9,1	15	9,1	12,1	15
Al/IL	µg/l	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Al/L	µg/l	1	3	0	0	0	1	3
Al/R	µg/l	6	8	2,5	2,5	2,5	4,8	8
Alkalitet	mmol/l	0,391	0,366	0,458	0,454	0,366	0,417	0,458
ANC	µEkv/L	428	450	430	435	428	436	450
Ca	mg/L	7,52	8,04	8,1	8	7,52	7,92	8,10
Cl	mg/L	3,27	3,81	3,77	3,98	3,27	3,71	3,98
Farge	mg Pt/l	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,3	6,0
Fe	µg/l	12	11,6	4,7	15	4,7	10,8	15
K	mg/L	0,65	0,68	0,67	0,71	0,65	0,68	0,71
Konduktivitet	mS/m	5,97	6,06	5,93	6,06	5,93	6,01	6,06
Mg	mg/L	1,06	1,11	1	1,1	1,0	1,1	1,1
Na	mg/L	2,02	2,19	2	2,2	2,0	2,1	2,2
NH ₄ -N	µg/l	1	5	4	1	1	2,8	5
NO ₃ -N	µg/l	36	34	43	32	32	36	43
O ₂	mg/l	12,75	11,89	12,1	11,92	11,9	12,2	12,8
pH		7,4	7,4	7,6	7,6	7,4	7,5	7,6
PO ₄ -P	µg/l	0,5	0,5	0,5	2	0,5	0,9	2
Si	mg/l	0,37	0,365	0,36	0,361	0,36	0,36	0,37
SO ₄	mg/l	2,14	2,19	2,44	2,61	2,14	2,35	2,61
TOC	mg/l	1,6	1,6	1,4	1,5	1,4	1,5	1,6
TOT-N	µg/l	110	140	130	130	110	128	140
TOT-P	µg/l	3	3	1	3	1	2,5	3
Turbiditet	FNU	0,15	0,15	0,31	0,39	0,15	0,25	0,39

E2. Vannkjemiske data fra enkeltdyp, våren 2021

Tabell E2.1. Vannkjemiske data fra blandprøver fra Gjende 2021.

Celler markert i grått er halve deteksjonsgrensen, denne verdien er benyttet til å beregne min, middel og maksverdi.

Gjende		Parametere fra enkeltdyp 30.3.2020									
parameter	enhet	0,5m	5m	20m	50m	100m	130m	min	middel	maks	
Al	µg/l	5	6,5	11,4	8,3	4,7	9,6	4,7	7,6	11,4	
Al/IL	µg/l	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
Al/L	µg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Al/R	µg/l	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
Alkalitet	mmol/l	0,102	0,098	0,089	0,093	0,1	0,089	0,089	0,095	0,102	
ANC	µEqv/L	96	85	76	85	88	76	76	84	96	
Ca	mg/L	1,5	1,5	1,3	1,5	1,4	1,2	1,2	1,4	1,5	
Cl	mg/L	0,2	0,21	0,18	0,17	0,17	0,19	0,17	0,19	0,21	
Farge	mg Pt/l	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,2	3,0	
Fe	µg/l	16,5	14,4	5,5	5,6	21,2	6,7	5,5	11,7	21,2	
K	mg/L	0,25	0,19	0,14	0,15	0,16	0,16	0,14	0,18	0,25	
Konduktivitet	mS/m	1,33	1,17	1,1	1,12	1,25	1,11	1,10	1,18	1,33	
Mg	mg/L	0,37	0,34	0,3	0,32	0,35	0,3	0,30	0,33	0,37	
Na	mg/L	0,45	0,41	0,37	0,38	0,42	0,39	0,37	0,40	0,45	
NH ₄ -N	µg/l	1	1	1	6	1	1	1	1,8	6	
NO ₃ -N	µg/l	41	42	49	48	36	49	36	44	49	
pH		6,9	6,8	6,8	6,7	6,9	6,7	6,7	6,8	6,9	
PO ₄ -P	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Si	mg/l	1,01	0,903	0,751	0,781	0,994	0,789	1	0,9	1	
SO ₄	mg/l	1,3	1,4	1,22	1,32	1,18	1,09	1,1	1,3	1,4	
TOC	mg/l	0,44	0,34	0,34	0,36	0,38	0,37	0,3	0,4	0,4	
TOT-N	µg/l	73	51	71	70	55	68	51	65	73	
TOT-P	µg/l	0,5	2	2	2	2	1	0,5	1,6	2	
Turbiditet	FNU	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	
O ₂	mg/l						10,8				

Tabell E2.2. Vannkjemiske data fra blandprøver fra Takvatnet 2021.

Celler markert i grått er halve deteksjonsgrensen, denne verdien er benyttet til å beregne min, middel og maksverdi.

Takvatnet		Parametere fra enkeltbry 19.4.2021							
parameter	enhet	0,5m	5m	20m	50m	70m	min	middel	maks
Al	µg/l	6,1	5,6	5,6	5,7	5,4	5,4	5,7	6,1
Al/IL	µg/l	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Al/L	µg/l	2	1	0	0	0	0	0,6	2
Al/R	µg/l	7	6	5	2,5	2,5	2,5	4,6	7
Alkalitet	mmol/l	0,387	0,402	0,416	0,396	0,376	0,376	0,395	0,416
ANC	µEqv/L	449	469	470	461	462	449	462	470
Ca	mg/L	8,1	8,4	8,4	8,3	8,4	8,1	8,3	8,4
Cl	mg/L	3,71	3,43	3,45	3,42	3,39	3,39	3,48	3,71
Farge	mg Pt/l	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Fe	µg/l	3,4	2,8	3,2	3,1	3,1	2,8	3,1	3,4
K	mg/L	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Konduktivitet	mS/m	6,23	6,25	6,25	6,16	6,16	6,16	6,21	6,25
Mg	mg/L	1,04	1,05	1,07	1,06	1,06	1,04	1,06	1,07
Na	mg/L	2,21	2,08	2,1	2,05	2	2	2,09	2,21
NH ₄ -N	µg/l	6	4	1	1	1	1	2,6	6
NO ₃ -N	µg/l	43	43	46	63	74	43	54	74
pH		7,5	7,4	7,4	7,3	7,3	7,3	7,4	7,5
PO ₄ -P	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,6	1
Si	mg/l	0,37	0,38	0,39	0,42	0,51	0,37	0,41	0,51
SO ₄	mg/l	2,24	2,24	2,24	2,23	2,22	2,22	2,23	2,24
TOC	mg/l	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
TOT-N	µg/l	140	120	120	140	140	120	132	140
TOTP	µg/l	2	2	1	2	2	1	1,8	2
Turbiditet	FNU	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
O ₂	mg/l					11,6			

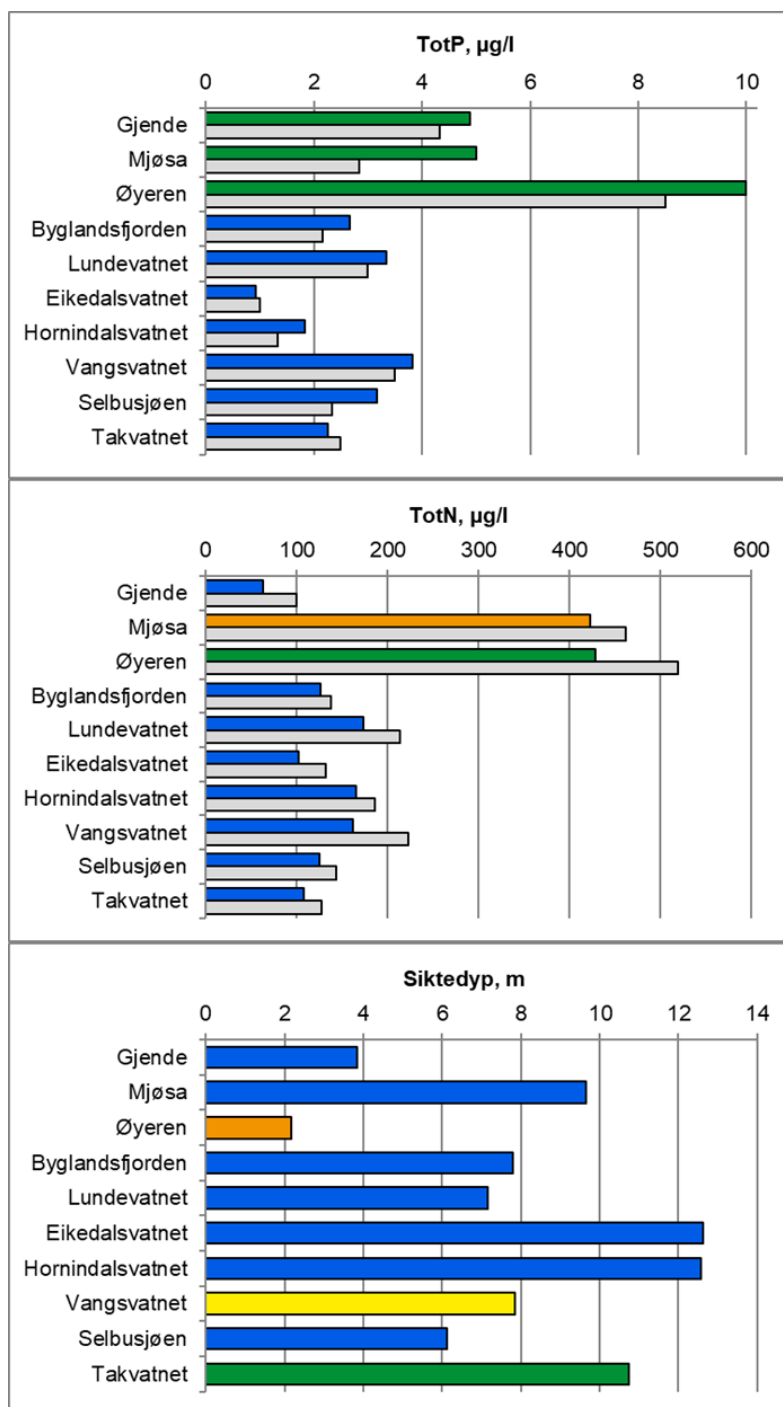
E3. Figurer og tabeller

Tabell E3.1. Datagrunnlag for klassifisering av økologiske tilstand for de fysisk-kjemiske støtteparametere fra 2020: total fosfor (Tot-P), total nitrogen (Tot-N), siktedyp, pH, ANC og labilt aluminium (L-Al).

Rådata er vist i Vedlegg E2. Kun data fra epilimnion brukes til klassifisering.

Innsjø	Epilimnion							Hypolimnion				
	Statistisk uttrykk	Tot-P µg/L	Tot-N µg/L	Siktedyp, m	pH	ANC µekv/L	L-Al µg/L	Tot-P µg/L	Tot-N µg/L	pH	ANC µekv/L	L-Al µg/L
Østlandet												
Gjende	min	5,0	54	3,0	6,7	70	0,0	4,0	63	6,7	79	0,0
	middel	6,7	63	3,8	6,7	74	0,0	4,7	100	6,8	79	0,0
	maks	8,0	79	5,0	6,8	78	0,0	6,0	150	6,9	80	0,0
Mjøsa	min	3,0	110	7,5	7,1	201	0,0	2,0	100	7,2	249	0,0
	middel	5,0	423	9,7	7,2	256	1,8	2,8	462	7,2	272	0,3
	maks	8,0	630	14,0	7,3	300	10,0	3,0	610	7,3	288	2,0
Øyeren	min	5,0	340	0,8	6,9	218	0,0	5,0	360	6,9	127	0,0
	middel	10,0	428	2,2	7,2	262	2,2	8,5	520	7,1	231	3,5
	maks	15,0	500	3,8	7,4	288	6,0	11,0	630	7,4	268	9,0
Sørlandet												
Byglandsfjorden	min	2,0	100	7,2	6,0	31	1,0	2,0	97	5,9	30	0,0
	middel	2,7	127	7,8	6,2	44	2,7	2,2	138	6,2	38	4,5
	maks	3,0	140	9,4	6,5	51	7,0	3,0	180	6,5	46	8,0
Lundevatnet	min	3,0	150	6,4	5,7	-8	0,0	2,0	160	5,5	-8	8,0
	middel	3,3	173	7,2	5,8	13	7,8	3,0	213	5,6	7	12,3
	maks	4,0	220	8,4	6,0	24	18,0	4,0	330	5,7	23	16,0
Vestlandet												
Eikedalsvatnet	min	0,5	66	8,8	6,5	38	0,0	0,5	100	6,7	37	0,0
	middel	0,9	102	12,6	6,7	66	0,8	1,0	132	6,7	67	0,0
	maks	1,0	140	15,0	6,8	87	4,0	2,0	150	6,8	79	0,0
Hornindalsvatnet	min	1,0	150	9,0	6,3	37	0,0	0,5	180	6,3	32	2,0
	middel	1,8	165	12,6	6,5	45	2,2	1,3	187	6,4	43	3,0
	maks	2,0	170	18,0	6,8	54	4,0	2,0	200	6,5	59	5,0
Vangsvatnet	min	2,0	76	5,5	6,3	43	0,0	2,0	180	6,2	42	0,0
	middel	3,8	162	7,9	6,5	49	1,7	3,5	223	6,4	52	2,5
	maks	5,0	250	10,5	6,7	58	5,0	5,0	310	6,6	58	7,0
MidtNorge												
Selbusjøen	min	3,0	84	4,8	7,0	180	1,0	2,0	120	7,0	197	1,0
	middel	3,2	125	6,1	7,1	196	2,7	2,3	143	7,1	203	2,5
	maks	4,0	160	9,0	7,2	206	5,0	3,0	170	7,2	211	4,0
Nord-Norge												
Takvatnet	min	2,0	94	9,0	7,4	427	0,0	1,0	110	7,4	428	0,0
	middel	2,3	109	10,8	7,5	435	2,3	2,5	128	7,5	436	1,0
	maks	3,0	120	12,0	7,6	454	5,0	3,0	140	7,6	450	3,0

Gjende: Tot-P verdien etter korrigering for bidraget fra brepartiklene er 4,9 µg/l for epilimnion og 4,3 µg/l i hypolimnion (se kap. 3.2)



Figur E3.1. Tilstandsklassifisering av eutrofieringsparameterne total fosfor (Tot-P), total nitrogen (Tot-N) og siktedyp i innsjøene i ØKOSTOR 2021. Søylene viser gjennomsnittsverdier, og fargen indikerer tilstandsklassen (blå er svært god, grønn er god, gul er moderat, oransje er dårlig og rød er svært dårlig økologisk tilstand). Grå søyler er hypolimnion-data. Tot-P-konsentrasjonen i Gjende er korrigert for bidraget fra brepartiklene (se kap. 3.2). Merk: Typespesifikke klassegrenser.

Tabell E3.2. Middelerverdier av total fosfor (Tot-P), orto-fosfat (PO₄) og andel PO₄ av Tot-P i innsjøene som var med i ØKOSTOR i 2021.

Innsjø	Tot-P µg/L	PO ₄ µg/L	PO ₄ /Tot-P
Østlandet			
Gjende	6,7	4,0	0,58
Mjøsa	5,0	1,3	0,28
Øyeren	10,0	3,7	0,37
Sørlandet			
Byglandsfjorden	2,7	0,6	0,22
Lundevatnet	3,3	0,8	0,24
Vestlandet			
Eikedalsvatnet	0,9	0,5	0,58
Hornindalsvatnet	1,8	0,6	0,33
Vangsvatnet	3,8	0,9	0,23
Midt-Norge			
Selbusjøen	3,2	0,6	0,18
Nord-Norge			
Takvatnet	2,3	0,5	0,23

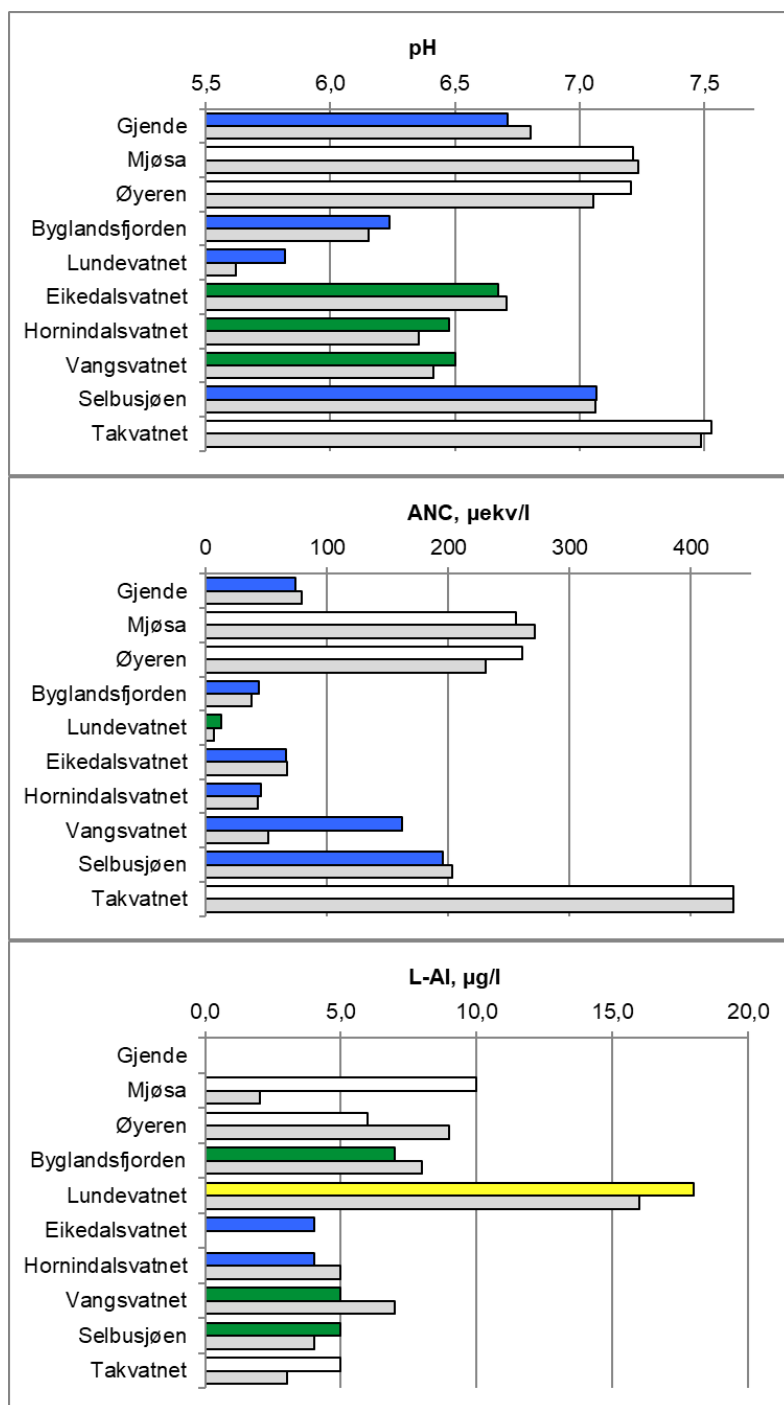
Tabell E3.3. N/P-forhold og uorganisk løst nitrogen (nitrat NO₃ og ammonium NH₄) i innsjøene som var med i ØKOSTOR i 2021. Tallene er basert på blandprøver fra 0-10m.

Innsjø	Tot-N/Tot-P, minimum	NH ₄ +NO ₃ minimum, µg/l
Østlandet		
Gjende	6,8	31,0
Mjøsa	22,0	183,0
Øyeren	32,7	211,0
Sørlandet		
Byglandsfjorden	40,0	26,0
Lundevatnet	37,5	79,0
Vestlandet		
Eikedalsvatnet	66,0	58,0
Hornindalsvatnet	75,0	91,0
Vangsvatnet	25,3	23,0
Midt-Norge		
Selbusjøen	21,0	17,0
Nord-Norge		
Takvatnet	36,7	22,0

Tabell E3.4. Økologisk tilstand for vannkjemiske eutrofieringsparametere i innsjøene som er med i ØKOSTOR i 2021.

Tallene viser normaliserte EQR verdier (nEQR) basert på gjennomsnitt for prøver fra øvre del av vannmassen (0-10m). Samlet nEQR er middelverdi av nEQR for Tot-P og siktedyp, da ingen av innsjøene tilfredsstiller kriteriene for nitrogenbegrensning (se tekst). Fargen viser tilstandsklassen: blått er svært god, grønt er god, gult er moderat, oransje er dårlig og rødt er svært dårlig.

Innsjø	Norsk vanntype	Tot-P		Tot-N		Siktedyp		Eutrofieringsparametere, samlet nEQR
		Middel-verdi	nEQR	Middel-verdi	nEQR	Middel-verdi	nEQR	
Østlandet								
Gjende	L311 (L304)	4,9	0,61	63	1,00	3,8	1,00	0,80
Mjøsa	L105b	5,0	0,73	423	0,57	9,7	1,00	0,73
Øyeren	L105a	10,0	0,64	428	0,65	2,2	0,25	0,64
Sørlandet								
Byglandsfjorden	L202d	2,7	1,00	127	1,00	7,8	1,00	1,00
Lundevatnet	L102b	3,3	0,95	173	0,93	7,2	0,82	0,89
Vestlandet								
Eikedalsvatnet	L104	0,9	1,00	102	1,00	12,6	1,00	1,00
Hornindalsvatnet	L101d	1,8	1,00	165	0,95	12,6	0,90	0,95
Vangsvatnet	L101d	3,8	0,89	162	0,96	7,9	0,59	0,74
Midt-Norge								
Selbusjøen	L105b	3,2	0,96	125	1,00	6,1	0,85	0,91
Nord-Norge								
Takvatnet	L207	2,3	1,00	109	1,00	10,8	0,76	0,88



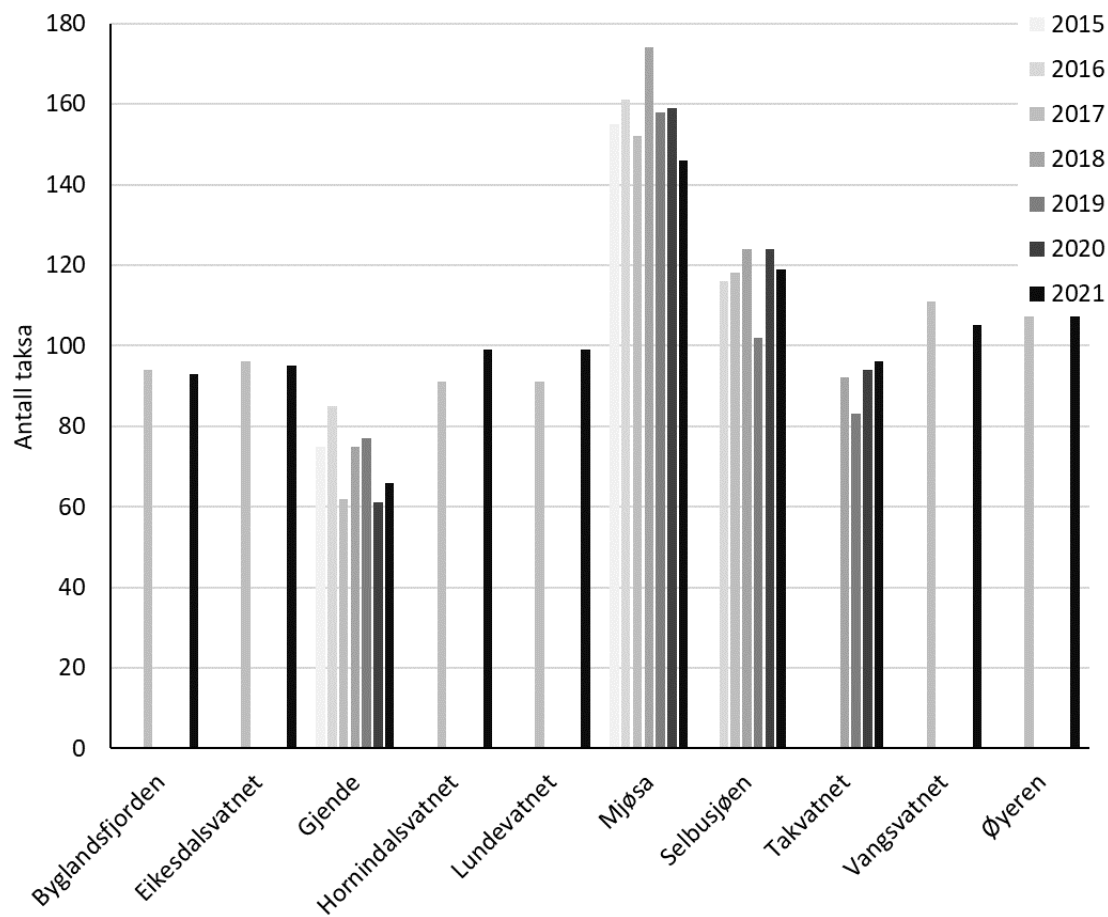
Figur E3.2 Tilstandsklassifisering av forsuringsparameterne pH, syrenøytraliserende kapasitet (ANC) og uorganisk aluminium (L-Al) for de store innsjøene som var med i ØKOSTOR i 2021. Søylen viser sesongmessig gjennomsnittsverdi for pH og ANC og maksimumsverdi for L-Al. L-Al=0 i Gjende. Fargen indikerer tilstandsklasse, se forklaring i H3.1. Hvite søyler gjelder moderat kalkrike innsjøer som ikke kan klassifiseres mht. forsuringsparameterne. Grå søyler er hypolimnion-data. Merk: typespesifikke klassegrenser.

Vedlegg F. Planteplankton

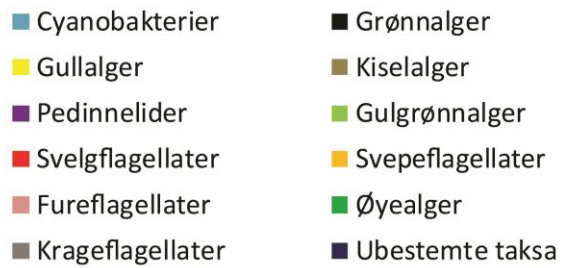
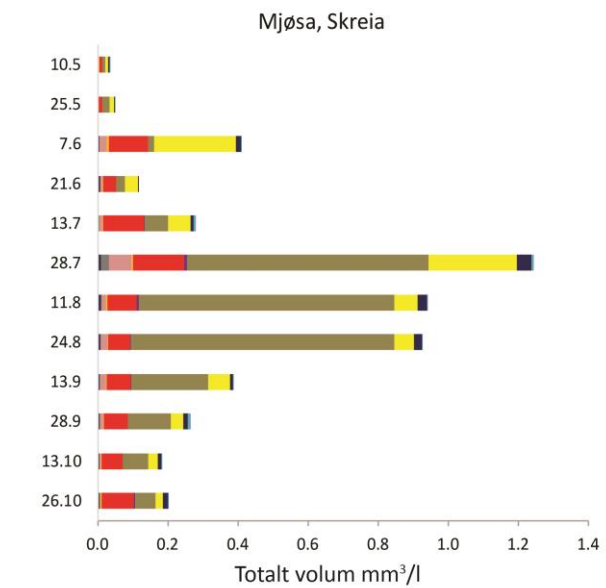
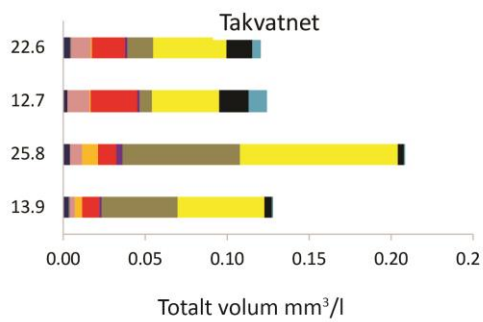
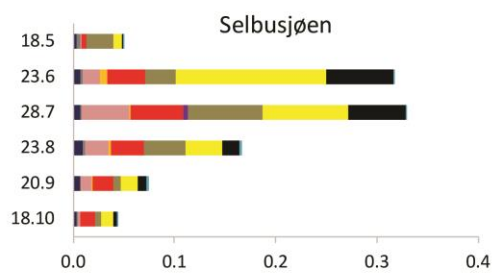
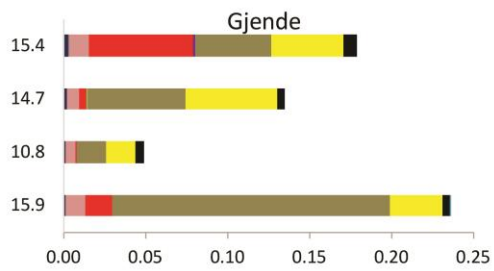
Tabell F.1. Absoluttverdier av alle parametere som er brukt i klassifiseringen av planteplankton i basisovervåkingssjøene i ØKOSTOR 2021.

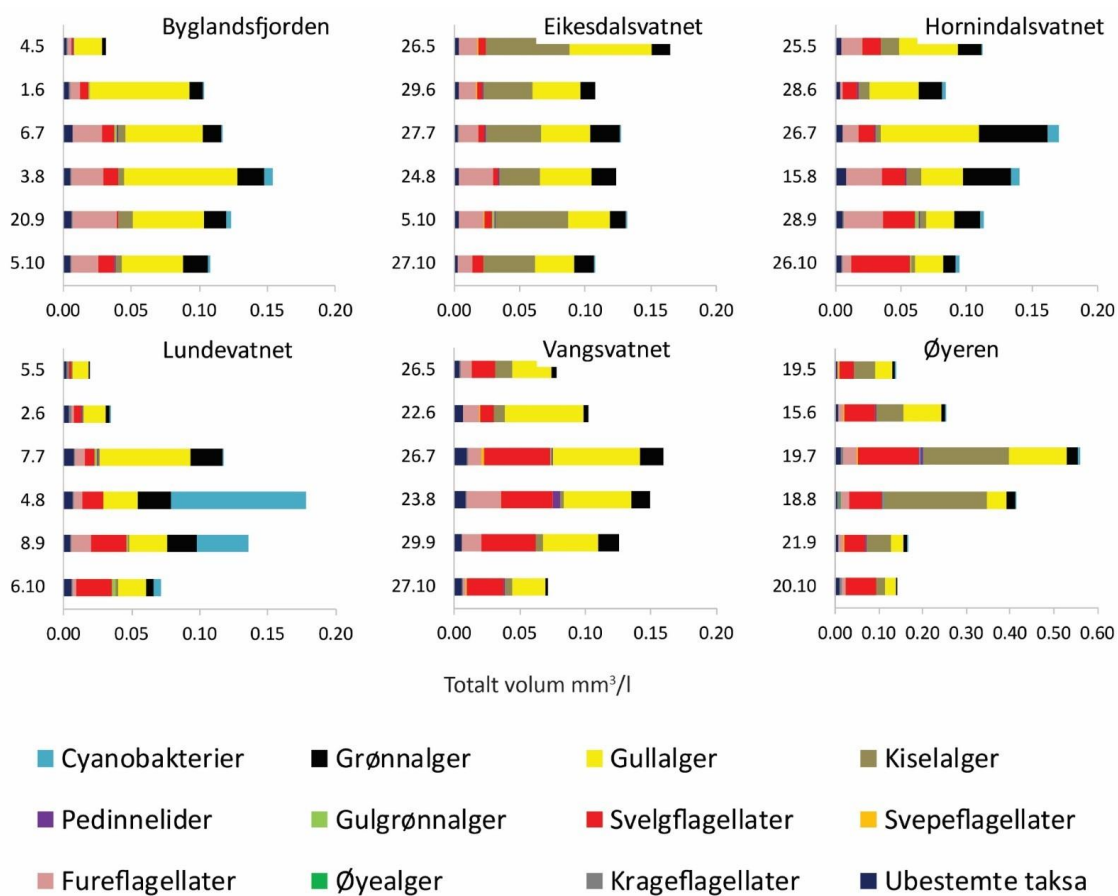
Tallene angir middelværdier gjennom sesongen av klorofyll a, totalt volum og PTI og maksverdi for totalt volum av cyanobakterier (Cyano_{max}) iht Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018), og fargen angir tilstandsklasse.

Norsk Type nr.	Innsjønavn	Klorofyll a µg/l	Totalt volum mm ³ /l	PTI	Cyano _{max} mm ³ /l
L311 (L304)	Gjende	0,85	0,14	2,07	0,00004
L105b	Mjøsa	2,31	0,50	2,18	0,007
L105a	Øyeren	3,02	0,28	2,26	0,004
L202d	Byglandsfjorden	1,32	0,11	1,97	0,006
L102b	Lundevatnet	0,92	0,09	2,01	0,099
L104	Eikesdalsvatnet	0,92	0,13	2,04	0,001
L101d	Hornindalsvatnet	1,09	0,12	1,98	0,008
L101d	Vangsvatnet	1,32	0,11	2,07	0,000
L105b	Selbusjøen	1,63	0,16	2,08	0,002
L207	Takvatnet	1,04	0,15	2,03	0,011

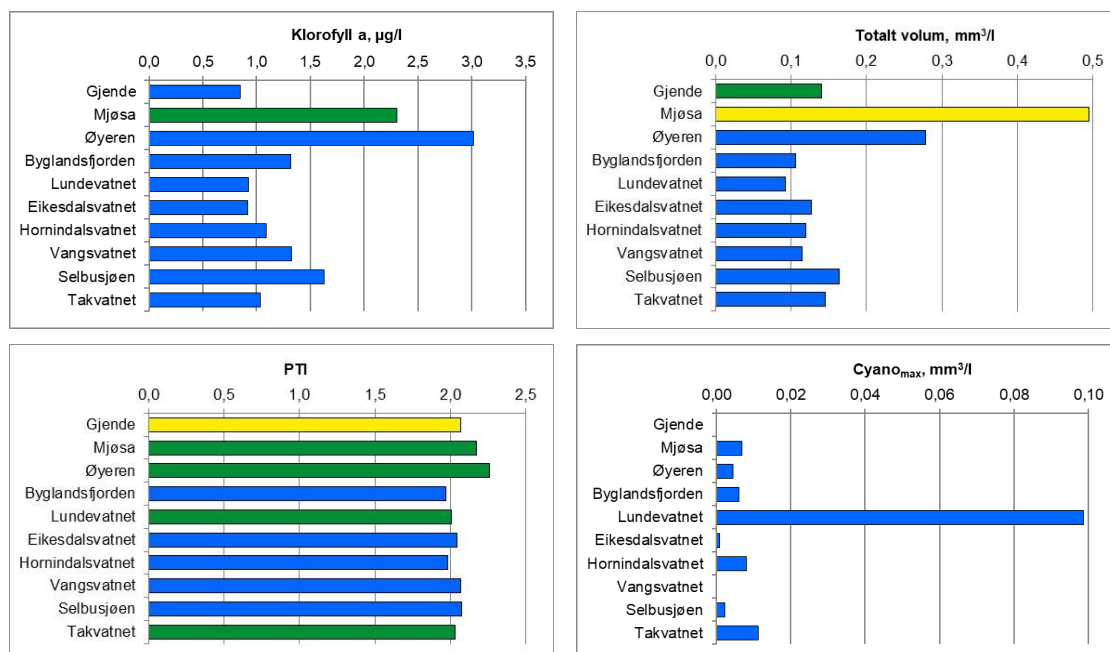


Figur F.1. Antall taksa som ble observert i innsjøene som var med i 2021-overvåkingen de årene de har vært med i ØKOSTOR. Hovedstasjonen i Mjøsa, Skreia, har flere prøver pr år enn de andre innsjøene.





Figur F.2. Kvantitativ fordeling av planteplanktonklasser oppgitt som totalt volum mm^3/l ($\approx \text{mg/l}$) gjennom vekstsesongen i alle innsjøene i ØKOSTOR 2021. Merk ulik skala på x-aksen.



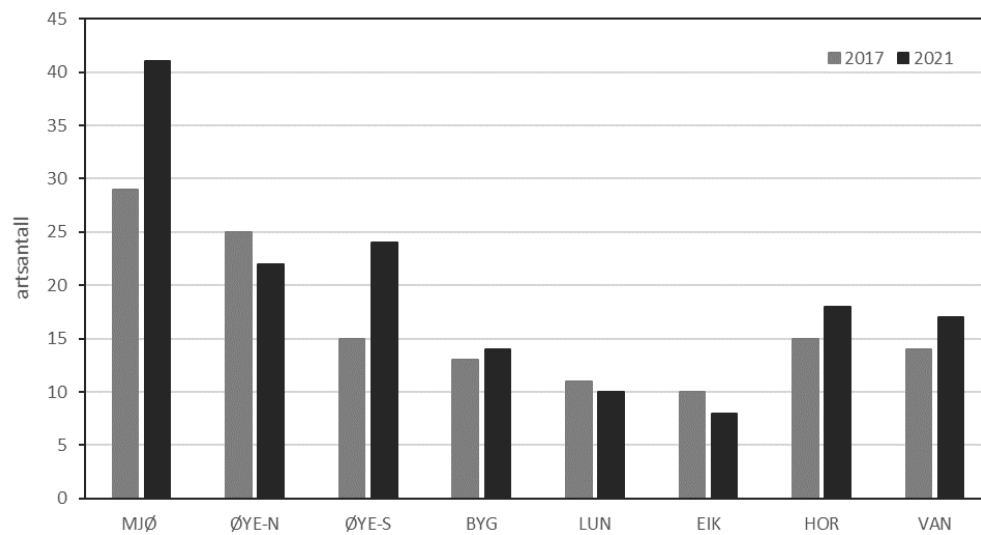
Figur F.3. Økologisk tilstandsklassifisering av klorofyll a ($\mu\text{g/l}$), totalt biovolum ($\text{mm}^3/\text{l} \approx \text{mg/l}$), trofisk indeks (PTI) og maks biomasse av cyanobakterier ($\text{Cyano}_{\text{max}}$, $\text{mm}^3/\text{l} \approx \text{mg/l}$). Tilstanden er basert på typespesifikke grenseverdier iht vanntyper vist i Tabell 3 og klassegrenser fra Klassifiseringsveilederen. Søylene viser gjennomsnittsverdier for hver innsjø, bortsett fra $\text{Cyano}_{\text{max}}$ som viser maksimumsverdien. Økologisk tilstandsklasse er angitt med farge (se Figur E3.1).

Tabell F.2. Samlet klassifisering av tilstand for planteplankton angitt som normaliserte EQR verdier (nEQR) for epilimnion (0-10m) i de store innsjøene i ØKOSTOR i 2021.

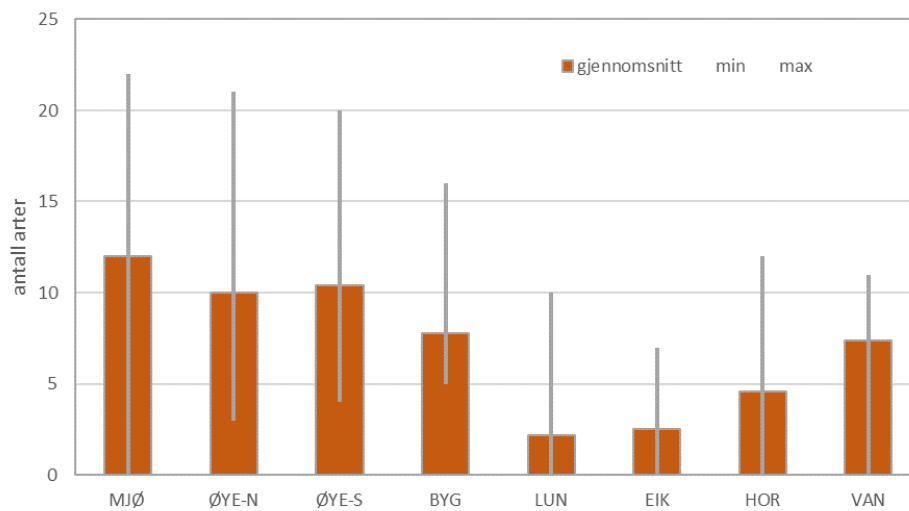
Tilstanden er basert på kombinasjon av nEQR for klorofyll a, totalt volum, PTI og Cyanomax iht Klassifiseringsveilederens figur 4.1, s.48. Blå er svært god og grønn er god tilstand

Innsjø	Norsk type	nEQR 2021
Østlandet		
Gjende	L304 (L311)	0,74
Mjøsa	L105b	0,67
Øyeren	L105a	0,79
Sørlandet		
Byglandsfjorden	L202d	0,91
Lundevatnet	L102b	0,89
Vest-Norge		
Eikesdalsvatnet	L104	0,91
Hornindalsvatnet	L101d	0,90
Vangsvatnet	L101d	0,85
Midt-Norge		
Selbusjøen	L105b	0,84
Nord-Norge		
Takvatnet	L207	0,85

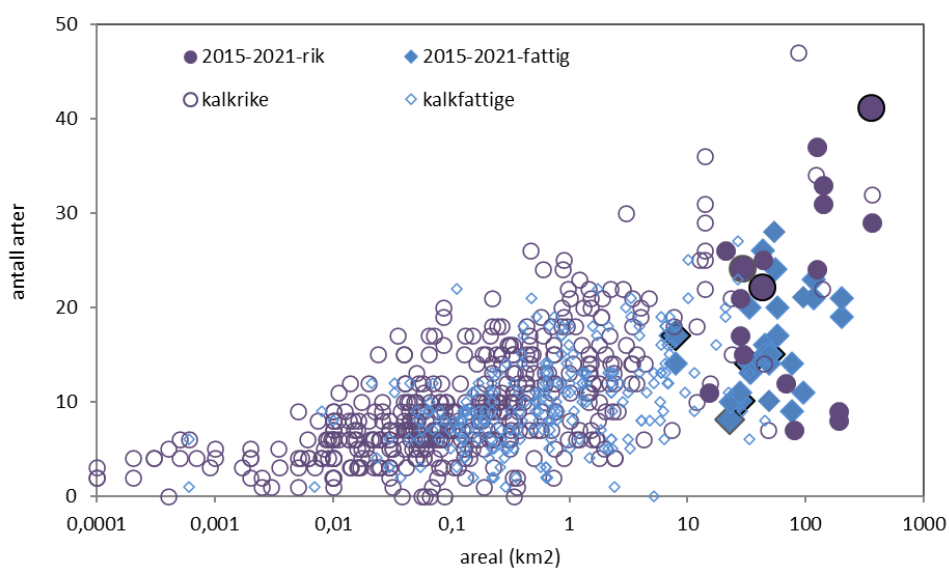
Vedlegg G. Vannplanter



Figur G.1. Artsantall for vannplanter i 2017 og 2021.



Figur G.2. Gjennomsnitt og total variasjon i artsantall mellom lokalitetene i hver innsjø.



Figur G.3. Sammenheng mellom totalt antall arter og innsjøareal for hhv. kalkfattige (typene LN-M001, -M002, -M101 og -M102) og kalkrike (typene LN-M201, -M202, -M301 og M302). Fylte lilla sirkler: kalkrike innsjøer undersøkt i ØKOSTOR 2015-2021. Fylte blåe firkanter: kalkfattige innsjøer undersøkt i ØKOSTOR i 2015-2021. Innsjøer fra 2021 er forstørret. Åpne sirkler: data fra NIVAs database.

Tabell G.1. Økologisk tilstand for vannplanter i forhold til eutrofiering (Tlc-indeks) angitt ved indeksverdi og nEQR for hver innsjø undersøkt for vannplanter i ØKOSTOR 2021.

Fargen indikerer tilstandsklassen, der grønn er svært god, blå er god og gul er moderat.

NGIG type	Norsk type	Innsjø	Tlc	nEQR
L-N-M201	L107	Mjøsa	39,0	0,65
L-N-M201	L107	Øyeren-nord	34,8	0,63
L-N-M201	L107	Øyeren-sør	32	0,61
L-N-M001	L202d	Byglandsfjorden	78,6	0,73
L-N-M001	L102b	Lundevatnet	80,0	0,74
L-N-M101	L104	Eikesdalsvatnet	100,0	1,00
L-N-M001	L101d	Hornindalsvatnet	72,2	0,69
L-N-M001	L101d	Vangsvatnet	76,5	0,72

Tabell G.2. Nedre voksegrense (m) for vannplanter i innsjøene i ØKOSTOR 2021.

Dybder for nedre grense er korrigert til medianvannstand.

Innsjø	siktedyp (m)	midlere grense <i>Isoetes lacustris</i> -bestander	absolutt nedre grense (enkeltpanter)	art ved absolutt nedre grense
Mjøsa	8,8	4,0	5,0	<i>Isoetes lacustris</i>
Øyeren-nord	-	-	-	-
Øyeren-sør	2,2	-	3,2	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>
Byglandsfjorden	7,8	4,9	5,4	<i>Isoetes lacustris</i>
Lundevatn	7,2	3,8	4,8	<i>Isoetes lacustris</i>
Eikesdalsvatn	12,6	6,3	22,5	<i>Nitella cf. opaca</i>
Hornindalsvatnet	12,6	6,5	7,4	<i>Isoetes lacustris</i>
Vangsvatnet	7,9	5,2	9,9	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>

(bestand med torvmose *Sphagnum* sp. ble funnet ned til 6,2 m i Lundevatnet, uspesifisert mose ble registrert ned til 10,7 m i Hornindalsvatnet)

Tabell G.3. Økologisk tilstand for vannplanter i forhold til vannstands-regulering (Wlc-indeks) angitt ved indeksverdi og nEQR for hver innsjø undersøkt for vannplanter i ØKOSTOR 2021.

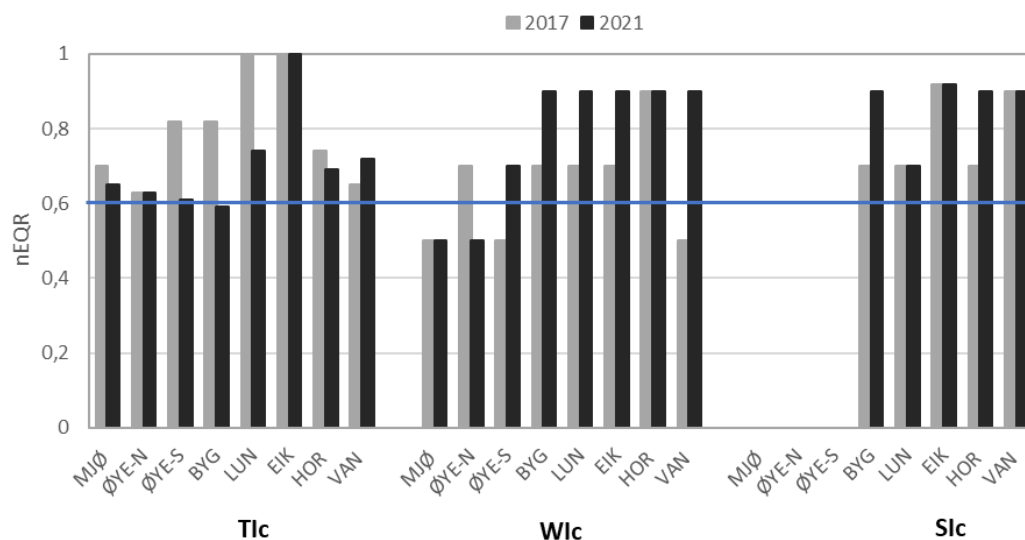
Fargen indikerer tilstandsklassen, der blå er *svært god*, grønn er *god* og gul er *moderat*.

NGIG type	Norsk type	Innsjø	Wlc	nEQR
L-N-M201	L107	Mjøsa	2,4	0,57
L-N-M201	L107	Øyeren-nord	4,3	0,58
L-N-M201	L107	Øyeren-sør	16,7	0,74
L-N-M001	L202d	Byglandsfjorden	-7,1	0,90
L-N-M001	L102b	Lundevatn	0	0,90
L-N-M101	L104	Eikesdalsvatnet	0	0,90
L-N-M001	L101d	Hornindalsvatnet	-	-
L-N-M001	L101d	Vangsvatnet	-	-

Tabell G.4. Økologisk tilstand for vannplanter i forhold til forsuring (Slc-indeks) angitt ved indeksverdi og nEQR for hver innsjø undersøkt for vannplanter i ØKOSTOR 2020.

Fargen indikerer tilstandsklassen, der blå er *svært god* og grønn er *god*

NGIG type	Norsk type	Innsjø	Slc	nEQR
L-N-M201	L107	Mjøsa	-	-
L-N-M201	L107	Øyeren-nord	-	-
L-N-M201	L107	Øyeren-sør	-	-
L-N-M001	L202d	Byglandsfjorden	-28,6	0,71
L-N-M001	L102b	Lundevatnet	-20,0	0,75
L-N-M101	L104	Eikesdalsvatnet	0	0,92
L-N-M001	L101d	Hornindalsvatnet	-11,1	0,90
L-N-M001	L101d	Vangsvatnet	23,5	0,9



Figur G.4. Endringer i nEQR-verdier for Tlc-, Wlc- og Slc-indeksene for vannplanter fra 2017-2021. Den blå horisontale linjen angir god/moderat grensen, som er miljømålet i vannforskriften for økologisk tilstand på nEQR-skalaen. Slc regnes bare ut for kalkfattige og svært kalkfattige innsjøer.

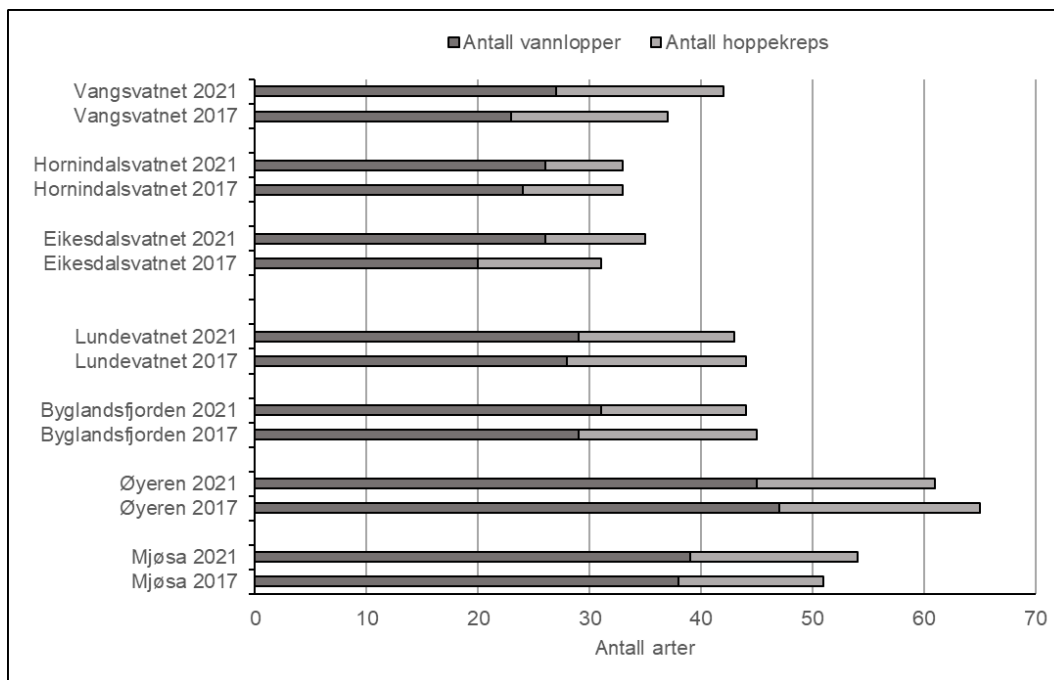
Tabell G.5. Vannvegetasjonen i ØKOSTOR-innsjøene 2021.

MJØ=Mjøsa, ØYE-N=Øyeren-nord, ØYE-S=Øyeren-sør, BYG=Byglandsfjorden, LUN=Lundevatn, EIK=Eikelandsvatn, HOR=Hornindalsvatn, VAN=Vangsvatn. Kolonnene til venstre viser sensitive (S) og tolerante (T) arter for eutrofiering (TI), forsuring (SI) og vannstandsregulering (WI). Forekomst: 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerer lokaliteten. Rødliste-status (Artsdatabanken 2021) er vist (EN=sterkt truet, VU=sårbar; NT=nær truet). FR=fremmed art.

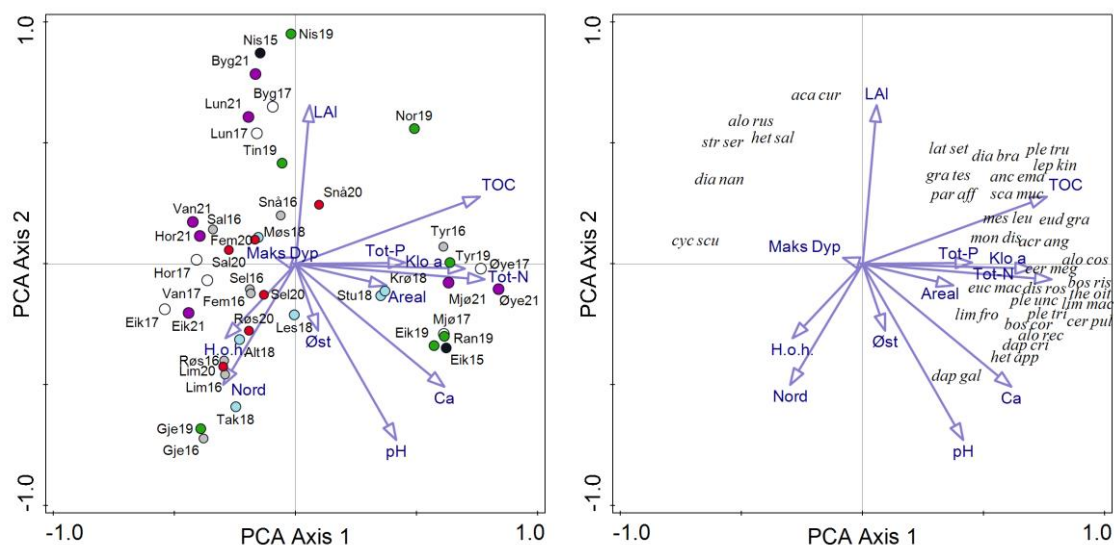
				innsjøer							
TI	WI	SI	Latinske navn	MJØ	ØYE-N	ØYE-S	BYG	LUN	EIK	HOR	VAN
			ISOETIDER								
S		S	Crassula aquatica VU	2-3	2	2					2
T		S	Elatine hexandra EN	1							2
S	S	S	Elatine hydropiper EN	2	1	2					2
S		S	Elatine orthosperma EN	2-3	2	3					
T		S	Elatine triandra EN	2	2	3					
S	T	S	Eleocharis acicularis	3	4	4				1-2	2-3
S		T	Isoetes echinospora	2-3	2-3	3	2-3	2	2	3	3
S	S	T	Isoetes lacustris	2-3			3	3	3	3-4	3-4
S		S	Limosella aquatica	1-2	2	2					
S	S	T	Littorella uniflora				2-3	2	3	3	3
S	S	T	Lobelia dortmanna				3			3	
S	T	S	Ranunculus reptans	3-4	3	4	3	2	1-2	2	3-4
S	T	T	Subularia aquatica	3	3	3	2-3		2	1-2	3-4
			ELODEIDER								
S	T	S	Callitriche hamulata	2-3			2		2	3	3
S	T		Callitriche hermaphroditica	2-3							
S	T	S	Callitriche palustris	2	1			2			3
T		S	Callitriche cf. stagnalis		1	3					
			Callitriche sp.		1	1					
			Ceratophyllum demersum		1	1					
T	S	S	Elodea canadensis FR	2-3	1						
S	T	S	Hippuris vulgaris	1-2							
S	T	T	Juncus bulbosus	1-2			4	3		2-3	2
S	S	S	Myriophyllum alterniflorum	2-3	2	3	2-3	1	3	3	3
T	S		Myriophyllum verticillatum VU	2							
	S	S	Potamogeton alpinus	1-2						1-2	
	S	S	Potamogeton berchtoldii	3-4		1					2
S		S	Potamogeton gramineus	2-3							
T	S	S	Potamogeton obtusifolius	1						1-2	
		S	Potamogeton perfoliatus	3-4	2	3					
T			Ranunculus aquatilis	2-3							
S			Ranunculus confervoides	2-3							
S	S	S	Ranunculus peltatus	2							1-2
			Ranunculus sp.		2	3-4					
S			Stuckenia filiformis	1-2							
T			Stuckenia pectinata NT	1-2							
S		T	Utricularia intermedia	2			2			1-2	
S		T	Utricularia minor	1			1	1		1-2	
S		T	Utricularia ochroleuca	2						1-2	
			Utricularia stygia				2	2			
	T	S	Utricularia vulgaris	2			2-3			1-2	
T			Zannichellia palustris VU	1-2							

TI	WI	SI	Latinske navn	innsjøer							
				MJØ	ØYE-N	ØYE-S	BYG	LUN	EIK	HOR	VAN
			NYMPHAEIDER								
T	S	S	<i>Persicharia amphibia</i>	2	2	2					
	S	S	<i>Potamogeton natans</i>		2	1				2	
	S		<i>Sagittaria sagittifolia</i>	1-2	3	3					
S	T	T	<i>Sparganium angustifolium</i>	2-3	2					1-2	1-2
S	T	S	<i>Sparganium cf. hyperboreum</i>								
T			<i>Sparganium emersum</i>	2							
			<i>Sparganium sp.</i>		1	1	2-3	1			
			LEMNIDER								
T		S	<i>Lemna minor</i>			1					
T	S	S	<i>Spirodela polyrhiza</i>			1					
			KRANSALGER								
S		S	<i>Chara braunii</i> VU	1							
S			<i>Nitella confervacea</i> EN								
			<i>Nitella flexilis</i> NT								4
S		S	<i>Nitela mucronata</i> NT	1-2							
S		S	<i>Nitella opaca</i>	2	2	2			3		
			Totalt antall arter	41	23	23	14	10	8	18	17

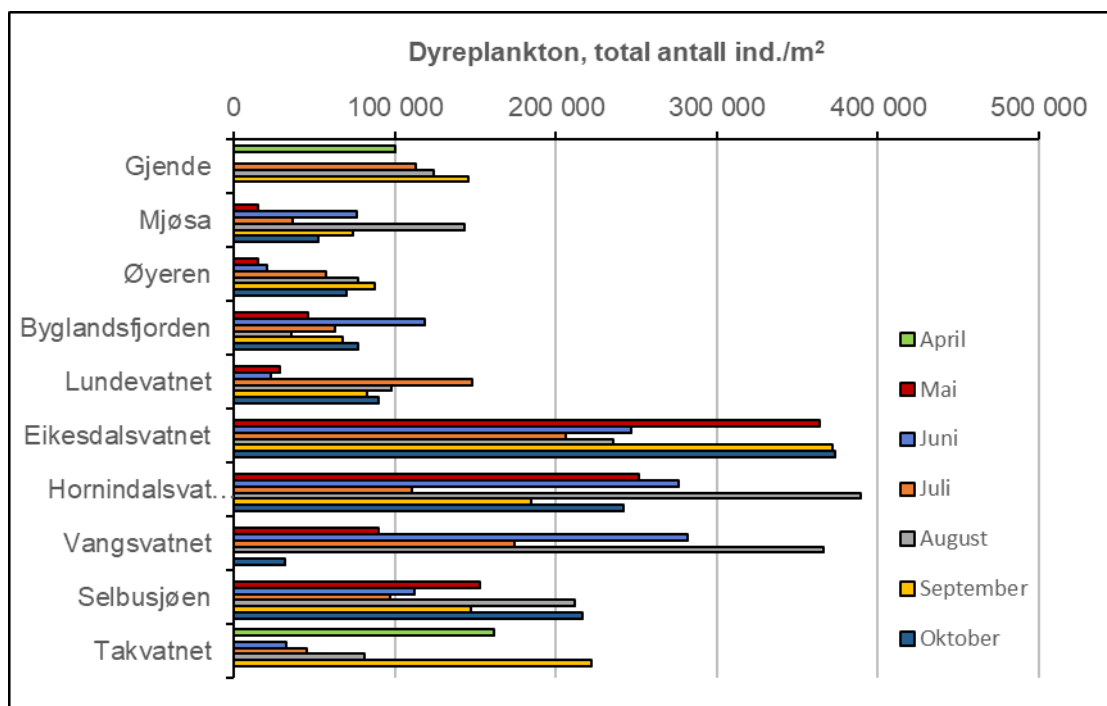
Vedlegg H. Småkreps



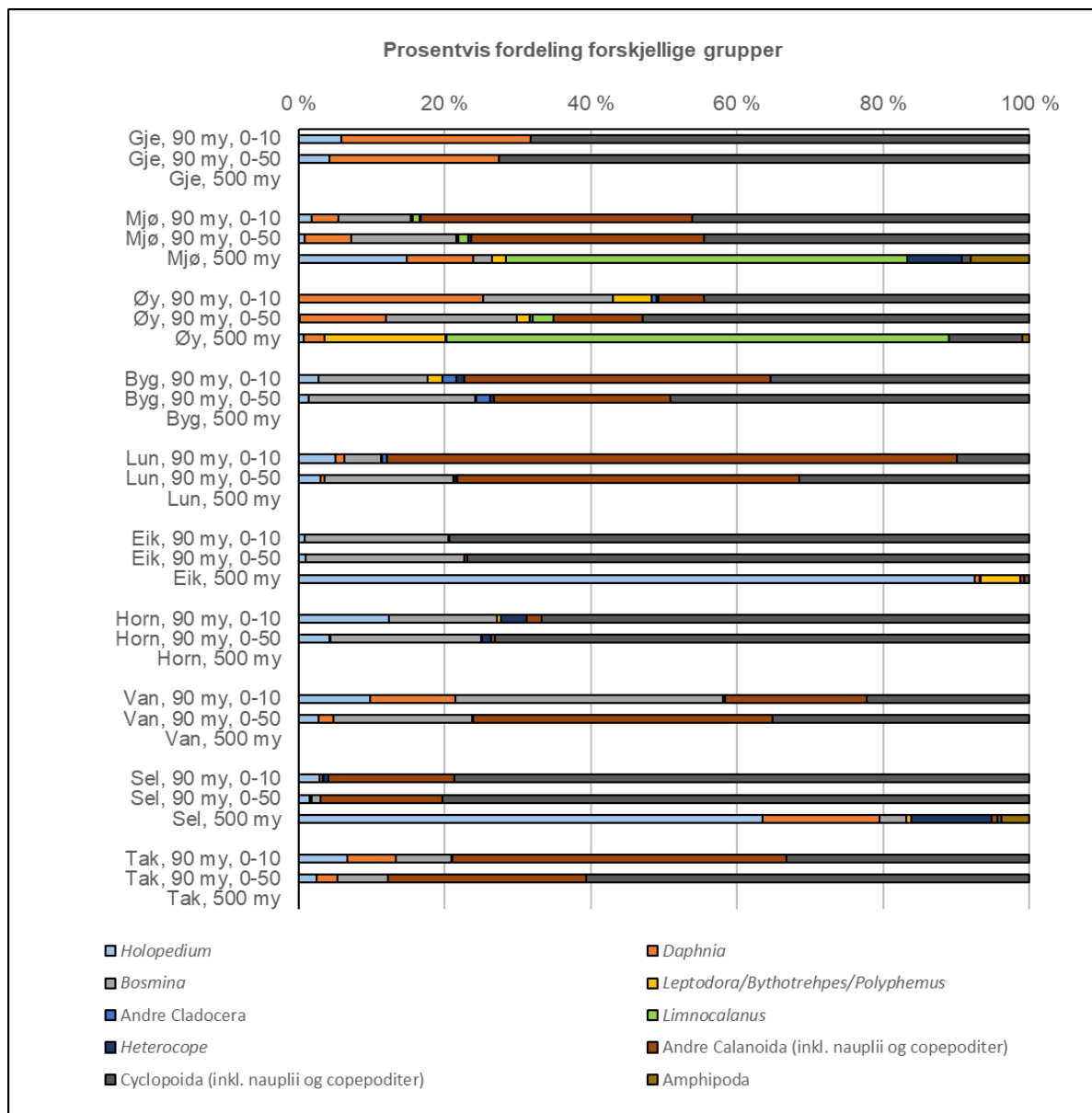
Figur H.1. Artsantall av småkreps (vannlopper *Cladocera* og hoppekreps *Copepoda*) i de undersøkte innsjøene i 2017 og 2021 der det er tatt både pelagiske og litorale prøver.



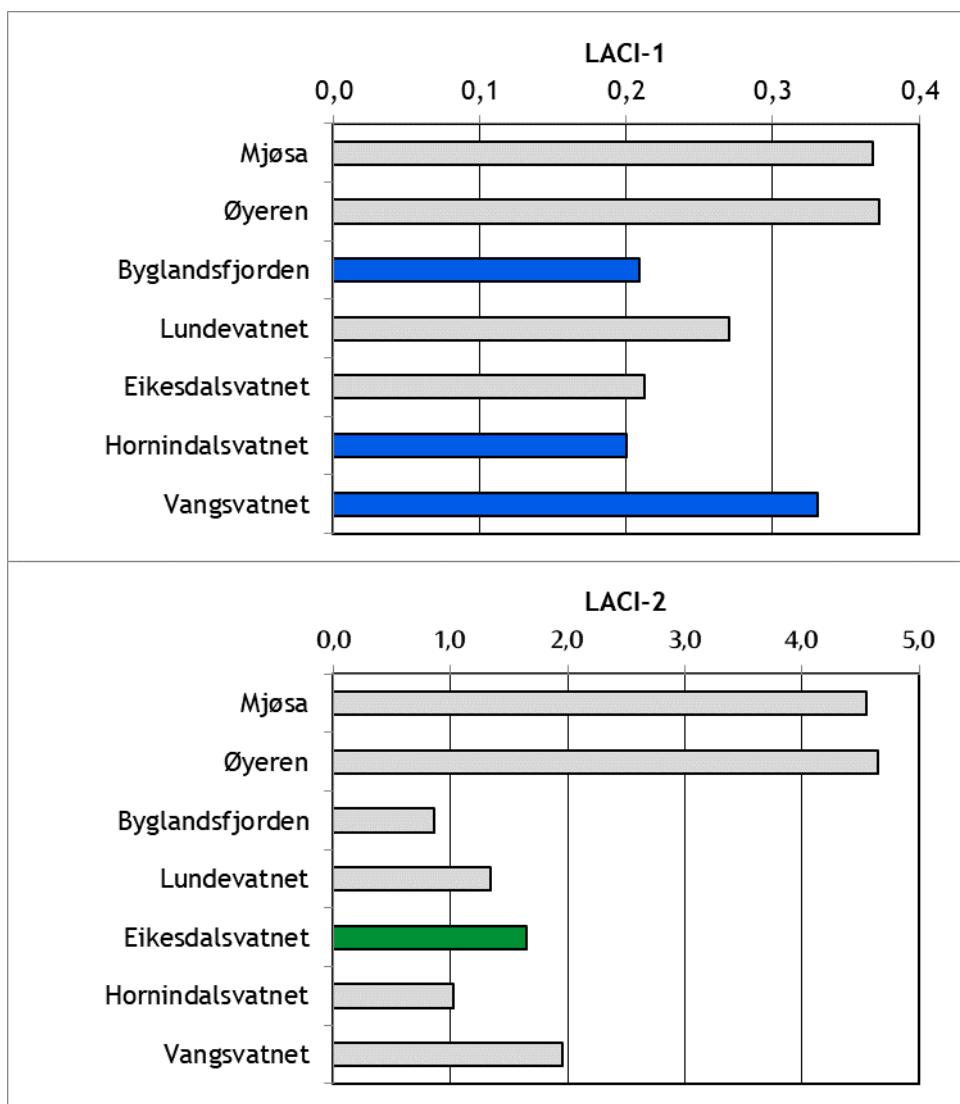
Figur H.2. PCA-plot som illustrerer likheter og forskjeller i sammensetningen av småkrepssamfunnene i ØKOSTOR-innsjøene der det er tatt både pelagiske og litorale prøver. Figuren er basert på tilstedeværelse/fravær av hver enkelt art i totalt 26 innsjøer. Øverste figur: lokalitetsplott. Svarte sirkler 2015 (Eikeren og Nisser), grå sirkler 2016 (Snåsavatn, Femunden, Røssvatn, Salvatnet, Limingen, Gjende, Selbusjøen og Tyriffjorden), hvite sirkler 2017 (Hornindalsvatnet, Eikesdalsvatnet, Vangsvatnet, Lundevatnet, Byglandsfjorden, Mjøsa og Øyeren), lyseblå sirkler 2018 (Møsvatn, Iešjåvri, Altevatnet, Takvatnet, Sturašjåvri, Krøderen), grønne sirkler 2019 (Nisser, Norsjø, Tinnsjå, Eikeren, Gjende, Randsfjorden og Tyriffjorden), røde sirkler 2020 (Femunden, Limingen, Røssvatnet, Salvatnet, Selbusjøen, Snåsavatnet), lille sirkler 2021 (Hornindalsvatnet, Eikesdalsvatnet, Vangsvatnet, Lundevatnet, Byglandsfjorden, Mjøsa og Øyeren) Nederste figur: Artsplott. Miljøvariablene høyde over havet (h.o.h.), breddegrad (Nord), lengdegrad (Øst), areal, maks dyp, labilt aluminium (LAI), pH, klorofyll (Klor a), total nitrogen (Tot-N), kalsium, total organisk karbon (TOC) og total fosfor (Tot-P) er lagt til passivt (dvs. at de ikke påvirker ordinasjonen) for å anskueliggjøre mulige forklaringsvariabler.



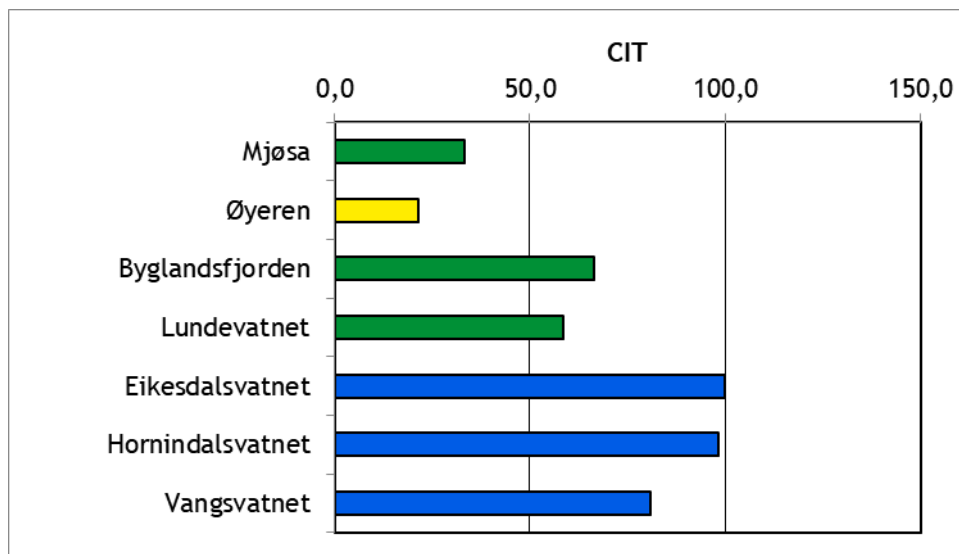
Figur H.3. Tettheten av krepsdyrplankton, angitt som antall individer pr. m² i prøvene tatt med 90 µm håv fra 0-50 m dyp på ulike tidspunkt i 2021. Dette er ikke et eksakt mål for tettheten av krepsdyrplankton i innsjøene, men gir likevel et inntrykk av variasjon i mengden dyr innen og mellom sjøer.



Figur H.4. Relativ fordeling av hovedgrupper av krepsdyrplankton i tre prøvetyper fra de undersøkte innsjøene i 2021.



Figur H.5. Økologisk tilstand for småkreps (litorale prøver) mht. forsurening i ØKOSTOR-innsjøer undersøkt i 2021. Øverst: LACI-1 (Lake Acidification Crustacean Index 1), nederst: LACI-2 (Lake Acidification Crustacean Index 2). Fargen som angir tilstandsklassen (se figurtekst til Figur E3.1) er fastsatt med basis i typespesifikke klassegrenser (jf. Klassifiseringsveilederen). Grå farge: mangler klassegrenser for denne typen. Merk: Øyeren er representert med 5 stasjoner i Øyeren-nord og 5 stasjoner i Øyeren-sør. Byglandsfjorden er representert med 6 stasjoner i Byglandsfjorden og 4 stasjoner i Åraksfjorden (se også kap. 4.4 og 4.5 og kart i Vedlegg C).



Figur H.6. Økologisk tilstand for litorale småkreps mht. eutrofiering (CIT-indeks) i ØKOSTOR-innsjøer undersøkt i 2021. Fargen som angir tilstandsklassen (se figurtekst til Figur E3.1) er fastsatt ut fra typespesifikke klassegrenser presentert i Tabell I1-2 i Lyche Solheim mfl. (2021). For ytterligere informasjon, se Figur H.5.

Tabell H.1. Småkreps – indeksverdier

Krepsdyrindekser (forsuring: LACI-1 og LACI-2; eutrofiering: CIT) beregnet for litorale stasjoner basert på aggregerte artslister i 2021; den enkelte stasjon er representert med arter registret i prøver fra to ulike substrater og tre prøvetakingsdatoer. NB1. Klassifiseringssystemet for småkreps er basert på at både litorale og pelagiske prøver ligger til grunn for beregning av forsuringindeksene. Her er klassifiseringssystemet brukt på litorale prøver alene, men se kap. 3.1.3 i Lyche Solheim mfl. (2021). NB2. CIT-indeksen er utviklet i april 2020, og ble brukt første gang ifm. rapporteringen av ØKOSTOR undersøkelsene fra 2019 (Lyche Solheim mfl. 2020). Indeksen er så langt heller ikke inkludert i det nasjonale klassifiseringssystemet.

Innsjø	Stasjon	LACI-1	LACI-2	CIT	Innsjø	Stasjon	LACI-1	LACI-2	CIT
Mjøsa	1	0,31	2,713	37,50	Lundevatnet	1	0,26	1,532	62,50
Mjøsa	2	0,43	5,547	35,71	Lundevatnet	2	0,25	1,179	55,56
Mjøsa	3	0,33	4,147	33,33	Lundevatnet	3	0,25	1,272	60,00
Mjøsa	4	0,42	5,075	26,67	Lundevatnet	4	0,30	1,477	62,50
Mjøsa	5	0,39	6,344	37,50	Lundevatnet	5	0,31	1,704	66,67
Mjøsa	6	0,29	3,110	36,36	Lundevatnet	6	0,25	1,305	50,00
Mjøsa	7	0,40	3,698	30,77	Lundevatnet	7	0,26	1,094	55,56
Mjøsa	8	0,39	6,576	38,46	Lundevatnet	8	0,28	1,191	55,56
Mjøsa	9	0,32	3,365	25,00					
Mjøsa	10	0,39	4,932	30,77	Eikesdalsvatnet	1	0,24	1,298	100,00
					Eikesdalsvatnet	2	0,15	1,842	100,00
Øyeren	1	0,42	4,940	20,00	Eikesdalsvatnet	3	0,25	2,421	100,00
Øyeren	2	0,41	7,161	21,43	Eikesdalsvatnet	4	0,28	1,974	100,00
Øyeren	3	0,36	3,513	26,67	Eikesdalsvatnet	5	0,22	2,193	100,00
Øyeren	4	0,29	3,525	20,00	Eikesdalsvatnet	6	0,08	1,211	100,00
Øyeren	5	0,46	4,015	15,38	Eikesdalsvatnet	7	0,29	1,421	100,00
Øyeren	6	0,36	5,309	25,00	Eikesdalsvatnet	8	0,19	0,854	100,00
Øyeren	7	0,39	6,409	25,00					
Øyeren	8	0,33	3,425	16,67	Hornindalsvatnet	1	0,21	0,986	100,00
Øyeren	9	0,38	5,564	20,00	Hornindalsvatnet	2	0,22	1,133	100,00
Øyeren	10	0,31	2,582	23,08	Hornindalsvatnet	3	0,16	0,690	100,00
					Hornindalsvatnet	4	0,17	1,088	100,00
Byglandsfjorden	1	0,19	0,952	75,00	Hornindalsvatnet	5	0,19	0,754	83,33
Byglandsfjorden	2	0,17	0,804	66,67	Hornindalsvatnet	6	0,23	1,234	100,00
Byglandsfjorden	3	0,22	1,092	77,78	Hornindalsvatnet	7	0,21	1,380	100,00
Byglandsfjorden	4	0,29	0,978	50,00	Hornindalsvatnet	8	0,27	1,300	100,00
Byglandsfjorden	5	0,28	1,009	60,00	Hornindalsvatnet	9	0,20	1,000	100,00
Byglandsfjorden	6	0,19	0,714	57,14	Hornindalsvatnet	10	0,15	0,700	100,00
Byglandsfjorden	7	0,18	0,631	66,67					
Byglandsfjorden	8	0,19	0,794	75,00	Vangsvatnet	1	0,31	1,673	83,33
Byglandsfjorden	9	0,19	0,781	75,00	Vangsvatnet	2	0,33	1,994	83,33
Byglandsfjorden	10	0,20	0,884	62,50	Vangsvatnet	3	0,37	2,900	80,00
					Vangsvatnet	4	0,36	1,731	75,00
					Vangsvatnet	5	0,28	1,483	83,33

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

Besøksadresse Trondheim:
Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

Besøksadresse Oslo:
Grensesvingen 7, 0661 Oslo



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