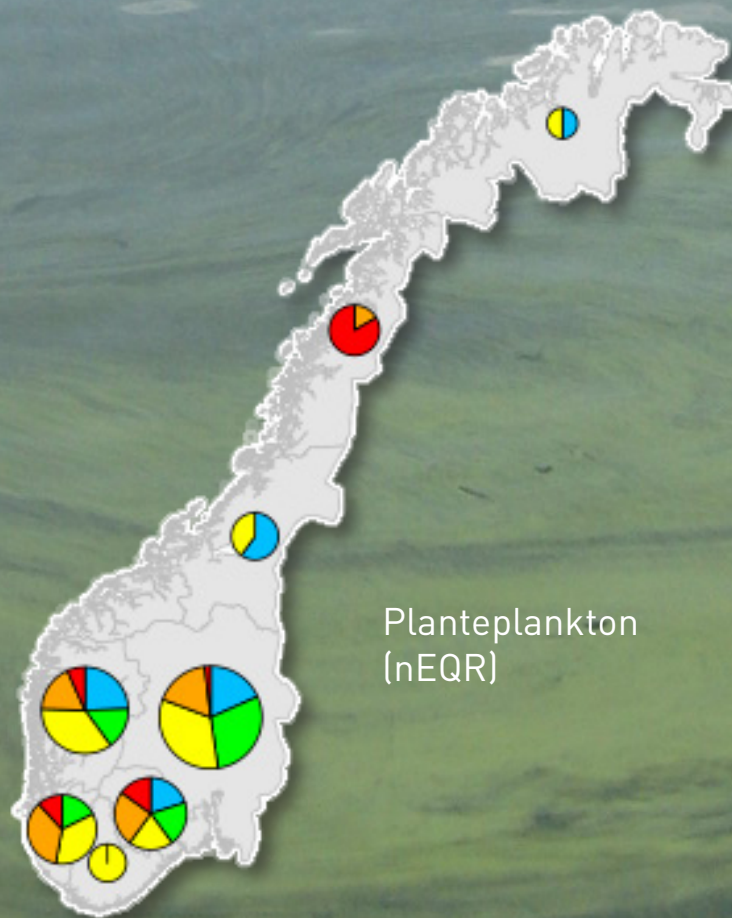


# Eutrofiering av norske innsjøer

## Tilstand og trender



**Hovedkontor**

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

**NIVA Region Sør**

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

**NIVA Region Innlandet**

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

**NIVA Region Vest**

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

**NIVA Danmark**

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

Internett: [www.niva.no](http://www.niva.no)

|   |                            |                        |
|---|----------------------------|------------------------|
| Tittel<br>Eutrofiering av norske innsjøer. Tilstand og trender.   | Løpenummer<br>7744-2022    | Dato<br>15.06.2022     |
| Forfatter(e)<br>Anne Lyche Solheim, Sigrid Haande, Benno Dillinger, Jonas Persson, Birger Skjelbred, Marit Mjelde | Fagområde<br>Eutrofiering  | Distribusjon<br>Åpen   |
|   | Geografisk område<br>Norge | Sider<br>182 + vedlegg |

|  |   |
|--|---|
| Oppdragsgiver(e)<br>Miljødirektoratet                  | Oppdragsreferanse<br>20047068           |
| Oppdragsgivers utgivelse:<br>Miljødirektoratet rapport | Utgitt av NIVA<br>Prosjektnummer 200274 |

|   |
|---|
| <p>Sammendrag</p> <p>Datasett for eutrofieringsrelevante parametere er tilgjengelig i Vannmiljø for 366 innsjøer, som har total fosfor i god eller dårligere tilstand og minst én biologisk parameter for minst ett år i perioden 2009-2020. Den økologiske tilstanden er moderat, dårlig eller svært dårlig i ca. halvparten av disse. Oppblomstringer av giftige cyanobakterier eller andre problemalger er vanlige i flere av disse innsjøene. Utviklingstrender er analysert for klorofyll og total fosfor i 125 innsjøer som har minst fire års data etter 2008. De fleste av disse innsjøene viser ingen trender. 24 innsjøer har stigende trend for én eller begge parameterne, det vil si forverring, mens 36 har avtagende trend, det vil si forbedring for én eller begge parameterne. De fleste av innsjøene med forbedring for klorofyll er i Vannområdene Morsa, Haldenvassdraget og Jæren, der avløps- og jordbrukstiltak har vært gjennomført over lang tid. Klimaendringer kan forverre situasjonen og kreve mer omfattende tiltak for å nå miljømålet.</p> |
|---|

|  |   |
|--|---|
| <p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Eutrofiering</li> <li>Innsjøer</li> <li>Tilstand og trender</li> <li>Norge</li> </ol> | <p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Eutrophication</li> <li>Lakes</li> <li>Status and trends</li> <li>Norway</li> </ol> |
|--|---|

Denne rapporten er kvalitetssikret i henhold til. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

*Anne Lyche Solheim*  
Prosjektleder/Hovedforfatter

*Jan-Erik Thrane*  
Kvalitetssikrer

*Laurence Carvalho*  
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7480-6  
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

# **Eutrofiering av norske innsjøer**

## **Tilstand og trender**

# Forord

NIVA har utarbeidet denne rapporten på oppdrag fra Miljødirektoratet.

Arbeidet med rapporten har foregått fra oktober 2020 til mai 2022.

Arbeidsfordelingen i NIVA's prosjektgruppe har vært:

- Anne Lyche Solheim: Prosjektleder og førsteforfatter, kvalitetssikring av data og resultater
- Sigrid Haande: Kvalitetssikring og supplering av datasett og skriving av deler av rapporten
- Benno Dillinger: Utarbeiding av automatiserte rutiner for databearbeiding og produksjon av resultater om tilstand, kart, tidsserier og trender for alle vannområder med data
- Jonas Persson: Videre bearbeiding av figurer og tabeller om tilstand og trender og sammenstillinger på tvers av vannområder og vannregioner
- Birger Skjelbred: Sjekking og supplering av planteplankton-data, samt innspill til rapportutkast
- Marit Mjelde: Sjekking og supplering av vannplante-data, samt innspill til rapporten.

Jan-Erik Thrane, NIVA, takkes for trendanalyser av langtidsseriene for Mjøsa og for god kvalitetssikring av rapporten. Laurence Carvalho, forskningsleder i NIVA, takkes for kvalitetssikring av det engelske sammendraget.

Vi takker Dag Rosland i Miljødirektoratet for leveranser av datasett fra Vannmiljø for hver vannregion. Vi vil også få takke Helga Gunnarsdottir og Jon Lasse Bratli, begge Miljødirektoratet, for konstruktive kommentarer til metodikken og utkast til rapporten og for øvrig god kommunikasjon i løpet av prosjektperioden.

Oslo, 15.06.2022

*Anne Lyche Solheim,  
Sjefsforsker i NIVA*

---

# Innholdsfortegnelse

|  |            |
|--|------------|
| <b>Sammendrag</b> .....  | <b>6</b>   |
| <b>Summary</b> .....   | <b>10</b>  |
| <b>1 Innledning</b> .....  | <b>14</b>  |
| 1.1 Bakgrunn .....   | 14         |
| 1.2 Formål .....   | 15         |
| <b>2 Metode</b> .....  | <b>15</b>  |
| 2.1 Datasett.....  | 15         |
| 2.2 Databearbeiding og analyse .....   | 15         |
| 2.2.1 Datafiltrering og aggregering .....                                      | 15         |
| 2.2.2 Data-analyse av tilstand og trender .....                                | 16         |
| 2.3 Usikkerhet.....  | 17         |
| <b>3 Vannregion Innlandet og Viken</b> .....                                   | <b>18</b>  |
| 3.1 Dagens tilstand i vannregionen .....                                       | 18         |
| 3.2 Trender for klorofyll og total fosfor .....                                | 20         |
| 3.3 Oppsummering av tilstand og trender for hele vannregionen.....             | 24         |
| 3.4 Resultater fra vannområder med mange eutrofierte innsjøer.....             | 24         |
| 3.4.1 Vannområde Randsfjorden .....  | 25         |
| 3.4.2 Vannområde Mjøsa .....   | 36         |
| 3.4.3 Vannområde Glomma .....  | 43         |
| 3.4.4 Vannområde Glomma Sør .....  | 47         |
| 3.4.5 Haldenvassdraget .....   | 53         |
| 3.4.6 Vannområde Morsa.....  | 59         |
| 3.4.7 Vannområde PURA (Bunnefjorden med Årungen- og<br>Gjersjøvassdraget ..... | 66         |
| 3.4.8 Vannområde Indre Oslofjord Vest.....                                     | 74         |
| 3.4.9 Vannområde Eikeren .....   | 81         |
| <b>4 Vannregion Vestfold og Telemark</b> .....                                 | <b>87</b>  |
| 4.1 Dagens tilstand i vannregionen .....                                       | 87         |
| 4.2 Trender for klorofyll og total fosfor .....                                | 89         |
| 4.3 Oppsummering av tilstand og trender for hele vannregionen.....             | 92         |
| 4.4 Resultater fra vannområder med mange eutrofierte innsjøer.....             | 92         |
| 4.4.1 Vannområde Aulivassdraget .....  | 93         |
| 4.4.2 Vannområde Horten-Larvik.....  | 98         |
| 4.4.3 Vannområde Numedalslågen .....   | 103        |
| <b>5 Vannregion Agder</b> .....  | <b>108</b> |
| 5.1 Dagens tilstand i vannregionen .....                                       | 108        |
| 5.2 Trender for klorofyll og total fosfor .....                                | 109        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| <b>6</b>  | <b>Vannregion Rogaland .....</b>  | <b>113</b> |
| 6.1       | Dagens tilstand i vannregionen .....  | 113        |
| 6.2       | Trender for klorofyll og total fosfor .....                                     | 115        |
| 6.3       | Oppsummering av tilstand og trender for hele vannregionen.....                  | 118        |
| 6.4       | Resultater fra vannområder med mange eutrofierte innsjøer.....                  | 118        |
| 6.4.1     | Vannområde Jæren .....  | 118        |
| 6.4.2     | Vannområde Ryfylke .....  | 125        |
| <b>7</b>  | <b>Vannregion Vestland .....</b>  | <b>128</b> |
| 7.1       | Dagens tilstand i vannregionen .....  | 128        |
| 7.2       | Trender for klorofyll og total fosfor .....                                     | 130        |
| 7.3       | Oppsummering av tilstand og trender for hele vannregionen.....                  | 132        |
| 7.4       | Resultater fra vannområder med mange eutrofierte innsjøer.....                  | 132        |
| 7.4.1     | Vannområde Nordhordland .....   | 133        |
| 7.4.2     | Vannområde Sunnhordland .....   | 135        |
| 7.4.3     | Vannområde Vest.....  | 137        |
| 7.4.4     | Vannområde Voss-Osterfjorden.....   | 143        |
| <b>8</b>  | <b>Vannregion Møre og Romsdal .....</b>   | <b>146</b> |
| 8.1       | Dagens tilstand i vannregionen .....  | 146        |
| 8.2       | Trender for klorofyll og total fosfor .....                                     | 147        |
| <b>9</b>  | <b>Vannregion Trøndelag .....</b>   | <b>150</b> |
| 9.1       | Dagens tilstand i vannregionen .....  | 150        |
| 9.2       | Trender for klorofyll og total fosfor .....                                     | 157        |
| 9.3       | Oppsummering av resultater for vannregion Trøndelag.....                        | 158        |
| <b>10</b> | <b>Vannregion Nordland .....</b>  | <b>158</b> |
| 10.1      | Dagens tilstand i vannregionen .....  | 158        |
| 10.2      | Trender for klorofyll og total fosfor .....                                     | 162        |
| 10.3      | Oppsummering av resultater for vannregion Nordland.....                         | 162        |
| <b>11</b> | <b>Vannregion Troms og Finnmark .....</b>                                       | <b>162</b> |
| 11.1      | Dagens tilstand i vannregionen .....  | 162        |
| 11.2      | Trender for klorofyll og total fosfor .....                                     | 167        |
| 11.3      | Oppsummering av resultater for vannregion Troms og Finnmark.....                | 167        |
| <b>12</b> | <b>Nasjonal oppsummering .....</b>  | <b>168</b> |
| 12.1      | Tilstand.....   | 168        |
| 12.2      | Innsjøer med mye cyanobakterier.....  | 172        |
| 12.3      | Trender .....   | 173        |
| 12.4      | Oppsummering og anbefalinger .....  | 177        |
| <b>13</b> | <b>Referanser.....</b>  | <b>179</b> |
|           | <b>Vedlegg A. Absoluttverdier og tilstandsklasse for alle parameterne .....</b> | <b>183</b> |
|           | <b>Vedlegg B. Trender.....</b>  | <b>194</b> |

# Sammendrag

## Bakgrunn og formål

Utslipp av næringsalter fra jordbruk og avløp er viktige kilder til eutrofiering av norske innsjøer. Omfang og utvikling av eutrofiering har ikke vært vurdert på nasjonalt nivå siden 2008. Nyere overvåkingsdata kan tyde på at utviklingen er bekymringsfull. Klimaendringer ser ut til å bidra til en forverring av eutrofieringsproblemer både i Norge, Europa og globalt med økt risiko for oppblomstring av giftige alger (primært cyanobakterier). Miljødirektoratet har derfor igangsatt denne undersøkelsen, som skal bidra til å synliggjøre omfanget og utviklingen av eutrofiering både på nasjonalt nivå og i ulike vannregioner og vannområder. Resultatene skal kunne brukes til å peke ut områder hvor det særlig må arbeides med å redusere tilførselene.

## Materiale og metoder

Datasettet som er brukt er hovedsakelig hentet fra den nasjonale Vannmiljø-databasen, men er sjekket og supplert med data fra NIVAs databaser for planteplankton og vannplanter, samt næringsalter. Følgende parametere er inkludert: total fosfor (Tot-P), total nitrogen (Tot-N), klorofyll *a*, maksimum biomasse av cyanobakterier (Cyanomaks), samlet tilstand for planteplankton og trofi-indeks for vannplanter. Rådata for hver stasjon og dato i Vannmiljø har blitt aggregert til årsverdier for hver parameter og hver vannforekomst før klassifisering av tilstand for perioden 2009–2020. Dette tidsintervallet er valgt fordi mange innsjøer har data kun for noen få av disse årene, samt fordi det representerer tiden etter at vandirektivet ble innført i Norge.

Klassifiseringen er gjort for hver vannforekomst ved hjelp av grenseverdier for hver parameter for den aktuelle vanntypen i henhold til Klassifiseringsveilederen. All databearbeiding og analyse er automatisert og utført ved bruk av statistikk-programmet R. Både inngangsdata og resultater fra de automatiske analysene er kvalitetssikret av prosjektteamet.

Innsjøer som er i svært god tilstand for Tot-P er utelatt fra videre analyser fordi disse anses å være tilnærmet upåvirket av eutrofiering. Innsjøer i god tilstand for Tot-P er inkludert fordi de kan være i fare for forverring til moderat eller dårligere tilstand dersom tilførselene øker. Innsjøer uten biologiske data er også utelatt, da slike mangler hindrer vurdering av eutrofieringseffekter.

Årsverdiene er også brukt til visualisering av tidsserier og statistisk analyse av trender for hver innsjø med minst fire års data for klorofyll og Tot-P i perioden 2009-2020. Trendanalyse er ikke gjort for de andre parameterne som er brukt i tilstandsklassifiseringen, da svært få innsjøer har minst fire års data for disse parameterne (cyanobakterier, samlet tilstand for planteplankton og trofi-indeks for vannplanter). Trendanalyser er gjort separat for første og siste del av tidsseriene, dvs. før og etter 2008, for å se om tilstanden har blitt bedre siden innføringen av vannforskriften i Norge. Mange av innsjøene har kun data etter 2008, noe som trolig skyldes mer overvåking etter innføringen av vannforskriften i Norge. Vi skiller mellom signifikante trender ( $p < 0.05$ ), svakt (borderline) signifikante trender ( $p = 0.05-0.20$ ) og ikke signifikante ( $p > 0.20$ ), det vil si ingen trend. Trendene er ofte usikre på grunn av få år med data og/eller svake («borderline») trender.

Data som rapporteres til Vannmiljø, samt automatiske beregninger som gjøres i Vannmiljø må kvalitetssikres bedre for å fjerne feil.

### **Økologisk tilstand**

Resultater for økologisk tilstand er vist for ca. 360 innsjøer for Tot-P, Tot-N og klorofyll, 182 innsjøer for cyanobakterier, 221 innsjøer for samlet tilstand for planteplankton og 94 innsjøer for vannplanter.

Resultatene for næringssaltene viser at total fosfor er i moderat eller dårligere tilstand i 193 innsjøer (53% av totalt antall innsjøer) og når dermed ikke miljømålet om god tilstand i henhold til vannforskriften. For total nitrogen er 148 innsjøer (41%) i moderat eller dårligere tilstand. Nitrogenbegrensning av planteplanktonet er vurdert som sannsynlig eller mulig i 105 innsjøer, som utgjør 55% av de innsjøene som er i moderat eller dårligere tilstand for næringsalter, klorofyll og/eller flere av de biologiske parameterne. Tiltak mot både fosfor og nitrogen er derfor viktige i disse innsjøene og vil også bidra til å beskytte kystområder nedstrøms, der nitrogen ofte er begrensende faktor for algevekst.

Moderat eller dårligere tilstand ble funnet i 119 innsjøer for planteplankton. Dette utgjør 54% av innsjøene med planteplanktondata. Oppblomstringer av cyanobakterier gir moderat eller dårlig tilstand for maksimumbiomasse (Cyanomaks) i 30 innsjøer (16%). I 13 av disse er det svært dårlig tilstand for cyanobakterier med maksimumbiomasse over 5 mg/l, og innsjøene egner seg ikke til hverken drikkevann eller badevann. Mange innsjøer overvåkes ikke for cyanobakterier til tross for at de har moderat eller dårligere tilstand for klorofyll. Oppblomstringer av cyanobakterier kan derfor være mer utbredt. Klorofyll har bedre tilstandsklasse enn planteplankton nEQR i 80 innsjøer, og verre tilstandsklasse i bare 18 innsjøer. Klorofyll kan derfor underestimere eutrofieringseffekter på planteplankton. Artssammensetning av planteplankton bør derfor inkluderes i overvåkingen for å sikre et riktigere bilde av eutrofieringseffekter og gi et bedre beslutningsgrunnlag for vurdering av tiltak.

For vannplanter er 45 innsjøer i moderat eller dårligere tilstand på grunn av eutrofiering. Dette utgjør (44%) av de totalt 94 innsjøene med relevante data. Vannplanter fanger opp effekter i strandsonen, som kan være mer påvirket av næringsalter enn de frie vannmassene, særlig i store innsjøer.

De fleste eutrofierte innsjøene befinner seg i vannregionene Innlandet/Viken, Vestfold og Telemark (primært Vestfold), Rogaland og Vestland. Disse innsjøene er primært påvirket av jordbruksavrenning og spredt avløp, samt noe lekkasjer og overløp fra kommunalt avløp i henhold til informasjon i Vannnett. I de fleste vannregionene (også inkludert Møre og Romsdal, Trøndelag, Nordland, Troms og Finnmark) er middels–stor påvirkning av disse forurensningskildene rapportert i atskillig flere innsjøer enn de som er inkludert i denne rapporten. Dette kan tyde på at eutrofiering kan forekomme i flere innsjøer enn de som i dag overvåkes med hensyn til eutrofieringseffekter.

I store innsjøer kan algeoppblomstringer forekomme i strandsonen og gi badeforbud, selv om overvåkingsdata fra målestasjoner langt fra land ikke viser dette, som f.eks. i Mjøsa i 2019 og 2021. Overvåkingen av store innsjøer bør derfor revurderes slik at strandnære målestasjoner blir inkludert i årene framover.



### Utviklingstrender

Trender for total fosfor og klorofyll er analysert for 125 (34%) av de 366 innsjøene som har resultater for økologisk tilstand fra minimum fire år etter 2008. 67 av disse viser ingen signifikant trend, det vil si verken forbedring eller forverring. Ingen andre biologiske parametere hadde nok data for trendanalyser.

Forverring (stigende trend) er funnet i henholdsvis 12 (klorofyll) og 14 (Tot-P) innsjøer i følgende vannområder: Pura, Indre Oslofjord Vest, Randsfjorden, samt enkeltsjøer i Mjøsa, Aulivassdraget, Horten-Larvik, Numedalslågen. Gjennomføring av mer omfattende tiltak vil være nødvendig for å snu denne utviklingen.

Forbedring (avtagende trend) er funnet i henholdsvis 22 (klorofyll) og 19 (Tot-P) innsjøer i følgende vannområder: Haldenvassdraget, Morsa, Jæren, samt enkeltsjøer i Pura, Glomma-Sør, Indre Oslofjord Vest, Mjøsa, Tyrifjorden og Vest (Bergensområdet i vannregion Vestland). Måltrettet gjennomføring av tiltak mot avrenning av næringsalter i både Haldenvassdraget, Morsa og på Jæren er den mest sannsynlige forklaringen på disse forbedringene.

Trendanalysene gir usikre resultater i 96 av de 125 innsjøene på grunn av få år med data etter 2008 (4-9 år) og/eller svake («borderline») trender. Data fra minst 10 år etter 2008 var kun tilgjengelig fra 29 innsjøer, og kun 25 innsjøer viste klart signifikante trender.

Mange av innsjøene med trender for total fosfor og/eller klorofyll har kun signifikant trend for den ene parameteren og noen få innsjøer har motsatte trender for de to parameterne. Årsakene til slike utviklingstrender er sammensatt og omfatter trolig en rekke limnologiske forhold, inkludert morfometri og hydrologi, samt interaksjoner i næringskjeden. Konkurransforhold mellom planteplankton og vannplanter, særlig i små, grunne innsjøer, tetthet av fiskebestander som påvirker dyreplankton og dermed beitingen av planteplankton, og mulig nitrogenbegrensning kan også bidra til å forklare slike utviklingstrender. Svært eutrofe forhold kan også være en årsak, da fosfor kan frigjøres fra sedimentene (intern gjødsling) og motvirke effekter av tiltak som reduserer de eksterne fosfortilførselene. I slike innsjøer vil omfattende tiltak være nødvendige for å få næringsaltene ned til et nivå der de blir begrensende for algeveksten.

Klimaendringer kan øke eutrofieringsproblemer i mange innsjøer og vil kreve mer omfattende tiltak for å motvirke forverring av den økologiske tilstanden og unngå alvorlige algeoppblomstringer. Varmere vann gir økt algevekst og kan også øke fosfor-utlekking fra sedimentene, særlig i grunne eutrofe innsjøer. På den annen side kan mer humus gi mindre algevekst og andre dominante arter på grunn av dårligere lysforhold. Styrregnepisoder kan gi økt fosfortilførsel, men vil også øke gjennomstrømningen. Nettoeffekten på planteplanktonet er avhengig av innsjøtype, gjennomstrømningshastighet og eutrofieringsnivå. Verifisering av mulige forklaringer vil kreve et sikrere datagrunnlag med lengre tidsserier for de fleste av disse innsjøene, samt studier av effekter av kortvarige ekstremisituasjoner, inkludert tørke og styrtregn om sommeren.

### **Oppsummering og anbefalinger**

Eutrofiering er en viktig påvirkning som hindrer oppnåelse av miljømålet om god økologisk tilstand i minimum 200 norske innsjøer. De fleste av disse ligger på Østlandet, samt i vannregionene Rogaland og Vestland. Mange flere innsjøer rapporteres å være middels-sterkt påvirket av jordbruksavrenning og/eller avløp, men overvåkes ikke for klorofyll a eller andre biologiske parametere og er dermed ikke med i denne undersøkelsen. Flere eutrofierte innsjøer kan derfor finnes i Norge enn det som rapporteres her.

Alvorlige oppblomstringer av potensielt giftige cyanobakterier er rapportert i ca. 30 innsjøer, men kan forekomme i langt flere. Klimaendringer ser ut til å øke risikoen for slike oppblomstringer. Artssammensetning for planteplankton bør overvåkes i flere eutrofierte innsjøer, da klorofyll a ofte gir bedre tilstand enn planteplankton total sett og dermed underestimerer eutrofi-effekter.

Strandsonen bør overvåkes mer systematisk i store innsjøer, da stasjoner langt fra land ser ut til å underestimere eutrofieringsproblemene. Overvåking i strandsonen bør omfatte både vannplanter og planteplankton.

Overvåkingsfrekvensen må økes i mange innsjøer for å muliggjøre trendanalyser som kan si noe om tiltaksbehov, samt om effekter av gjennomførte tiltak.

Avstanden er stor mellom dagens tilstand og miljømålet om god økologisk tilstand i mange av innsjøene. Klimaendringer vil dessuten kunne forverre eutrofieringsproblemer og motvirke effekter av tiltak. Mer omfattende tiltak mot tilførsler av næringsalter er derfor nødvendige i både avløps- og jordbrukssektoren for å nå miljømålet om god økologisk tilstand og unngå skadelige algeoppblomstringer i norske innsjøer. Særlig viktige tiltak som vil bedre tilstanden er utbedringer på avløpsanlegg i spredt bebyggelse, redusert gjødsling i jordbruket og tiltak mot jorderosjon og avrenning av næringsalter fra åpen åker. Naturbaserte løsninger inkludert restaurering av kantsoner med busker og trær bør inngå i tiltakspakkene i jordbruket.

# Summary

Title: Eutrophication of Norwegian lakes. Status and trends.

Year: 2022

Authors: Anne Lyche Solheim, Sigrid Haande, Benno Dillinger, Jonas Persson, Birger Skjelbred, Marit Mjelde

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7480-6

## **Background and objective**

Agriculture and urban wastewater are important sources of nutrients that cause eutrophication of lakes. The extent and development of lake eutrophication in Norway has not been assessed at the national level since 2008. Recent monitoring data indicate that trends are going in the wrong direction. Climate change appears to contribute to a worsening of eutrophication problems both in Norway, Europe and globally with an increased risk of toxic algal blooms (primarily cyanobacteria). The Norwegian Environment Agency has, therefore, initiated this review, which will help to highlight the status and trends of eutrophication in lakes both at the national level and in different river basin districts and local river basins. The results should allow identification of areas where further efforts are needed to reduce nutrient emissions.

## **Material and Methods**

The dataset used was mainly extracted from the national *Vannmiljø* database but was checked and supplemented with data from NIVA's databases for phytoplankton and macrophytes, as well as nutrients. The following parameters are included: total phosphorus (Tot-P), total nitrogen (Tot-N), chlorophyll a, maximum biomass of cyanobacteria (Cyanomax), overall status of phytoplankton given as normalized ecological quality ratio (nEQR) and trophic index of macrophytes, also given as normalized EQR values. Raw data for each station and date in the national database has been aggregated to annual values for each parameter and waterbody before classifying the mean status for the period 2009–2020. This time interval has been chosen because many lakes have data for only a few of these years, and it also represents the time after the adoption of the WFD in Norway in 2008.

The status classification is made for each waterbody using class boundaries for each parameter for the relevant lake type according to the Norwegian Classification Guidance. All data processing and analysis is automated and performed using the statistics program R. Both input data and results from the automatic analyses are quality assured by the project team.

Lakes that are in high status for Tot-P are excluded from further analyses because they are assumed to be virtually unaffected by eutrophication. Lakes in good status for Tot-P are included because they may be at risk of deterioration to moderate or worse status if nutrient loads increase. Lakes without biological data are also excluded, as such gaps prevent assessment of eutrophication impacts.

The annual values are also used for visualization of time series and statistical analysis of trends for each lake with at least four years of data for chlorophyll and Tot-P in the period 2009-2020. Trend analysis

is not done for the other parameters, as very few lakes have at least four years of data for cyanobacteria, the overall status of phytoplankton and the trophic index of macrophytes.

Trend analyses have been done separately for the first and last part of the time series, i.e. before 2009 and after 2008, to investigate if status has improved since the adoption of the WFD in Norway. Many lakes only have data after 2008, because more monitoring was carried out after WFD adoption. We distinguish between significant trends ( $p < 0.05$ ), weakly or borderline significant trends ( $p = 0.05-0.20$ ) and no trend ( $p > 0.20$ ). The trends are often uncertain due to few years of data and/or weak trends.

The data reported to the national *Vannmiljø* database, and the procedures applied in that database to automatically calculate EQR values, highlighted a need for better quality assurance to remove errors.

### **Ecological status**

Results for ecological status are shown for about 360 lakes for Tot-P, Tot-N and chlorophyll, 182 lakes for cyanobacteria, 221 lakes for the overall status of phytoplankton and 94 lakes for macrophytes.

The results for the nutrients show the following: For total phosphorus, 193 lakes (53%) are in moderate or worse status and thus do not reach the WFD objective of good status. For total nitrogen, 148 lakes (41%) are in moderate or worse status. Nitrogen limitation of phytoplankton is likely in 105 lakes (55%) of the lakes that are in moderate or worse status for nutrients, chlorophyll and/or more of the biological parameters. Thus, measures against both nutrients are important in these lakes and will also help protect coastal waters downstream, where nitrogen is often a limiting factor for algal growth.

Moderate or worse status was found in 125 lakes for chlorophyll and 119 lakes for overall status for phytoplankton. This corresponds to about 35% of the lakes with chlorophyll data, but about half of the lakes for phytoplankton overall status. Cyanobacterial blooms cause moderate or worse status based on maximum biomass (Cyanomax) in 30 lakes (16%). In 13 of these, the cyanobacteria indicate bad status having maximum biomass above 5 mg/l, which is not suitable for either drinking water or bathing water, nor for irrigation of crops. Many lakes are not monitored for cyanobacteria despite having a moderate or worse status for chlorophyll. Therefore, cyanobacterial blooms may be more widespread than indicated in this dataset. Chlorophyll has a better status class than phytoplankton nEQR in 80 lakes, and worse status class in just 18 lakes. Chlorophyll concentrations may, therefore, underestimate eutrophication effects on phytoplankton. The species composition of phytoplankton should, therefore, be included in the monitoring to ensure a more accurate assessment of effects and provide a better basis for management decisions on appropriate measures.

For macrophytes, 45 lakes are in moderate or worse status due to eutrophication. This makes up about half (48%) of the total 94 lakes with relevant data. Macrophytes capture eutrophication effects in near-shore waters, where nutrient levels can be higher than in the pelagic zone, especially in large lakes.

Most of the enriched lakes are found in the river basin districts Innlandet/Viken, Vestfold and Telemark (primarily Vestfold), Rogaland and Vestland. These lakes are affected by agricultural runoff and wastewater from scattered dwellings, as well as leaks and overflows from municipal wastewater

according to information in the national WFD database Vann-nett. In most of the regions (including also Møre og Romsdal, Trøndelag, Nordland, Troms and Finnmark), medium–large pressures from these pollution sources are reported from far more lakes than those included in this report. This may indicate that eutrophication is likely to occur in more lakes than those currently monitored.

In large lakes, algal blooms can occur in the nearshore waters and result in bathing bans, even if monitoring data from offshore stations do not show any blooms, such as in lake Mjøsa in 2019 and 2021. The monitoring programs for large lakes should, therefore, be redesigned to include nearshore monitoring stations in the coming years, using a mix of conventional and innovative methods, such as the smartphone app Bloomin' Algae, which involves the public in reporting potentially harmful algal blooms (citizen science) both in nearshore areas of large lakes, as well as in smaller lakes.

### **Time trends**

Trends in total phosphorus and chlorophyll have been analyzed for 125 (34%) of the 366 lakes that have results for ecological status from at least four years after 2008. No significant trends were found in 67 lakes. No other biological parameters had enough data for trend analysis.

Deterioration (upward trend) was found in 12 (chlorophyll) and 14 (Tot-P) lakes in the following local river basins: Pura river basin, Indre Oslofjord Vest, Randsfjorden river basin, as well as individual lakes in the Mjøsa river basin, Auli river basin, Horten-Larvik and Numedalslågen river basins. More comprehensive measures to reduce nutrient emissions are needed to reverse this development.

Improvement (downward trend) was found in 22 (chlorophyll) and 19 (Tot-P) lakes in the following local river basins: Halden river basin, Morsa, Jæren, as well as individual lakes in Pura, Glomma-Sør, Indre Oslofjord Vest, Mjøsa, Tyrifjorden and Vest (the Bergen area). Targeted implementation of nutrient reduction measures in both the Halden, Morsa and Jæren river basins is the most likely explanation for these improvements.

The uncertainty of the trends is high in 96 of these 125 lakes due to few years with data available after 2008 (4-9 years) and/or weak (borderline) trends. Data for at 10 or more years after 2008 was only available from 29 lakes, and only 25 lakes showed clearly significant trends.

Many of the lakes with trends for total phosphorus and/or chlorophyll have only significant trends for one parameter and a few lakes have opposite trends for the two parameters. The causes of such trends are complex and vary depending on different limnological conditions, including morphology and hydrology, as well as food web interactions. Competitive relationships between phytoplankton and macrophytes, especially in small shallow lakes, density of fish stocks that affect zooplankton and thus the grazing of phytoplankton, and possible nitrogen limitation can also help explain such trend patterns. Very eutrophic conditions can also be a cause, as phosphorus can be released from the sediments (internal fertilization) and counteract the effects of measures that reduce the external phosphorus loads. In such lakes, extensive measures will be necessary to bring nutrient concentrations down to a level where they become limiting to algal growth.

Climate change can exacerbate eutrophication problems in many lakes and will require more extensive nutrient reduction measures to counteract deterioration of ecological status and avoid severe algal blooms. Warmer water is likely to increase algal growth, as well as phosphorus release from littoral sediments, especially in shallow eutrophic lakes. On the other hand, increase in humic substances can result in less algal growth and a change of dominant species due to poorer underwater light conditions. Extreme rain events can either increase or decrease the risk of harmful algal blooms depending on external and internal phosphorus loads, lake type, retention time and level of eutrophication. Verification of possible explanations will require better data quality and quantity providing longer time series, and studies of the impacts of short-term climate extremes such as droughts or summer storms.

### **Synopsis and recommendations**

Eutrophication is an important impact that prevents the achievement of the good ecological status objective in at least 200 Norwegian lakes. Most of these are found in Eastern Norway, as well as in the river basin districts of Rogaland and Vestland in Western Norway. Many more lakes are reported to be medium-heavily affected by agricultural runoff and/or urban wastewater but are not monitored for chlorophyll a or other biological parameters and are, therefore, not included in this study. More enriched lakes are, therefore, likely to be found in Norway than those reported here.

Severe blooms of potentially toxic cyanobacteria have been reported in about 30 lakes but are likely to occur in far more. Data from Norway and across Europe indicate that climate change increases the risk of such blooms, particularly in warmer summers. Species composition of phytoplankton should be monitored in several enriched lakes, as chlorophyll often indicates a better status than the overall status of phytoplankton and thus may underestimate the eutrophication effects.

The nearshore areas of large lakes should be monitored more systematically, as stations far from shore can underestimate the problems of algal blooms, with potentially hazardous shoreline accumulations (scums) of cyanobacteria developing even when their biomass appear low in deeper, open water. Monitoring in the nearshore areas should include both macrophytes and phytoplankton and could include new innovations to involve the public in monitoring cyanobacterial hazards.

The frequency of monitoring must be increased in many lakes to enable trend analyses needed to plan nutrient reduction measures, as well as to assess the effects of implemented measures.

The distance to the WFD good ecological status target is large in many of the lakes. Climate change may further reduce status and counteract the effects of nutrient reduction measures. More comprehensive measures to reduce nutrient loads are, therefore, necessary in both the wastewater and agricultural sectors to achieve the good ecological status objective and avoid harmful algal blooms in Norwegian lakes. The most effective measures to reduce nutrient loads to lakes are needed to improve wastewater treatment from scattered dwellings, reduce fertilization in agriculture in areas with high nutrient content and increase measures against soil erosion and nutrient runoff from agricultural fields, including reduced autumn tillage. Nature-based solutions including restoration of riparian zones with shrubs and trees should be included in the programme of measures for the agricultural sector.

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Overvåkingen av eutrofieringstilstanden i innsjøer i Norge har hovedsakelig foregått på regionalt og lokalt nivå siden det nasjonale programmet for innsjøer ble nedlagt i 2001 (Faafeng, 1999, Oredalen og Faafeng 2001). Den siste nasjonale utredningen av eutrofiering i norske innsjøer ble gjort i 2008 (Lyche Solheim & Moe 2008). Nyere data fra enkelte innsjøer tyder på at den økologiske tilstanden med hensyn til eutrofiering ikke har blitt bedre (Skarbøvik m.fl. 2021, Stabell mfl. 2021). En mulig forverring og/eller økning i antall eutrofe innsjøer bekreftes også av Miljødirektoratets sammenligning av data fra Vannmiljø i 2014 og 2018 (Internt notat). Oppblomstringen av cyanobakterier i strandsonen i Mjøsa både i 2019 og i 2021 resulterte i stengte badestrender og viser at eutrofieringsproblemene ikke er løst (Lyche Solheim m.fl. 2020, Thrane mfl. 2022, samt medieoppslag <sup>1</sup>).

De viktigste kildene til eutrofi i ferskvann er arealavrenning av næringsstoffer, partikler og organisk materiale fra åpen åker (korn, oljevekster og radkulturer) og husdyrbruk (grasarealer), separate avløpsanlegg som ikke tilfredsstillere rensekravene, samt lekkasjer og overløp fra ledningsnett og restutslipp fra kommunale avløpsanlegg.

Klimaendringer ser ut til å bidra til en forverring av eutrofieringsproblemer i innsjøer både i Norge, Europa og globalt (Ho et al. 2019). Økt frekvens og intensitet av styrtregneepisoder om sommeren (Sorteberg mfl. 2018) vasker ut mer næringsalter fra jordbruksområder og gir mer overløp av avløpsvann. Kombinert med stadig varmere vann gir slike tilførsler økt risiko for oppblomstring av cyanobakterier. Tiltak mot avrenning og utslipp av næringsalter fra jordbruk og avløp må derfor intensiveres for å redusere tilførsler av næringsalter til vann og vassdrag.

I Stortingsproposisjon 1 2020-2021 for Klima- og miljødepartementet er eutrofiering inkludert: "Næringsrike innsjøer i låglandet på Austlandet og Jæren og Oslofjorden er høgt belasta område som bør få særleg merksemd, sidan det har vore negativ utvikling eller for svak positiv utvikling i fleire av desse områda dei siste åra". Som følge av dette har Miljødirektoratet nå denne prioriterte styringsparameteren i sitt tildelingsbrev om «Effektiv og samordnet innsats mot sektorene som bidrar til overgjødsling: Jordbruk, avløp, akvakultur og industri».

Miljødirektoratet har igangsatt denne undersøkelsen fordi 14 år har gått siden den siste sammenstillingen av eutrofieringstilstanden i innsjøer (Lyche Solheim & Moe 2008), og overvåkningsdata kan tyde på at utviklingen er bekymringsfull. Undersøkelsen skal bidra til å synliggjøre omfanget av eutrofiering både totalt og i ulike geografiske områder, og dokumentere utviklingen, for siden å kunne peke ut områder hvor det særlig må arbeides med å redusere tilførslene.

---

<sup>1</sup> <https://www.nrk.no/innlandet/klimaminister-sveinung-rotevattn-v-vil-rydde-opp-i-forurensningen-av-blagronne-alger-i-mjosa-1.15578145>

## 1.2 Formål

Målet med denne utredningen er å vise tilstand og trender for eutrofiering i norske innsjøer for forskjellige vannregioner og vannområder, samt gi en samlet nasjonal oversikt.

# 2 Metode

## 2.1 Datasett

Arbeidet er basert på data ekstrahert fra Vannmiljø for følgende eutrofieringsrelevante parametere:

- Næringssalter: Total fosfor og total nitrogen; konsentrasjoner i  $\mu\text{g/l}$
- Klorofyll  $a$ , konsentrasjon i  $\mu\text{g/l}$
- Maksimum biomasse av cyanobakterier (Cyanomaks), konsentrasjon i  $\text{mg/l}$
- Samlet tilstand for planteplankton angitt som normalisert økologisk kvalitetsratio (nEQR, se fotnote<sup>2</sup>) for planteplankton (PPNEQR)
- Trofi-indeks (Tic) for vannplanter
- Normalisert økologisk kvalitetsratio (nEQR<sup>2</sup>) for vannplanter basert på trofi-indeksen (Tic) (MFNEQR\_E)

Datasettet ble levert fra Miljødirektoratets Vannmiljø-ansvarlige til NIVA. Rådataene viser hver innsjøstasjon med geografiske koordinater og dato for hver parameter. Datasettet ble sjekket og supplert med data fra NIVAs databaser for total fosfor, klorofyll, planteplankton og vannplanter.

## 2.2 Databearbeiding og analyse

### 2.2.1 Datafiltrering og aggregering

En automatisert prosedyre er utviklet for datafiltrering og aggregering:

1. Kun data fra epilimnion i vekstsesongen er inkludert, da det er her eutrofieringseffektene vises.
2. Innsjøer med kun fysisk-kjemiske data på næringssalter og siktedyp er ikke inkludert, fordi eutrofieringseffekten av disse på biologien ikke kan vurderes.
3. Innsjøer med total fosfor (Tot-P) i svært god tilstand for den relevante vanntypen (se pkt. 6) er ekskludert, da det antas at disse innsjøene er nær naturtilstand og ikke er relevante mht. eutrofieringseffekter.
4. Ut fra pkt. 1-3 er følgende innsjøer inkludert i den videre bearbeidingen og analysene: alle innsjøer som har Tot-P i god eller dårligere tilstand og som har minst én av de biologiske parameterne gitt i pkt. 2.1, samt data fra vekstsesongen minst ett år i perioden 2009-2020.
5. Middelverdier (maksverdi av cyanobakterier) beregnes av data for hele vekstsesongen pr. stasjon og deretter for hele innsjøen av data fra alle stasjoner pr. innsjø. De fleste innsjøene har kun data fra én stasjon.

---

<sup>2</sup> nEQR-verdier oppgis på en skala fra 0-1 og beregnes som angitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018).



6. Innsjøene typifiseres ut fra vanntypen i Vann-nett, men korrigeres ut fra typedata i Vannmiljø. Innsjøer på grensen mellom vann typer med hensyn til kalsium og humus typifiseres til den typen som har strengest klassegrenser for de relevante parameterne. Dette prinsippet er i tråd med klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018).
7. Innsjøene klassifiseres for hvert år med data i henhold til typespesifikke klassegrenser for den aktuelle parameter for alle parametere med unntak av siktedyp (se pkt. 8). En automatisert prosedyre for dette er utviklet ved bruk av statistikkprogrammet R.
8. Siktedyp kunne ikke klassifiseres automatisk på grunn av kompleksiteten i beregningen av klassegrenser. Rapporten inneholder derfor ikke tilstandsklasse for siktedyp.

## 2.2.2 Data-analyse av tilstand og trender

Dataene analyseres med hensyn til «dagens» tilstand, tidsserier og trender.

For analysene av «dagens» tilstand benyttes middelveier av alle årsverdier for de siste 12 årene (2009–2020). Dette tidsintervallet er valgt fordi mange innsjøer har data kun for noen få av disse årene, og fordi det representerer tiden etter at vannforskriften ble innført i Norge. En lignende metodikk brukes ved klassifiseringen av økologisk tilstand i Vann-nett (ref. Dag Rosland, Miljødirektoratet). Data fra 2020 var ikke tilgjengelig for alle innsjøene. For disse er perioden 2009-2019 brukt. Årsverdiene er middelveier av alle målinger pr. år, som varierer fra én til 12, er tatt i vekstsesongen mai-oktober og begrenset til prøver tatt fra epilimnion i hver innsjø. For cyanobakterier er årsverdien basert på maksimumbiomassen angitt ved parameteren Cyanomaks (Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018). Dagens tilstand vises for hver innsjø og hver parameter i tabell. Deretter oppsummeres antall (eller prosent) innsjøer i hver tilstandsklasse for hver parameter i bar-plots per vannområde. I alle bar-plots/figurer er antall innsjøer som inngår vist i parentes bak parameternavnet. En samlefigur for hver vannregion vises for hver parameter med én bar pr. vannområde og med antall innsjøer angitt for hvert vannområde.

For analyse av tidsserier og trender vises årsverdiene for hvert år med data tilbake til 1980 for klorofyll og Tot-P. For å finne ut om det er forskjeller i trender i de senere år i forhold til i tidligere år har vi gjort analysene separat for første og siste del av tidsseriene, dvs. før 2009 og etter 2008. Trender er kun analysert for innsjøer med minimum fire års data etter 2008. Av praktiske hensyn er det benyttet lineær regresjon av årsverdier versus årstall for å vurdere tidstrend. Estimert lineær trend er plottet som blå linje, og p-verdi og  $R^2$ -verdi er vist i figurene. Vi er klar over at data fra nærliggende år ikke er oppfyllende antakelsen om uavhengighet, og dermed må p-verdiene tolkes med forsiktighet. For Mjøsa har vi brukt en annen metode (Sen slope) som er en bedre metode for trendanalyser, da den ikke krever uavhengige data. Den metoden er ikke regresjonsanalyse og gir derfor ikke  $R^2$ -verdier. Vi skiller mellom tydelig signifikante trender ( $p < 0.05$ ), svakt signifikante, såkalt «borderline» trender ( $p = 0.05-0.20$ ) og ikke signifikante ( $p > 0.20$ ), det vil si ingen trend.

Resultatene av trendanalysene presenteres også i tabeller og i oppsummeringsfigurer, men da kun for siste del av tidsseriene, det vil si etter 2008, da denne perioden er mest relevant med hensyn til vurdering av utviklingen etter innføringen av vannforskriften i Norge. Resultater vises som tabeller med innsjø-spesifikke resultater og oppsummert som bar-plots for hver vannregion for to separate

grupper av innsjøer: 1) klorofyll-konsentrasjon i svært god eller god tilstand og 2) klorofyll i moderat, dårlig eller svært dårlig tilstand.

## 2.3 Usikkerhet

Datagrunnlaget er usikkert for flere innsjøer og parametere. Dette gjelder særlig nEQR-verdiene for planteplankton og vannplanter, der de automatiske beregningene i Vannmiljø (markert AUTO i rådataene i Vannmiljø) gir betydelige avvik (de er ofte for lave) sammenlignet med NIVAs kvalitetssikrede beregninger for samme innsjø og år. I de fleste tilfellene gir NIVAs manuelle beregninger vesentlig bedre tilstand enn de automatiske beregningene. Eksempler på slike avvik ble funnet for Femunden i vannområde Femund/Trysilvassdraget og Store Skillingen i vannområde Leira-Nitelva, som begge får svært god tilstand for planteplankton nEQR med NIVAs beregninger (rapportert i ØKOFERSK og ØKOSTOR-rapporter), men er oppgitt å ha moderat eller dårligere tilstand ved automatiske beregninger i Vannmiljø. Konsentrasjonen av Tot-P og Tot-N, samt klorofyll  $a$  i disse innsjøene er lave og i svært god tilstand. NIVAs beregninger er i overensstemmelse med disse parametere. Dette tyder på at de automatiske beregningsrutinene for planteplankton nEQR i Vannmiljø må kvalitetssikres og at feil må utbedres.

Vannplante-dataene er også usikre for enkelte innsjøer, særlig der automatiske prosedyrer er anvendt for nEQR beregninger. Vi kryss-sjekket disse for vannforekomster der NIVA har egne data fra det samme året og fant betydelige avvik for mange vannforekomster.

Vi har derfor valgt å stole på NIVAs egne data for nEQR-verdier for planteplankton og vannplanter i alle innsjøer der slike finnes, men for øvrige innsjøer er de automatisk beregnede verdiene inkludert. Disse automatiske rutinene bør gjennomgås og korrigeres i dialog mellom NIVA og Miljødirektoratet.

En annen kilde til usikkerhet er innsjøer og parametere med kun ett års data (**Vedleggs-tabell A1**).

Resultatene for tidsserier og trender er usikre av flere grunner: Den kanskje viktigste kilden til usikkerhet i trend-resultatene er at de fleste innsjøene har få år med data etter 2008 (4-9 år) og/eller kun viser svake («borderline») trender. En annen grunn er Tot-P konsentrasjoner som synes urimelig høye sammenlignet med de fleste verdiene fra samme innsjø. Vi antar at disse skyldes skrivefeil eller kommafeil ved rapporteringen av dataene til Vannmiljø. De mest ekstreme verdiene er utelatt fra våre resultater, men det er fortsatt enkeltdata som er usikre og bidrar til unaturlig store variasjoner i tidsseriene (se f.eks. Figur 7). Dette gjelder særlig årsverdier som er basert på én enkelt prøvetaking. Vi har så langt som mulig ekskludert disse fra våre analyser. Vi har også ekskludert data registrert som filtrert Tot-P, som er et misvisende navn, da dette er en fraksjon av Tot-P.

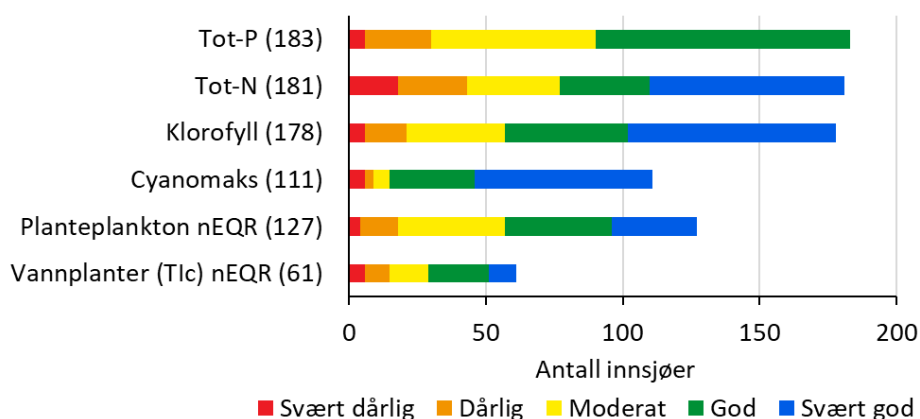
## 3 Vannregion Innlandet og Viken

### 3.1 Dagens tilstand i vannregionen

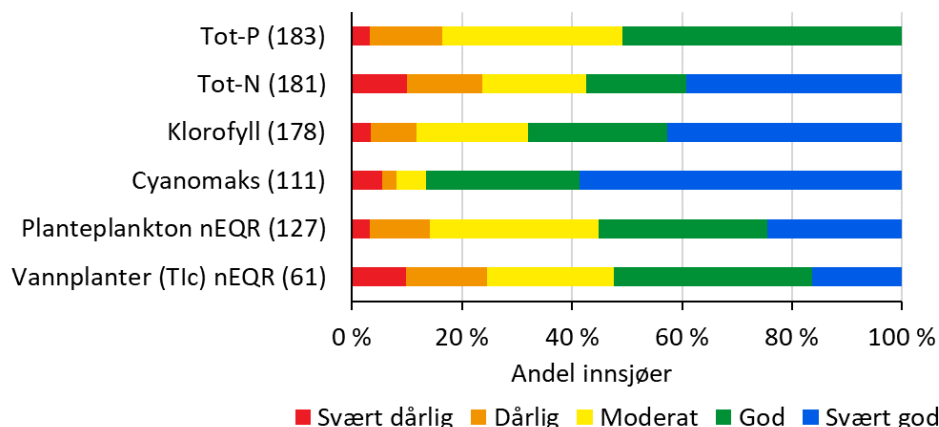
Økologisk tilstand er klassifisert for ca. 180 innsjøer med relevante data i perioden 2009–2020 for parameterne total fosfor (Tot-P), Tot-N og klorofyll, mens cyanobakterier maksimumbiomasse (Cyanomaks), samlet tilstand for planteplankton (planteplankton nEQR) og vannplanter trofi-indeks (Vannplanter Tlc nEQR) er klassifisert for henholdsvis 111, 127 og 61 innsjøer (**Figur 1** og **Tabell A1**). Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ikke inkludert da det antas at disse ikke er eutrofiert.

For de ni vannområdene som har flest eutrofierte innsjøer er mer detaljerte resultater presentert i egne delkapitler i avsnitt 3.3 nedenfor.

#### a) Antall innsjøer pr tilstandsklasse



#### b) Andel (%) innsjøer pr tilstandsklasse



**Figur 1.** Økologisk tilstand fordelt på tilstandsklasser for de eutrofieringsrelevante parameterne i alle innsjøer med relevante data fra ett eller flere år i perioden 2009–2020 i vannregion Innlandet og Viken. A) Antall innsjøer, der totalt antall innsjøer er gitt i parentes bak hver parameter. B) Andel innsjøer pr. tilstandsklasse oppgitt i prosent av totalt antall innsjøer for hver enkelt parameter. Merk: Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ekskludert fra alle analyser.

Resultatene for hele vannregionen viser at andelen innsjøer i moderat eller dårligere tilstand for de fleste parametere utgjør ca. 40-50% av alle innsjøer med data for Tot-P<sup>3</sup>, Tot-N, planteplankton nEQR og vannplanter nEQR (**Figur 1**).

For klorofyll er andelen i moderat eller dårligere tilstand noe lavere (ca. 30%), mens for Cyanomaks er den kun 10%. Dette kan tyde på at andre endringer i artssammensetningen i planteplanktonet mot mer næringskrevende arter (målt ved PTI-indeksen) er utslagsgivende for tilstanden for planteplankton totalt sett. Klorofyll har bedre tilstandsklasse enn planteplankton nEQR i 32 innsjøer, og verre tilstandsklasse i bare 10 innsjøer (Vedlegg A). Klorofyll kan derfor se ut til å underestimere eutrofieringseffekter på planteplankton. Artssammensetning av planteplankton bør derfor inkluderes i overvåkingen for å sikre et riktigere bilde av eutrofieringseffekter og et bedre beslutningsgrunnlag for vurdering av tiltak.

For Cyanomaks er datagrunnlaget mindre enn for de øvrige planteplankton-parametere og usikkerheten kan også være større på grunn av metodiske utfordringer ved beregning av biovolum for koloni-dannende arter (f.eks. *Microcystis*, *Dolichospermum* og *Planktothrix*). Innsjøer med mye cyanobakterier er vist i **Tabell 1** og omfatter 15 innsjøer i syv av vannområdene i Innlandet og Viken. De innsjøene som er i dårlig eller svært dårlig tilstand for Cyanomaks egner seg ikke for bading eller drikkevann på grunn av fare for cyanotoksiner (Chorus & Welker, 2021).

**Tabell 1.** Innsjøer i Innlandet og Viken med >1 mg/l maksimum biomasse av cyanobakterier, som gir moderat, dårlig eller svært dårlig tilstand for denne parameteren.

| Vannområde   | Innsjø                 | Cyanomaks (mg/l) |
|--|------------------------|------------------|
| Bunnefjorden med Årungen og Gjersjøvassdraget (Pura) | Kolbotnvann            | 4,8              |
| Eikeren  | Bergsvannet i Eidsfoss | 5,8              |
|  | Haugestadvannet        | 7,0              |
|  | Hillestadvannet        | 12,7             |
|  | Vikevannet             | 4,9              |
| Glomma Sør   | Tunevannet             | 3,7              |
| Haldenvassdraget                                     | Bjørkelangen           | 6,2              |
|  | Skulerudsjøen          | 1,0              |
| Mjøsa  | Selsvatnet             | 1,6              |
| Randsfjorden   | Falantjern øvre        | 12,4             |
|  | Falantjern nedre       | 13,2             |
|  | Jarenvannet            | 1,7              |
|  | Velotjernet            | 1,1              |
|  | Østtjernet             | 1,9              |
| Tyrifjorden  | Steinsfjorden          | 1,0              |

Andre innsjøer kan også ha oppblomstringer av cyanobakterier i strandsonen (f.eks. Mjøsa i 2019 og 2021), som ikke fanges opp i den ordinære overvåkingen da denne ofte kun representerer stasjoner

<sup>3</sup> Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ikke med i datagrunnlaget, se pkt 2.2.1, prikkpunkt 3.

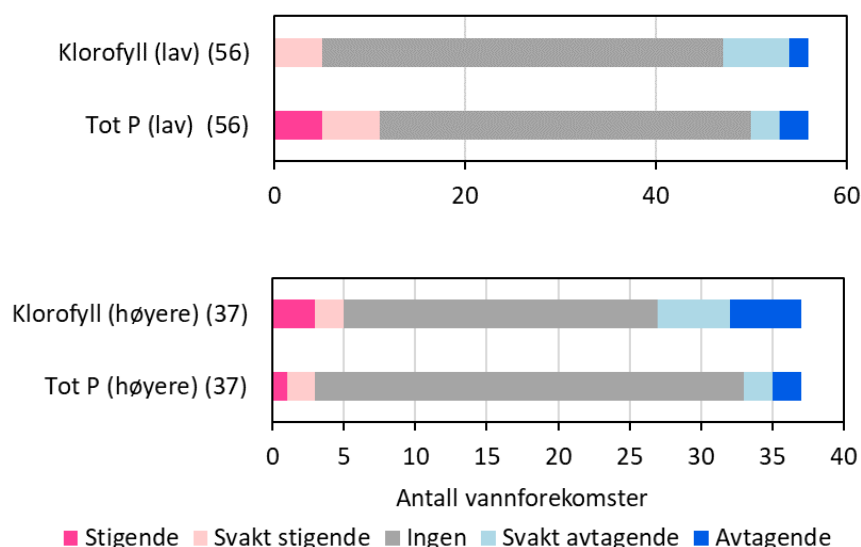
langt fra land. Slike strandnære eutrofieringseffekter kan skape problemer for flere brukerinteresser og antas å ha sammenheng med avrenning av næringssalter fra jordbruksområder rundt innsjøene, samt overløp av avløpsvann i kjølvannet av styrtregneepisoder etterfulgt av fint vær i sommermånedene (Lyche Solheim m.fl. 2020, Bechmann mfl. 2021). Slike vær-situasjoner forventes å øke i årene framover på grunn av klimaendringene (Hanssen-Bauer mfl. 2016) og vil kreve intensivering av tiltak for å motvirke slik avrenning og/eller overløp.

For vannplanter er tilstanden noe dårligere enn for planteplankton samlet sett, noe som kan indikere tydeligere eutrofieringseffekter i strandsonen enn i de åpne vannmassene i noen innsjøer. Innsjøer som har moderat eller dårligere tilstand for vannplanter (nEQR) og god eller bedre tilstand for planteplankton (nEQR) er Jarenvannet, Randsfjorden, Skjærsjøen, Steinsfjorden og Tyrifjorden (Tabell A1 i Vedlegg).

### 3.2 Trender for klorofyll og total fosfor

Trender i perioden 2009–2020 er analysert for klorofyll og Tot-P fra totalt 93 innsjøer. Av disse er 56 i svært god eller god tilstand og 37 i moderat eller dårligere tilstand for klorofyll (**Tabell 2**). Trendene er oppsummert i **Figur 2**.

De fleste innsjøene med tilstrekkelige data for å analysere tidsserier har ingen signifikante endringer av hverken klorofyll *a* eller Tot-P etter 2008. Det betyr at det hverken er påvist en forbedring eller forverring. De 69 innsjøene som ikke viser noen signifikante trender skyldes enten stabile forhold eller store variasjoner fra år til år, men ingen entydig retning.



**Figur 2.** Trender for klorofyll og Tot-P for innsjøer med lav (øverst) og høyere (nederst) konsentrasjoner av de to parameterne. Lav betyr klorofyll i svært god eller god tilstand, mens høyere betyr moderat eller dårligere tilstand.

Av de 56 innsjøene i **Tabell 2** som når miljømålet for klorofyll (er i god eller svært god tilstand) viser fem innsjøer som svake tegn til forverring (svakt stigende trend) og ni innsjøer viser tegn til forbedring (avtagende trend). For fosfor er det 11 innsjøer som viser tegn til forverring og seks innsjøer som viser tegn til forbedring, fire av disse er i Haldenvassdraget.

Av de 37 innsjøene med klorofyllverdier i moderat eller dårligere tilstand er det fem innsjøer som viser stigende trend (forverring) og 10 som viser avtagende trend (forbedring). Fire (40%) av innsjøene som viser tegn til forbedring ligger i vannområde Morsa, og tre av de som viser tegn til forverring er i vannområde Randsfjorden. For fosfor er det tre innsjøer som viser forverring og kun fire innsjøer som viser forbedring.

For hele datasettet samlet er det dermed 19 innsjøer som viser tegn til forbedring og ni innsjøer som viser tegn til forverring med hensyn til klorofyll  $a$ . 65 innsjøer viser ingen tegn til forbedring eller forverring. For total fosfor er det 15 innsjøer som viser tegn til forbedring og 14 som viser tegn til forverring, mens 69 innsjøer viser ingen tegn til endringer.

Forbedringer, det vil si avtagende trender, skyldes ofte tiltak innen avløp og eller jordbruk, for eksempel i Morsa og Haldenvassdraget. Avløpstiltak i boligene rundt innsjøene og mindre bruk av fosforholdig gjødsel kan ha ført til mindre løst fosfat. Tiltak for å redusere erosjon fra åpen åker reduserer tilførslene av partikkelbundet fosfor. Andre miljøforhold, særlig økningen i humusinnhold i de siste ti årene (De Wit et al. 2016), kan også bidra til avtagende trender for klorofyll, da mer humus gir dårligere lysforhold og dermed kan gi redusert biomasse av planteplankton.

Forverringer, det vil si stigende trender, kan skyldes økende fosfortilførsler fra jordbruksområder (for eksempel som følge av økt høstpløying, mer intensivt jordbruk med økte P-Al tall i jord) og økte tilførsler fra avløpsanlegg (feilkoblinger, lekkasjer og overløp). Klimaendringer som gir økt hyppighet av kraftige nedbørsepisoder om sommeren kan bidra til å forverre slike tilførsler. De økologiske effektene av fosfortilførslene kan også bli større på grunn av høyere vanntemperatur. Dette innebærer behov for ytterligere tiltak for å redusere antropogene (menneskeskapte) fosfortilførsler.

Økt humusinnhold gir imidlertid også en økning i Tot-P konsentrasjonen på grunn av adsorpsjon av fosfor til humusmateriale. Humusøkningen kan derfor trolig bidra til å forklare hvorfor flere innsjøer med svært god eller god tilstand viser stigende trend for Tot-P og færre viser avtagende trend. Innsjøer i god tilstand bør derfor følges opp nøye med overvåking, og tiltak bør iverksettes for å forebygge forverring særlig hvis disse nærmer seg god/moderat-grensen for klorofyll  $a$ . Avløpstiltak er såkalt grunnleggende tiltak og skal gjennomføres selv om tilstanden er god.

Tabell 2. Tilstand og trender for klorofyll *a* (Klfa) og total fosfor (Tot-P) for alle innsjøer i Innlandet og Viken med minst 4 års data i perioden 2009-2020.

| Innsjøer i Moderat, Dårlig eller Svært Dårlig tilstand mht Klorofyll a (41 innsjøer) |                           |                   |   |   |                 |       |         |                |  |  |                 |       |         |                |
|--|---------------------------|-------------------|---|---|-----------------|-------|---------|----------------|--|--|-----------------|-------|---------|----------------|
| Klorofyll a resultater   |                           |                   |   |   |                 |       |         |                | Tot-P resultater                         |  |                 |       |         |                |
| Vannområde   | Vannforekomstnavn         | Vannforekomstkode | Antall år med data for Klfa (2009-2020) | Middelverdi for Klfa (µg/l) (2009-2020) | Trend           | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med data for Tot-P (2009-2020) | Middelverdi for Tot-P (µg/l) (2009-2020) | Trend           | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> |
| Bunnefjorden med Årungen- og Gjørsjøvassdraget                                       | Kolbotnvann               | 005-5537-L        | 11                                      | 23,4                                    | svakt stigende  | 0,16  | 0,116   | 0,25           | 11                                       | 43,7                                     | ingen           | -0,05 | 0,500   | 0,05           |
|  | Midtsjøvann               | 005-5646-L        | 10                                      | 24,2                                    | ingen           | 0,01  | 0,986   | 0,00           | 10                                       | 44,3                                     | ingen           | -0,04 | 0,840   | 0,01           |
|  | Nærevann                  | 005-5645-L        | 10                                      | 19,0                                    | ingen           | 0,05  | 0,768   | 0,01           | 10                                       | 41,7                                     | ingen           | -0,10 | 0,446   | 0,07           |
|  | Årungen                   | 005-296-L         | 10                                      | 16,2                                    | svakt avtagende | -0,66 | 0,140   | 0,29           | 10                                       | 45,7                                     | ingen           | -0,05 | 0,462   | 0,06           |
|  | Østensjøvann              | 005-5681-L        | 10                                      | 32,7                                    | ingen           | 0,09  | 0,430   | 0,08           | 10                                       | 83,0                                     | avtagende       | -0,10 | 0,028   | 0,43           |
| Eikeren  | Bergsvannet, Eidsfoss     | 012-519-L         | 11                                      | 9,7                                     | ingen           | -0,07 | 0,838   | 0,01           | 11                                       | 10,9                                     | ingen           | 0,02  | 0,962   | 0,00           |
|  | Haugestadvannet           | 012-543-1-L       | 4                                       | 46,2                                    | ingen           | -0,20 | 0,534   | 0,22           | 4  | 35,1                                     | ingen           | 0,06  | 0,694   | 0,09           |
|  | Hillestadvannet           | 012-544-L         | 9                                       | 51,3                                    | ingen           | 0,05  | 0,522   | 0,06           | 9  | 48,2                                     | ingen           | 0,00  | 0,966   | 0,00           |
|  | Vikevannet                | 012-543-2-L       | 7                                       | 26,7                                    | ingen           | -0,09 | 0,64    | 0,04           | 7  | 25,2                                     | ingen           | 0,03  | 0,771   | 0,01           |
| Glomma sør for Øyeren  | Ertevatnet                | 002-134-L         | 6                                       | 20,0                                    | ingen           | 0,11  | 0,348   | 0,22           | 6  | 40,1                                     | avtagende       | -0,44 | 0,004   | 0,90           |
|  | Isesjøen                  | 002-133-L         | 9                                       | 12,1                                    | avtagende       | -0,29 | 0,031   | 0,51           | 9  | 21,5                                     | ingen           | 0,07  | 0,915   | 0,00           |
|  | Lundebyvannet             | 002-3360-L        | 6                                       | 70,6                                    | ingen           | 0,00  | 0,971   | 0,00           | 6  | 30,8                                     | ingen           | -0,03 | 0,778   | 0,02           |
|  | Skinneflo                 | 002-115-L         | 4                                       | 12,8                                    | ingen           | 0,27  | 0,271   | 0,53           | 4  | 48,8                                     | ingen           | -0,07 | 0,695   | 0,09           |
| Haldenvassdraget   | Tunevatnet                | 002-3451-L        | 9                                       | 18,0                                    | ingen           | 0,07  | 0,788   | 0,01           | 9  | 35,1                                     | ingen           | 0,03  | 0,848   | 0,01           |
|  | Bjørkelangen              | 001-330-L         | 11                                      | 12,8                                    | ingen           | -0,28 | 0,400   | 0,08           | 11                                       | 35,1                                     | ingen           | -0,21 | 0,223   | 0,16           |
|  | Hemnessjøen (Øgderen)     | 001-327-L         | 11                                      | 10,7                                    | avtagende       | -1,19 | 0,009   | 0,55           | 11                                       | 21,5                                     | svakt avtagende | -0,27 | 0,170   | 0,20           |
| Hurdalvassdraget/Vorma   | Hersjøen                  | 002-4158-L        | 5                                       | 9,8                                     | ingen           | 0,05  | 0,842   | 0,02           | 5  | 18,8                                     | ingen           | -0,02 | 0,959   | 0,00           |
| Indre Oslofjord Vest   | Bondivannet               | 009-5509-L        | 5                                       | 13,0                                    | svakt avtagende | -0,58 | 0,057   | 0,75           | 5  | 18,0                                     | stigende        | 0,63  | 0,001   | 0,66           |
|  | Gjellumvannet             | 009-2477-L        | 5                                       | 9,1                                     | ingen           | 1,45  | 0,274   | 0,37           | 5  | 13,1                                     | ingen           | 0,30  | 0,345   | 0,09           |
|  | Rødbyvannet               | 010-309-L         | 4                                       | 10,1                                    | avtagende       | -0,68 | 0,019   | 0,96           | 4  | 16,2                                     | ingen           | 0,14  | 0,667   | 0,11           |
|  | Stovivannet               | 008-5354-L        | 4                                       | 9,6                                     | stigende        | 0,42  | 0,040   | 0,92           | 4  | 13,2                                     | ingen           | 0,56  | 0,609   | 0,15           |
| Morsa  | Langen                    | 003-294-L         | 7                                       | 9,8                                     | svakt avtagende | -1,18 | 0,082   | 0,48           | 7  | 15,3                                     | ingen           | 0,71  | 0,252   | 0,25           |
|  | Mjør                      | 003-292-L         | 11                                      | 11,7                                    | svakt avtagende | -0,40 | 0,127   | 0,24           | 11                                       | 18,8                                     | ingen           | -0,45 | 0,209   | 0,17           |
|  | Sæbyvatnet                | 003-295-L         | 11                                      | 13,6                                    | avtagende       | -0,33 | 0,048   | 0,37           | 11                                       | 36,4                                     | ingen           | -0,08 | 0,617   | 0,03           |
|  | Vansjø - Grepperødfjorden | 003-291-4-L       | 6                                       | 24,1                                    | svakt avtagende | -0,70 | 0,095   | 0,54           | 6  | 32,1                                     | ingen           | -0,36 | 0,718   | 0,04           |
|  | Vansjø - Vanemfjorden     | 003-291-1-L       | 11                                      | 13,3                                    | ingen           | -0,42 | 0,456   | 0,06           | 11                                       | 24,8                                     | avtagende       | -0,76 | 0,013   | 0,52           |
| Randsfjorden   | Bråtå tjern               | 012-196447-L      | 4                                       | 24,6                                    | svakt stigende  | 0,23  | 0,147   | 0,73           | 5  | 48,2                                     | svakt stigende  | 0,20  | 0,127   | 0,76           |
|  | Breidtjernet              | 012-4781-L        | 6                                       | 8,1                                     | stigende        | 0,36  | 0,048   | 0,66           | 6  | 36,2                                     | ingen           | 0,08  | 0,251   | 0,40           |
|  | Elgtjernet                | 012-4772-L        | 6                                       | 6,7                                     | ingen           | -0,35 | 0,590   | 0,08           | 6  | 26,7                                     | ingen           | 0,16  | 0,470   | 0,18           |
|  | Falangtjern øvre          | 012-4833-L        | 5                                       | 16,0                                    | ingen           | 0,01  | 0,968   | 0,00           | 5  | 33,4                                     | ingen           | 0,01  | 0,971   | 0,00           |
|  | Falangtjern, nedre        | 012-4828-L        | 5                                       | 16,5                                    | svakt avtagende | -0,24 | 0,077   | 0,70           | 5  | 31,5                                     | ingen           | -0,14 | 0,395   | 0,25           |
|  | Kjevtingen                | 012-4878-L        | 6                                       | 14,2                                    | ingen           | -0,12 | 0,466   | 0,14           | 6  | 41,1                                     | ingen           | -0,01 | 0,878   | 0,01           |
|  | Langtjernet               | 012-4788-L        | 6                                       | 8,7                                     | ingen           | 0,14  | 0,760   | 0,03           | 6  | 29,6                                     | ingen           | 0,14  | 0,245   | 0,41           |
|  | Oksetjernet               | 012-196332-L      | 5                                       | 19,5                                    | ingen           | -0,05 | 0,705   | 0,06           | 5  | 32,1                                     | ingen           | -0,05 | 0,452   | 0,20           |
|  | Raknerudtjernet           | 012-4832-L        | 4                                       | 18,2                                    | ingen           | 0,16  | 0,652   | 0,12           | 4  | 30,2                                     | ingen           | 0,05  | 0,884   | 0,01           |
|  | Rokotjernet               | 012-4838-L        | 5                                       | 7,7                                     | ingen           | -0,82 | 0,299   | 0,34           | 5  | 17,2                                     | ingen           | -0,46 | 0,441   | 0,21           |
|  | Skirstadtjernet           | 012-4802-L        | 5                                       | 6,3                                     | ingen           | -0,21 | 0,863   | 0,01           | 5  | 15,7                                     | ingen           | 0,18  | 0,886   | 0,01           |
|  | Stortjernet               | 012-4762-L        | 4                                       | 9,7                                     | stigende        | 0,47  | 0,031   | 0,94           | 4  | 25,9                                     | ingen           | 0,15  | 0,527   | 0,22           |
| Vannområde Oslo  | Velotjernet               | 012-4865-L        | 4                                       | 6,5                                     | ingen           | 0,65  | 0,313   | 0,47           | 4  | 13,0                                     | ingen           | 0,28  | 0,219   | 0,61           |
|  | Holmendammen              | 007-5306-L        | 8                                       | 11,0                                    | ingen           | 0,04  | 0,454   | 0,10           | 8  | 21,1                                     | svakt stigende  | 0,06  | 0,195   | 0,26           |
|  | Østensjøvannet            | 006-2513-L        | 8                                       | 50,2                                    | ingen           | -0,01 | 0,740   | 0,02           | 8  | 158,9                                    | ingen           | 0,00  | 0,155   | 0,31           |

| Innsjøer i Svært god eller God tilstand mht klorofyll a (56 innsjøer) |                              |                    |   |   |                |       |         |                |  |  |                |                |         |                |
|---|------------------------------|--------------------|---|---|----------------|-------|---------|----------------|--|--|----------------|----------------|---------|----------------|
| Klorofyll a resultater  |                              |                    |   |   |                |       |         |                |  | Tot-P resultater                         |                |                |         |                |
| Vannområde  | Vannforekomstnavn            | Vannforekomst-kode | Antall år med data for Kifa (2009-2019) | Middelverdi for Kifa (µg/l) (2009-2019) | Trend          | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med data for Tot-P (2009-2019) | Middelverdi for Tot-P (µg/l) (2009-2019) | Trend          | Slope          | p-verdi | r <sup>2</sup> |
| Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøvassdraget                        | Gjersjøen                    | 005-297-L          | 11                                      | 4,3                                     | ingen          | 1,64  | 0,340   | 0,10           | 11                                       | 15,2                                     | ingen          | 0,13           | 0,520   | 0,05           |
|   | Pollevann                    | 005-5640-L         | 10                                      | 6,7                                     | svakt stigende | 0,71  | 0,139   | 0,25           | 10                                       | 13,7                                     | svakt stigende | 0,29           | 0,088   | 0,32           |
|   | Tussetjern                   | 005-5611-L         | 8                                       | 10,2                                    | svakt synkende | -0,38 | 0,102   | 0,38           | 8  | 23,3                                     | ingen          | -0,05          | 0,763   | 0,01           |
| Eikeren   | Eikeren                      | 012-542-2-L        | 11                                      | 1,5                                     | ingen          | -3,52 | 0,630   | 0,03           | 11                                       | 5,7                                      | ingen          | -0,24          | 0,73    | 0,01           |
| Femund/Trysilvassdraget - K   | Søljensjøen                  | 311-1354-L         | 4                                       | 1,6                                     | ingen          | 0,42  | 0,939   | -0,49          | 4  | 6,3                                      | stigende       | 2,67           | 0,017   | 0,95           |
| Glomma  | Storsjøen                    | 002-120-L          | 4                                       | 6,7                                     | ingen          | -0,04 | 0,955   | 0,00           | 4  | 14,4                                     | ingen          | 0,51           | 0,285   | 0,51           |
| Haldenvassdraget  | Ara/Åremarksjøen             | 001-320-L          | 11                                      | 6,4                                     | ingen          | 0,93  | 0,278   | 0,13           | 11                                       | 17,0                                     | synkende       | -0,74          | 0,031   | 0,42           |
|   | Femsjøen                     | 001-316-L          | 11                                      | 3,3                                     | svakt synkende | -2,98 | 0,064   | 0,33           | 11                                       | 12,3                                     | svakt synkende | -1,47          | 0,057   | 0,35           |
|   | Rødenesjøen                  | 001-323-L          | 11                                      | 4,8                                     | ingen          | -0,25 | 0,739   | 0,01           | 11                                       | 17,9                                     | synkende       | -1,02          | 0,008   | 0,57           |
|   | Skulerudsjøen                | 001-324-L          | 11                                      | 8,3                                     | ingen          | 0,17  | 0,756   | 0,01           | 11                                       | 26,8                                     | svakt synkende | -0,31          | 0,079   | 0,30           |
| Hallingdal  | Holsfjorden                  | 012-597-L          | 4                                       | 2,1                                     | ingen          | 0,59  | 0,572   | 0,18           | 4  | 12,3                                     | ingen          | 0,07           | 0,546   | 0,21           |
|   | Krøderen                     | 012-521-L          | 6                                       | 2,3                                     | ingen          | -0,28 | 0,847   | 0,01           | 6  | 7,8                                      | ingen          | 0,31           | 0,603   | 0,03           |
| Indre Oslofjord Vest  | Finsrudvannet                | 009-5497-L         | 4                                       | 8,7                                     | ingen          | 0,32  | 0,727   | 0,08           | 5  | 20,0                                     | svakt stigende | 0,03           | 0,170   | 0,52           |
|   | Padderudvannet               | 009-5521-L         | 5                                       | 4,4                                     | svakt stigende | 0,76  | 0,151   | 0,55           | 5  | 19,5                                     | ingen          | -0,01          | 0,780   | 0,02           |
|   | Ulvenvannet                  | 009-2478-2-L       | 6                                       | 6,6                                     | ingen          | 0,50  | 0,510   | 0,12           | 6  | 14,4                                     | ingen          | 0,23           | 0,248   | 0,26           |
|   | Øvre Drengsrudvann           | 009-5518-L         | 4                                       | 6,1                                     | ingen          | -0,21 | 0,870   | 0,02           | 4  | 10,1                                     | svakt stigende | 0,24           | 0,053   | 0,90           |
| Mjøsa   | Gjende                       | 002-147-L          | 7                                       | 1,0                                     | svakt stigende | 8,29  | 0,062   | 0,47           | 7  | 10,5                                     | ingen          | 0,20           | 0,690   | 0,03           |
|   | Mjøsa – Furnesfjorden        | 002-118-1-L        | 11                                      | 2,3                                     | svakt stigende | 0,07  | 0,086   |                | 11                                       | 5,6                                      | synkende       | -0,20          | 0,009   |                |
|   | Mjøsa – Skreia               | 002-118-1-L        | 11                                      | 2,1                                     | ingen          | 0,04  | 0,530   |                | 11                                       | 5,0                                      | svakt synkende | -0,09          | 0,170   |                |
|   | Næra                         | 002-196-L          | 6                                       | 3,8                                     | ingen          | 1,09  | 0,688   | 0,05           | 6  | 11,0                                     | ingen          | 0,06           | 0,250   | 0,31           |
| Morsa   | Bindingsvatnet               | 003-5572-L         | 7                                       | 7,2                                     | synkende       | -1,28 | 0,018   | 0,71           | 7  | 13,0                                     | stigende       | 2,18           | 0,003   | 0,86           |
|   | Sværsvatn/Sætertjern         | 003-5488-L         | 9                                       | 8,0                                     | ingen          | -0,03 | 0,916   | 0,00           | 9  | 14,7                                     | stigende       | 0,58           | 0,031   | 0,51           |
|   | Vågvann                      | 003-293-L          | 7                                       | 8,2                                     | ingen          | 0,19  | 0,695   | 0,03           | 7  | 15,8                                     | ingen          | 0,95           | 0,277   | 0,23           |
|   | Vansjø - Storefjorden        | 003-291-2-L        | 11                                      | 7,2                                     | ingen          | 0,12  | 0,915   | 0,00           | 11                                       | 21,7                                     | ingen          | -0,32          | 0,307   | 0,12           |
| Øyeren  | Øyeren Sør                   | 002-113-2-L        | 9                                       | 3,4                                     | ingen          | -0,16 | 0,926   | 0,00           | 9  | 10,4                                     | ingen          | -0,32          | 0,534   | 0,06           |
|   | Bråtjernet                   | 012-4875-L         | 4                                       | 6,3                                     | ingen          | 0,19  | 0,649   | 0,12           | 4  | 14,4                                     | ingen          | 0,25           | 0,238   | 0,58           |
|   | Elgsjøen                     | 012-4876-L         | 5                                       | 5,0                                     | ingen          | 0,33  | 0,707   | 0,05           | 5  | 11,0                                     | ingen          | -0,35          | 0,654   | 0,08           |
|   | Grunningen                   | 012-4771-L         | 5                                       | 5,6                                     | ingen          | 1,09  | 0,312   | 0,33           | 5  | 19,1                                     | ingen          | 0,25           | 0,692   | 0,10           |
|   | Jarevatnet                   | 012-557-L          | 5                                       | 5,2                                     | ingen          | 0,50  | 0,608   | 0,10           | 5  | 13,3                                     | ingen          | -0,36          | 0,353   | 0,17           |
|   | Kalvsjøtjernet               | 012-4891-L         | 6                                       | 4,7                                     | ingen          | 0,70  | 0,458   | 0,14           | 6  | 16,9                                     | ingen          | -0,10          | 0,828   | 0,01           |
|   | Kårstادتjern                 | 012-4917-L         | 4                                       | 3,5                                     | ingen          | -1,69 | 0,302   | 0,49           | 4  | 12,8                                     | ingen          | 0,26           | 0,371   | 0,40           |
|   | Kruggerudtjernet             | 012-4849-L         | 5                                       | 1,7                                     | ingen          | 2,30  | 0,314   | 0,33           | 5  | 8,0                                      | svakt stigende | 0,55           | 0,129   | 0,59           |
|   | Markatjernet                 | 012-4892-L         | 4                                       | 5,5                                     | ingen          | 0,76  | 0,343   | 0,43           | 4  | 16,1                                     | stigende       | 0,33           | 0,032   | 0,94           |
|   | Orenttjernet                 | 012-4861-L         | 4                                       | 5,0                                     | ingen          | 0,33  | 0,660   | 0,12           | 4  | 13,4                                     | ingen          | 0,43           | 0,210   | 0,63           |
|   | Randsfjorden                 | 012-523-L          | 4                                       | 1,8                                     | ingen          | -3,87 | 0,237   | 0,58           | 4  | 4,9                                      | svakt stigende | 7,59           | 0,161   | 0,70           |
|   | Sverigetjernet               | 012-4881-L         | 4                                       | 7,4                                     | ingen          | 0,31  | 0,283   | 0,52           | 4  | 18,6                                     | ingen          | 0,21           | 0,328   | 0,45           |
|   | Vassjøtjernet                | 012-4890-L         | 6                                       | 5,0                                     | ingen          | -0,68 | 0,415   | 0,17           | 6  | 13,1                                     | ingen          | -0,13          | 0,702   | 0,04           |
|   | Øyskogtjernet                | 012-4843-L         | 5                                       | 2,8                                     | ingen          | -0,49 | 0,725   | 0,05           | 5  | 10,9                                     | ingen          | 0,79           | 0,393   | 0,37           |
|   | Simoa                        | Haglebuvatn        | 012-17618-L                             | 11                                      | 1,8            | ingen | -1,77   | 0,237          | 0,15                                     | 11                                       | 8,2            | svakt stigende | 0,44    | 0,129          |
| Steinsfjorden   |                              | 012-522-1-L        | 11                                      | 6,1                                     | ingen          | -0,06 | 0,905   | 0,00           | 11                                       | 12,4                                     | ingen          | 0,52           | 0,294   | 0,12           |
| Tyriifjorden  | Tyriifjorden                 | 012-522-2-L        | 5                                       | 1,2                                     | synkende       | -4,20 | 0,039   | 0,80           | 5  | 6,5                                      | ingen          | 0,29           | 0,530   | 0,05           |
|   | Aurdalsfjorden (Dokkafjorde) | 012-565-L          | 10                                      | 2,2                                     | svakt synkende | -1,70 | 0,144   | 0,25           | 10                                       | 7,4                                      | ingen          | 0,22           | 0,628   | 0,03           |
| Valdres   | Flåafjorden                  | 012-6817-L         | 5                                       | 2,9                                     | ingen          | 0,34  | 0,770   | 0,03           | 5  | 6,3                                      | ingen          | -0,36          | 0,613   | 0,10           |
|   | Heggefjorden                 | 012-580-L          | 9                                       | 1,6                                     | ingen          | -2,35 | 0,710   | 0,02           | 9  | 6,7                                      | ingen          | 0,33           | 0,396   | 0,10           |
|   | Hovsfjorden                  | 012-33172-L        | 4                                       | 1,6                                     | svakt stigende | 8,62  | 0,062   | 0,88           | 4  | 7,1                                      | ingen          | 0,17           | 0,608   | 0,10           |
|   | Reinsenvatnet                | 012-33045-L        | 7                                       | 2,0                                     | ingen          | -0,93 | 0,287   | 0,22           | 7  | 8,3                                      | ingen          | -0,12          | 0,659   | 0,04           |
|   | Sæbufjorden                  | 012-576-L          | 9                                       | 1,8                                     | ingen          | -1,53 | 0,334   | 0,13           | 9  | 8,7                                      | ingen          | -0,05          | 0,878   | 0,00           |
|   | Slidrefjorden                | 012-516-L          | 9                                       | 1,7                                     | ingen          | -2,70 | 0,253   | 0,18           | 9  | 6,5                                      | ingen          | 0,00           | 0,971   | 0,00           |
|   | Strøndafjorden               | 012-515-L          | 10                                      | 2,3                                     | svakt synkende | -2,05 | 0,146   | 0,25           | 10                                       | 6,2                                      | ingen          | -0,25          | 0,758   | 0,01           |
|   | Tisleifjorden                | 012-531-L          | 8                                       | 1,2                                     | ingen          | -0,20 | 0,923   | 0,00           | 8  | 5,9                                      | stigende       | 1,24           | 0,019   | 0,44           |
|   | Volbufjorden                 | 012-577-L          | 9                                       | 1,5                                     | svakt stigende | 7,32  | 0,174   | 0,25           | 9  | 6,1                                      | ingen          | 0,07           | 0,890   | 0,00           |
|   | Øyangen                      | 012-534-L          | 9                                       | 1,2                                     | ingen          | -2,52 | 0,582   | 0,05           | 9  | 5,4                                      | ingen          | -0,08          | 0,847   | 0,01           |
| Yddin   | 012-616-L                    | 7                  | 1,8                                     | ingen                                   | 0,18           | 0,870 | 0,01    | 7              | 7,4                                      | ingen                                    | -0,24          | 0,463          | 0,11    |                |
| Vannområde Oslo   | Lutvannet                    | 006-2511-L         | 9                                       | 1,3                                     | ingen          | 0,21  | 0,939   | 0,00           | 9  | 7,1                                      | ingen          | -0,05          | 0,754   | 0,02           |
|   | Maridalsvannet               | 006-298-L          | 9                                       | 2,0                                     | ingen          | -0,07 | 0,969   | 0,00           | 9  | 7,1                                      | ingen          | 0,09           | 0,681   | 0,03           |
|   | Sandungen (store og vesle)   | 006-304-L          | 9                                       | 2,2                                     | ingen          | -2,75 | 0,298   | 0,15           | 9  | 7,3                                      | svakt synkende | -0,28          | 0,098   | 0,34           |



### 3.3 Oppsummering av tilstand og trender for hele vannregionen

Resultatene for hele vannregionen samlet viser at andelen innsjøer i moderat eller dårligere tilstand er ca. 40-50% av alle innsjøer med data for Tot-P, Tot-N, planteplankton og vannplanter.

For vannplanter er tilstanden noe dårligere enn for planteplankton samlet sett, noe som kan indikere tydeligere eutrofieringseffekter i strandsonen enn i de åpne vannmassene. Dette gjelder særlig i store innsjøer der planteplankton normalt overvåkes kun på stasjoner som er langt fra land.

Trender i perioden 2009–2020 er analysert for klorofyll og Tot-P fra totalt 97 innsjøer. De fleste innsjøene viser ingen signifikante trender for klorofyll eller Tot-P. Blant de få innsjøene som har slike trender for klorofyll viser 16 innsjøer en avtagende trend (forbedring) og 11 innsjøer en stigende trend (forverring). For fosfor viser 10 innsjøer en avtagende trend (forbedring) og 14 innsjøer en stigende trend (forverring). Vi finner altså flere innsjøer med forverring enn med forbedring for fosfor i motsetning til trendene for klorofyll. De fleste innsjøene med trender har svært god eller god tilstand for klorofyll (nedre del av **Tabell 2**). For disse innsjøene er årsaken til trendene mest sannsynlig koblet til klimaendringer som gir økte tilførsler av fosfor, men også økte tilførsler av humus, som gir dårligere lysforhold og dermed mindre algevekst. For de øvrige trendsjøene, som har moderat eller dårligere tilstand for klorofyll er årsakene til avtagende eller stigende trender trolig en blanding av effekter av klimaendringer og tiltak som reduserer fosfortilførslene, samt omfanget av slike tiltak eller mangel på tiltak (se de neste to avsnittene).

Forbedringer som kan ha sammenheng med gjennomføring av tiltak for å begrense fosforbelastningen innen avløp og jordbruk, ses for eksempel i Morsa og Haldenvassdraget (**Tabell 2**). Andre miljøforhold, særlig økningen i humusinnhold i de siste ti årene (De Wit et al. 2016), kan også bidra til avtagende trender for klorofyll, da mer humus gir dårligere lysforhold og dermed redusert biomasse av planteplankton.

Forverringer kan skyldes økende tilførsler fra jordbruksområder og avløp, noe som ytterligere kan forsterkes av kraftige nedbørsepisoder og varmere vann i innsjøene. Humus-økningen, som også gir en økning i Tot-P konsentrasjonen på grunn av adsorpsjon av fosfor til humusmateriale, kan trolig bidra til å forklare hvorfor det er flere innsjøer med god tilstand som viser økende konsentrasjon av Tot-P og færre som viser avtagende trend.

### 3.4 Resultater fra vannområder med mange eutrofierte innsjøer

Følgende ni vannområder har mange eutrofierte innsjøer og er presentert i delkapitlene nedenfor: Randsfjorden, Mjøsa, Glomma, Glomma-Sør, Haldenvassdraget, Morsa, Pura (Bunnefjorden med Gjersjøen og Årungenvassdraget), Indre Oslofjord Vest og Eikeren.

For de øvrige vannområdene i Innlandet og Viken, dvs. Femund/Trysilvassdraget, Hallingdal, Valdres, Simoa, Hurdalsvassdraget/Vorma, Tyrifjorden, Øyeren og Oslo er det enten to, én eller ingen eutrofierte innsjøer som er rapportert til Vannmiljø. Resultatene for disse vannområdene er vist for klorofyll *a* og Tot-P i **Tabell 2**, mens de øvrige parameterne er vist i Vedlegg A, Tabell A1.

### 3.4.1 Vannområde Randsfjorden

|   |                                |   |
|---|--------------------------------|---|
|  | <b>Vannområde Randsfjorden</b> |   |
|   | <b>Vannregion:</b>             | Innlandet og Viken  |
|   | <b>Fylker:</b>                 | Innlandet (Oppland)   |
|   | <b>Kommuner:</b>               | Øystre Slidre, Nord-Aurdal, Gausdal, Etnedal, Nordre Land, Søndre Land, Gran, Lunner og Jevnaker. |
|   | <b>Hjemmeside:</b>             | <a href="https://www.vannomrade-randsfjorden.no/">https://www.vannomrade-randsfjorden.no/</a>     |

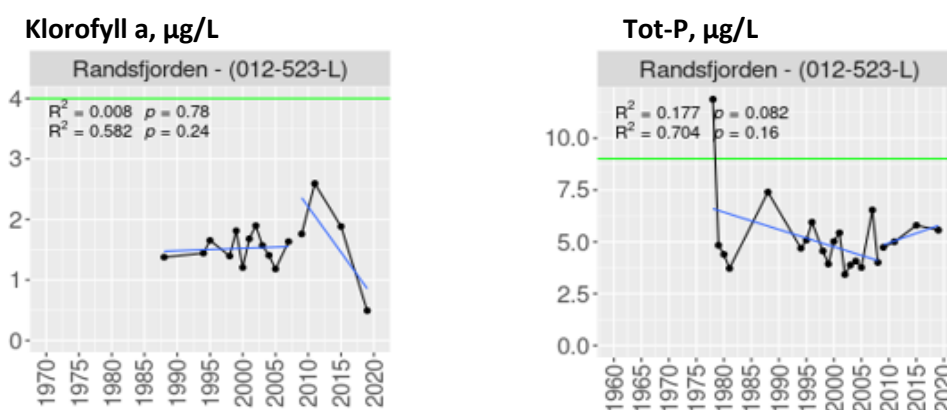
#### 3.4.1.1 Tilstand og tidsserier for Randsfjorden (vannforekomst 012-523-L)

Tilstanden for selve Randsfjorden, som er den fjerde største innsjøen i Norge, er god for Tot-P, planteplankton og vannplanter og svært god for klorofyll *a*, men moderat for Tot-N (**Tabell 3**). Tot-P-konsentrasjonen er nær klassegrensen svært god/god. Den lave klorofyllkonsentrasjonen, som er nær klassegrensen svært god/god, skyldes primært den lave fosforkonsentrasjonen. Reduserte lysforhold som følge av økt humustilførsel i de senere år, kan imidlertid også bidra til dette (Løvstad og Lucassen 2020). God tilstand for planteplankton og vannplanter med EQR-verdier midt i tilstandsklassen indikerer svak eutrofieringspåvirkning. Dette er i tråd med observasjoner av påvekstalter i strandsonen i de senere år (Løvstad og Lucassen 2020).

**Tabell 3.** Tilstand i Randsfjorden (vannforekomst 012-523-L) for alle eutrofieringsparameterne.

| Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|--------------|--------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| 4,9          | 443          | 1,8              | 0,00             | 0,69                | 48,7                    | 0,70                   |

Tidsseriene i **Figur 3** for klorofyll *a* viser ingen signifikante trender ( $p > 0.2$ ), mens for Tot-P var det svakt avtagende trend ( $p < 0.2$ ) i årene før 2009, men svakt økende trend ( $p < 0.2$ ) de siste ti årene.



**Figur 3.** Tidsserier for klorofyll og total fosfor (Tot-P) for Randsfjorden (vannforekomst 012-523-L).

Den avtagende trenden for Tot-P før 2009 kan være et artefakt av høy konsentrasjon det første året i tidsserien (1978), som skyldes særlig høye konsentrasjoner (15-39 µg/l) ved lokale prøvetakingsstasjoner i Røykenvika, ved Askjemlandet og Grymyr. Dersom dette året tas ut er det ingen trend i Tot-

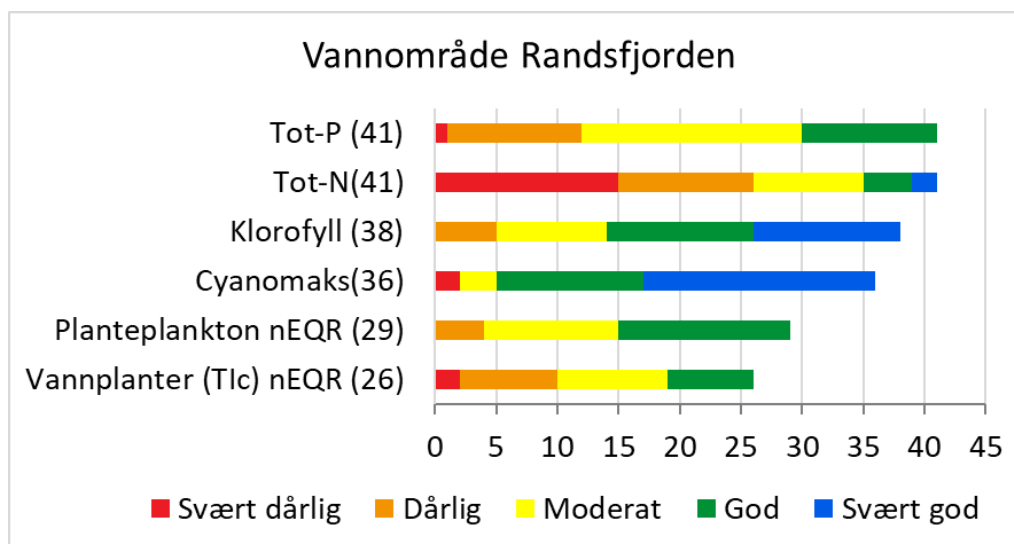
P før 2009. Den svakt avtagende trenden etter 2009 er også usikker på grunn av kun fire år med data og en p-verdi som indikerer at trenden er nær grensen til ingen trend.

### 3.4.1.2 Tilstand andre innsjøer i Vannområde Randsfjorden

Tilstanden for alle de 41 innsjøene i vannområde Randsfjorden er vist for alle parameterne i **Tabell 4** og oppsummert på tvers av innsjøene i **Figur 4** for Tot-P, klorofyll, samt for planteplankton og vannplanter. De fleste innsjøene er kalkrike og ca. en tredjedel er humøse (se vanntype angitt i Vedlegg A). Mange av innsjøene er kalksjøer som er en sjelden vanntype i Norge. Kalksjøer er definert som utvalgt naturtype i henhold til naturmangfoldloven og i egen [forskrift](#) som er hjemlet i loven.

For Tot-P og vannplanter er tilstanden moderat eller dårligere for mer enn 70% av innsjøene, mens for planteplankton er ca. halvparten av innsjøene i moderat eller dårligere tilstand. For klorofyll *a* er over 60% av innsjøene i svært god eller god tilstand. Årsaken til bedre tilstand for klorofyll enn for de øvrige parameterne er uklar, men kan muligens skyldes høyt humusinnhold i flere av innsjøene. Mye humus gir redusert biotilgjengelighet av fosfor, samt dårlige lysforhold, noe som kan bidra til mindre algebiomasse. En annen mulig årsak kan være for slappe klassegrenser for klorofyll i kalkrike innsjøer.

Tilstanden for Tot-N er dårlig eller svært dårlig for 27 av innsjøene, der konsentrasjonene er 1-3 mg/l (Vedlegg A), høyst sannsynlig på grunn av jordbruksavrenning. De høye nitrogenkonsentrasjonene har liten effekt på planteplanktonet som sannsynligvis er fosforbegrenset. Nitrogenbegrensning kan likevel ikke utelukkes, særlig for de innsjøene som har høyest fosforkonsentrasjoner (Vedlegg A). I enkelte kalksjøer kan fosforet adsorberes til kalkpartikler som felles ut. Dette kan øke sannsynligheten for nitrogenbegrensning av planteplanktonet. Mye nitrogen kan i noen grad også bidra til dårlig tilstand for vannplanter.



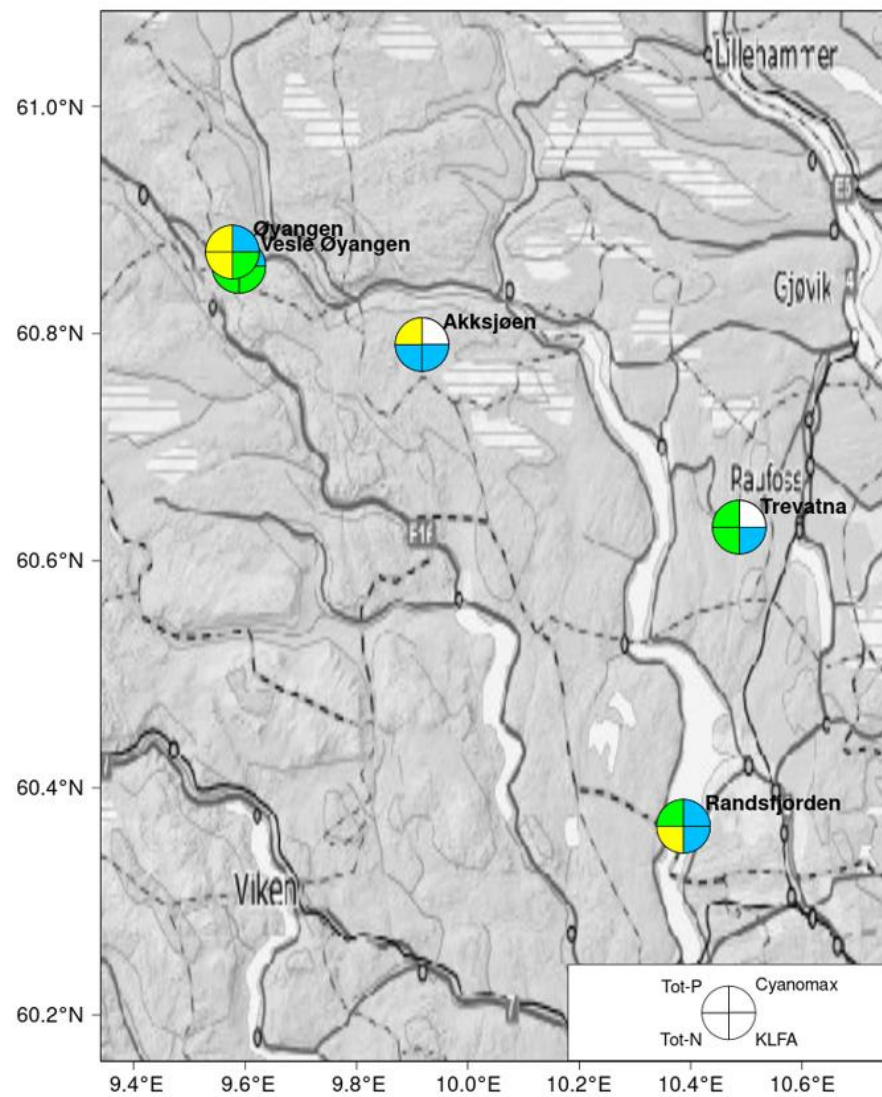
**Figur 4.** Fordeling av innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for fire eutrofieringsparametere i vannområde Randsfjorden. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter. Parameterverdier for den enkelte innsjø er vist i **Tabell 4**.

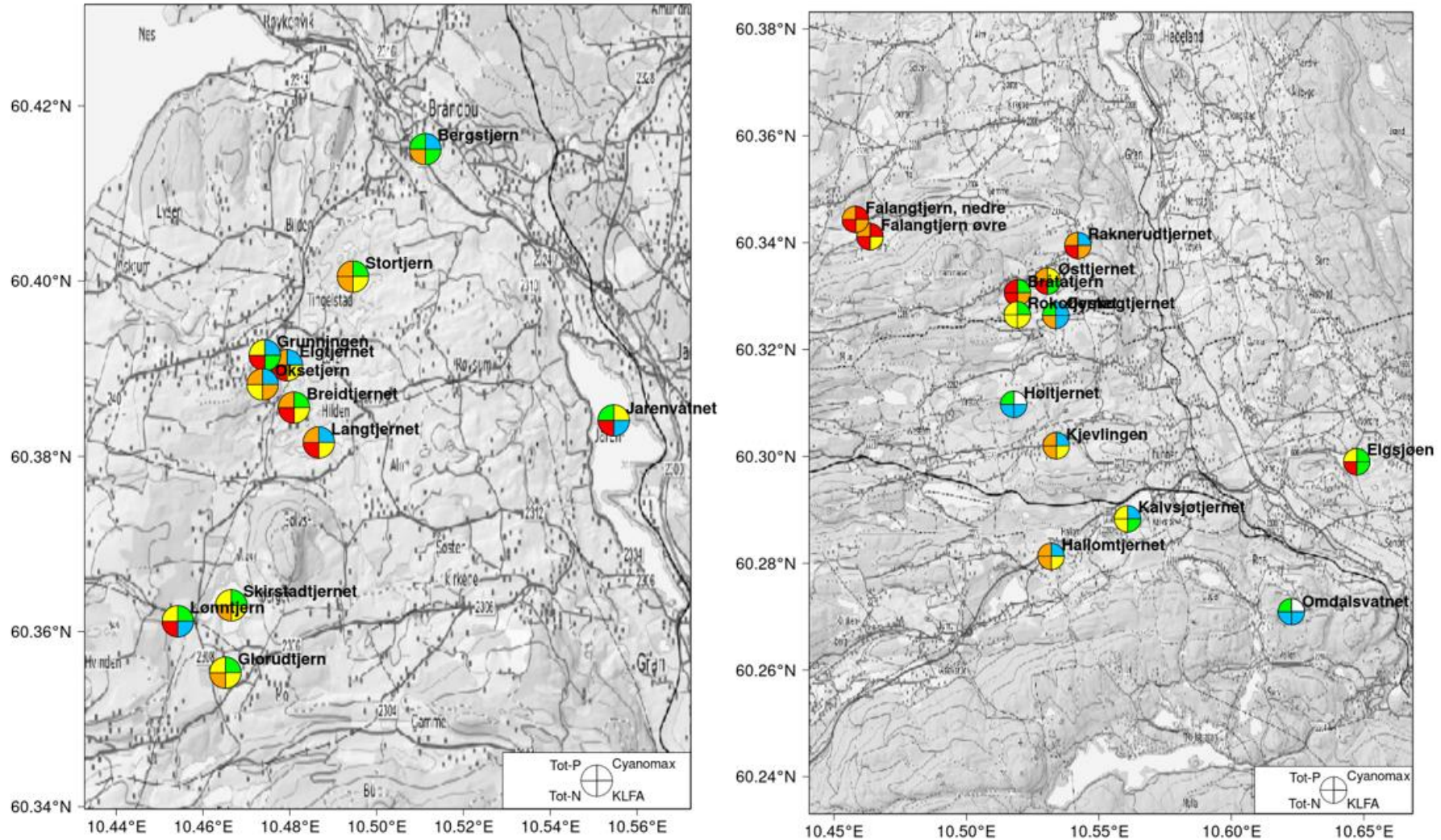
**Tabell 4.** Tilstand i alle innsjøer i vannområde Randsfjorden for alle eutrofieringsparameterne. Informasjon om vann typer som er brukt for kalksjøer er gitt i fotnote under tabellen.

| Innsjø (navn)       | Vannforekomst-ID | Nasjonal vann type | # År med klorofyll-data for 2009-2019 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|---------------------|------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Akksjøen            | 012-608-L        | L205               | 1                                     | 10,0         | 120          | 1,9              |                  |                     |                         |                        |
| Bergstjern          | 012-4742-L       | L109               | 1                                     | 15,8         | 1112         | 7,0              | 0,14             |                     | -10                     | 0,33                   |
| Bråtåstjern         | 012-196447-L     | L207               | 4                                     | 48,2         | 1352         | 24,6             | 0,31             | 0,22                | -40                     | 0,18                   |
| Bråtåstjernet       | 012-4875-L       | L208               | 4                                     | 14,4         | 1252         | 6,3              | 0,57             | 0,69                | 0,0                     | 0,38                   |
| Breidstjernet       | 012-4781-L       | L207               | 6                                     | 36,2         | 3117         | 8,1              | 0,21             | 0,64                |                         |                        |
| Elgsjøen            | 012-4876-L       | L207               | 5                                     | 11,0         | 2198         | 5,0              | 0,71             |                     | 20                      | 0,52                   |
| Elgstjernet         | 012-4772-L       | L207               | 6                                     | 26,7         | 2779         | 6,7              | 0,07             | 0,54                |                         |                        |
| Falangstjern øvre   | 012-4833-L       | L208               | 5                                     | 33,4         | 1868         | 16,0             | 12,35            | 0,31                |                         |                        |
| Falangstjern, nedre | 012-4828-L       | L208               | 5                                     | 31,5         | 1845         | 16,5             | 13,19            | 0,24                | -50                     | 0,15                   |
| Glorudstjern        | 012-4814-L       | L207               | 3                                     | 14,5         | 1154         | 6,3              | 0,50             | 0,50                |                         |                        |
| Grunningen          | 012-4771-L       | L207               | 5                                     | 19,1         | 2928         | 5,6              | 0,11             | 0,61                |                         |                        |
| Hallomstjernet      | 012-4903-L       | L207               | 1*                                    | 24,0         | 1602         |                  | 0,11             | 0,50                | 0,0                     | 0,38                   |
| Høltstjernet        | 012-4867-L       | L208               | 1                                     | 18,0         | 560          | 3,7              |                  |                     | 50                      | 0,71                   |
| Jarevatnet          | 012-557-L        | L109               | 5                                     | 13,3         | 2295         | 5,2              | 1,69             | 0,76                | 4,7                     | 0,37                   |
| Kalvsjøstjernet     | 012-4891-L       | L207               | 6                                     | 16,9         | 1250         | 4,7              | 0,16             | 0,66                | 22,2                    | 0,54                   |
| Karusputten         | 012-196501-L     | L208               | 1*                                    | 20,0         | 992          |                  |                  |                     | 50                      | 0,71                   |
| Kjevlingen          | 012-4878-L       | L208               | 6                                     | 41,1         | 1340         | 14,2             | 0,15             |                     | -25                     | 0,25                   |
| Korsrudstjernet     | 012-4850-L       | L207               | 3                                     | 9,4          | 428          | 2,1              | 0,25             | 0,73                |                         |                        |
| Krugerudstjernet    | 012-4849-L       | L207               | 5                                     | 8,0          | 923          | 1,7              | 0,02             |                     | 30                      | 0,60                   |
| Kårstadi            | 012-4917-L       | L208               | 4                                     | 12,8         | 1068         | 3,5              | 0,03             | 0,75                | 12,5                    | 0,45                   |
| Langstjernet        | 012-4788-L       | L207               | 6                                     | 29,6         | 3382         | 8,7              | 0,05             | 0,51                |                         |                        |
| Lønntjern           | 012-196391-L     | L207               | 2                                     | 11,3         | 1884         | 2,8              | 0,41             |                     | 28,4                    | 0,58                   |
| Markstjernet        | 012-4892-L       | L208               | 4                                     | 16,1         | 804          | 5,5              | 0,04             | 0,73                | 0,0                     | 0,38                   |
| Nyborgstjernet      | 012-196502-L     | L208               | 1                                     | 11,7         | 1272         | 2,4              | 0,11             | 0,70                | 52,2                    | 0,75                   |
| Oksetjern           | 012-196332-L     | L208               | 5                                     | 32,1         | 887          | 19,5             | 0,01             | 0,49                | 0                       | 0,38                   |
| Omdalsvatnet        | 012-4915-L       | L207               | 1*                                    | 7,0          | 227          |                  |                  |                     | 50                      | 0,71                   |
| Orentstjernet       | 012-4861-L       | L207               | 4                                     | 13,4         | 1456         | 5,0              | 0,29             | 0,60                | 25                      | 0,56                   |
| Raknerudstjernet    | 012-4832-L       | L207               | 4                                     | 30,2         | 1996         | 18,2             | 0,10             | 0,28                |                         |                        |
| Randsfjorden        | 012-523-L        | L105b              | 4                                     | 4,9          | 443          | 1,8              | 0,00             | 0,69                | 48,7                    | 0,70                   |
| Rokostjernet        | 012-4838-L       | L207               | 5                                     | 17,2         | 750          | 7,7              | 0,34             | 0,47                | 63,3                    | 0,79                   |
| Skirstadi           | 012-4802-L       | L207               | 5                                     | 15,7         | 1223         | 6,3              | 0,75             | 0,52                |                         |                        |
| Stortjern           | 012-4762-L       | L207               | 4                                     | 25,9         | 1018         | 9,7              | 0,72             | 0,45                | 25,0                    | 0,56                   |
| Stortjernet         | 012-4910-L       | L207               | 3                                     | 14,1         | 662          | 3,3              | 0,02             | 0,70                | 58,3                    | 0,78                   |
| Sverigetjernet      | 012-4881-L       | L208               | 4                                     | 18,6         | 1288         | 7,4              | 0,16             | 0,64                | 0,0                     | 0,38                   |
| Trevatna            | 012-606-L        | L206               | 3                                     | 13,0         | 437          | 2,7              |                  |                     |                         |                        |
| Vassjøstjernet      | 012-4890-L       | L207               | 6                                     | 13,1         | 962          | 5,0              | 0,08             | 0,62                |                         |                        |
| Velostjernet        | 012-4865-L       | L207               | 4                                     | 13,0         | 1392         | 6,5              | 1,13             | 0,52                | 25                      | 0,56                   |
| Vesle Øyangen       | 012-6906-L       | L205               | 3                                     | 6,4          | 302          | 2,2              | 0,00             |                     |                         |                        |
| Øststjernet         | 012-4837-L       | L207               | 3                                     | 24,7         | 1928         | 5,0              | 1,92             | 0,59                | 25                      | 0,56                   |
| Øyangen             | 012-6896-L       | L205               | 2                                     | 13,7         | 512          | 3,9              | 0,01             |                     |                         |                        |
| Øyskogstjernet      | 012-4843-L       | L207               | 5                                     | 10,9         | 995          | 2,8              | 0,03             | 0,75                |                         |                        |

Fotnote: Følgende vann typer er kalksjøer i lavlandet: L109, L110. Disse har kalsium-konsentrasjon over 20 mg/l. For innsjøer i klimasone skog finnes det ikke egne vann typer for kalksjøer. De fleste kalksjøene på Hadeland ligger i klimasone skog (dvs. > 200 m.o.h) og er typifisert som vann type L-207 (moderat kalkrike klare) eller L208 (moderat kalkrike humøse), men har kalsium-konsentrasjon over 20 mg/l.

De eutrofierte innsjøene i dette vannområdet er lokalisert på Hadeland (Figur 5).





**Figur 5.** Beliggenhet og tilstand for innsjøer i vannområde Randsfjorden: Nord-vestre del øverst og Hadeland-området nederst med nordre del til venstre og sør-østre del til høyre. Tilstand er vist for Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks.

### 3.4.1.3 Tidsserier og trender vannområde Randsfjorden

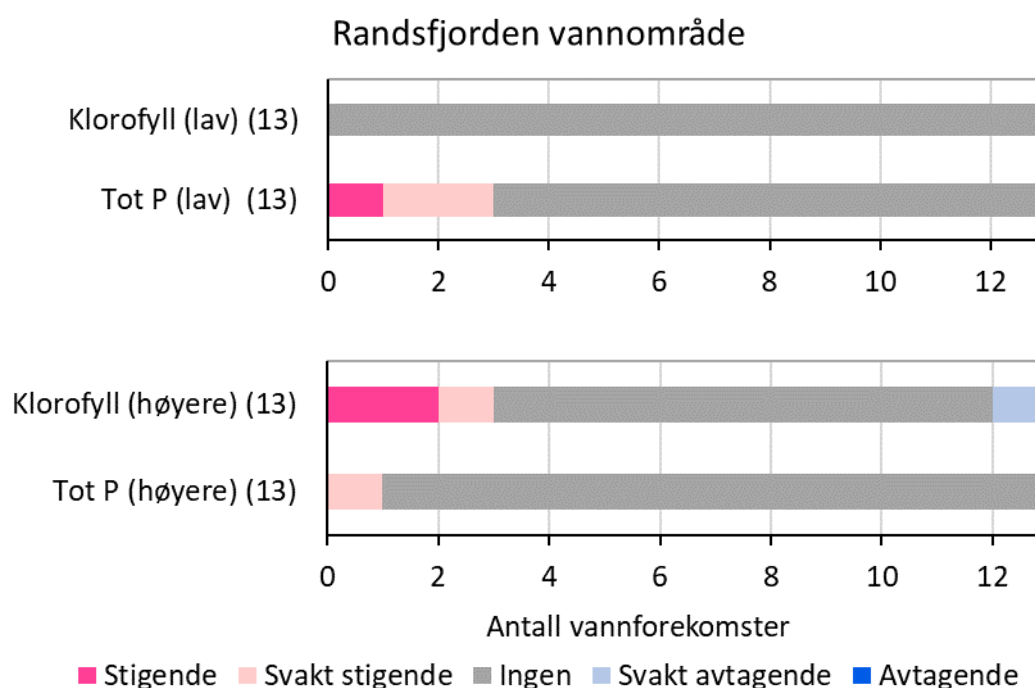
Trender basert på tidsserier for klorofyll *a* og Tot-P i vannområde Randsfjorden er vist i **Tabell 5** og er oppsummert i **Figur 6**. Tidsseriene for hver enkelt av disse innsjøene er vist i **Figur 7**.

**Tabell 5.** Trender for klorofyll *a* (Klfa) og total fosfor (Tot-P) for alle innsjøer med minst fire års data for klorofyll *a* i perioden 2009–2020 i vannområde Randsfjorden.

| Vannforekomstnavn   | Vannforekomst-kode | Antall år med data for Klfa (2009-2020) | Middelverdi for Klfa (µg/l) (2009-2020) | Trend           | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med data for Tot-P (2009-2020) | Middelverdi for Tot-P (µg/l) (2009-2020) | Trend          | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> |
|---------------------|--------------------|---|---|-----------------|-------|---------|----------------|--|--|----------------|-------|---------|----------------|
| Bråtåtjernet        | 012-4875-L         | 4                                       | 6,3                                     | ingen           | 0,19  | 0,649   | 0,12           | 4  | 14,4                                     | ingen          | 0,25  | 0,238   | 0,58           |
| Elgsjøen            | 012-4876-L         | 5                                       | 5,0                                     | ingen           | 0,33  | 0,707   | 0,05           | 5  | 11,0                                     | ingen          | -0,35 | 0,654   | 0,08           |
| Grunningen          | 012-4771-L         | 5                                       | 5,6                                     | ingen           | 1,09  | 0,312   | 0,33           | 5  | 19,1                                     | ingen          | 0,25  | 0,692   | 0,10           |
| Jarenvatnet         | 012-557-L          | 5                                       | 5,2                                     | ingen           | 0,50  | 0,608   | 0,10           | 5  | 13,3                                     | ingen          | -0,36 | 0,353   | 0,17           |
| Kalvsjøtjernet      | 012-4891-L         | 6                                       | 4,7                                     | ingen           | 0,70  | 0,458   | 0,14           | 6  | 16,9                                     | ingen          | -0,10 | 0,828   | 0,01           |
| Kårstادتjernet      | 012-4917-L         | 4                                       | 3,5                                     | ingen           | -1,69 | 0,302   | 0,49           | 4  | 12,8                                     | ingen          | 0,26  | 0,371   | 0,40           |
| Kruggerdutjernet    | 012-4849-L         | 5                                       | 1,7                                     | ingen           | 2,30  | 0,314   | 0,33           | 5  | 8,0                                      | svakt stigende | 0,55  | 0,129   | 0,59           |
| Mårkatjernet        | 012-4892-L         | 4                                       | 5,5                                     | ingen           | 0,76  | 0,343   | 0,43           | 4  | 16,1                                     | stigende       | 0,33  | 0,032   | 0,94           |
| Orentjernet         | 012-4861-L         | 4                                       | 5,0                                     | ingen           | 0,33  | 0,660   | 0,12           | 4  | 13,4                                     | ingen          | 0,43  | 0,210   | 0,63           |
| <b>Randsfjorden</b> | <b>012-523-L</b>   | 4                                       | 1,8                                     | ingen           | -3,87 | 0,237   | 0,58           | 4  | 4,9                                      | svakt stigende | 7,59  | 0,161   | 0,70           |
| Sverigetjernet      | 012-4881-L         | 4                                       | 7,4                                     | ingen           | 0,31  | 0,283   | 0,52           | 4  | 18,6                                     | ingen          | 0,21  | 0,328   | 0,45           |
| Vassjøtjernet       | 012-4890-L         | 6                                       | 5,0                                     | ingen           | -0,68 | 0,415   | 0,17           | 6  | 13,1                                     | ingen          | -0,13 | 0,702   | 0,04           |
| Øyskogtjernet       | 012-4843-L         | 5                                       | 2,8                                     | ingen           | -0,49 | 0,725   | 0,05           | 5  | 10,9                                     | ingen          | 0,79  | 0,393   | 0,37           |
| Bråtåtjern          | 012-196447-L       | 4                                       | 24,6                                    | ingen           | -0,02 | 0,531   | 0,14           | 5  | 48,2                                     | svakt stigende | 0,20  | 0,127   | 0,76           |
| Breidtjernet        | 012-4781-L         | 6                                       | 8,1                                     | stigende        | 0,36  | 0,048   | 0,66           | 6  | 36,2                                     | ingen          | 0,08  | 0,251   | 0,40           |
| Elgtjernet          | 012-4772-L         | 6                                       | 6,7                                     | ingen           | -0,35 | 0,590   | 0,08           | 6  | 26,7                                     | ingen          | 0,16  | 0,470   | 0,18           |
| Falangtjern øvre    | 012-4833-L         | 5                                       | 16,0                                    | ingen           | 0,01  | 0,968   | 0,00           | 5  | 33,4                                     | ingen          | 0,01  | 0,971   | 0,00           |
| Falangtjern, nedre  | 012-4828-L         | 5                                       | 16,5                                    | svakt avtagende | -0,24 | 0,077   | 0,70           | 5  | 31,5                                     | ingen          | -0,14 | 0,395   | 0,25           |
| Kjevlingen          | 012-4878-L         | 6                                       | 14,2                                    | ingen           | -0,12 | 0,466   | 0,14           | 6  | 41,1                                     | ingen          | -0,01 | 0,878   | 0,01           |
| Langtjernet         | 012-4788-L         | 6                                       | 8,7                                     | ingen           | 0,14  | 0,760   | 0,03           | 6  | 29,6                                     | ingen          | 0,14  | 0,245   | 0,41           |
| Oksetjernet         | 012-196332-L       | 5                                       | 19,5                                    | ingen           | -0,05 | 0,705   | 0,06           | 5  | 32,1                                     | ingen          | -0,05 | 0,452   | 0,20           |
| Raknerudtjernet     | 012-4832-L         | 4                                       | 18,2                                    | ingen           | 0,16  | 0,652   | 0,12           | 4  | 30,2                                     | ingen          | 0,05  | 0,884   | 0,01           |
| Rokotjernet         | 012-4838-L         | 5                                       | 7,7                                     | ingen           | -0,82 | 0,299   | 0,34           | 5  | 17,2                                     | ingen          | -0,46 | 0,441   | 0,21           |
| Skirstadtjernet     | 012-4802-L         | 5                                       | 6,3                                     | ingen           | -0,21 | 0,863   | 0,01           | 5  | 15,7                                     | ingen          | 0,18  | 0,886   | 0,01           |
| Stortjernet         | 012-4762-L         | 4                                       | 9,7                                     | stigende        | 0,47  | 0,031   | 0,94           | 4  | 25,9                                     | ingen          | 0,15  | 0,527   | 0,22           |
| Velotjernet         | 012-4865-L         | 4                                       | 6,5                                     | ingen           | 0,65  | 0,313   | 0,47           | 4  | 13,0                                     | ingen          | 0,28  | 0,219   | 0,61           |

De fleste innsjøene i vannområde Randsfjorden har ingen signifikante trender (Tabell 5). For innsjøene med lave konsentrasjoner av klorofyll og Tot-P (øvre del av Figur 6) er det ingen innsjøer med avtagende trender, men det er tre innsjøer med stigende trender (forverring) for Tot-P. Selve Randsfjorden er en av disse tre. Det er uklart om de stigende trendene skyldes større tilførsler av fosfor fra jordbruk og/ eller avløp eller om det kan ha sammenheng med økende humusinnhold som inneholder en del adsorbent fosfor eller en kombinasjon av disse mulige årsakene.

For innsjøene med høyere konsentrasjoner av klorofyll og Tot-P (nedre del av Figur 6) er tre innsjøer med stigende trender for klorofyll  $a$ . Kun én av disse har imidlertid stigende trend for Tot-P (Bråtå tjern). Årsaken til stigende trender er sannsynligvis økte fosfortilførsler fra jordbruk og/eller avløp. Avtagende trend er kun funnet i én innsjø for klorofyll  $a$ .



**Figur 6.** Trender for klorofyll og total fosfor (Tot-P) for innsjøer i vannområde Randsfjorden med hhv. lav (øverst) og høyere (nederst) konsentrasjoner av de to parameterne. Lav betyr klorofyll  $a$  i svært god eller god tilstand, mens høyere betyr klorofyll  $a$  i moderat eller dårligere tilstand.

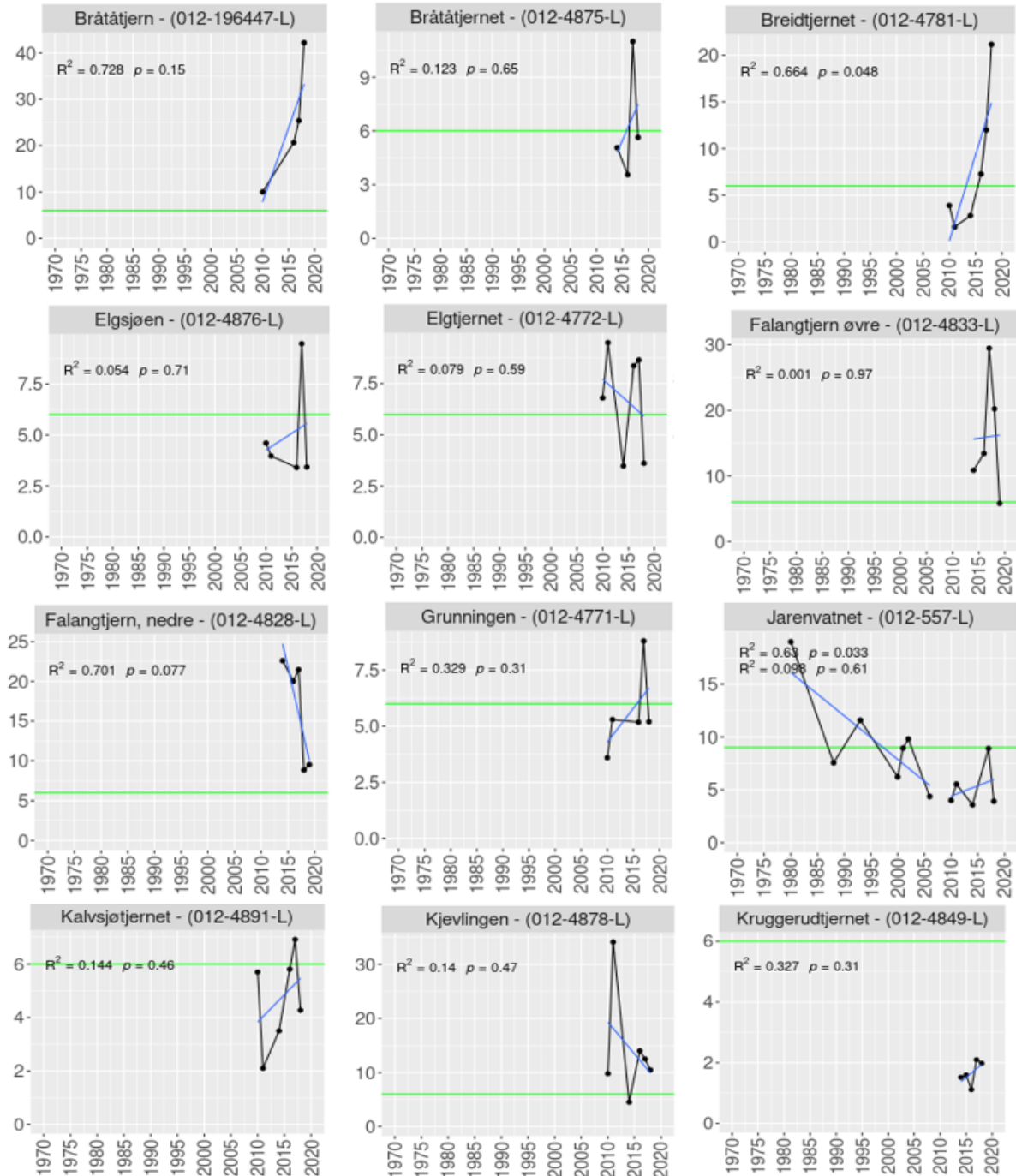
Tidsseriene etter 2009 viser til dels store variasjoner i klorofyll og total fosfor fra år til år. Mange av innsjøene svinger fra langt over miljømålet til under miljømålet, mens andre varierer mye men er stort sett over miljømålet for begge parameterne.

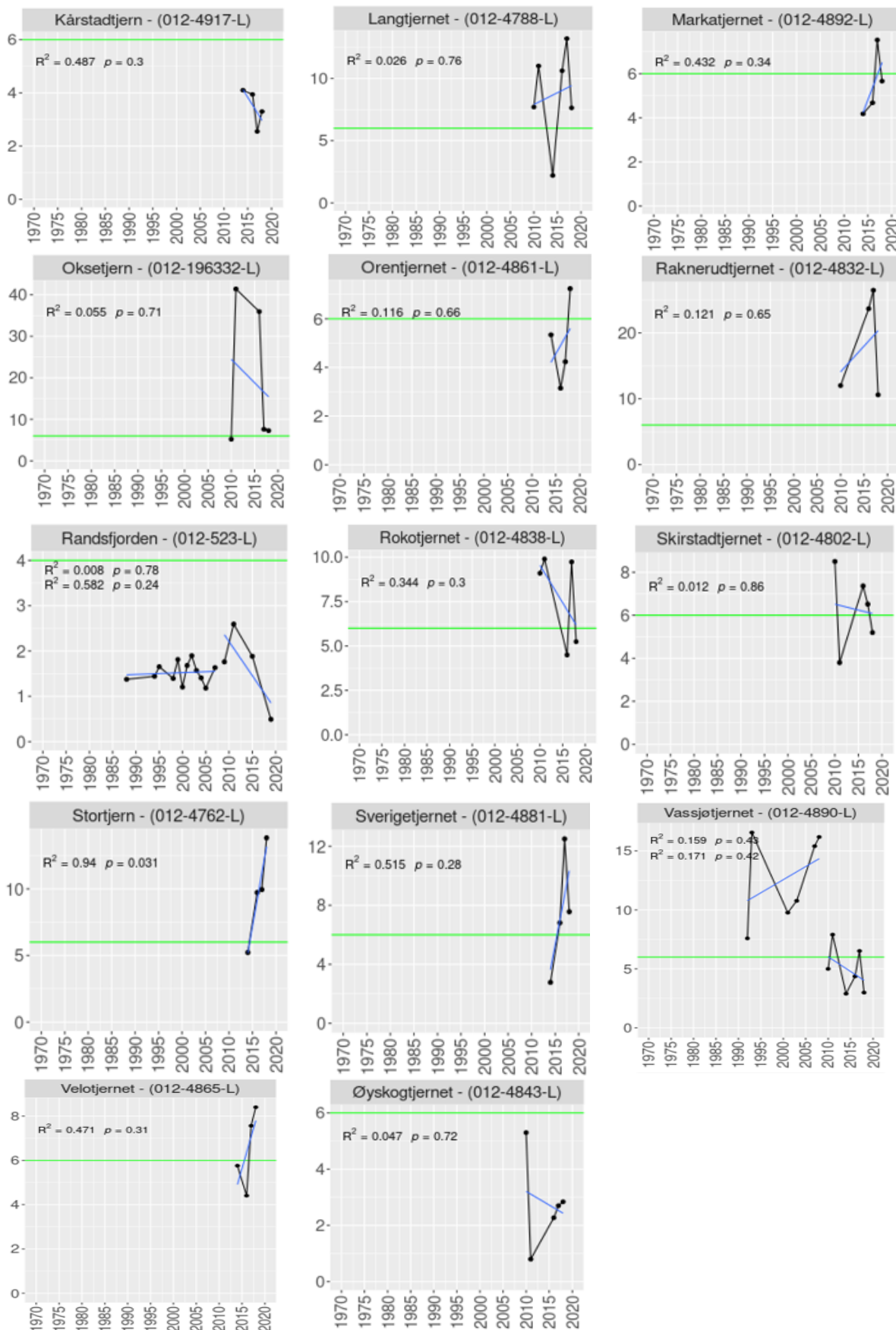
De fleste innsjøene har kun data etter 2009, med unntak av Jarenvannet, Randsfjorden og Vassjøtjernet, som har data tilbake til 1980-tallet eller 1990-tallet (Figur 7). For Jarenvannet viser tidsserien før 2009 en signifikant avtagende trend for både klorofyll ( $p = 0,033$ ) og total fosfor ( $p = 0,013$ ) fra over miljømålet til å være i tråd med miljømålet. Etter 2009 er det ingen trend, men begge parameterne er i tråd med miljømålet i hele perioden med unntak av total fosfor i 2011. For



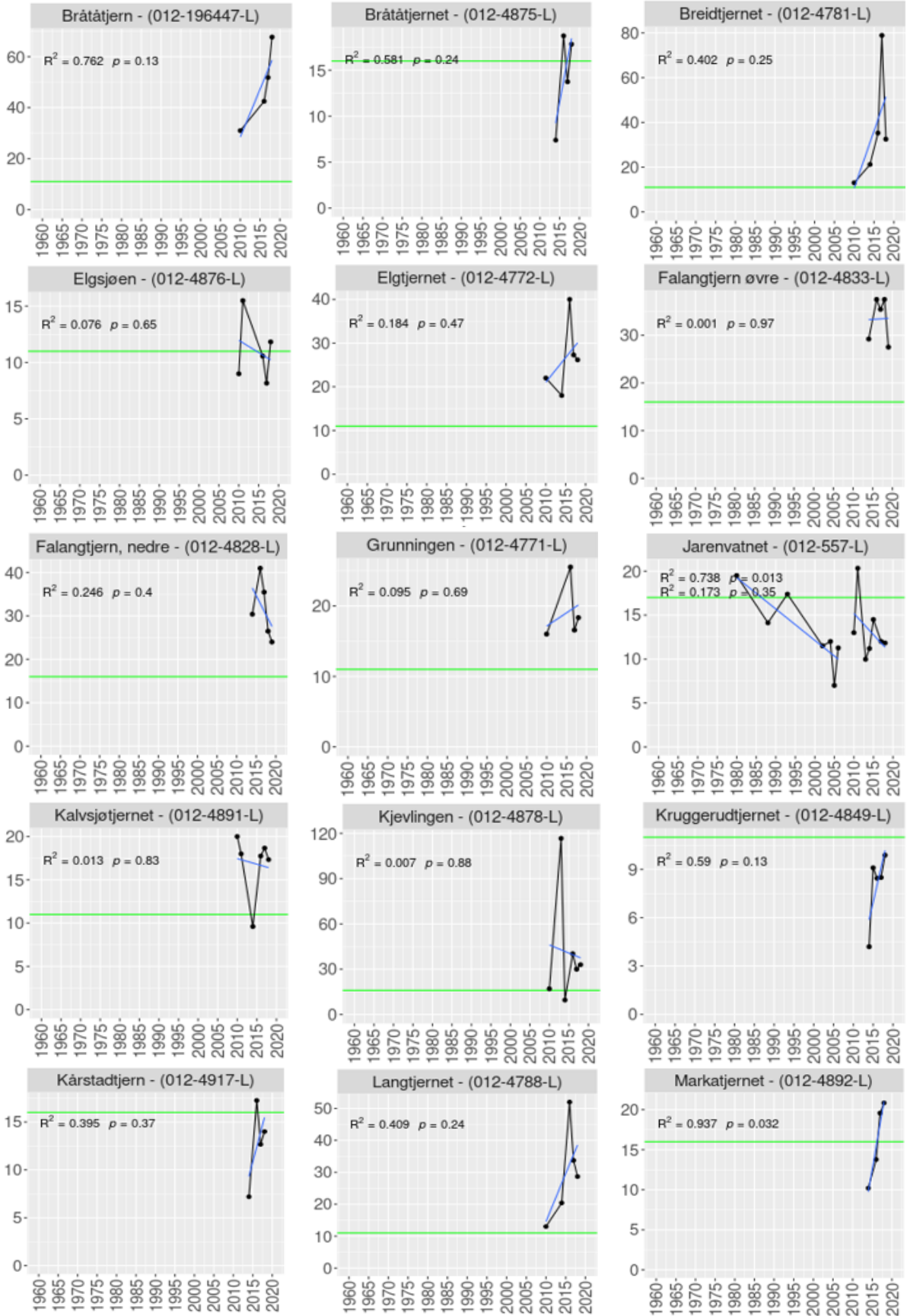
Vassjøtjernet var det ingen trend hverken før eller etter 2009 for klorofyll og total fosfor. For klorofyll var likevel årsgjennomsnittene langt over miljømålet før 2009, men stort sett i tråd med eller under miljømålet etter 2009. Tilsvarende mønster ses for total fosfor, som har betydelig lavere konsentrasjoner etter 2009 enn før 2009. Tidsseriene for Randsfjorden er omtalt i avsnitt 3.4.1.1.

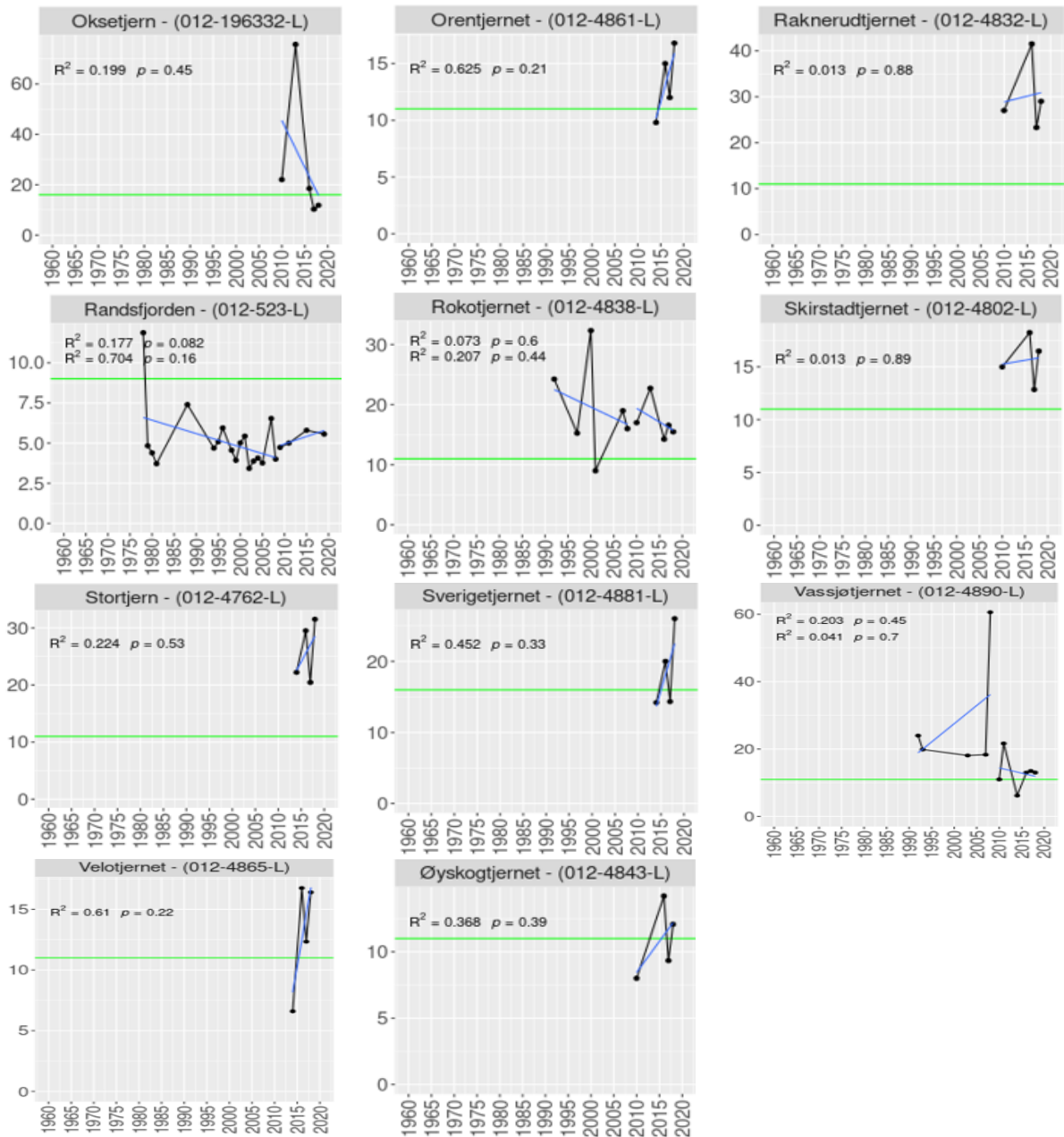
a) Klorofyll  $\alpha$





b) Tot-P





**Figur 7.** Tidsserier for a) klorofyll *a* og b) Tot-P for alle innsjøer med minst 4 års data i vannområde Randsfjorden. Lineære regresjoner er vist separat for alle årene før 2009 (øvre rad angir  $R^2$  og  $p$ -verdi) og etter 2009 (nedre rad angir  $R^2$  og  $p$ -verdi) for hver innsjø. Grønn linje angir god/moderat grensen for den aktuelle vanntypen for hver innsjø.

### 3.4.2 Vannområde Mjøsa

|   |                         |   |
|---|-------------------------|---|
|  | <b>Vannområde Mjøsa</b> |   |
|   | <b>Vannregion:</b>      | Innlandet og Viken  |
|   | <b>Fylker:</b>          | Innlandet og Viken (Akershus)   |
|   | <b>Kommuner:</b>        | Skjåk, Lesja, Lom, Dovre, Vågå, Sel, Nord-Fron, Sør-Fron, Vang, Øystre Slidre, Gausdal, Ringebu, Øyer, Lillehammer, Nordre-Land, Gjøvik, Vestre-Toten, Østre-Toten, Gran, Hurdal, Ringsaker, Hamar, Løten, Stange, Hurdal, Eidsvoll |
|   | <b>Hjemmeside:</b>      | <a href="http://www.vassdragsforbundet.no">http://www.vassdragsforbundet.no</a>   |

#### 3.4.2.1 Tilstand og tidsserier i innsjøen Mjøsa (vannforekomst 002-118-1-L-A)

Tilstanden i Mjøsa, som er Norges største innsjø, er god for Tot-P, planteplankton og vannplanter og svært god for klorofyll *a* og cyanobakterier, men moderat for Tot-N (**Tabell 6**) på hovedstasjonen Skreia. Til sammenligning har Furnesfjorden samme tilstandsklasse som Skreia, men noe høyere konsentrasjoner av begge nærings saltene. For klorofyll er konsentrasjonen også litt høyere i Furnesfjorden enn på Skreia og tilstandsklassen blir god. Furnesfjorden har dessuten noe lavere nEQR verdi for planteplankton og er nærmere klassegrensen god/moderat enn på Skreia.

**Tabell 6.** Tilstand i Mjøsa (vannforekomst 002-118-1-L-A) for alle eutrofieringsparameterne er vist for hhv. Furnesfjorden og for hovedstasjonen Skreia, inkl. vannplanteresultater for hele Mjøsa samlet. Tallverdiene er middelerverdier av perioden 2009-2020.

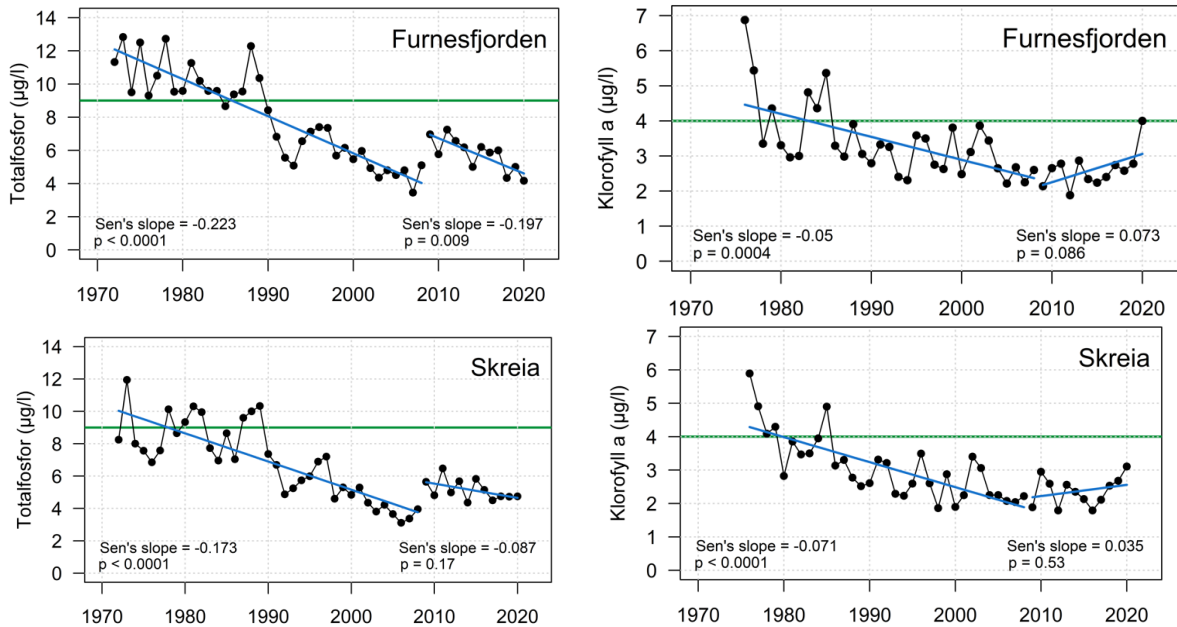
| Vannforekomst          | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll (µg/L) | Cyano-maks (mg/L) | Plante-plankton nEQR | Vann-planter (Tlc-verdi) | Vann-planter nEQR (Tlc) |
|------------------------|--------------|--------------|------------------|-------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| Mjøsa<br>Furnesfjorden | 5,3          | 550          | 2,1              | 0,03              | 0,62                 |                          |                         |
| Mjøsa<br>Skreia        | 4,5          | 486          | 1,8              | 0,02              | 0,66                 | 41,3                     | 0,66                    |

I 2019 og 2021 var det betydelige oppblomstringer av cyanobakterier langs land i juli, noe som medførte stengte badeplasser mange steder rundt innsjøen. Slike oppblomstringer indikerer at Mjøsa kan være mer utsatt for eutrofiering i strandnære områder enn på de faste målestasjonene langt fra land. For mer informasjon, se Lyche Solheim mfl. (2020) og Thrane mfl. (2022).

Tidsseriene for Tot-P og klorofyll (**Figur 8**) viser tydelige avtagende trender ( $p < 0.05$ ) i årene før 2009 både i Furnesfjorden og på Skreia. De avtagende trendene før 2009 skyldes gjennomføring av fosfor-reduserende tiltak i både avløps- og jordbrukssektoren, samt forbud mot fosfor i vaskemidler etter flere år med betydelige oppblomstringer av cyanobakterier i Mjøsa på midten av 1970-tallet.

I Furnesfjorden er klorofyll-trenden svakt stigende i årene etter 2009, mens det på Skreia ikke har vært noen tydelig trend for klorofyll. For totalfosfor økte konsentrasjonen noe fra 2008 til 2009, men har siden vært avtakende frem mot 2020 på begge stasjoner. Årsaken til avtagende fosfortrender har trolig sammenheng med tiltak i avløps- og/eller jordbrukssektoren, mens økende vanntemperatur (Thrane

mfl. 2022) kan være en mulig årsak til motsatt eller ingen trend for klorofyll. Tilstanden for planteplankton samlet viser også tegn til forverring i Furnesfjorden siden 2014 og ble klassifisert til moderat både i 2019 og 2020 (Thrane mfl. 2022).



**Figur 8.** Tidsserier med regresjonslinjer før og etter 2009 for total fosfor (venstre) og klorofyll *a* (høyre) for Mjøsa (vannforekomst 002-118-1-L) på stasjonene Furnesfjorden (øverst) og Skreia (nederst). Grønn linje viser god/moderat grensen for den aktuelle vanntypen.

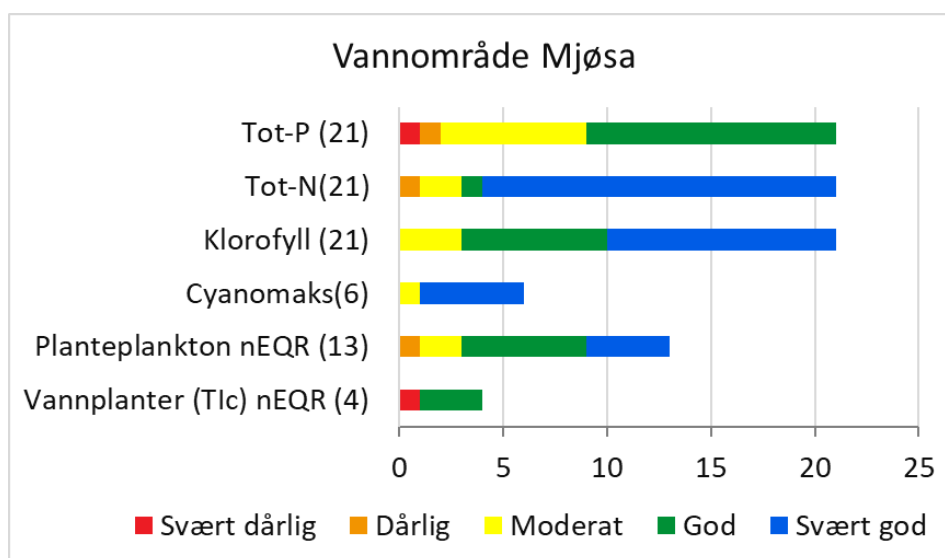
Forholdene på de faste overvåkingsstasjonene langt fra land i Mjøsa fanger i liten grad opp forholdene i vannmassene nær land, som påvirkes av økende tilførsler av næringssalter fra jordbruksarealene og befolkningen rundt Mjøsa (Bechmann mfl. 2021). De kraftige oppblomstringene av cyanobakterier langs land i store deler av Mjøsa i juli både i 2019 og 2021 er tydelige tegn på økt eutrofiering, som antas å ha sammenheng med økte lokale fosfortilførsler kombinert med klimaendringer som gir varmere vann og økt hyppighet av styrtregneepisoder. Mer omfattende tiltak for reduksjon av fosfortilførslene er nødvendig for å motvirke ytterligere forverring (Bechmann mfl. 2021).

### 3.4.2.2 Tilstand i andre innsjøer i Vannområde Mjøsa

Tilstanden for alle innsjøer i vannområde Mjøsa er vist for alle parameterne i **Tabell 7** og oppsummert på tvers av innsjøene i **Figur 9** for Tot-P, klorofyll, samt for planteplankton og vannplanter. De fleste innsjøene er kalkfattige, klare og ligger i klimasone skog, men noen er moderat kalkrike klare eller humøse. Mange er fjellsjøer, men flere av disse er feiltypifisert i Vann-nett som skogssjøer (se vanntype angitt i Vedlegg A). De har dermed blitt klassifisert med litt for slappe klassegrenser og kan se bedre ut enn de ville vært dersom de hadde blitt klassifisert som fjellsjøer. Dette gjelder for eksempel Bøvertunvatnet, Furusjøen, Øvre Sjudalsvatnet og Reinsvatnet. Gjende er en bresjø som vi mangler klassegrenser for. Den er klassifisert som en klar, kalkfattig fjellsjø, som kan være for streng for slike innsjøer. Gjende kan dermed se verre ut enn den ville vært dersom vi hadde hatt klassegrenser for bresjøer (Lyche Solheim mfl. 2021).

De fleste innsjøene i vannområde Mjøsa er i god eller svært god tilstand for Tot-P, klorofyll, planteplankton og vannplanter (Figur 8). Moderat eller dårligere tilstand ble funnet for Tot-P i 43% av innsjøene, for planteplankton i 23% og for klorofyll kun i 14% av innsjøene. Årsaken til bedre tilstand for klorofyll enn for de øvrige parameterne kan muligens skyldes endringer i artssammensetningen, men mindre endring i biomassen av planteplankton. Høyt humusinnhold i flere av innsjøene kan også gi lavere algebiomasse, både fordi humus gir redusert biotilgjengelighet av fosfor (ortofosfat adsorberes til humusmolekylene (Jansson mfl. 2012)) og fordi lysforholdene i vannet blir dårligere.

For vannplanter er tre av fire innsjøer med tilgjengelige data i god tilstand og én (Stavsjøen) i svært dårlig tilstand.



**Figur 9.** Fordeling av innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for fire eutrofieringsparametere i vannområde Mjøsa. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter. Parameterverdier for den enkelte innsjø er vist i **Tabell 7**.

Blant de mest eutrofierte innsjøene i dette vannområdet er Selsvatnet, som er en liten grunn, moderat kalkrik og klar innsjø i Sel kommune, der både Tot-P og planteplankton er i dårlig tilstand og cyanobakterier viser moderat tilstand. Vannplantene viser imidlertid god tilstand. Årsaken til den dårlige tilstanden for Tot-P og planteplankton er uklar, men skyldes muligens moderat påvirkning fra jordbruk og noe spredt avløp kombinert med høy sårbarhet som følge av lite vannvolum. En annen tydelig eutrofiert innsjø er Stavsjøen i Ringsaker kommune, der både Tot-P og vannplanter er i svært dårlig tilstand, og klorofyll er i moderat tilstand (ingen data i Vannmiljø for cyanobakterier og planteplankton for øvrig). Stavsjøen er oppgitt å være påvirket av jordbruksforurensning i Vann-nett.

Sør-Mesna i Ringsaker viser også tegn på eutrofiering med moderat tilstand både for Tot-P og planteplankton. Innsjøen er stor, dyp, kalkfattig og humøs og oppgitt å ha tilførsler fra husdyrgjødsel og avløpsanlegg i Vann-nett. Mellsjøen i Lillehammer kommune er en stor, kalkfattig, klar fjellsjø, som er i moderat tilstand for planteplankton, god tilstand for Tot-P og klorofyll og svært god tilstand for

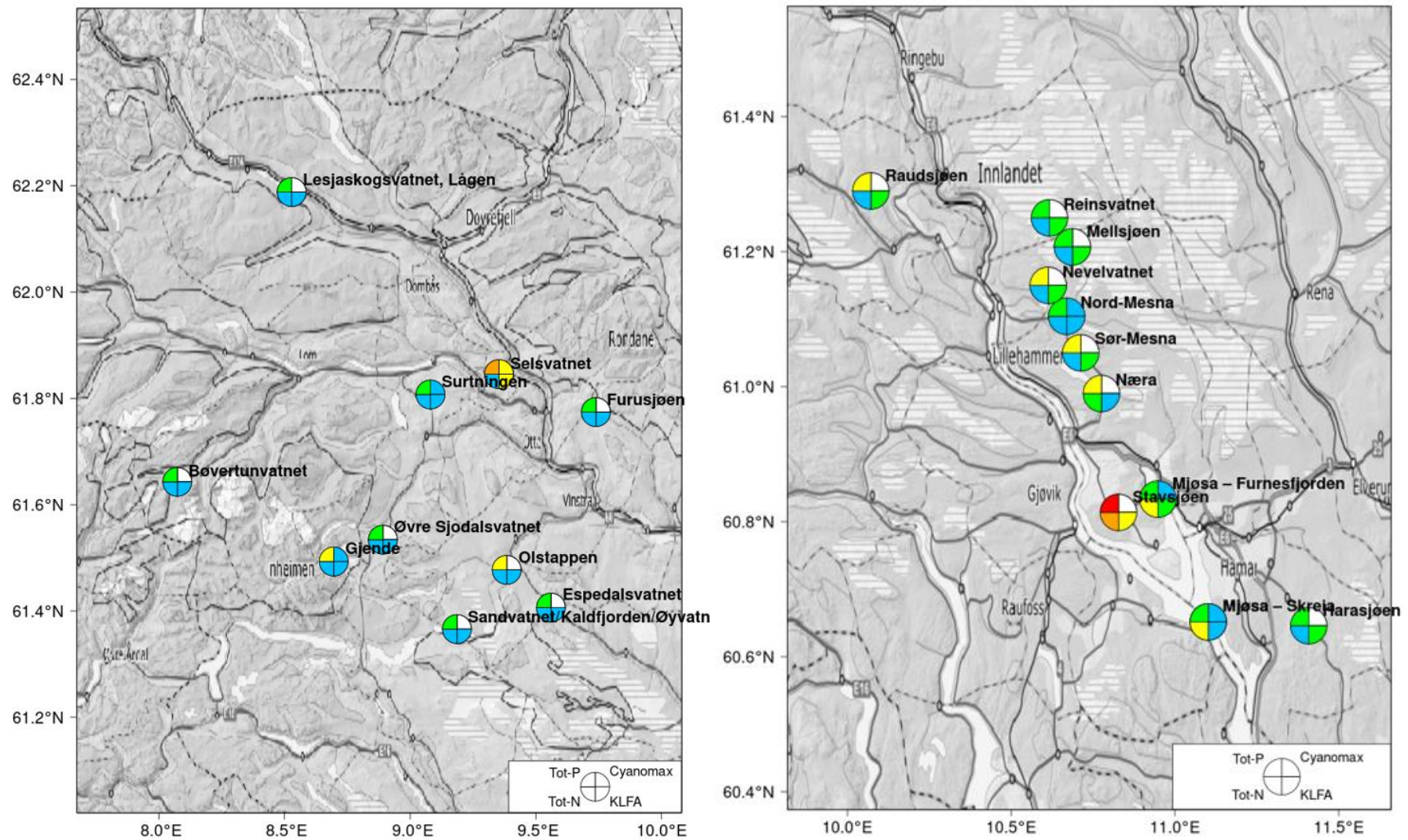
nitrogen (**Tabell 7**). Mellsjøen er oppgitt å være påvirket av diffus avrenning fra spredt bebyggelse i Vann-nett.

**Tabell 7.** Økologisk tilstand i alle innsjøer i vannområde Mjøsa for alle eutrofieringsparameterne.

| Innsjø (navn)                       | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med data i 2009-2020 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (T1c-verdi) | Vannplanter nEQR (T1c) |
|-------------------------------------|------------------|-------------------|---------------------------|--------------|--------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Bøvertunvatnet                      | 002-29417-L      | L205              | 1                         | 6,0          | 30           | 2,0              |                  |                     |                         |                        |
| Espedalsvatnet                      | 002-267-L        | L205              | 1                         | 7,9          | 162          | 1,2              |                  |                     |                         |                        |
| Furusjøen                           | 002-207-L        | L205              | 2                         | 5,2          | 141          | 1,2              |                  |                     |                         |                        |
| Gjende                              | 002-147-L        | L304              | 7                         | 6,7          | 149          | 1,0              | 0,00             | 0,62                |                         |                        |
| Harasjøen                           | 002-192-L        | L206              | 1                         | 11,0         | 340          | 5,3              |                  | 0,64                |                         |                        |
| Lesjaskogsvatnet, Lågen             | 002-119-2-L      | L205              | 1                         | 5,1          | 162          | 1,0              |                  |                     |                         |                        |
| Mellsjøen                           | 002-286-L        | L205              | 3                         | 9,7          | 168          | 3,5              |                  | 0,54                |                         |                        |
| Mjøsa – Furnesfjorden               | 002-118-1-L-A    | L105b             | 11                        | 5,6          | 550          | 2,3              | 0,03             | 0,62                |                         |                        |
| Mjøsa – Skreia                      | 002-118-1-L-A    | L105b             | 11                        | 5,0          | 486          | 2,1              | 0,02             | 0,66                | 41,3                    | 0,66                   |
| Nevelvatnet                         | 002-32981-L      | L206              | 3                         | 14,2         | 178          | 4,9              |                  |                     |                         |                        |
| Nord-Mesna                          | 002-250-L        | L206              | 3                         | 9,7          | 274          | 3,0              | 0,00             | 0,82                |                         |                        |
| Næra                                | 002-196-L        | L208              | 6                         | 11,0         | 619          | 3,8              |                  | 0,76                |                         |                        |
| Olstappen                           | 002-210-L        | L205              | 1                         | 12,0         | 65           | 1,3              |                  | 1,00                |                         |                        |
| Raudsjøen                           | 002-2499-L       | L205              | 1                         | 10,0         | 190          | 2,3              |                  |                     |                         |                        |
| Reinsvatnet                         | 002-258-L        | L205              | 3                         | 6,9          | 145          | 3,7              |                  | 0,61                |                         |                        |
| Sandvatnet/Kaldfjorden/<br>Øyvatnet | 002-32712-L      | L205              | 1                         | 6,8          | 119          | 1,2              |                  | 1,00                |                         |                        |
| Selsvatnet                          | 002-32256-L      | L207              | 2                         | 27,2         | 280          | 10,8             | 1,56             | 0,37                | 53,2                    | 0,67                   |
| Sør-Mesna                           | 002-198-L        | L206              | 2                         | 19,8         | 271          | 4,6              |                  | 0,57                |                         |                        |
| Stavsjøen                           | 002-4478-L       | L109              | 3                         | 42,1         | 1072         | 14,2             |                  |                     | -50                     | 0,15                   |
| Surtningen                          | 002-32299-L      | L207              | 2                         | 8,6          | 242          | 1,7              | 0,01             | 0,95                | 54,2                    | 0,66                   |
| Øvre Sjødalsvatnet                  | 002-220-L        | L204              | 2                         | 9,7          | 105          | 0,9              |                  |                     |                         |                        |

Den geografiske beliggenheten for innsjøene i vannområde Mjøsa er vist i **Figur 10**.





**Figur 10.** Beliggenhet og tilstand for innsjøer i vannområde Mjøsa: Nord-vestre del til venstre og sør-østre del til høyre. Økologisk tilstand er vist for Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks.

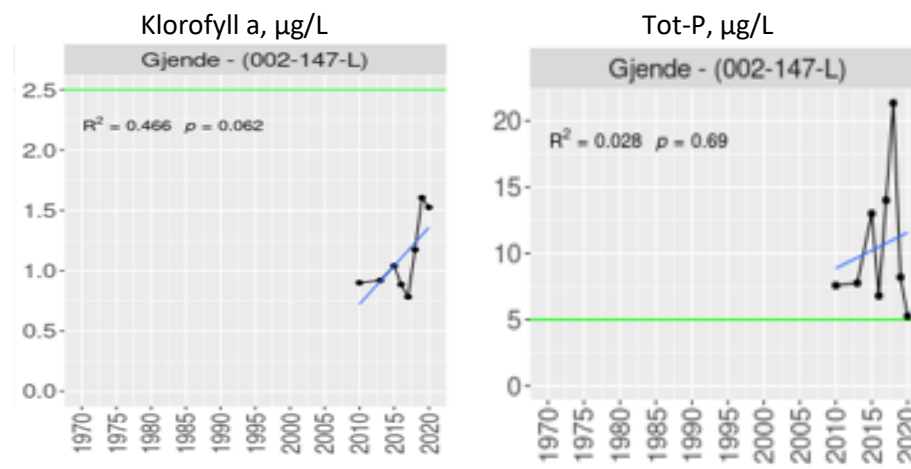
### 3.4.2.3 Tidsserier og trender for andre innsjøer i Vannområde Mjøsa

Tidsserier og trender for klorofyll *a* og Tot-P i vannområde Mjøsa er vist i **Tabell 8** og **Figur 11**. Kun to innsjøer fra vannområde Mjøsa har data fra minst fire år rapportert til Vannmiljø: Gjende og Næra. Gjende viser en svakt stigende trend for klorofyll *a*, men ingen trend for Tot-P, mens Næra viser ingen trend for klorofyll *a* og svakt avtagende for Tot-P.

**Tabell 8.** Trender for klorofyll *a* (Klfa) og total fosfor (Tot-P) for innsjøer med minst fire års data for klorofyll *a* i perioden 2009–2020 i vannområde Mjøsa.

| Vannforekomstnavn | Vannforekomst-kode | Antall år med data for Klfa (2009-2020) | Middelverdi for Klfa (µg/l) (2009-2020) | Trend          | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med data for Tot-P (2009-2020) | Middelverdi for Tot-P (µg/l) (2009-2020) | Trend | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> |
|-------------------|--------------------|---|---|----------------|-------|---------|----------------|--|--|-------|-------|---------|----------------|
| Gjende            | 002-147-L          | 7                                       | 1,0                                     | svakt stigende | 0,05  | 0,062   | 0,47           | 7  | 6,7                                      | ingen | 0,27  | 0,690   | 0,03           |
| Næra              | 002-196-L          | 6                                       | 3,8                                     | ingen          | 1,09  | 0,688   | 0,05           | 6  | 11,0                                     | ingen | -0,36 | 0,250   | 0,31           |

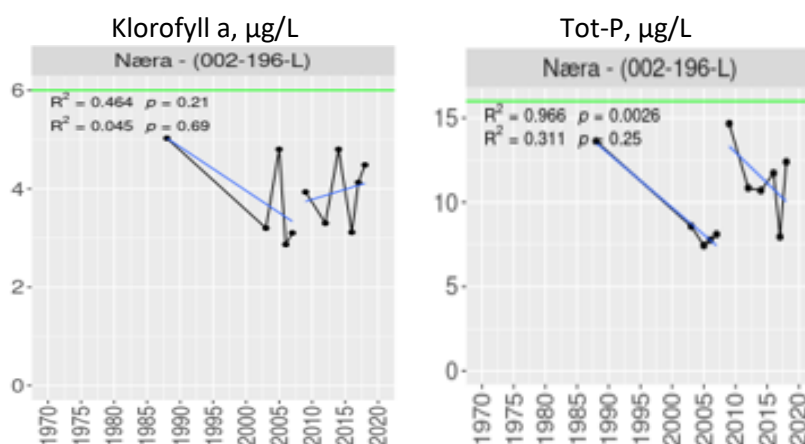
Gjende er en bresjø med økt tilførsel av breslam på grunn av klimaendringene. Dette har gitt økende turbiditet og redusert siktedyp, samt økende klorofyll. For Tot-P har vi ikke observert noen signifikant økning, men tidsserien så langt viser store år-til-år variasjoner med tidvis høye konsentrasjoner (Figur 11).



**Figur 11.** Tidsserier og regresjoner for klorofyll *a* (venstre panel) og Tot-P (høyre panel). Grønn linje viser god/moderat grensen for den aktuelle vanntypen.

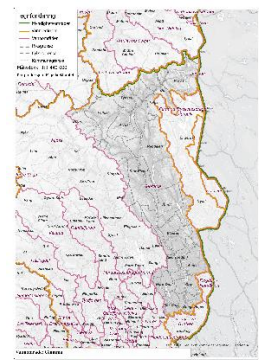
Planteplanktonsamfunnet i Gjende har redusert biodiversitet og er nå totalt dominert av én kiselalgeart, *Asterionella formosa*. Denne er tilpasset dårligere lysforhold og er lite beitbar for dyreplanktonet. Den økologiske tilstanden for planteplankton har blitt redusert fra god tilstand i perioden 2015–2018 til moderat tilstand i 2019–2020 (Lyche Solheim mfl. 2021). Årsaken til disse endringene er mest sannsynlig klimaendringene, som gir økt bresmelting og tilførsel av breslam med mye partikler, samt økt sjiktning av vannmassene på grunn av økende vanntemperatur. Bakterieprøver tatt på hovedstasjonen tyder på lite tilførsler fra avløp, men konklusjonen er usikker, da det ikke er tatt bakterieprøver nærmere de tre turisthyttene i området.

Tidsseriene for Næra (**Figur 12**) viser ingen signifikante trender for klorofyll *a* hverken før eller etter 2009, mens Tot-P viser en klart avtagende trend før 2009, men ingen signifikant trend etter 2009 ( $p > 0.2$ ). Tidstrendene for Tot-P vurderes som svært usikre fordi det var høy verdi i 1988, deretter mange år uten data og vesentlig lavere verdier i 2003–2007. Tot-P i 2009 er nesten en dobling av verdien i 2007 og data fra 2008 mangler.



**Figur 12.** Tidsserier og regresjoner for Næra. Grønn linje viser god/moderat grensen for den aktuelle vanntypen.

### 3.4.3 Vannområde Glomma



**Vannområde Glomma**

**Vannregion:** Trøndelag, Innlandet og Viken

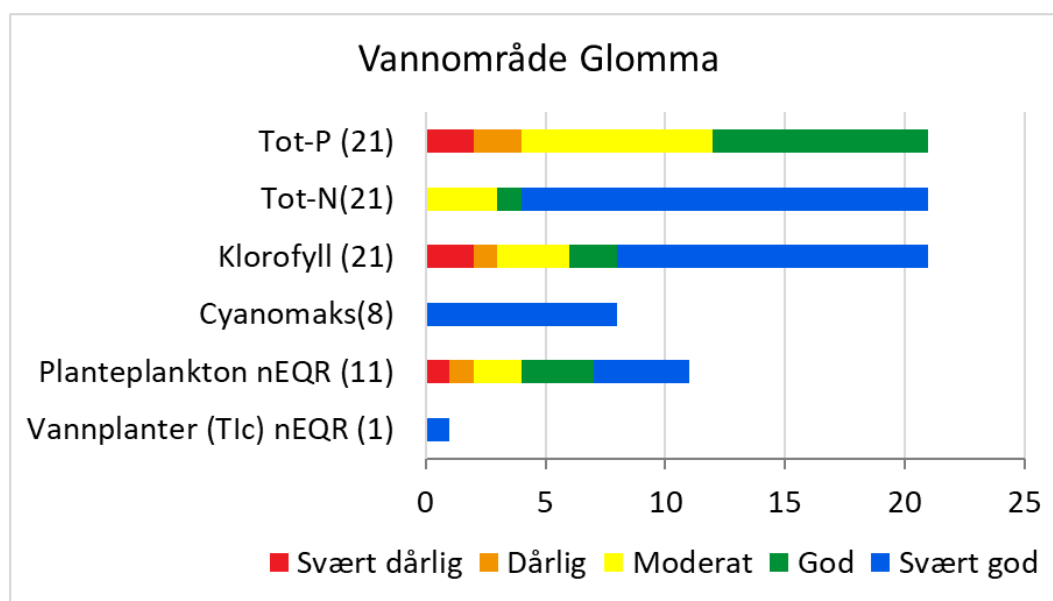
**Fylker:** Innlandet og Viken (Akershus)

**Kommuner:** Røros, Os, Tolga, Tynset, Folldal, Dovre, Sel, Nord-Fron, Sør-Fron, Alvdal, Rendalen, Ringeby, Stor-Elvdal, Øyer, Hamar, Ringsaker, Løten, Åmot, Trysil, Elverum, Våler, Åsnes, Grue, Stange, Nord-Odal, Sør-Odal, Kongsvinger

**Hjemmeside:** <https://www.vannportalen.no/vannregioner/innlandet-og-viken/vannomrader-i-vannregion-innlandet-og-viken2/glomma/om-vannomrade-glomma/>

#### 3.4.3.1 Tilstand

Totalt 21 innsjøer i vannområde Glomma har relevante data i Vannmiljø. De fleste innsjøene er kalkfattige og humøse, og drøyt halvparten ligger i klimasone skog (vanntype er angitt i **Tabell 9**). Tilstanden for disse innsjøene er vist for alle parameterne i Tabell 9 og oppsummert på tvers av innsjøene i **Figur 13** for Tot-P, klorofyll, planteplankton og vannplanter.



**Figur 13.** Fordeling av innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for fire eutrofieringsparametere i vannområde Glomma. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter. Parameterverdier for den enkelte innsjø er vist i **Tabell 9**.

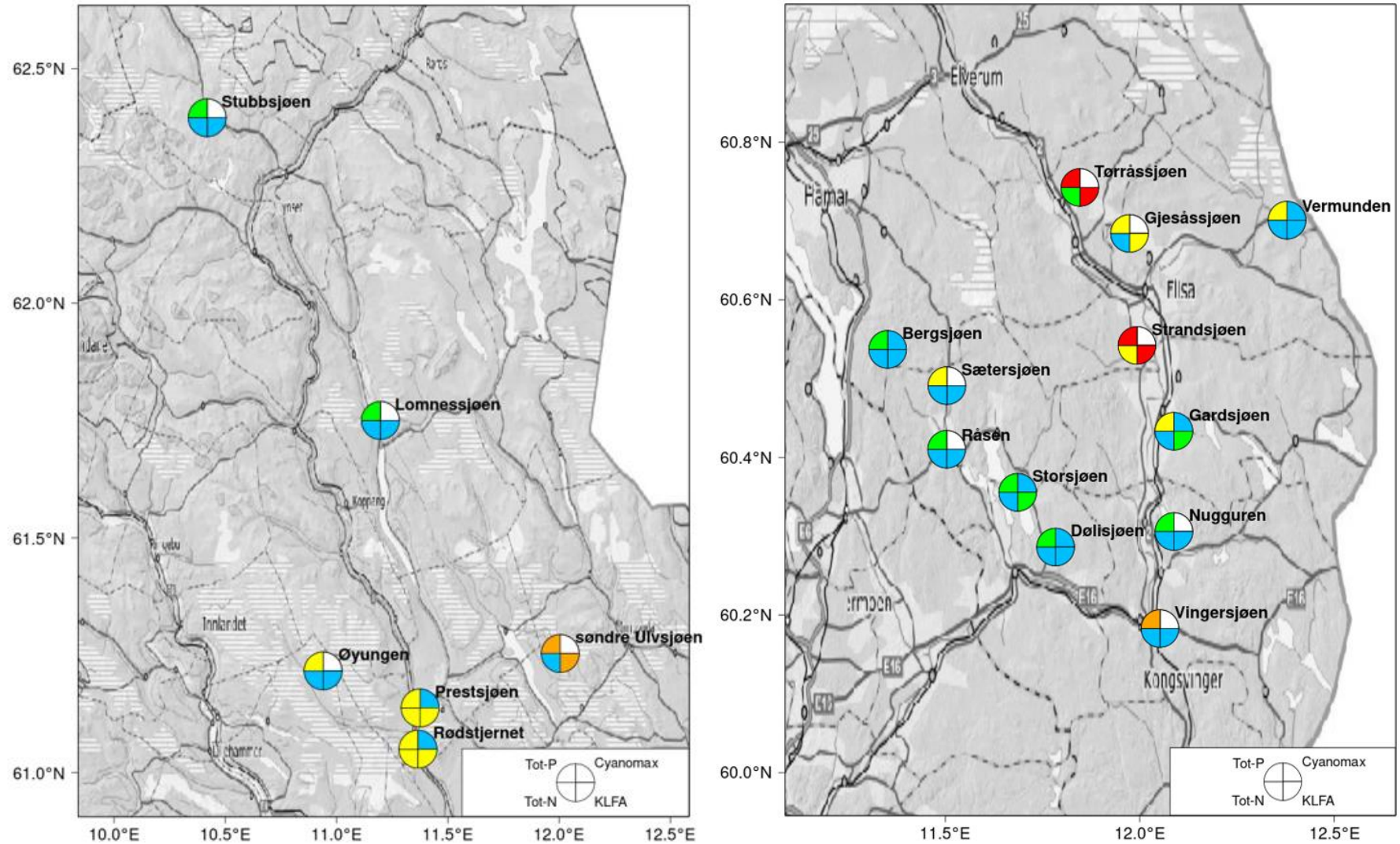
De fleste innsjøene i vannområde Glomma er i god eller svært god tilstand for klorofyll og planteplankton, mens ca. 1/3 er i moderat eller dårligere tilstand. For Tot-P er over halvparten (12 innsjøer) i moderat eller dårligere tilstand. Kun én innsjø (Atnsjøen) har data for vannplanter, som er i svært god tilstand. Årsaken til bedre tilstand for klorofyll og planteplankton enn for Tot-P er uklar, men kan muligens skyldes høyt humusinnhold i flere av innsjøene. Humus gir redusert biotilgjengelighet av fosfor, samt dårlige lysforhold, noe som kan bidra til mindre algebiomasse.

De mest eutrofierte innsjøene i dette vannområdet er Gjesåssjøen og Strandsjøen i Åsnes, søndre Ulvsjøen i Trysil, Tørråssjøen i Våler og Vingersjøen i Kongsvinger. Disse har dårlig eller svært dårlig tilstand for én eller flere av parameterne, og er oppgitt å være påvirket av diffus avrenning fra fulldyrket mark, samt av spredt avløp og/eller husdyrgjødsel. Data for cyanobakterier er ikke rapportert fra noen av disse innsjøene.

**Tabell 9.** Økologisk tilstand i alle innsjøer i vannområde Glomma for alle eutrofieringsparameterne.

| Innsjø (navn)   | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med data i perioden 2009-2020 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|-----------------|------------------|-------------------|------------------------------------|--------------|--------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Atnsjøen        | 002-126-L        | L202d             | 2                                  | 5,2          | 128          | 1,5              | 0,00             | 0,81                | 100                     | 1,00                   |
| Bergsjøen       | 002-3865-L       | L206              | 1                                  | 11,5         | 347          | 2,2              | 0,03             |                     |                         |                        |
| Dølisjøen       | 002-153-L        | L106              | 1                                  | 15,3         | 468          | 5,0              | 0,00             | 0,84                |                         |                        |
| Gardsjøen       | 002-3950-L       | L106              | 1                                  | 24,5         | 428          | 8,1              | 0,00             | 0,62                |                         |                        |
| Gjesåssjøen     | 002-239-L        | L106              | 3                                  | 28,4         | 442          | 12,2             |                  | 0,33                |                         |                        |
| Hukusjøen       | 002-158-L        | L206              | 2                                  | 11,1         | 333          | 2,2              |                  | 0,70                |                         |                        |
| Lomnessjøen     | 002-163-L        | L207              | 1                                  | 7,1          | 274          | 1,2              |                  | 0,98                |                         |                        |
| Nugguren        | 002-122-L        | L106              | 1                                  | 14,0         | 324          | 2,5              |                  |                     |                         |                        |
| Øyungen         | 002-32937-L      | L206              | 2                                  | 15,8         | 221          | 2,7              |                  | 0,73                |                         |                        |
| Prestsjøen      | 002-33667-L      | L206              | 1                                  | 22,7         | 855          | 9,9              | 0,03             |                     |                         |                        |
| Råsen           | 002-152-L        | L106              | 1                                  | 12,7         | 430          | 2,9              |                  | 0,99                |                         |                        |
| Rødstjernet     | 002-33674-L      | L208              | 1                                  | 29,5         | 768          | 11,5             | 0,00             |                     |                         |                        |
| Sætersjøen      | 002-3897-L       | L206              | 1                                  | 13,0         | 270          | 2,5              |                  |                     |                         |                        |
| søndre Ulvsjøen | 002-33611-L      | L206              | 1                                  | 41,5         | 372          | 14,9             |                  |                     |                         |                        |
| Sørsåssjøen     | 002-3716-L       | L206              | 1                                  | 20,0         | 324          | 3,8              |                  |                     |                         |                        |
| Storsjøen       | 002-120-L        | L106              | 2                                  | 14,4         | 397          | 6,7              | 0,00             | 0,50                |                         |                        |
| Strandsjøen     | 002-3842-L       | L106              | 1                                  | 65,2         | 883          | 36,8             |                  | 0,19                |                         |                        |
| Stubbsjøen      | 002-171-L        | L207              | 1                                  | 10,0         | 201          | 1,0              |                  |                     |                         |                        |
| Tørråssjøen     | 002-3727-L       | L208              | 2                                  | 82,8         | 644          | 53,8             |                  |                     |                         |                        |
| Vermunden       | 002-182-L        | L206              | 1                                  | 16,8         | 344          | 3,4              | 0,01             |                     |                         |                        |
| Vingersjøen     | 002-154-L        | L106              | 1                                  | 30,4         | 206          | 4,0              |                  | 0,50                |                         |                        |

Den geografiske beliggenheten til innsjøene er vist i **Figur 14**.

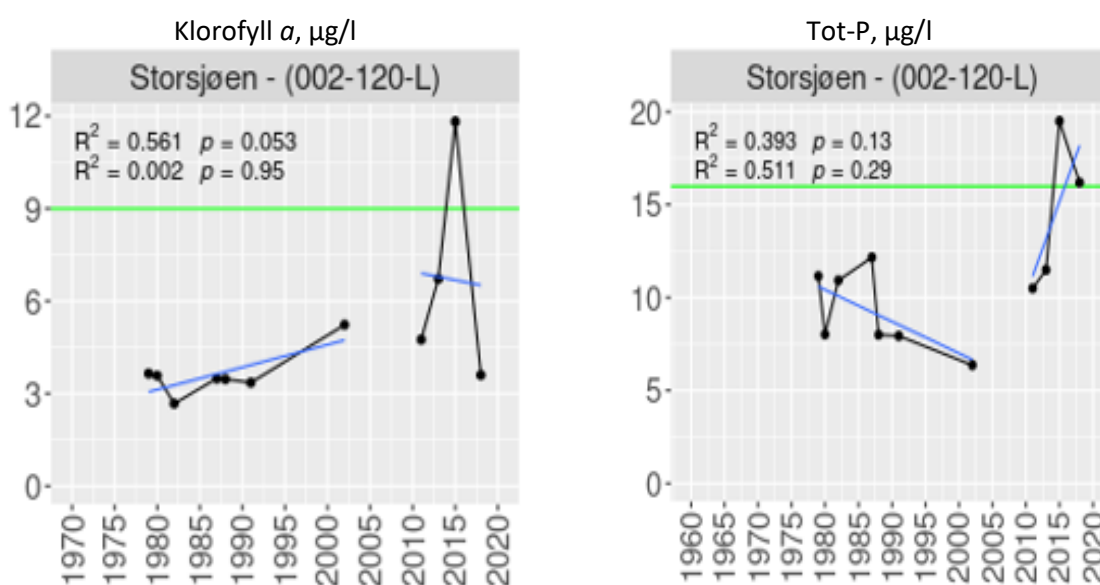


**Figur 14.** Beliggenhet og tilstand for innsjøer i vannområde Glomma: Nordre del til venstre og søndre del til høyre. Økologisk tilstand er vist for Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks.

### 3.4.3.2 Tidsserier og trender


Tidsserier og trender for klorofyll  $a$  og Tot-P i vannområde Glomma er kun vist for Storsjøen (i Odalen), da ingen andre innsjøer hadde 4 år eller mer med data. Storsjøen hadde en svakt stigende trend for klorofyll  $a$  før 2009 og en svakt avtagende trend for Tot-P før 2009, men ingen trender etter 2009 for de to parameterne (**Figur 15**). Innsjøen var klart under god/moderat grensen for begge parameterne i alle årene med data før 2009. Etter 2009 lå verdiene over miljømålet i 2015 for begge parameterne og var akkurat på god/moderat grensen for Tot-P i 2018. Planteplanktonet er i moderat tilstand (Tabell 9) og tyder på en klar eutrofieringseffekt.

Storsjøen oppgis i Vann-Nett å være noe påvirket punktutslipp fra rensanlegg og litt påvirket av diffuse tilførsler fra spredt avløp, samt jordbruksavrenning.



**Figur 15.** Tidsserier med regresjoner for Storsjøen i Odalen for klorofyll  $a$  (venstre) og Tot-P (høyre).

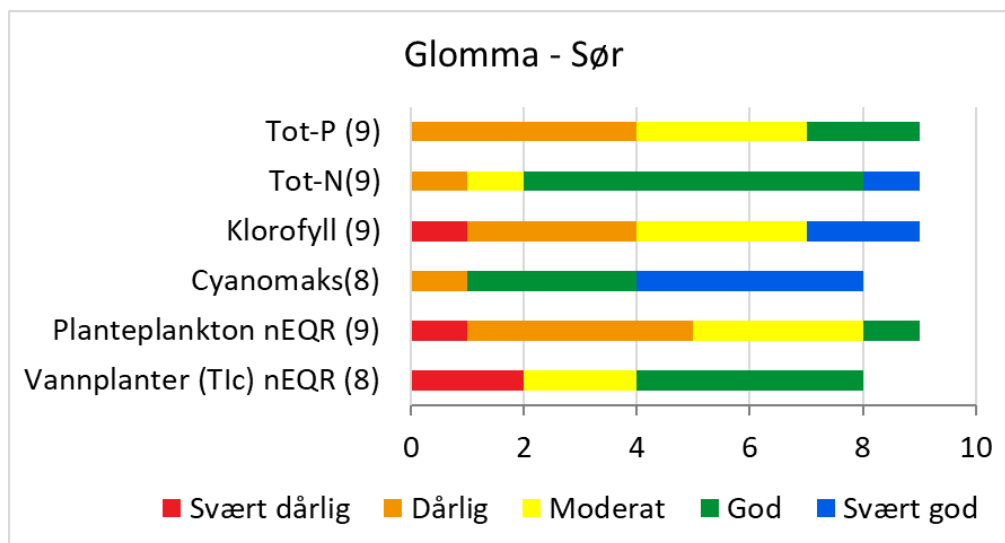
### 3.4.4 Vannområde Glomma Sør

|   |                              |   |
|---|------------------------------|---|
|  | <b>Vannområde Glomma Sør</b> |   |
|   | <b>Vannregion:</b>           | Innlandet og Viken  |
|   | <b>Fylker:</b>               | Viken (Østfold)   |
|   | <b>Kommuner:</b>             | Indre Østfold, Skiptvedt, Rakkestad, Sarpsborg, Råde, Fredrikstad, Hvaler, Halden |
|   | <b>Hjemmeside:</b>           | <a href="https://glomma-sor.no/">https://glomma-sor.no/</a>                       |

#### 3.4.4.1 Tilstand

Ni innsjøer i vannområde Glomma Sør har relevante data i Vannmiljø. Alle innsjøene ligger i klimasone lavlandet og de fleste innsjøene er humøse eller svært humøse. Omtrent halvparten er moderat kalkrike og resten er kalkfattige (se vanntype angitt i Vedlegg A). Tilstanden for disse innsjøene er vist for alle parameterne i **Tabell 10** og oppsummert på tvers av innsjøene i **Figur 16**.

For Tot-P, klorofyll og planteplankton er tilstanden moderat eller dårligere for mer enn sju av innsjøene. Halvparten av innsjøene som har data for vannplanter er i tilstandsklasse god, mens to er i tilstandsklasse moderat og to er i tilstandsklasse svært dårlig.



**Figur 16.** Fordeling av innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for fire eutrofieringsparametere i vannområde Glomma sør. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter. Parameterverdier for den enkelte innsjø er vist i **Tabell 10**.

Syv av ni innsjøer i dette vannområdet er svært eutrofierte. Store deler av vannområdet er i lavlandet, under den marine grense. Dette medfører at det er betydelige avsetninger av leire i vannområdet. Nedbørfeltet omfatter store arealer dyrka mark og områder med høy befolkningstetthet. De viktigste påvirkningene er avrenning fra jordbruket, samt kommunalt avløp og spredt avløp.

Lundebyvannet har tilstandsklasse svært dårlig for klorofyll  $a$  og planteplankton og dette skyldes at innsjøen årlig har svært kraftig dominans av nåleflagellaten *Gonyostomum semen*. Denne algen har de



siste tiårene blitt dominerende i mange humøse innsjøer på sørøstlandet (Hagman mfl. 2019). Det er flere aspekter ved forekomst og oppblomstring som fortsatt er ukjente. Typiske habitat hvor *G. semen* har dominert er mindre innsjøer med mesotrofe forhold, ofte med mye humus og fosfor. *G. semen* betraktes gjerne som problemalge, da den kan danne masseoppblomstringer og dominere planteplanktonsamfunnet, og tilsvarende redusere biodiversiteten. Algen gir kløe og ubehag ved bading når den er til stede, og kan være et problem for drikkevannsinntak da den tetter filtre.

Rokkevannet og Skjeklesjøen har også dominans av *G. semen*, og har tilstandsklasse dårlig for klorofyll *a* og planteplankton. Disse to innsjøene er i tilstandsklasse svært dårlig for vannplanter. Begge disse innsjøene er svært humøse (fargetall 100-150 mg Pt/l), noe som gir ekstremt dårlige lysforhold og dermed dårlige forhold for undervannsplantene. Rokkevatnet har kun én art, gul nøkkerose (*Nuphar lutea*), en flytebladsplante, som er ikke er påvirket av lysforholdene under vann.

Tunevannet i Sarpsborg er i tilstandsklasse dårlig for flere av parameterne. Innsjøen har årlige oppblomstringer av potensielt toksinproduserende cyanobakterier og anbefaling om å ikke bade i innsjøen.

Tilstanden for Tot-N er dårlig i Ertevannet, moderat i Rokkevannet og god eller svært god i de øvrige innsjøene. Nitrogen anses ikke som vekstbegrensende for planteplanktonet i de innsjøene hvor Tot-N/Tot-P ratio er >20. Dette gjelder de fleste innsjøene i vannområdet Glomma Sør. I Tunevannet, Skinnerflo og Lundebyvannet er Tot-N/Tot-P ratio <20, som tyder på nitrogenbegrensning.

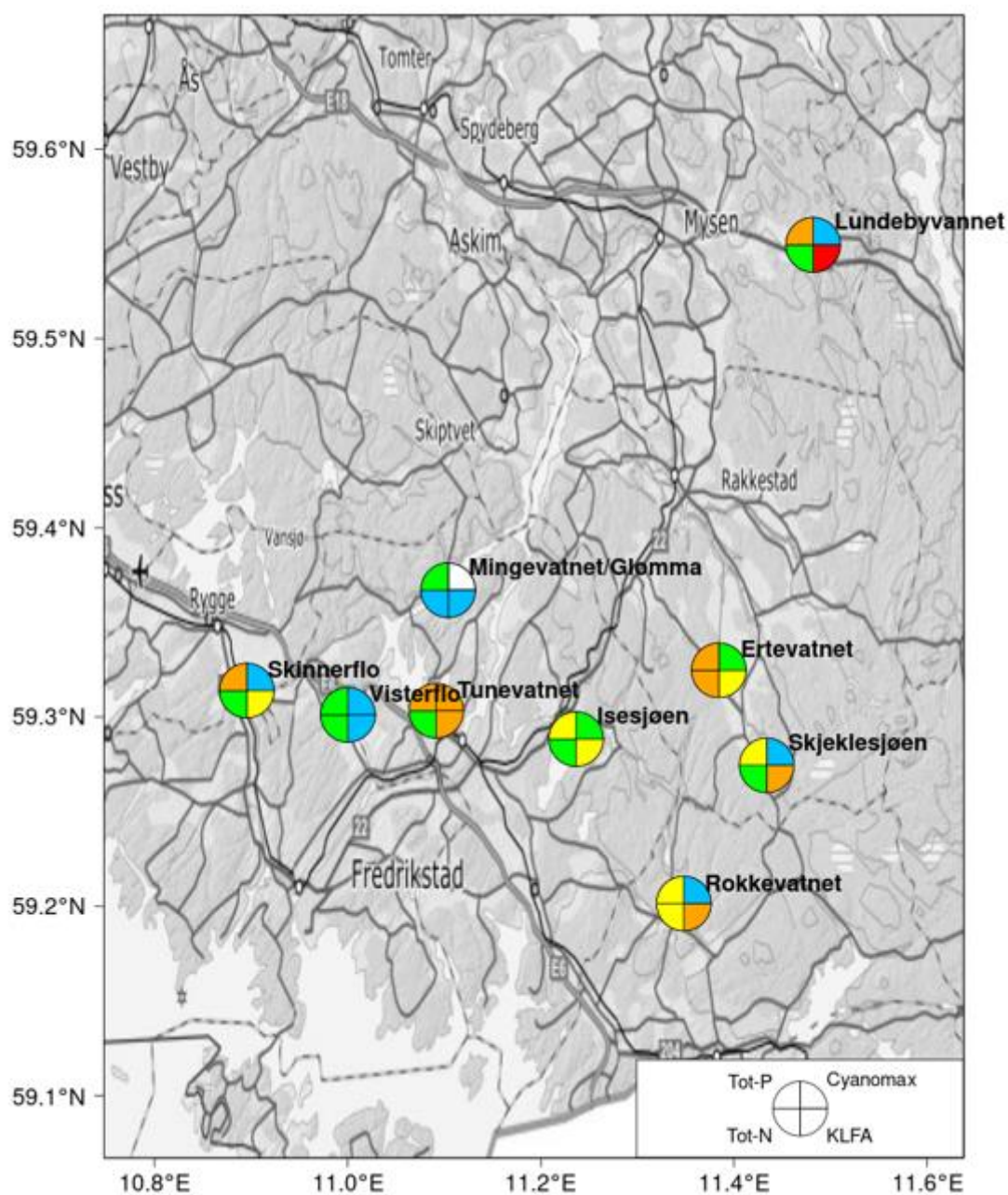
**Tabell 10.** Tilstand i alle innsjøer i vannområde Glomma sør for alle eutrofieringsparameterne.

| Innsjø (navn)      | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med data i perioden 2009-2020 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|--------------------|------------------|-------------------|------------------------------------|--------------|--------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Ertevatnet         | 002-134-L        | L108              | 6                                  | 40,1         | 1451         | 20,0             | 0,43             | 0,43                | 16,7                    | 0,49                   |
| Isesjøen           | 002-133-L        | L106              | 10                                 | 21,6         | 608          | 12,2             | 0,30             | 0,39                | 63,9                    | 0,71                   |
| Lundebyvannet      | 002-3360-L       | L106              | 6                                  | 30,8         | 605          | 70,6             | 0,04             | 0,17                | 50,0                    | 0,53                   |
| Mingevatnet/Glomma | 002-3443-L       | L108              | 1                                  | 16,3         | 527          | 3,0              |                  | 0,51                | 57,1                    | 0,75                   |
| Rokkevatnet        | 002-3523-L       | L106              | 3                                  | 26,3         | 713          | 20,4             | 0,02             | 0,28                | 0,0                     | 0,17                   |
| Skinnerflo         | 002-115-L        | L108              | 4                                  | 48,8         | 749          | 12,8             | 0,64             | 0,51                |                         |                        |
| Skjeklesjøen       | 002-135-L        | L106              | 3                                  | 21,0         | 575          | 31,8             | 0,03             | 0,25                | 14,3                    | 0,20                   |
| Tunevatnet         | 002-3451-L       | L107              | 9                                  | 32,9         | 511          | 18,1             | 3,67             | 0,29                | 55,5                    | 0,74                   |
| Visterflo          | 002-5858-L       | L108              | 2                                  | 17,7         | 565          | 3,6              | 0,13             | 0,68                | 38,9                    | 0,62                   |

Mingevannet er i moderat tilstand for planteplankton nEQR, men har ellers svært god eller god tilstand for de øvrige parameterne. Klassifiseringen av planteplankton nEQR er usikker, da den er basert på automatiske rutiner i Vannmiljø. Kun ett års data foreligger fra denne innsjøen.

Visterflo som kun har data fra to år er i tilstandsklasse god eller svært god for alle parameterne.

Den geografiske beliggenheten til innsjøene er vist i **Figur 17**.

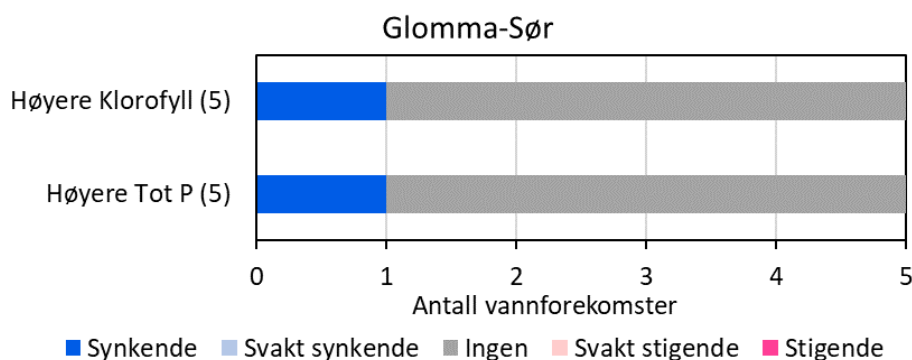


**Figur 17.** Beliggenhet og økologisk tilstand for innsjøer i vannområde Glomma Sør for Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks.

#### 3.4.4.2 Tidsserier og trender

Fem av de ni innsjøene har minst fire års data for trendanalyser. Resultatene er vist i **Tabell 11** og i **Figur 18** og **Figur 19**. Alle disse innsjøene var i moderat eller dårligere tilstandsklasse for klorofyll *a* og Tot-P. Tidsseriene for klorofyll *a* og total fosfor viser stigende trender ( $p < 0,05$ ) i årene før 2009 i Isesjø, Lundebyvannet og Tunevannet. I Skinnerflo var det ingen signifikante trender i årene før 2009 og i Ertevatnet foreligger det ingen data i perioden før 2009.

Ertevannet viser avtagende trend for total fosfor. Dataene fra Ertevannet som er tilgjengelige i Vannmiljø er fra 2011 og 2013–2017. Hovedkildene til avrenning av fosfor til innsjøen er fra jordbruk og spredt avløp. I 2014 ble det laget en lokal tiltaksanalyse som viste at fosforbelastningen på innsjøen var høy og at det var betydelig avlastningsbehov (Vannområde Glomma sør, 2014). Selv om det har vært en nedgang i konsentrasjonen av fosfor i innsjøen er den fortsatt godt over miljømålet. En kraftig oppblomstring av cyanobakterier i 2017 resulterte i en oppfølgingsplan for tiltaksgjennomføringen i Ertevannet (Simonsen mfl. 2018).

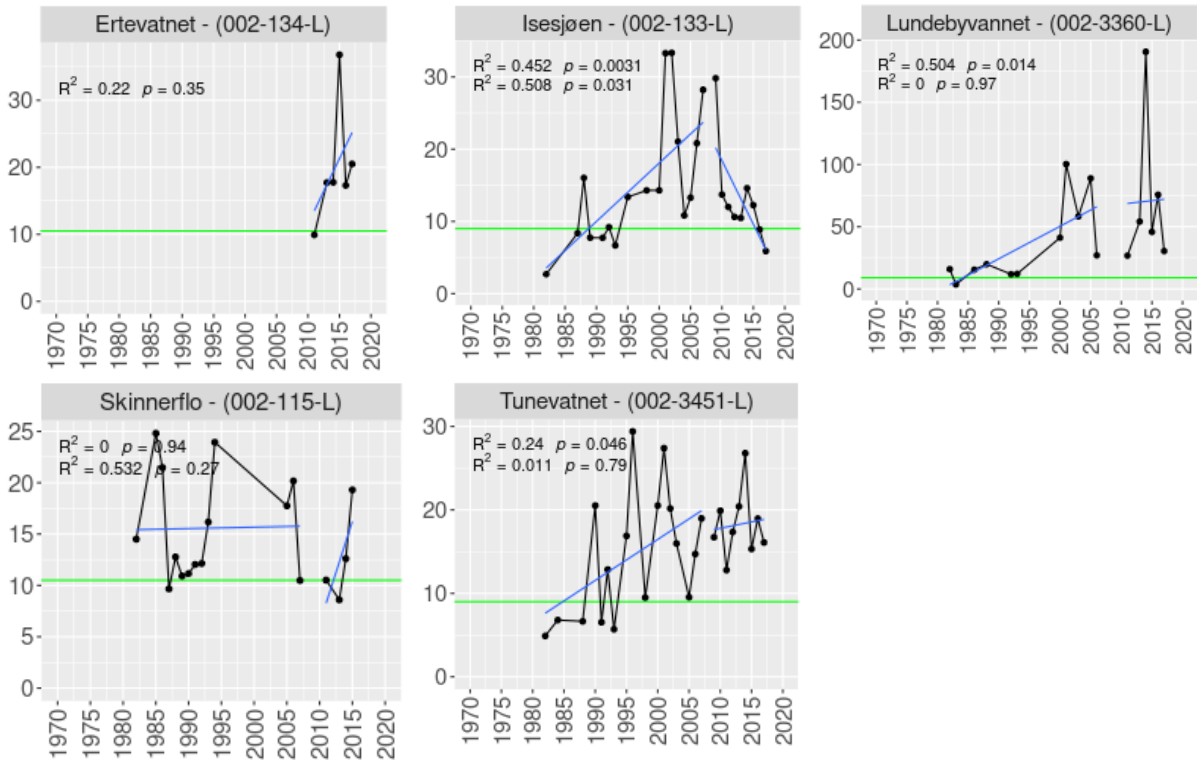


**Figur 18.** Trender for klorofyll og total fosfor (Tot-P) for innsjøer i vannområde Glomma sør med høyere konsentrasjoner av de to parameterne. Høyere betyr klorofyll *a* i moderat eller dårligere tilstand (ingen av innsjøene i Glomma Sør hadde konsentrasjon av klorofyll *a* i god eller svært god tilstand).

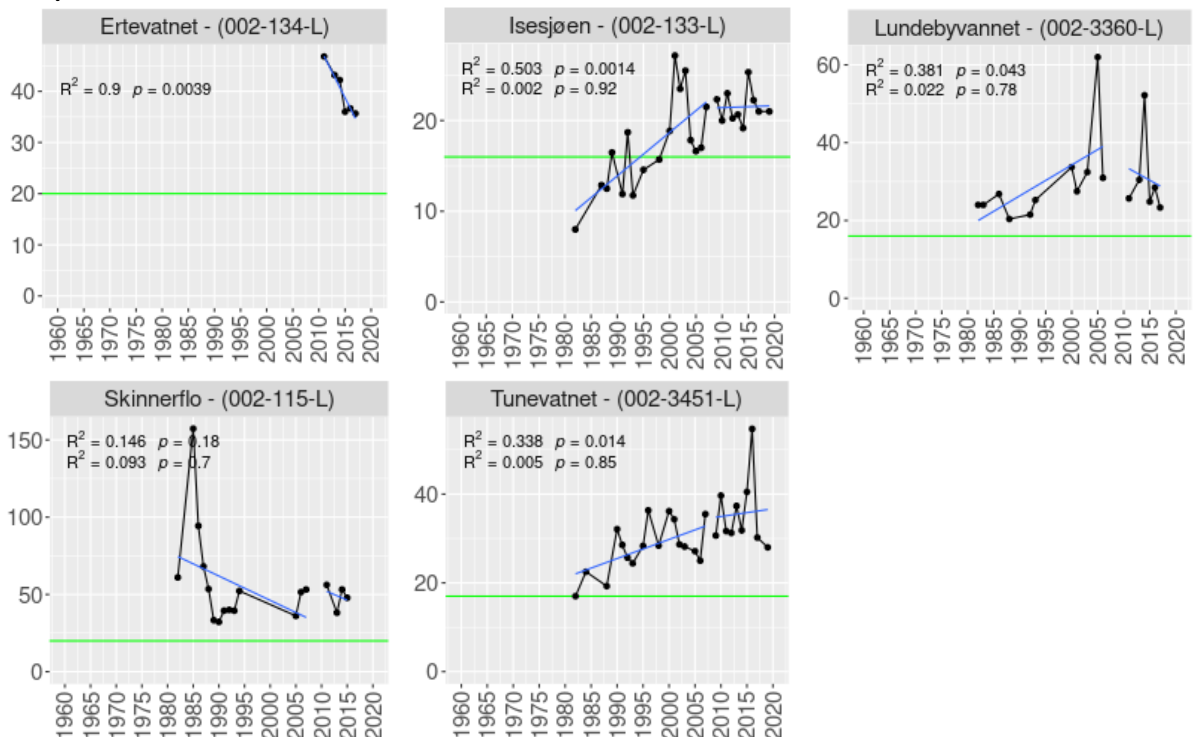
Isesjø viser en avtagende trend for klorofyll *a* i perioden fra 2009–2020 og har nådd miljømålet (grønn linje i **Figur 19 a**) etter mange år med stigende trend fram til 2008. Innsjøen har hatt flere år med dominans av problemalgen *Gonyostomum semen*, og dette har gitt høye klorofyllkonsentrasjoner. De siste årene har disse oppblomstringene avtatt. For Tot-P fant vi ingen signifikant trend de siste ti årene, og konsentrasjonen ser ut til å ha stabilisert seg på ca. 22 µg/l etter mange år med stigende trend fram til 2008. Tot-P konsentrasjonen er likevel fortsatt over miljømålet (grønn linje i **Figur 19 b**). Innsjøen er påvirket av avrenning fra jordbruk og spredt avløp, men påvirkningen kan være noe etter oppstart av målrettede tiltak i nedbørfeltet for å redusere tilførsler av fosfor fra disse kildene (se Vann-Nett for detaljer). Isesjø er en middels stor innsjø (6,4 km<sup>2</sup>) med maks dyp på 25 meter. I motsetning til mange av de mindre og grunnere innsjøene i vannområdet kan Isesjø ha større selvrensingskapasitet. Den avtagende trenden for klorofyll parallelt med stabil Tot-P konsentrasjon etter 2008 kan tyde på økende humustilførsel som gir dårligere lysforhold for planteplankton samtidig med tilførsel av lite biotilgjengelig fosfor via humusmolekylene. Denne tilførselen kan bidra til å forklare hvorfor fosforkonsentrasjonen ikke avtar, men er stabil til tross for oppstart av flere tiltak for å redusere avrenning fra jordbruk og avløp (se Vann-Nett for detaljer).

Lundebyvannet, Skinnerflo og Tunevannet viser ingen signifikant trend for total fosfor, det vil si verken forbedring eller forverring.

a) Klorofyll a



b) Tot-P




**Figur 19.** Tidsserier for a) klorofyll a og b) Tot-P for alle innsjøer med minst 4 års data i vannområde Glomma Sør. Lineære regresjoner er vist separat for alle årene før 2009 (øvre rad angir  $R^2$  og p-verdi) og etter 2009 (nedre rad angir  $R^2$  og p-verdi) for hver innsjø. Grønn linje angir god/moderat grensen for den aktuelle vanntypen for hver innsjø.

**Tabell 11.** Trender for klorofyll *a* (Klfa) og total fosfor (Tot-P) for alle innsjøer med minst fire års data for klorofyll *a* i perioden 2009–2020 i vannområde Glomma sør.

| Vannforekomstnavn | Vannforekomst-kode | Antall år med data for Klfa (2009-2020) | Middelverdi for Klfa (µg/l) (2009-2020) | Trend     | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med data for Tot-P (2009-2020) | Middelverdi for Tot-P (µg/l) (2009-2020) | Trend     | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> |
|-------------------|--------------------|---|---|-----------|-------|---------|----------------|--|--|-----------|-------|---------|----------------|
| Ertevatnet        | 002-134-L          | 6                                       | 20,0                                    | ingen     | 0,11  | 0,348   | 0,22           | 6  | 40,1                                     | avtagende | -0,44 | 0,004   | 0,90           |
| Isesjøen          | 002-133-L          | 9                                       | 12,1                                    | avtagende | -0,29 | 0,031   | 0,51           | 9  | 21,5                                     | ingen     | 0,07  | 0,915   | 0,00           |
| Lundebyvannet     | 002-3360-L         | 6                                       | 70,6                                    | ingen     | 0,00  | 0,971   | 0,00           | 6  | 30,8                                     | ingen     | -0,03 | 0,778   | 0,02           |
| Skinnerflo        | 002-115-L          | 4                                       | 12,8                                    | ingen     | 0,27  | 0,271   | 0,53           | 4  | 48,8                                     | ingen     | -0,07 | 0,695   | 0,09           |
| Tunevatnet        | 002-3451-L         | 9                                       | 18,0                                    | ingen     | 0,07  | 0,788   | 0,01           | 9  | 35,1                                     | ingen     | 0,03  | 0,848   | 0,01           |

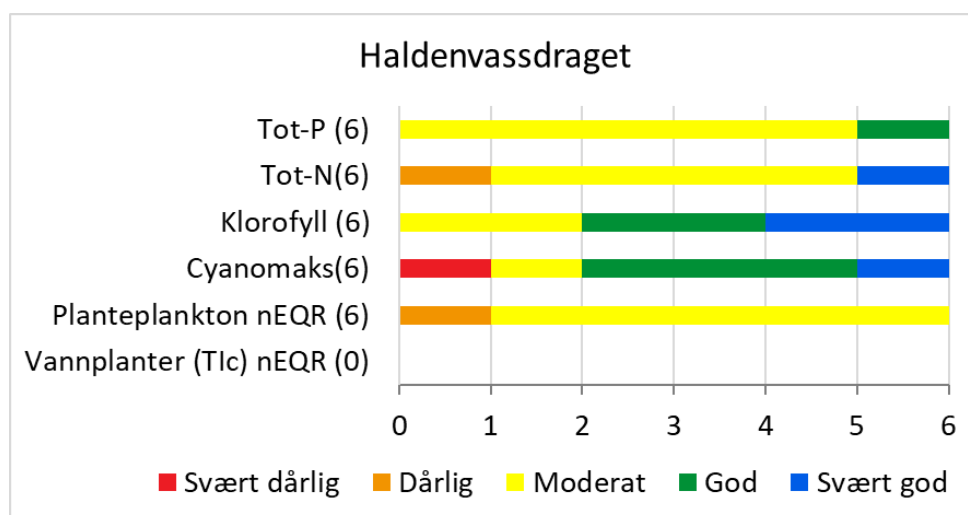
### 3.4.5 Haldenvassdraget

|  |                                    |   |
|--|------------------------------------|---|
|  <b>Haldenvassdraget<br/>vannområde</b> | <b>Haldenvassdraget vannområde</b> |   |
|  | <b>Vannregion:</b>                 | Innlandet og Viken  |
|  | <b>Fylker:</b>                     | Viken (Akershus, Østfold)   |
|  | <b>Kommuner:</b>                   | Aurskog-Høland, Marker, Aremark og Halden   |
|  | <b>Hjemmeside:</b>                 | <a href="https://www.haldenvassdraget.org/">https://www.haldenvassdraget.org/</a> |

#### 3.4.5.1 Tilstand

Seks innsjøer i Haldenvassdraget vannområde har relevante data i Vannmiljø. Alle innsjøene ligger i klimasone lavlandet og flere av innsjøene er definert som store innsjøer (>5–50 km<sup>2</sup>). Innsjøene i den øvre delen av vannområdet er moderat kalkrike og humøse, mens innsjøene i den nedre delen av vannområdet er kalkfattige og humøse (se vanntype angitt i Vedlegg A). Tilstanden for disse innsjøene er vist for alle parameterne i **Tabell 12** og oppsummert på tvers av innsjøene i

**Figur 20.**



**Figur 20.** Fordeling av innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for fire eutrofieringsparametere i Haldenvassdraget vannområde. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter. Parameterverdier for den enkelte innsjø er vist i **Tabell 12**.

For Tot-P er én innsjø (Femsjøen) i tilstandsklasse god mens de resterende er i tilstandsklasse moderat. For klorofyll *a* er fire av innsjøene i tilstandsklasse svært god eller god, mens to av innsjøene er i tilstandsklasse moderat (Bjørkelangen og Hemnessjøen). Alle innsjøene har moderat eller dårlig tilstand for planteplankton nEQR. Avviket mellom klassifiseringen kun basert på klorofyll *a* og den planteplankton nEQR kan skyldes at planteplanktonsamfunnet er dominert av alger som har lite klorofyll *a* per biomasse, som for eksempel kiselalger. Flere av innsjøene i Haldenvassdraget er dominert av denne algetypen. Innsjøene har også et høyt humusinnhold og er påvirket av leirpartikler. Dette gir dårligere lysklima og redusert biotilgjengelighet av fosfor, og medfører mindre algebiomasse og dominans av kiselalger. Vannplanter er ikke rapportert for noen av disse innsjøene.

Hovedkilder til menneskeskapt næringsstoffer er avrenning fra jordbruket og utslipp fra kommunalt og spredt avløp, særlig i den øvre (nordligste) delen av nedbørfeltet. Dette er spesielt tydelig i Bjørkelangen, som er kraftig eutrofiert, mens vannkvaliteten blir gradvis bedre nedstrøms på vei mot Iddefjorden, ettersom jordbruksavrenningen avtar fra nord til syd i vassdraget. Sedimentasjon og biologiske prosesser fjerner også deler av næringstilførselen til innsjøene nedstrøms. Denne tilbakeholdelsen av fosforholdige partikler i Bjørkelangen og Skulerudsjøen fungerer dermed som en barriere mot forurensningen av innsjøene lengre sør i vassdraget. Tot-P konsentrasjonen i innsjøene reduseres derfor fra nord til sør med høyest Tot-P i Bjørkelangen, relativt høy Tot-P i Skulerudsjøen og Hemnessjøen etterfulgt av lavere konsentrasjon i Rødenessjøen og Aremarksjøen og lavest i Femsjøen nederst i vassdraget.

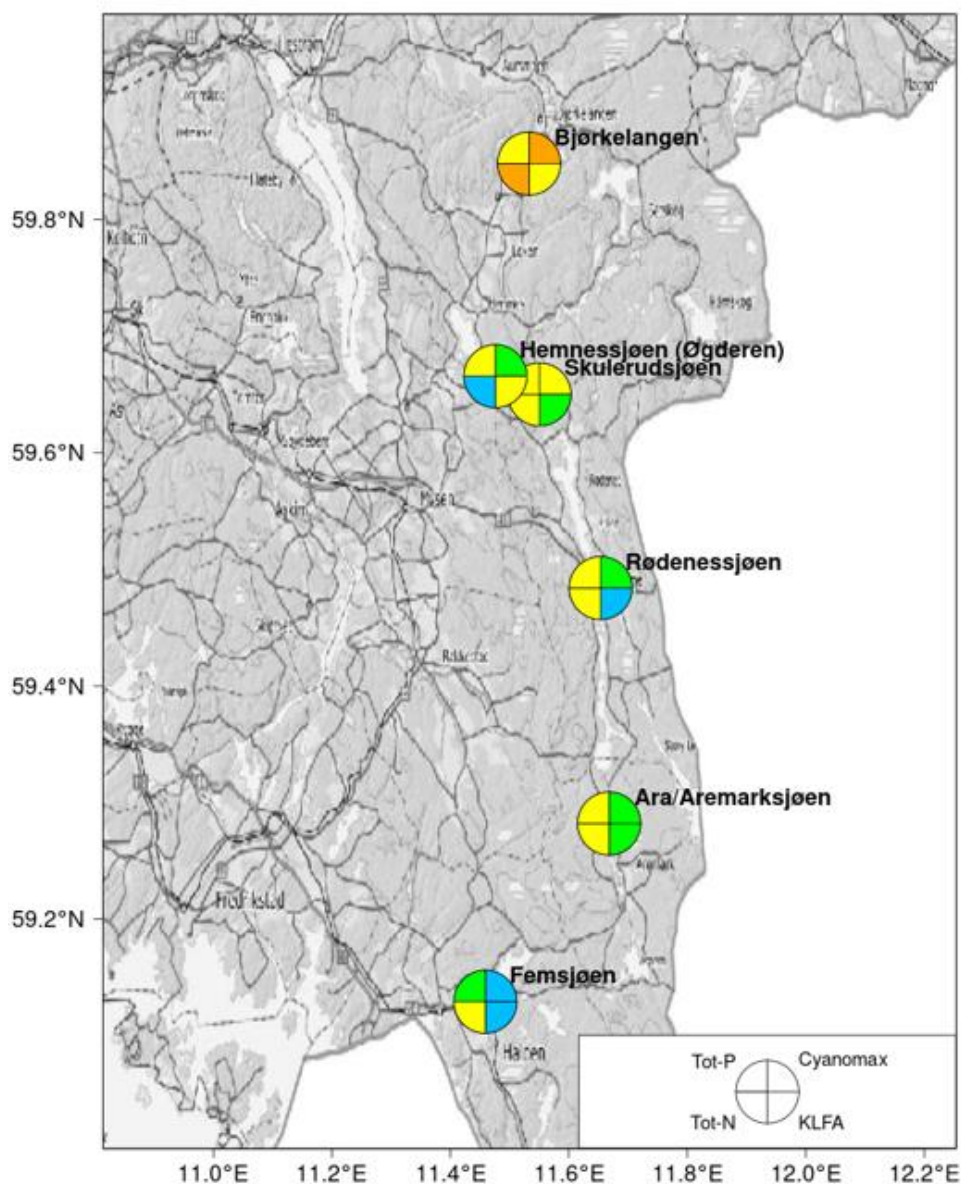
Alle innsjøene er i likevel i tilstandsklasse moderat for Tot-P, unntatt Femsjøen, som har god tilstand. Bjørkelangen har tilstandsklasse moderat for klorofyll *a*, dårlig for planteplankton nEQR og svært dårlig for Cyanomaks på grunn av kraftige oppblomstringer av cyanobakterier. I Skulerudsjøen er tilstanden god for klorofyll *a* og moderat for planteplankton nEQR og Cyanomaks. I Hemnessjøen er tilstandsklassen moderat for klorofyll *a* og planteplankton nEQR. Videre nedstrøms i Rødenessjøen, Aremarksjøen og Femsjøen er tilstanden for klorofyll *a* god eller svært god, mens tilstanden for planteplankton nEQR er i tilstandsklasse moderat. Rødenessjøen hadde massiv algeoppblomstring i 2018. Tilstanden er best i Femsjøen der tilstanden er svært god for klorofyll *a* og cyanobakterier og på grensen mellom god og moderat for planteplankton nEQR (0,60).

Tilstanden for Tot-N er dårlig i Bjørkelangen og moderat for de øvrige innsjøene, bortsett fra Hemnessjøen, som er i tilstandsklasse svært god. Nitrogen anses ikke som vekstbegrensende for planteplanktonet på grunn av høy Tot-N/Tot-P ratio (> 20) i alle innsjøene.

**Tabell 12.** Tilstand i alle innsjøer i Haldenvassdraget vannområde for alle eutrofieringsparametrene.

| Innsjø (navn)         | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med klorofyll-data for 2009-2019 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|-----------------------|------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Ara/Aremarksjøen      | 001-320-L        | L106              | 11                                    | 17,0         | 849          | 6,4              | 0,42             | 0,49                |                         |                        |
| Bjørkelangen          | 001-330-L        | L108              | 11                                    | 35,1         | 1486         | 12,8             | 6,18             | 0,33                |                         |                        |
| Femsjøen              | 001-316-L        | L106              | 11                                    | 12,3         | 814          | 3,3              | 0,12             | 0,60                |                         |                        |
| Hemnessjøen (Øgderen) | 001-327-L        | L108              | 11                                    | 21,5         | 518          | 10,7             | 0,43             | 0,51                |                         |                        |
| Rødenessjøen          | 001-323-L        | L106              | 11                                    | 17,9         | 977          | 4,8              | 0,41             | 0,52                |                         |                        |
| Skulerudsjøen         | 001-324-L        | L108              | 11                                    | 26,8         | 958          | 8,3              | 1,04             | 0,50                |                         |                        |

Den geografiske beliggenheten til innsjøene er vist i **Figur 21**. Her vises det tydelig hvordan tilstanden blir bedre nedover i vassdraget.



**Figur 21.** Beliggenhet og tilstand for innsjøer i Haldenvassdraget vannområde for Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks.

### 3.4.5.2 Tidsserier og trender

Alle de seks innsjøene har minst fire års data for trendanalyser. Resultatene er vist i **Tabell 13** og i **Figur 22** og **Figur 23**.

Innsjøene i Haldenvassdraget har blitt overvåket siden 1970-1980 tallet og det er svært gode tidsserier for klorofyll *a* og total fosfor. Tidsseriene for klorofyll *a* viser stigende trender ( $p < 0,05$ ) i årene før 2009 i alle innsjøene i Haldenvassdraget, med unntak av Skulerudsjøen. For total fosfor var det ingen signifikante trender i perioden før 2008.

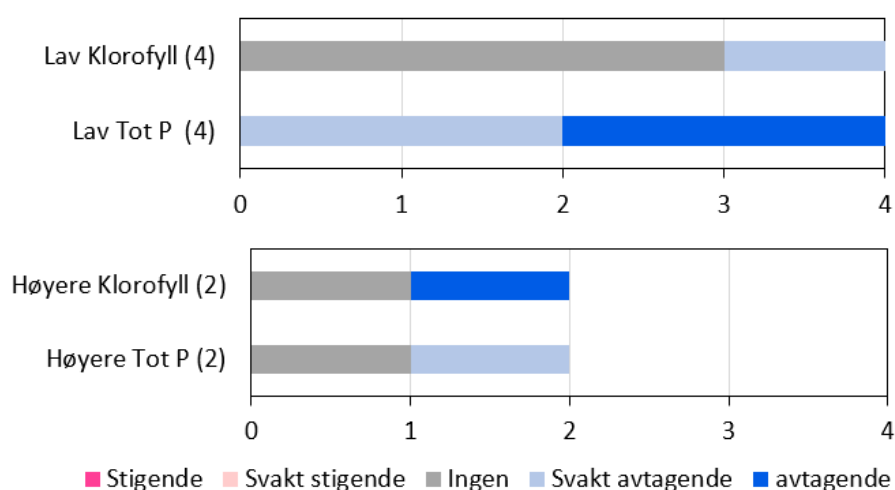
Vannkvaliteten har blitt bedre i mange av innsjøene den siste tiårsperioden. For total fosfor er trenden i perioden 2009–2020 avtagende for Rødenessjøen og Aremarksjøen og svakt avtagende for



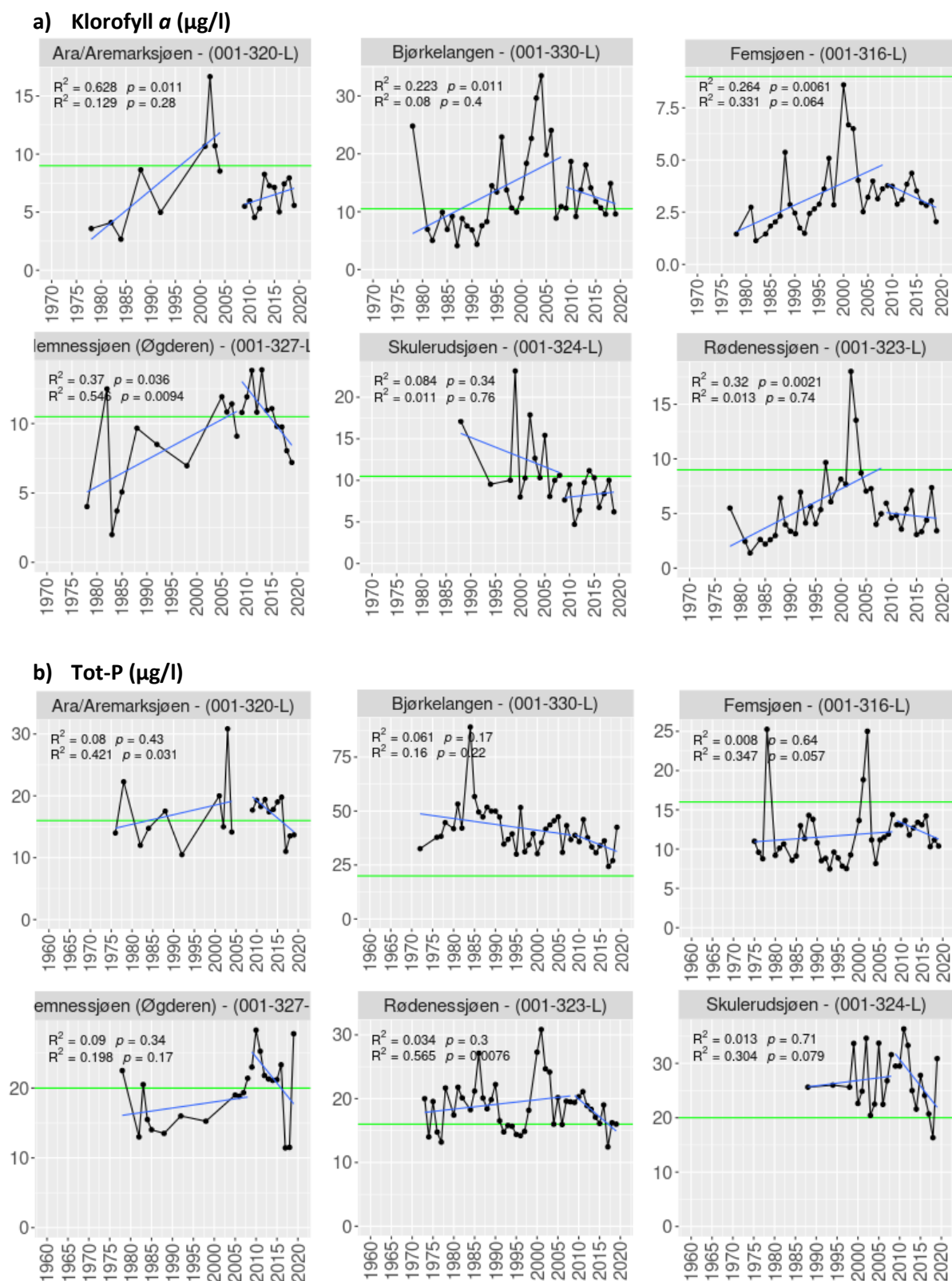
Skulerudsjøen, Hemnessjøen og Femsjøen. I Bjørkelangen er det ingen signifikant trend for total fosfor. For klorofyll *a* er trenden i samme periode avtagende i Hemnessjøen og svakt avtagende i Femsjøen. For de andre innsjøene er det ingen signifikant trend for klorofyll *a*.

Haande mfl. (2014) vurderte de lange tidsseriene i de samme innsjøene i Haldenvassdraget i perioden fram til 2013, men fant ingen klare trender i utviklingen av vannkvalitet når tidsseriene ble vurdert under ett fra 1970–80 tallet og fram til 2013. En klar sammenheng ble likevel funnet mellom nedbør, avrenning og total fosfor i innsjøene. Haldenvassdraget er flomutsatt og innsjøene klarer i liten grad å oppmagasinere vann. Nedbørfeltet i nord er stort og det samme er avrenningen. Selv små flomsituasjoner i vassdraget skaper oversvømmelser av dyrket mark. I oktober 2000 kom ekstreme nedbørmengder over Østlandet og ga kraftig flom i mange vassdrag, som medførte erosjon og transport av fosforrike leirpartikler til vassdraget i tillegg til mye avrenning av overvann og avløp. I flere av innsjøene nedover i Haldenvassdraget økte Tot-P-konsentrasjonen i årene etter denne flommen, og kraftige algeoppblomstringer eller en betydelig økning i biomassen av planteplankton ble observert i et par år etter denne storflommen. Dette viser at en flom kan ha en eutrofieringseffekt, og dette har blitt observert i flere innsjøer i samme område, som for eksempel i Vansjø.

Den positive utviklingen de siste ti årene viser effekter av målrettet arbeid med tiltaksgjennomføring. Betydelige tiltak er gjennomført for å redusere tilførsler fra spredte avløp, særlig i den øvre delen av vassdraget. Siden tidlig på 1990-tallet har Haldenvassdraget vært et foregangsområde for jordbrukstiltak som reduserer tilførsler av jordpartikler og næringsalter fra åpen åker. Dessverre har mange av jordbrukstiltakene hatt en tilbakegang siden 2013 med hensyn til arealer som ikke pløyes om høsten, særlig i øvre del av vassdraget, der eutrofieringsproblemene er størst. Denne tilbakegangen i jordbrukstiltak kan bidra til å forklare hvorfor vi ikke ser noen trender for klorofyll eller Tot-P i Bjørkelangen (**Tabell 13**), som fortsatt har store oppblomstringer av cyanobakterier (**Tabell 12**).



**Figur 22.** Trender for klorofyll og total fosfor (Tot-P) for innsjøer i Haldenvassdraget vannområde med hhv. lav (øverst) og høyere (nederst) konsentrasjoner av de to parameterne. Lav betyr klorofyll *a* i svært god eller god tilstand, mens høyere betyr klorofyll *a* i moderat eller dårligere tilstand.




**Figur 23.** Tidsserier for a) klorofyll *a* og b) Tot-P for alle innsjøer med minst 4 års data i Haldenvassdraget vannområde. Lineære regresjoner er vist separat for alle årene før 2009 (øvre rad angir  $R^2$  og  $p$ -verdi) og etter 2009 (nedre rad angir  $R^2$  og  $p$ -verdi) for hver innsjø. Grønn linje angir god/moderat grensen for den aktuelle vanntypen for hver innsjø.

**Tabell 13.** Trender for klorofyll *a* (Klfa) og total fosfor (Tot-P) for perioden 2009–2020 for alle innsjøer med minst fire års data for klorofyll *a* i Haldenvassdraget vannområde.

| Vannforekomstnavn     | Vannforekomst-kode | Antall år med data for Klfa (2009-2020) | Middelverdi for Klfa (µg/l) (2009-2020) | Trend           | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med data for Tot-P (2009-2020) | Middelverdi for Tot-P (µg/l) (2009-2020) | Trend           | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> |
|-----------------------|--------------------|---|---|-----------------|-------|---------|----------------|--|--|-----------------|-------|---------|----------------|
| Ara/Aremarksjøen      | 001-320-L          | 11                                      | 6,4                                     | ingen           | 0,93  | 0,278   | 0,13           | 11                                       | 17,0                                     | avtagende       | -0,74 | 0,031   | 0,42           |
| Femsjøen              | 001-316-L          | 11                                      | 3,3                                     | svakt avtagende | -2,98 | 0,064   | 0,33           | 11                                       | 12,3                                     | svakt avtagende | -1,47 | 0,057   | 0,35           |
| Rødenessjøen          | 001-323-L          | 11                                      | 4,8                                     | ingen           | -0,25 | 0,739   | 0,01           | 11                                       | 17,9                                     | avtagende       | -1,02 | 0,008   | 0,57           |
| Skulerudsjøen         | 001-324-L          | 11                                      | 8,3                                     | ingen           | 0,17  | 0,756   | 0,01           | 11                                       | 26,8                                     | svakt avtagende | -0,31 | 0,079   | 0,30           |
| Bjørkelangen          | 001-330-L          | 11                                      | 12,8                                    | ingen           | -0,28 | 0,400   | 0,08           | 11                                       | 35,1                                     | ingen           | -0,21 | 0,223   | 0,16           |
| Hemnessjøen (Øgderen) | 001-327-L          | 11                                      | 10,7                                    | avtagende       | -1,19 | 0,009   | 0,55           | 11                                       | 21,5                                     | svakt avtagende | -0,27 | 0,170   | 0,20           |

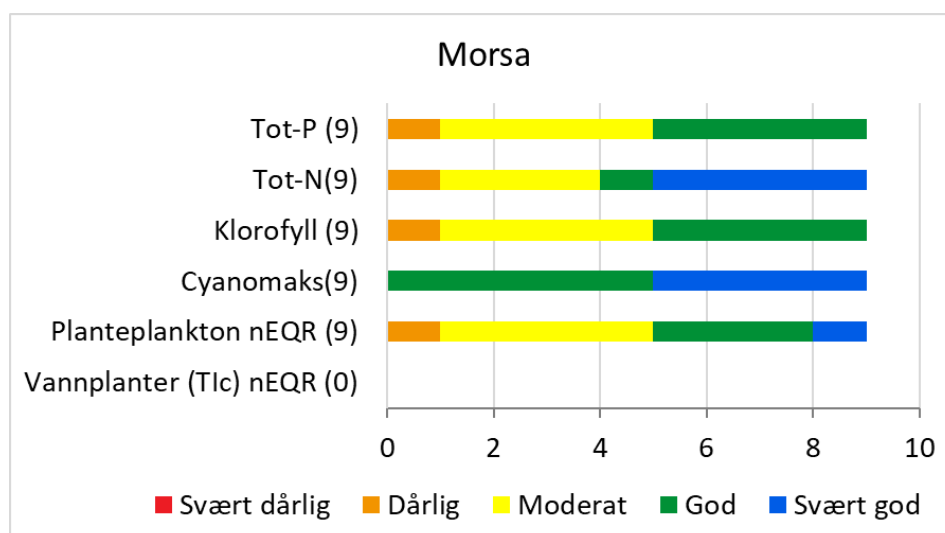
### 3.4.6 Vannområde Morsa

|   |   |
|---|---|
|  | <b>Vannområde Morsa (Vannområdeutvalget for Vansjø-Hobøl- og Hølenvassdragene med kystbekker)</b> |
|   | <b>Vannregion:</b> Innlandet og Viken   |
|   | <b>Fylker:</b> Viken (Akershus, Østfold)  |
|   | <b>Kommuner:</b> Enebakk, Nordre Follo, Vestby, Ås, Frogn, Indre Østfold, Våler, Moss og Råde     |
|   | <b>Hjemmeside:</b> <a href="https://morsa.org/">https://morsa.org/</a>                            |

#### 3.4.6.1 Tilstand

Vansjø-Hobølvassdraget er et næringsrikt lavlandsvassdrag som strekker seg fra Østmarka i Oslo i nord til Vansjø og Moss i sør. Hele 90 % av nedbørfeltet ligger under den marine grense, og jordbruk drives på ca. 15 % av arealet. Resten av nedbørfeltet er hovedsakelig dekket av skog. Innsjøene i nedre del av vassdraget er påvirket av avrenning fra jordbruk og erosjonspartikler fra marin leire i nedbørfeltet. Påvirkning fra spredt avløp har også vært betydelig.

Ni innsjøer har relevante data i Vannmiljø. Alle innsjøene er humøse og de fleste er kalkfattige. Vansjø er en stor innsjø (36,9 km<sup>2</sup>) med kompleks bassengform. Innsjøen er delt inn i tre vannforekomster med ulike vanntyper. Hele innsjøen er humøs, men Storefjorden i østre del av innsjøen er kalkfattig og Grepperødfjorden og Vanemfjorden i vestre deler av innsjøen er moderat kalkrike. Grepperødfjorden er mer humøs enn de to andre Vansjø-bassengene. Tilstanden for alle innsjøene er vist for alle parameterne i **Tabell 14** og oppsummert på tvers av innsjøene i **Figur 24**.



**Figur 24.** Fordeling av innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for seks eutrofieringsparametere i vannområde Morsa. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter. Parameterverdier for den enkelte innsjø er vist i **Tabell 14**.

Tilstanden for Tot-P er god i innsjøene øverst i vassdraget (Sætertjern, Bindingsvann, Langen og Våg), mens den er moderat i Mjær og de tre definerte innsjøbassengene i Vansjø. Sæbyvannet er i dårlig tilstand.

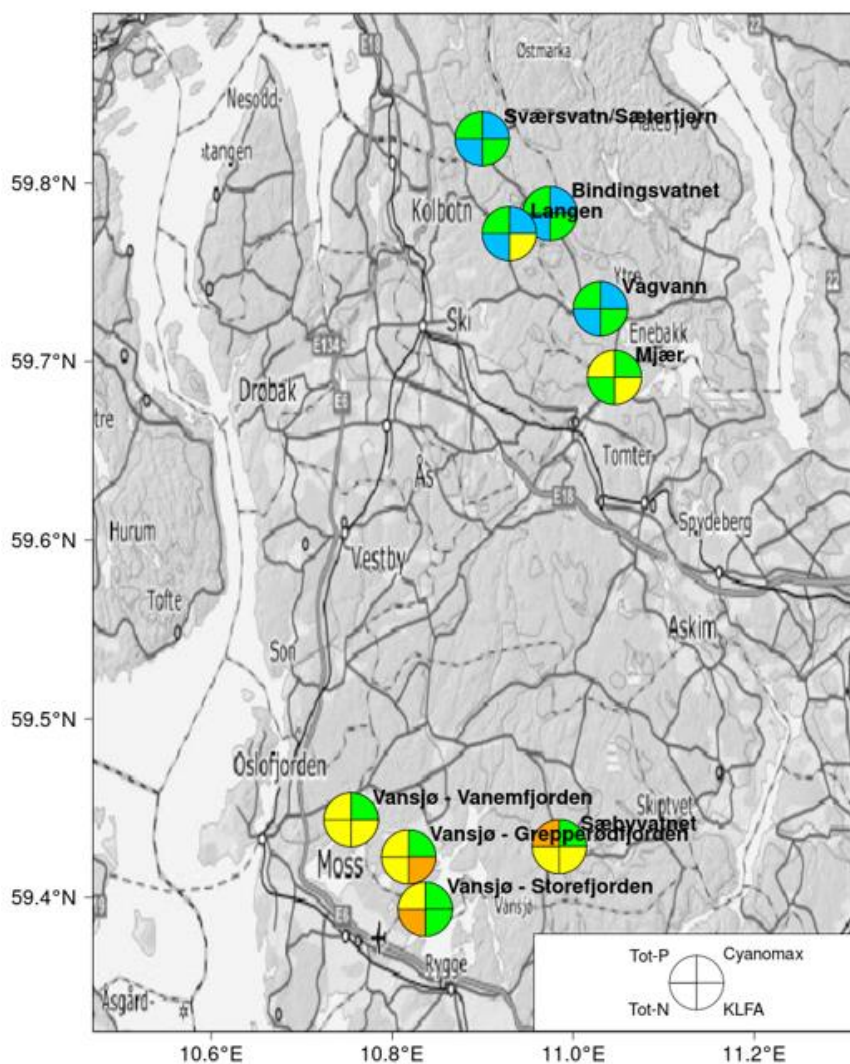
I Sætertjern, Bindingsvann og Våg er tilstanden god for klorofyll *a* og god til svært god for planteplankton. I Langen er tilstanden moderat for klorofyll *a* og god for planteplankton. I Mjær, Vanemfjorden og Sæbyvannet er tilstanden moderat for både klorofyll *a* og planteplankton og dårlig i Grepperødfjorden. Storefjorden har god tilstand for klorofyll og moderat for planteplankton. Vannplanter er ikke rapportert for noen av innsjøene etter 2008. Siste kartlegging av vannplanter i Vansjø-Hobølvassdraget var i 2004 (Mjelde mfl. 2005).

Mange av innsjøene oppstrøms Vansjø har ofte dominans av nåleflagellaten *Gonyostomum semen* i planteplanktonet (se kap. om Glomma Sør for mer informasjon om denne arten). Sæbyvannet er den mest eutrofierte av innsjøene oppstrøms Vansjø og har oppblomstring av både cyanobakterier og *G. semen*. I Grepperødfjorden i Vansjø er planteplanktonet også dominert av *G.semen* og tilstanden for klorofyll *a* og planteplankton er dårlig. I Storefjorden er tilstanden moderat for total fosfor og planteplankton og god for klorofyll *a*. I Vanemfjorden er tilstanden moderat for total fosfor, klorofyll *a* og planteplankton, men cyanobakterier er i god tilstand, da ingen slike oppblomstringer har forekommet siden 2009. Nitrogen anses ikke som vekstbegrensende for planteplanktonet (Tot-N/Tot-P ratio er >20).

**Tabell 14.** Økologisk tilstand i alle innsjøer i vannområde Morsa for alle eutrofieringsparameterne.

| Innsjø (navn)             | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med data i perioden 2009-2020 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|---------------------------|------------------|-------------------|------------------------------------|--------------|--------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Bindingsvatnet            | 003-5572-L       | L106              | 7                                  | 13,0         | 332          | 7,2              | 0,01             | 0,63                |                         |                        |
| Langen                    | 003-294-L        | L106              | 7                                  | 15,3         | 396          | 9,8              | 0,03             | 0,61                |                         |                        |
| Mjær                      | 003-292-L        | L106              | 11                                 | 18,8         | 625          | 11,7             | 0,42             | 0,50                |                         |                        |
| Sværsvatn/Sætertjern      | 003-5488-L       | L106              | 9                                  | 14,7         | 452          | 8,0              | 0,01             | 0,82                |                         |                        |
| Sæbyvatnet                | 003-295-L        | L106              | 11                                 | 36,4         | 1039         | 13,6             | 0,67             | 0,44                |                         |                        |
| Vansjø - Grepperødfjorden | 003-291-4-L      | L108              | 6                                  | 32,1         | 790          | 24,1             | 0,19             | 0,32                |                         |                        |
| Vansjø - Storefjorden     | 003-291-2-L      | L106              | 11                                 | 21,7         | 1101         | 7,2              | 0,36             | 0,52                |                         |                        |
| Vansjø - Vanemfjorden     | 003-291-1-L      | L108              | 11                                 | 24,8         | 907          | 13,3             | 0,43             | 0,45                |                         |                        |
| Vågvann                   | 003-293-L        | L106              | 7                                  | 15,8         | 469          | 8,2              | 0,02             | 0,68                |                         |                        |

Den geografiske beliggenheten til innsjøene er vist i **Figur 25**. Her vises det tydelig hvordan tilstanden forverres nedover i vassdraget.



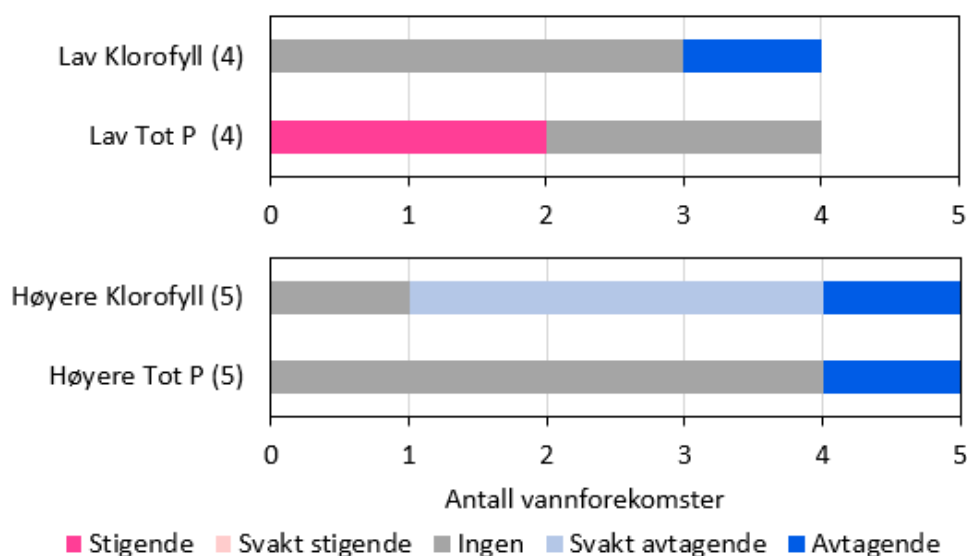
**Figur 25.** Beliggenhet og tilstand for innsjøer i vannområde Morsa for Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks.

### 3.4.6.2 Tidsserier og trender

Flere av innsjøene i Vansjø-Hobøl vassdraget har blitt overvåket siden 1970–1980 tallet og har lange tidsserier for klorofyll *a* og total fosfor. Vassdraget har også vært gjenstand for en rekke utredninger og forskningsprosjekter i mange år. Vansjø-Storefjorden er drikkevannskilde for Moss kommune, og både Storefjorden og Vanemfjorden brukes som rekreasjonsområde for mange mennesker.

Alle de ni innsjøene har minst fire års data for trendanalyser. Resultatene er vist i **Tabell 15** og i **Figur 26** og **Figur 27**. I årene før 2009 viser tidsseriene for klorofyll *a* signifikant stigende trender ( $p < 0,05$ ) i Vansjø Storefjorden, Vanemfjorden og Grepperødfjorden. I Sæbyvannet var trenden for klorofyll *a* svakt stigende og i Sættertjern svakt avtagende i årene før 2009. For total fosfor før 2009 var trenden signifikant stigende i Mjær og i Vansjø-Vanemfjorden. I samme periode var trenden for Tot-P signifikant avtagende i Sættertjern og svakt avtagende i Langen og Storefjorden.

Vannkvaliteten har vist en positiv utvikling i mange av innsjøene den siste tiårsperioden. For klorofyll  $a$  er trenden avtagende i Bindingsvannet og Sæbyvannet og svakt avtagende i Langen, Mjær og Grepperødfjorden i Vansjø. For de andre vannforekomstene (Vågvann, Storefjorden og Vanemfjorden) er det ingen signifikant trend for klorofyll  $a$  i årene etter 2009. For Vanemfjorden avtok imidlertid klorofyllkonsentrasjonen kraftig i perioden 2007-2010, og er vesentlig lavere de siste ti årene (10-15  $\mu\text{g/l}$ ) enn den var i perioden 1994-2009 (20-35  $\mu\text{g/l}$ ). For total fosfor er trenden avtagende for Vanemfjorden i Vansjø, der konsentrasjonen har gått ned fra 30-40  $\mu\text{g/l}$  i årene 1994-2009 til 20-30  $\mu\text{g/l}$  etter 2009. I Sætertjern og Bindingsvann er Tot-P trenden stigende og konsentrasjonen er nær klassegrensen god/moderat, men begge innsjøene er fortsatt i tilstandsklasse god for hele perioden etter 2009. I de andre vannforekomstene er det ingen signifikant trend for Tot-P etter 2009.



**Figur 26.** Trender for klorofyll og total fosfor (Tot-P) for innsjøer i vannområde Morsa med henholdsvis lav (øverst) og høyere (nederst) konsentrasjoner av de to parameterne. Lav betyr klorofyll  $a$  i svært god eller god tilstand, mens høyere betyr klorofyll  $a$  i moderat eller dårligere tilstand.

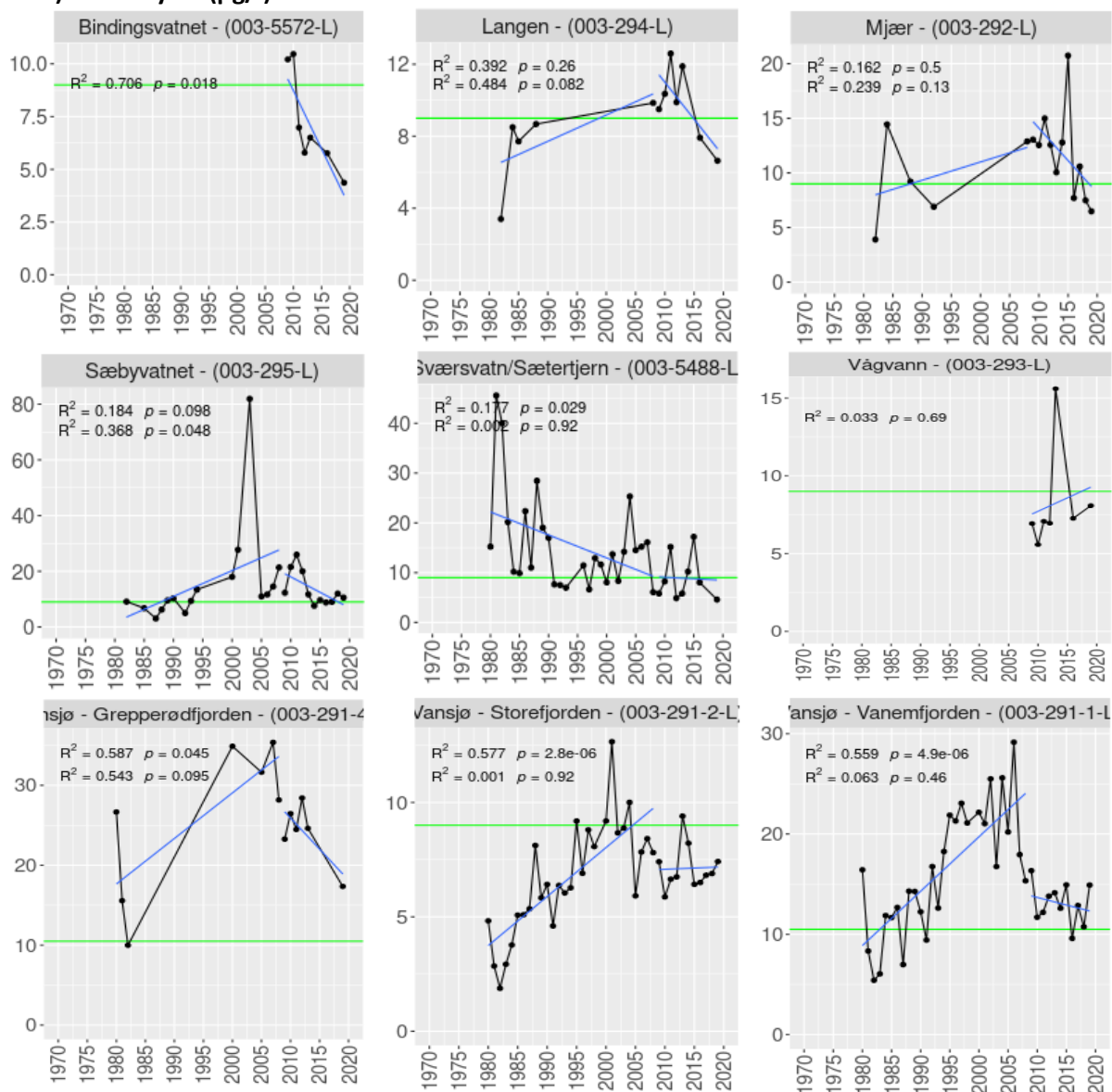
I Storefjorden i Vansjø er Tot-P konsentrasjonen sterkt påvirket av transport av erosionspartikler fra nedbørfeltet og dermed korrelert med nedbørmengde og antall flomperioder, som gir mer erosjon (Skarbøvik mfl. 2021). Jordbruksarealene i Vansjø-Hobølvassdraget er også flomutsatt, og selv små flomsituasjoner gir oversvømmelser av dyrket mark. Flommen høsten i 2000 påvirket innsjøene i hele vassdraget (se kapittelet om Haldenvassdraget for mer informasjon om flommen). Særlig i Vansjø-Vanemfjorden var Tot-P-konsentrasjonen høy i flere år etter flommen i 2000, noe som skapte problemer med oppblomstring av giftproduserende cyanobakterier i vestre deler av innsjøen fram til 2007 (Vanemfjorden og Nesparken i Moss), og tidvis medførte badeforbud der. Vanemfjorden i Vansjø var også preget av kraftige oppblomstringer av cyanobakterier før år 2000. Fra 2008 har slike oppblomstringer av cyanobakterier ikke forekommet, men grønt vann har blitt observert nær land på vindstille dager i august og september.

Den positive utviklingen i flere av innsjøene de siste 10–12 årene er et resultat av målrettede gjennomføring av tiltak for å redusere tilførsler av næringsalter til vassdraget, herunder ingen

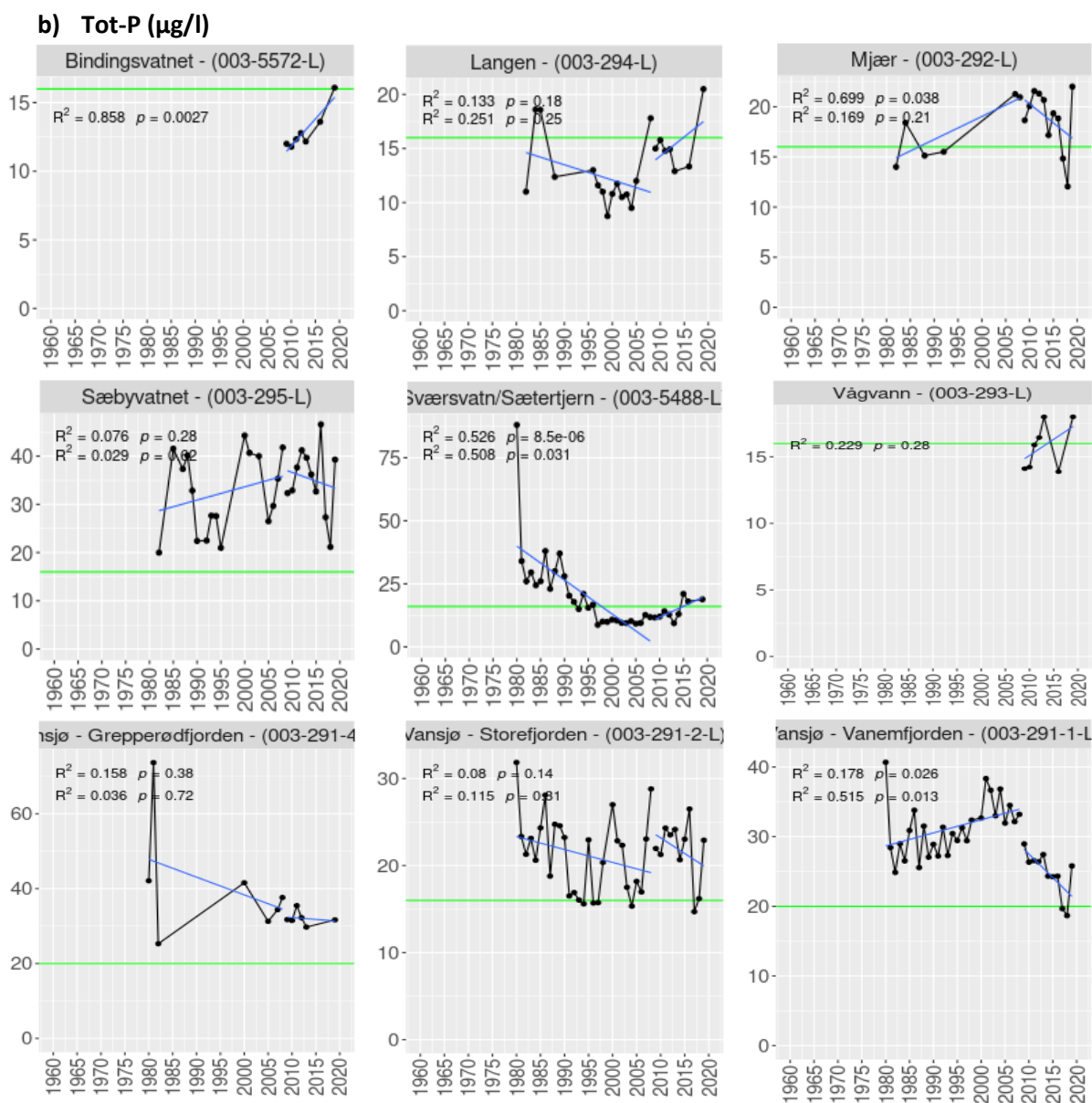
jordbearbeiding om høsten og redusert gjødsling (inkl. miljøavtaler mellom bønder og fylkesmannen), opprydding i spredte avløp, etablering av buffersoner langs vassdraget og bygging av fangdammer. Økt humuskonsentrasjon etter 2007 kan også ha bidratt til reduksjon av cyanobakterie-oppløststringer.

I 2019 og 2020 var det likevel tegn til økt forekomst av cyanobakterier i Nesparken i vestre deler av Vansjø (Skarbøvik mfl. 2021). Dette kan muligens skyldes økte tilførsler av næringsalter som følge av reversering av flere jordbrukstiltak inkludert miljøavtaler og/eller mer ekstremnedbør kombinert med varmere vann.

### a) Klorofyll *a* (µg/l)








**Figur 27.** Tidsserier for a) klorofyll  $a$  og b) Tot-P for alle innsjøer med minst 4 års data i vannområde Morsa. Lineære regresjoner er vist separat for alle årene før 2009 (øvre rad angir  $R^2$  og  $p$ -verdi) og etter 2009 (nedre rad angir  $R^2$  og  $p$ -verdi) for hver innsjø. Grønn linje angir god/moderat grensen for den aktuelle vanntypen for hver innsjø.

**Tabell 15.** Trender for klorofyll *a* (Klfa) og total fosfor (Tot-P) for perioden 2009–2019 for alle innsjøer med minst fire års data for klorofyll *a* i vannområde Morsa.

| Vannforekomstnavn         | Vannforekomst-kode | Antall år med data for Klfa (2009-2020) | Middelverdi for Klfa (µg/l) (2009-2020) | Trend           | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med data for Tot-P (2009-2020) | Middelverdi for Tot-P (µg/l) (2009-2020) | Trend     | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> |
|---------------------------|--------------------|---|---|-----------------|-------|---------|----------------|--|--|-----------|-------|---------|----------------|
| Bindingsvatnet            | 003-5572-L         | 7                                       | 7,2                                     | avtagende       | -1,28 | 0,018   | 0,71           | 7  | 13,0                                     | stigende  | 2,18  | 0,003   | 0,86           |
| Langen                    | 003-294-L          | 7                                       | 9,8                                     | svakt avtagende | -1,18 | 0,082   | 0,48           | 7  | 15,3                                     | ingen     | 0,71  | 0,252   | 0,25           |
| Mjær                      | 003-292-L          | 11                                      | 11,7                                    | svakt avtagende | -0,40 | 0,127   | 0,24           | 11                                       | 18,8                                     | ingen     | -0,45 | 0,209   | 0,17           |
| Sværsvatn/Sætertjern      | 003-5488-L         | 9                                       | 8,0                                     | ingen           | -0,03 | 0,916   | 0,00           | 9  | 14,7                                     | stigende  | 0,58  | 0,031   | 0,51           |
| Sæbyvannet                | 003-295_L          | 11                                      | 13,6                                    | avtagende       | -0,33 | 0,048   | 0,37           | 11                                       | 36,4                                     | ingen     | -0,08 | 0,617   | 0,03           |
| Vansjø - Grepperødfjorden | 003-291-4-L        | 6                                       | 4,0                                     | svakt avtagende | -0,70 | 0,095   | 0,54           | 6  | 32,1                                     | ingen     | -0,36 | 0,718   | 0,04           |
| Vansjø - Storefjorden     | 003-291-2-L        | 11                                      | 7,2                                     | ingen           | 0,12  | 0,915   | 0,00           | 11                                       | 21,7                                     | ingen     | -0,32 | 0,307   | 0,12           |
| Vansjø - Vanemfjorden     | 003-291-1-L        | 11                                      | 13,3                                    | ingen           | -0,42 | 0,456   | 0,06           | 11                                       | 24,8                                     | avtagende | -0,76 | 0,013   | 0,52           |
| Vågvann                   | 003-293-L          | 7                                       | 8,2                                     | ingen           | 0,19  | 0,695   | 0,03           | 7  | 15,8                                     | ingen     | 0,95  | 0,277   | 0,23           |

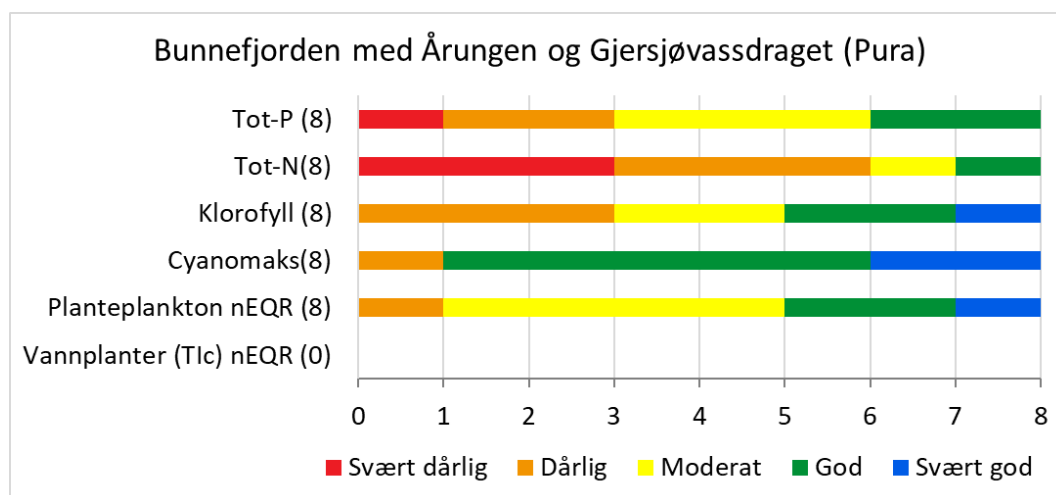
### 3.4.7 Vannområde PURA (Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøvassdraget)

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <b>Vannområde PURA (Bunnefjorden med Årungen og Gjersjøvassdraget)</b> |   |
|   | <b>Vannregion:</b>   | Innlandet og Viken                              |
|   | <b>Fylker:</b>   | Viken (Oslo, Akershus)                          |
|   | <b>Kommuner:</b>   | Ås, Frogn, Nesodden og Nordre Follo             |
|   | <b>Hjemmeside:</b>   | <a href="https://pura.no/">https://pura.no/</a> |

#### 3.4.7.1 Tilstand

Åtte innsjøer i vannområde Pura har relevante data i Vannmiljø. Alle innsjøene ligger i klimasone lavlandet og er små og middels store. Tre av innsjøene er moderat kalkrike-kalkrike og klare, og fem av innsjøene er moderat kalkrike-kalkrike og humøse (se vanntype angitt i Vedlegg A). Pollevann er en meromiktisk innsjø med salt bunnvann som aldri blander seg med vannlaget over. Under landhevingen etter siste istid ble Pollevann avsnørt fra Bunnefjorden. Tilstanden for disse innsjøene er vist for alle parameterne i **Tabell 16** og oppsummert på tvers av innsjøene i **Figur 28**.

For Tot-P er to av innsjøene i god tilstand og de resterende seks innsjøene i moderat (3), dårlig (2) og svært dårlig tilstand (1). For klorofyll *a* og planteplankton nEQR er tre av innsjøene i tilstandsklasse svært god eller god og fem innsjøer er i tilstandsklasse moderat eller dårlig. Tilstanden for Tot-P, klorofyll *a* og planteplankton nEQR er i relativt godt samsvar i hver innsjø. Vannplanter er ikke rapportert for noen av disse innsjøene etter 2008.



**Figur 28.** Fordeling av innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for fire eutrofieringsparametere i vannområde Pura. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter. Parameterverdier for den enkelte innsjø er vist i **Tabell 16**.

Flere av innsjøene i dette vannområdet er blant Norges mest eutrofierte. Vannområdet ligger rett sørøst for Oslo og består av flere større tettsteder med høy befolkningstetthet. Vannområdet omfatter også jordbruksarealer og det pågår flere store samferdselsutbygginger i nærheten av flere av innsjøene (Follobanen, E18). Hovedkildene til næringsstoffer er avrenning fra jordbruksarealer, avløp fra

kommunalt ledningsnett og spredt bebyggelse, samt avrenning av overvann fra tette flater som veier og bebygde arealer. Bunnsedimentene i flere av innsjøene inneholder store mengder næringsstoffer (fosfor) som frigjøres når det er oksygenfritt bunnvann, såkalt interngjødsling.

Gjersjøen og Pollevann er i god tilstand for Tot-P. Disse innsjøene er også i svært god eller god tilstand for klorofyll *a* og planteplankton nEQR. Tussetjern er i moderat tilstand for Tot-P og god tilstand for klorofyll *a* og planteplankton nEQR. Nærevann er i moderat tilstand for disse tre parameterne. Midtsjøvann er i dårlig tilstand for Tot-P og klorofyll *a* og i moderat tilstand for planteplankton nEQR. Årungen er i moderat tilstand for Tot-P, klorofyll *a* og planteplankton nEQR. Årungen har i mange år hatt kraftige oppblomstringer av cyanobakterier, men ikke de siste ti årene da biomassen av cyanobakterier er lav som gir god tilstand for Cyanomaks.

I Østensjøvannet er tilstanden svært dårlig for Tot-P, dårlig for klorofyll *a* og moderat for planteplankton nEQR. Denne innsjøen er liten og grunn (maksdyp 5 meter), og forskjellige planteplanktongrupper dominerer fra år til år. Utfisking av dyreplanktonspisende fisk har nylig blitt gjennomført som et tiltak for å øke dyreplanktonbiomassen og dermed også forsøke å øke nedbeitingen av planteplankton i innsjøen.

I Kolbotnvannet er tilstanden for Tot-P svært dårlig og dårlig for klorofyll *a*, planteplankton og Cyanomaks. Kolbotnvannet har årlige oppblomstringer av giftproduserende cyanobakterier i flere tiår og som regel anbefaling om å ikke bade i innsjøen. Tilstanden for cyanobakterier er fortsatt dårlig med Cyanomaks på nesten 5 mg/l. Innsjøen har store utfordringer med oksygenfritt bunnvann og frigivelse av fosfor fra sedimentene. I tillegg er det betydelig avrenning av fosfor fra kommunalt ledningsnett og bidrag fra overvann.

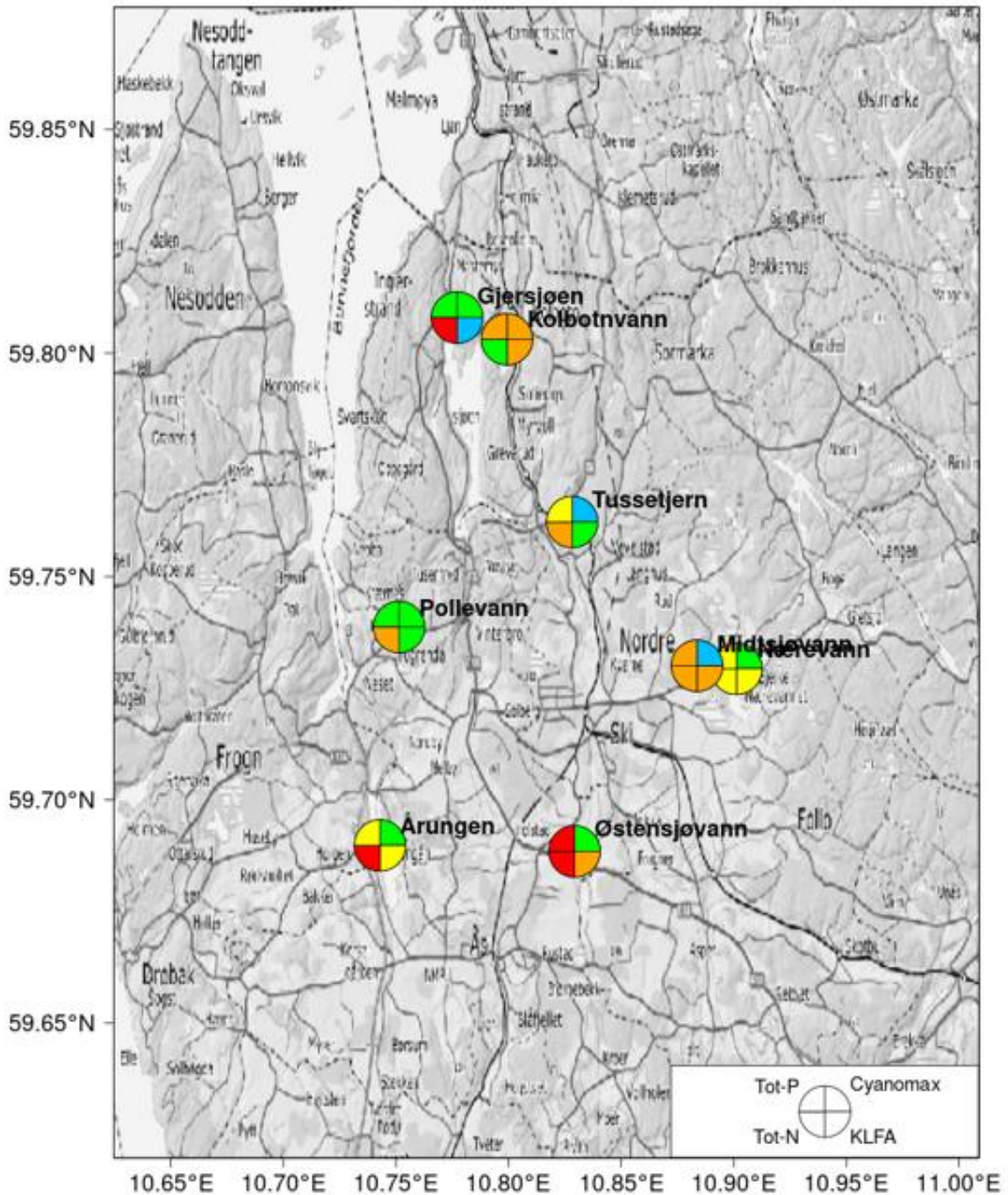
**Tabell 16.** Tilstand i alle innsjøer i vannområde Pura for alle eutrofieringsparameterne.

| Innsjø (navn) | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med klorofyll-data for 2009-2020 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|---------------|------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Gjersjøen     | 005-297-L        | L107              | 12                                    | 14,2         | 1454         | 4,5              | 0,16             | 0,77                |                         |                        |
| Kolbotnvann   | 005-5537-L       | L109              | 11                                    | 28,3         | 634          | 23,7             | 4,82             | 0,27                |                         |                        |
| Midtsjøvann   | 005-5646-L       | L108              | 5                                     | 44,3         | 1417         | 23,5             | 0,09             | 0,51                |                         |                        |
| Nærevann      | 005-5645-L       | L108              | 5                                     | 36,9         | 961          | 17,7             | 0,58             | 0,50                |                         |                        |
| Pollevann     | 005-5640-L       | L109              | 5                                     | 16,4         | 1046         | 7,4              | 0,26             | 0,81                |                         |                        |
| Tussetjern    | 005-5611-L       | L110              | 5                                     | 21,7         | 1389         | 8,5              | 0,01             | 0,73                |                         |                        |
| Østensjøvann  | 005-5681-L       | L110              | 5                                     | 80,4         | 2689         | 34,0             | 0,93             | 0,44                |                         |                        |
| Årungen       | 005-296-L        | L110              | 9                                     | 35,5         | 2596         | 15,7             | 0,19             | 0,58                |                         |                        |

De fleste innsjøene har høye konsentrasjoner av total nitrogen som gir dårlig eller svært dårlig tilstand for Tot-N i fem innsjøer: Midtsjøvann, Pollevann, Tussetjern, Gjersjøen, Årungen og Østensjøvannet. Tilstanden for Tot-N er god i Kolbotnvann og moderat i Nærevann. De ekstremt høye nitrogenkonsentrasjonene i de fleste innsjøene er tydelige tegn på forurensing fra jordbruk/avløp, og tilsier at utløpselvene fra disse innsjøene også kan tenkes å bidra til eutrofiering av Oslofjorden (Bunnefjorden), der nitrogen ofte er en begrensende faktor for algevekst. Nitrogen anses ikke som

vekstbegrensede for planteplanktonet i de fleste innsjøene i vannområde Pura på grunn av høy Tot-N/Tot-P ratio ( $> 20$ ).

Den geografiske beliggenheten til innsjøene er vist i **Figur 29**.

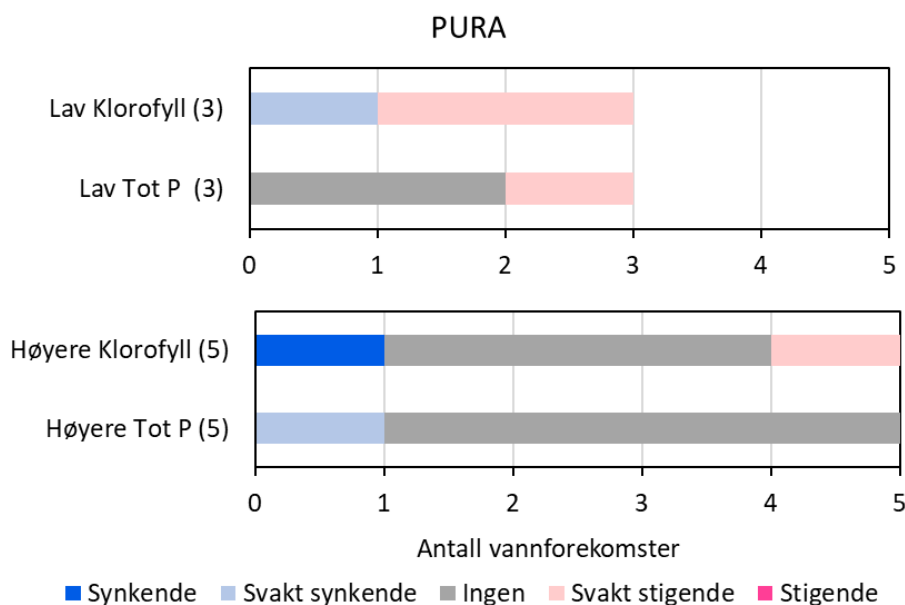


**Figur 29.** Beliggenhet og tilstand for innsjøer i vannområde Pura for Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks.

### 3.4.7.2 Tidsserier og trender

Alle de åtte innsjøene har minst fire års data for trendanalyser. Resultatene er vist i **Tabell 17** og i **Figur 30** og **Figur 31**. Flere av innsjøene i vannområde Pura har blitt overvåket siden 1970–1980-tallet og det er svært gode tidsserier for klorofyll *a* og total fosfor. I årene før 2009 viser tidsseriene for klorofyll *a* signifikant avtagende trender ( $p < 0,05$ ) i Gjersjøen, Kolbotnvannet og Årungen og svakt avtagende trend i Nærevann. Tidsseriene for total fosfor viser også signifikant avtagende trend i Gjersjøen, Kolbotnvannet, Årungen og Nærevann i årene før 2009.

I årene etter 2009 viser klorofyll *a* en svakt avtagende trend for Årungen og Tussetjern og en svakt stigende trend i Pollevann og Kolbotnvann. For de andre innsjøene er det ingen signifikant trend for klorofyll *a* i den samme perioden. Total fosfor viser en svakt avtagende trend for Østensjøvann og en svakt stigende trend for Pollevann. For de andre seks innsjøene er det ingen signifikant trend for total fosfor i den samme perioden. Nedenfor følger mer utfyllende beskrivelser av utviklingen i Gjersjøen, Kolbotnvann og Årungen, som har vært gjenstand for både overvåking, utredninger og forskningsprosjekter i mange år.



**Figur 30.** Trender for klorofyll og total fosfor (Tot-P) for innsjøer i vannområde Pura med hhv. lav (øverst) og høyere (nederst) konsentrasjoner av de to parameterne. Lav betyr klorofyll *a* i svært god eller god tilstand, mens høyere betyr klorofyll *a* i moderat eller dårligere tilstand.

Gjersjøen er drikkevannskilden for befolkningen i Ås og Nordre Follo kommuner. På 1970-tallet var innsjøen kraftig eutrofiert og hadde årlige oppblomstringer av cyanobakterier. Etter bygging av Nordre Follo rensesanlegg i 1971 ble det slutt på å lede avløpsvann direkte til innsjøen og vannkvaliteten ble betydelig bedre utover på 1970-tallet og 1980-tallet. Cyanobakterie-oppblomstringene varte likevel helt til gjørs ble satt ut i innsjøen på slutten av 1980-tallet, som drastisk reduserte bestanden av mort og stoppet mortens transport av fosfor fra strandnære områder og ut i de frie vannmassene (Brabrand mfl. 1990). Tot-P konsentrasjonen stabiliserte seg på 10–20 µg/l på 1990–2000-tallet. De siste ti årene har klorofyll konsentrasjonen vært under miljømålet og tidsserien etter 2009 viser ingen trend.

Tot-P-konsentrasjonen er stort sett under miljømålet, men varierer mye fra år til år, og viser ingen trend etter 2009. Noen år har miljømålet for Tot-P ikke vært oppnådd (**Figur 31**). De tidvis høye Tot-P konsentrasjonen i enkelte år etter 2009 skyldes bl.a. utslipp av avløpsvann til Dalsbekken rett før den går ut i Gjersjøen. Dette skyldes kapasitetsproblemer i en pumpestasjon Pumpestasjonen ble oppgradert i 2021, så forhåpentlig vil næringstilførselen til Gjersjøen avta heretter (for mer info, se diverse nyhetsoppslag<sup>4</sup>).

Kolbotnvannet hadde høye konsentrasjoner av Tot-P på 1980-tallet (>80 µg/l) og i dag er gjennomsnittlig Tot-P konsentrasjon rundt 30 µg/l. Selv om Tot-P konsentrasjonen avtok betydelig i perioden 1980-1995 og var stabil rett i overkant av miljømålet fram til 2005, så har problemene med oppblomstring av cyanobakterier fortsatt hvert år i innsjøen. Dette skyldes bl.a. oksygenfritt bunnvann og frigivelse av fosfor fra innsjøsedimentene i innsjøen. En rekke innsjøinterne tiltak er gjennomført i Kolbotnvannet for å redusere interngjødsling og bedre vannkvaliteten. Siden 2007 har bunnvannet blitt luftet for å unngå oksygenfrie forhold, og dette tiltaket fungerer godt mot interngjødslingen i innsjøen. Tot-P konsentrasjonen nådde miljømålet i 2017 og 2018, men økte igjen i 2019. Eksterne tilførsler av Tot-P til innsjøen primært fra avløpssektoren er medvirkende årsak til denne økningen og bidrar til å opprettholde situasjonen med årlige oppblomstringer av cyanobakterier. Innsjøen ligger i et område med betydelig urbanisering inkludert boligbygging og veibyggning på Kolbotn, noe som kan medføre økte tilførsler av fosfor og nitrogen til innsjøen i de kommende årene, dersom tilstrekkelige avbøtende tiltak ikke blir iverksatt for å motvirke dette.

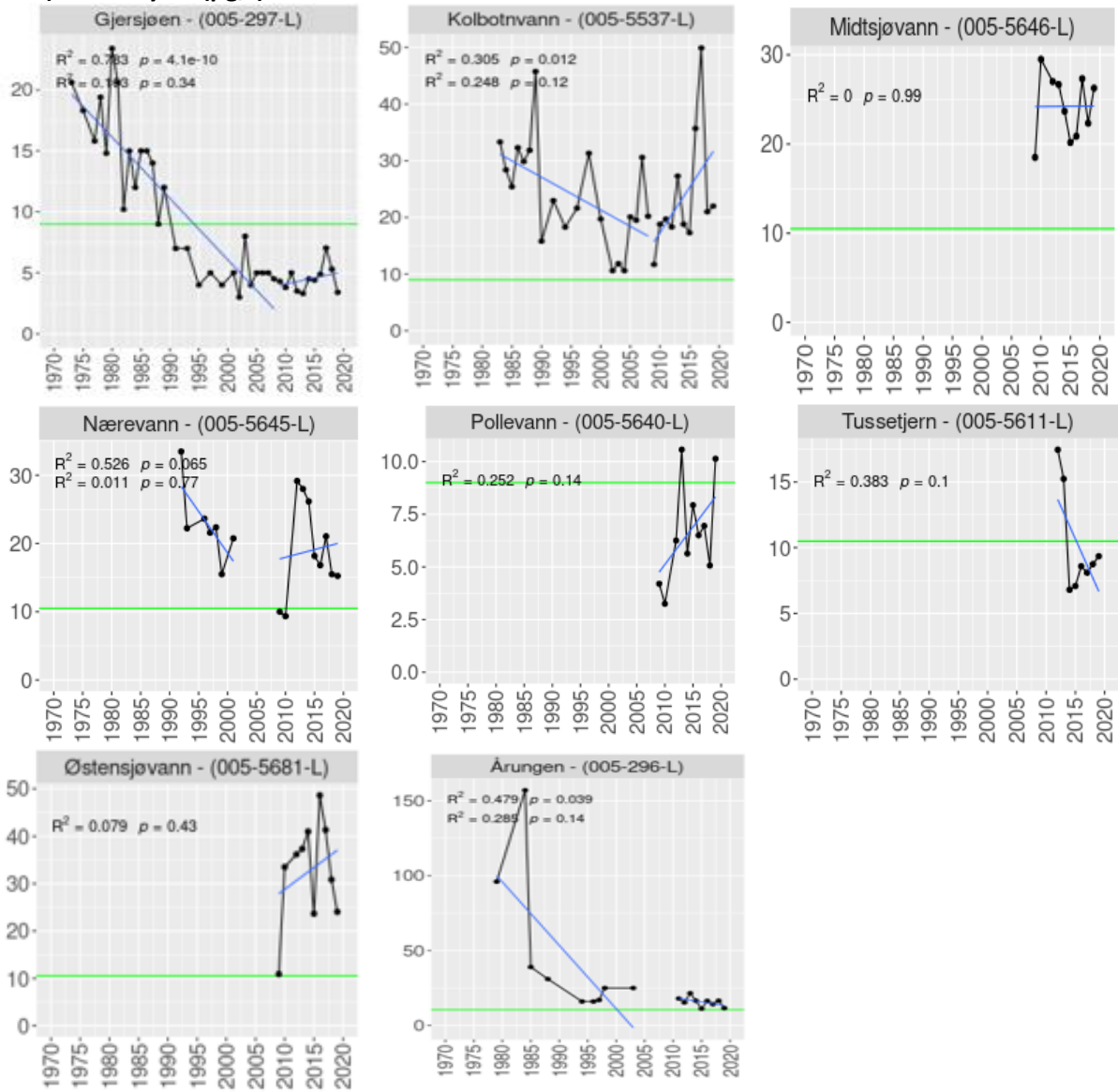
Årungen hadde kraftige oppblomstringer av cyanobakterier på 1980-tallet, som medførte kommunale anbefalinger om å ikke bade i innsjøen. Fosforkonsentrasjonen var skyhøy med konsentrasjoner over 300 µg/l enkelte år på 1970-1980-tallet, men ble redusert til ca. 50 µg/l etter 1985 og fortsatte nedover mot miljømålet fram til ca. år 2000. Etter dette har Tot-P-konsentrasjonen variert mellom 20 og 40 µg/l uten noen klar trend. Klorofyll viser derimot en svakt avtagende trend, men er fortsatt over miljømålet. Planteplanktonet har endret artssammensetning fra cyanobakterier til andre algeklasser. Forklaringen på den avtagende trenden for klorofyll kan være at mye av fosforet er bundet til leirpartikler og dermed er mindre biotilgjengelig. Leirpartiklene gir også dårlige lysforhold for planteplanktonet. Nitrogenkonsentrasjonen er imidlertid fortsatt skyhøy på over 2500 µg/l. Tiltaksgjennomføring for å redusere gjødsling og avrenning fra husdyrhold i nedbørfeltet kan også ha bidratt til redusert biotilgjengelighet av fosfor i innsjøen.

Til tross for at vannområdet Pura jobber målrettet med tiltaksgjennomføring har flere av innsjøene ingen positiv utvikling i vannkvalitet i perioden 2008–2019. Vannområdet ligger i et av de store pressområdene rundt Oslo med stor boligbygging, bygging og utbedring av veier og jernbane og områder med intensiv jordbruksdrift.

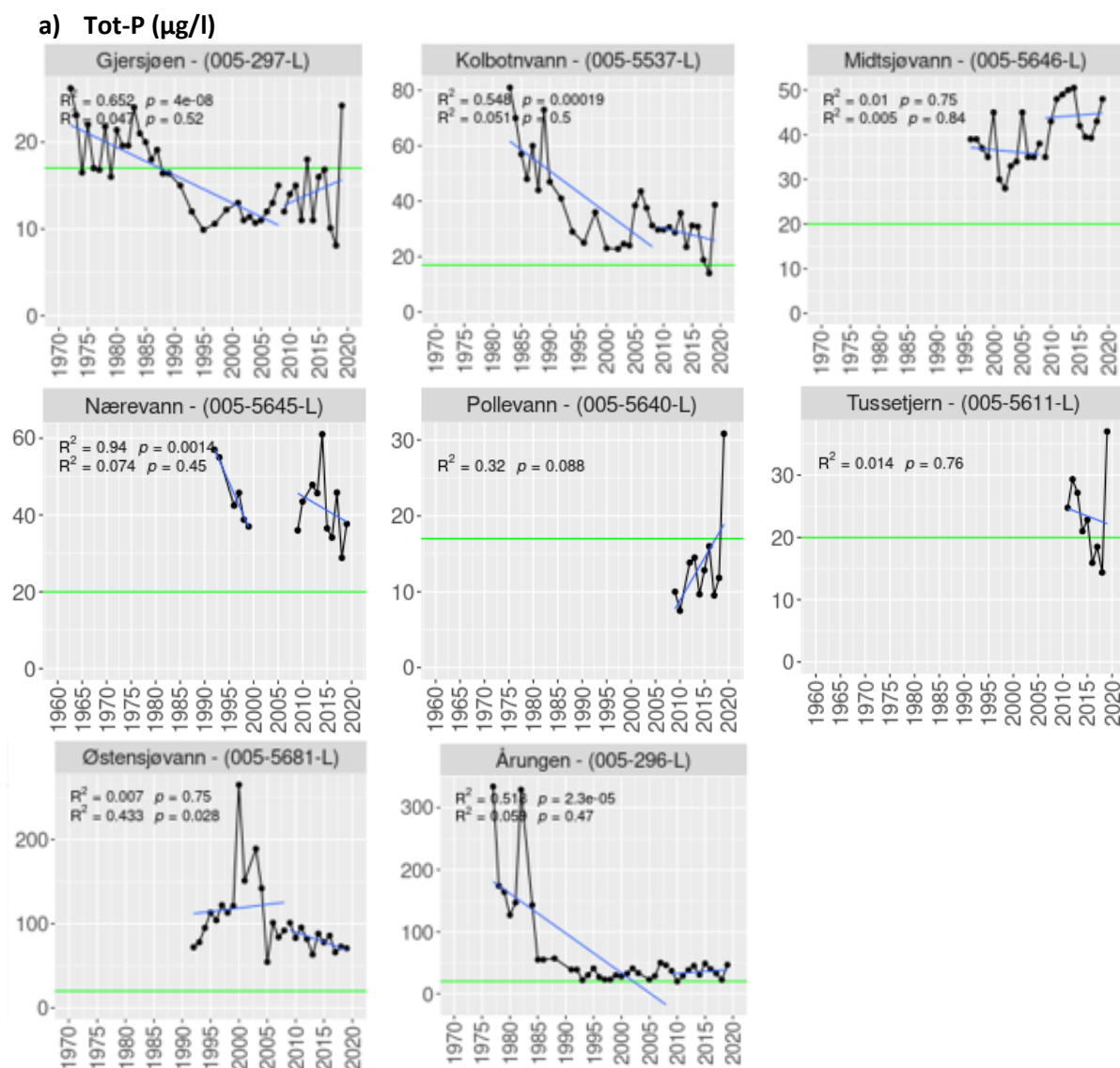
---

<sup>4</sup> [Nyheter fra Oppegård, Nyheter | Kloakk fosser ut i Gjersjøen \(oblad.no\)](#); [Fikk bekymringsmelding om utslipp av råkloakk i Dalsbekken \(oavis.no\)](#); [Beroliger om kapasiteten til pumpestasjonen \(oavis.no\)](#)

a) Klorofyll a ( $\mu\text{g/l}$ )







**Figur 31.** Tidsserier for a) klorofyll  $a$  og b) Tot-P for alle innsjøer med minst 4 års data i vannområde Pura. Lineære regresjoner er vist separat for alle årene før 2009 (øvre rad angir  $R^2$  og  $p$ -verdi) og etter 2009 (nedre rad angir  $R^2$  og  $p$ -verdi) for hver innsjø. Grønn linje angir god/moderat grensen for den aktuelle vanntypen for hver innsjø.

**Tabell 17.** Trender for klorofyll *a* (Klfa) og total fosfor (Tot-P) for perioden 2009–2019 for alle innsjøer med minst fire års data for klorofyll *a* i vannområde Pura.

| Vannforekomstnavn | Vannforekomst-kode | Antall år med data for Klfa (2009-2019) | Middelverdi for Klfa (µg/l) (2009-2019) | Trend           | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med data for Tot-P (2009-2019) | Middelverdi for Tot-P (µg/l) (2009-2019) | Trend          | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> |
|-------------------|--------------------|---|---|-----------------|-------|---------|----------------|--|--|----------------|-------|---------|----------------|
| Gjersjøen         | 005-297-L          | 11                                      | 4,5                                     | ingen           | 1,64  | 0,340   | 0,10           | 11                                       | 14,2                                     | ingen          | 0,13  | 0,520   | 0,05           |
| Kolbotnvann       | 005-5537-L         | 11                                      | 23,7                                    | svakt stigende  | 0,16  | 0,116   | 0,25           | 11                                       | 28,3                                     | ingen          | -0,05 | 0,500   | 0,05           |
| Midtsjøvann       | 005-5646-L         | 10                                      | 23,5                                    | ingen           | 0,01  | 0,986   | 0,00           | 10                                       | 44,3                                     | ingen          | -0,04 | 0,840   | 0,01           |
| Nærevann          | 005-5645-L         | 10                                      | 17,7                                    | ingen           | 0,05  | 0,768   | 0,01           | 10                                       | 36,9                                     | ingen          | -0,10 | 0,446   | 0,07           |
| Pollevann         | 005-5640-L         | 10                                      | 7,4                                     | svakt stigende  | 0,71  | 0,139   | 0,25           | 10                                       | 16,4                                     | svakt stigende | 0,29  | 0,088   | 0,32           |
| Tussetjern        | 005-5611-L         | 8                                       | 8,5                                     | svakt avtagende | -0,38 | 0,102   | 0,38           | 8  | 21,7                                     | ingen          | -0,05 | 0,763   | 0,01           |
| Østensjøvann      | 005-5681-L         | 10                                      | 34,0                                    | ingen           | 0,09  | 0,430   | 0,08           | 10                                       | 80,4                                     | avtagende      | -0,10 | 0,028   | 0,43           |
| Årungen           | 005-296-L          | 10                                      | 15,7                                    | svakt avtagende | -0,66 | 0,140   | 0,29           | 10                                       | 35,5                                     | ingen          | -0,05 | 0,465   | 0,06           |

### 3.4.8 Vannområde Indre Oslofjord Vest



**Vannområde Indre Oslofjord Vest**

**Vannregion:** Innlandet og Viken

**Fylker:** Viken (Oslo, Akershus, Buskerud)

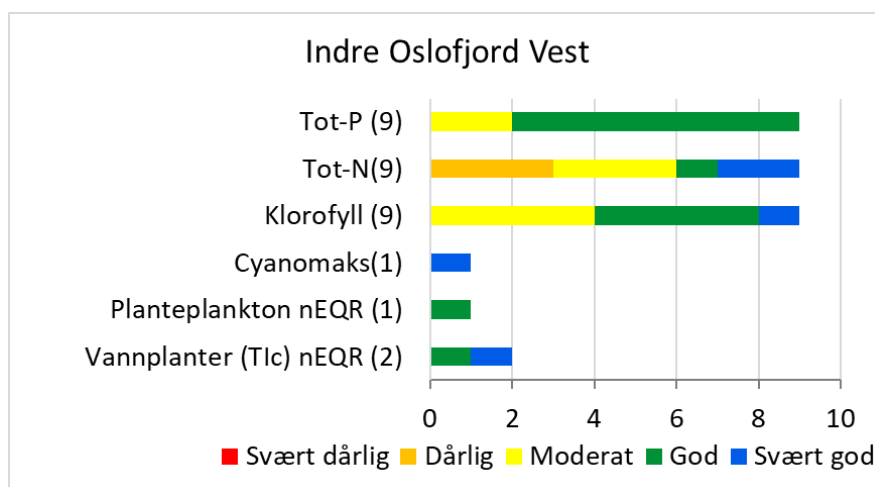
**Kommuner:** Oslo, Bærum, Asker, Røyken, Hurum, Lier, Hole, Ringerike, Frogn, Nesodden.

**Hjemmeside:** <https://www.vannportalen.no/vannregioner/innlandet-og-viken/vannomrader-i-vannregion-innlandet-og-viken2/indre-oslofjord-vest/>

#### 3.4.8.1 Tilstand

Totalt 9 innsjøer i vannområde Indre Oslofjord Vest har relevante data i Vannmiljø. Alle innsjøene er moderat kalkrike lavlandssjøer og alle er klare bortsett fra Øvre Drengsrudvann, som er humøs (vanntype er angitt i **Tabell 18**). Tilstanden for disse innsjøene er vist for alle parameterne i **Tabell 18** og oppsummert på tvers av innsjøene i **Figur 32** for Tot-P, klorofyll, planteplankton og vannplanter.

Fire av de ni innsjøene er i moderat tilstand for klorofyll, mens resten er god eller svært god tilstand. For Tot-P er kun to i moderat tilstand og resten i god tilstand.



**Figur 32.** Fordeling av innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for fire eutrofieringsparametere i vannområde Indre Oslofjord Vest. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter. Parameterverdier for den enkelte innsjø er vist i **Tabell 18**.

Tot-N er i dårlig tilstand for tre av innsjøene og i moderat tilstand for tre andre innsjøer, men nitrogen anses ikke som vekstbegrensende for planteplanktonet på grunn av høy Tot-N/Tot-P ratio (> 50) i alle disse.

Bortsett fra klorofyll *a* er det svært lite biologiske data fra dette vannområdet. Vannplanter er rapportert for Nesøytjern og Øvre Drengsrudvann og viser henholdsvis svært god og god tilstand.

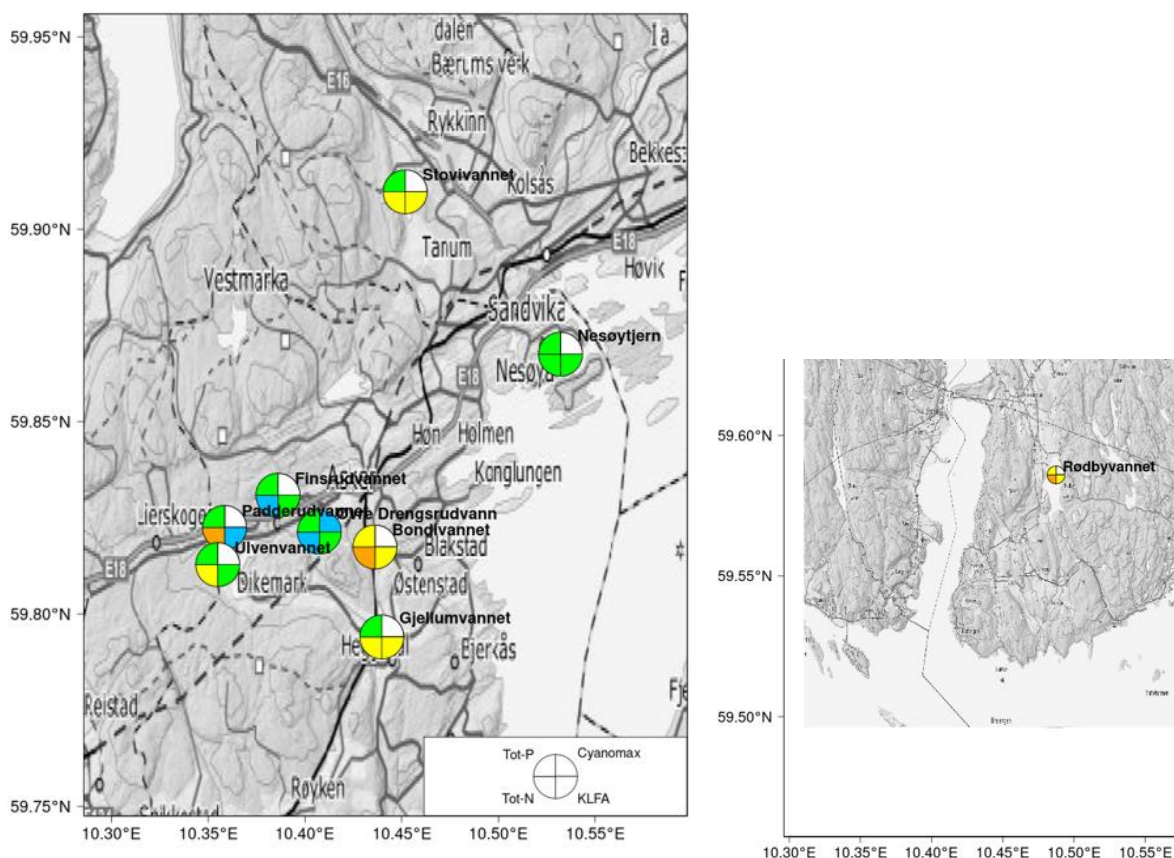
Planteplankton og cyanobakterier er kun rapportert for Øvre Drengsrudvann og viser henholdsvis god og svært god tilstand.

De innsjøene som er i moderat tilstand for Tot-P og/eller klorofyll er i Vann-nett oppgitt å være påvirket av diffus avrenning fra fulldyrket mark, spredt avløp og urban overflateavrenning. Padderudvann er i god tilstand for Tot-P, mens klorofyll *a* er i svært god tilstand. Innsjøen er sterkt påvirket av veiavrenning fra E-18 og har blitt meromiktisk (permanent stagnert bunnvann) på grunn av saltingen (Bækken og Haugen 2011). Den er dermed også mer sårbar for eutrofiering fordi vannvolumet som sirkulerer er vesentlig mindre enn tidligere. Klorofyll viser likevel svært god tilstand. Betydningen av saltpåvirkningen, samt kobber som overskrider grenseverdien (ref. Vann-nett), bør utredes.

**Tabell 18.** Tilstand i alle innsjøer i vannområde Indre Oslofjord Vest for alle eutrofieringsparameterne.

| Innsjø (navn)      | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med klorofyll-data for 2009-2019 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|--------------------|------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Bondivannet        | 009-5509-L       | L109              | 5                                     | 18,0         | 983          | 13,0             |                  |                     |                         |                        |
| Finsrudvannet      | 009-5497-L       | L109              | 5                                     | 15,3         | 385          | 8,7              |                  |                     |                         |                        |
| Gjellumvannet      | 009-2477-L       | L109              | 5                                     | 13,1         | 740          | 9,1              |                  |                     |                         |                        |
| Nesøytjern         | 008-5421-L       | L110              | 1                                     | 17           | 640          | 7,3              |                  |                     | 73,0                    | 1,00                   |
| Padderudvannet     | 009-5521-L       | L109              | 5                                     | 14,2         | 1000         | 4,4              |                  |                     |                         |                        |
| Rødbyvannet        | 010-309-L        | L106              | 4                                     | 16,2         | 1613         | 10,1             |                  |                     |                         |                        |
| Stovivannet        | 008-5354-L       | L107              | 4                                     | 13,2         | 758          | 9,6              |                  |                     |                         |                        |
| Ulvenvannet        | 009-2478-2-L     | L109              | 6                                     | 14,4         | 940          | 6,6              |                  |                     |                         |                        |
| Øvre Drengsrudvann | 009-5518-L       | L109              | 4                                     | 10,1         | 368          | 6,1              | 0,06             | 0,80                | 42,9                    | 0,69                   |

Den geografiske beliggenheten til innsjøene er vist i **Figur 33**. De fleste innsjøene ligger i Asker kommune.



**Figur 33.** Beliggenhet og tilstand for innsjøer i vannområde Indre Oslofjord Vest for Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks. Rødbyvannet på Hurumlandet er vist separat i kartet til høyre.

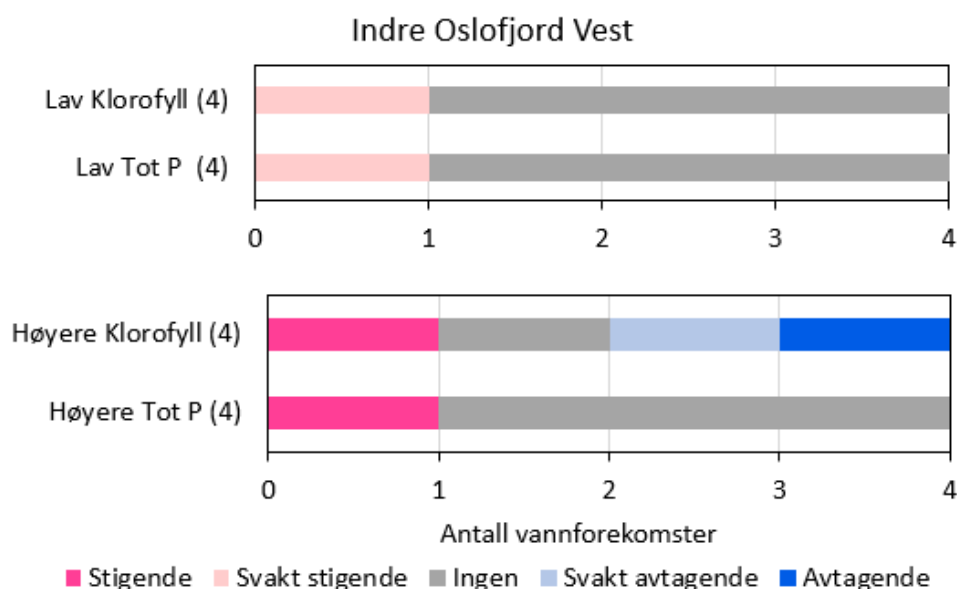
### 3.4.8.2 Tidsserier og trender

Åtte av de ni innsjøene har 4 års data for trendanalyser, hvorav en del ekstreme målinger/få målinger pr. år, og trendanalysene blir dermed veldig usikre. Resultatene er vist i **Tabell 19** med trender og tidsseriene i **Figur 34** og **Figur 35**.

Bondivannet viser en svakt avtagende trend for klorofyll *a*, men en klart stigende trend for Tot-P. Årsaken er uklar, men innsjøen er grunn (ca. 10 m maksimumsdyp), moderat kalkrik og klar og er dermed trolig velegnet for vannplanter, som kan konkurrere med planktonalger om fosfor. Det foreligger dessverre ikke data for vannplanter. Innsjøen er påvirket av lekkasjer fra kommunalt avløpsvann og avrenning fra urbane områder rundt vannet. Flere miljøgifter overskrider grenseverdiene (f.eks. sink og PFOS) og sedimentene har mye fra tidligere urban forurensning i henhold til Vann-Nett. Betydningen av miljøgifter i vann og sediment bør utredes. Vannplanter bør også undersøkes.

Padderudvannet viser svakt stigende klorofyll-trend, men ingen trend for Tot-P. Årsaken er uklar, men bør utredes nærmere (se avsnitt 3.4.8.1).

Rødbyvannet har avtagende trend for klorofyll, men ingen trend for Tot-P. Datagrunnlaget er lite og trendene styres av data fra 2020, så det er for tidlig å vurdere årsaken til dette. Innsjøen av påvirket av jordbruksforurensning og spredt avløp og tiltak mot slik påvirkning er planlagt/har startet i henhold til Vann-nett.

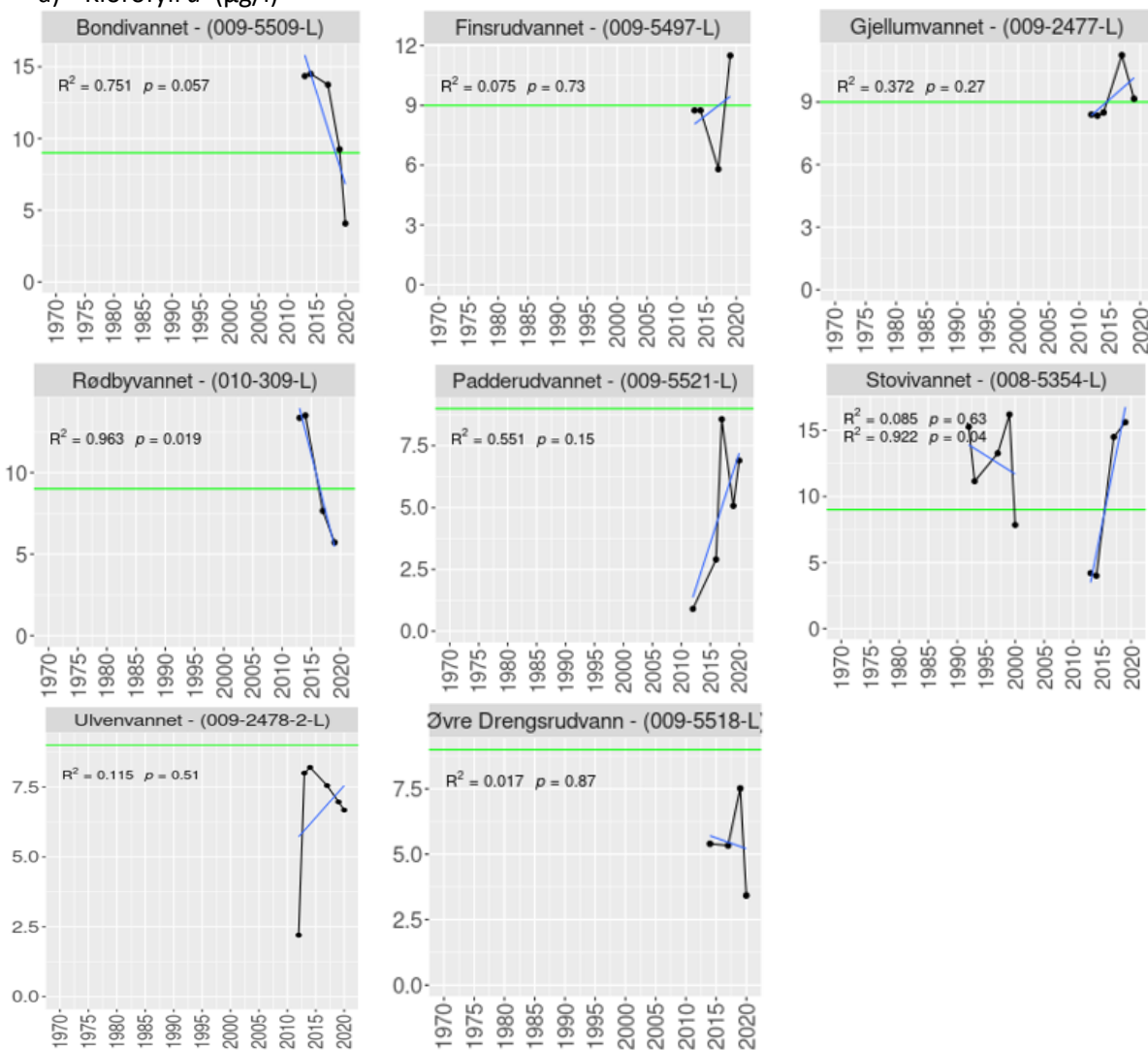


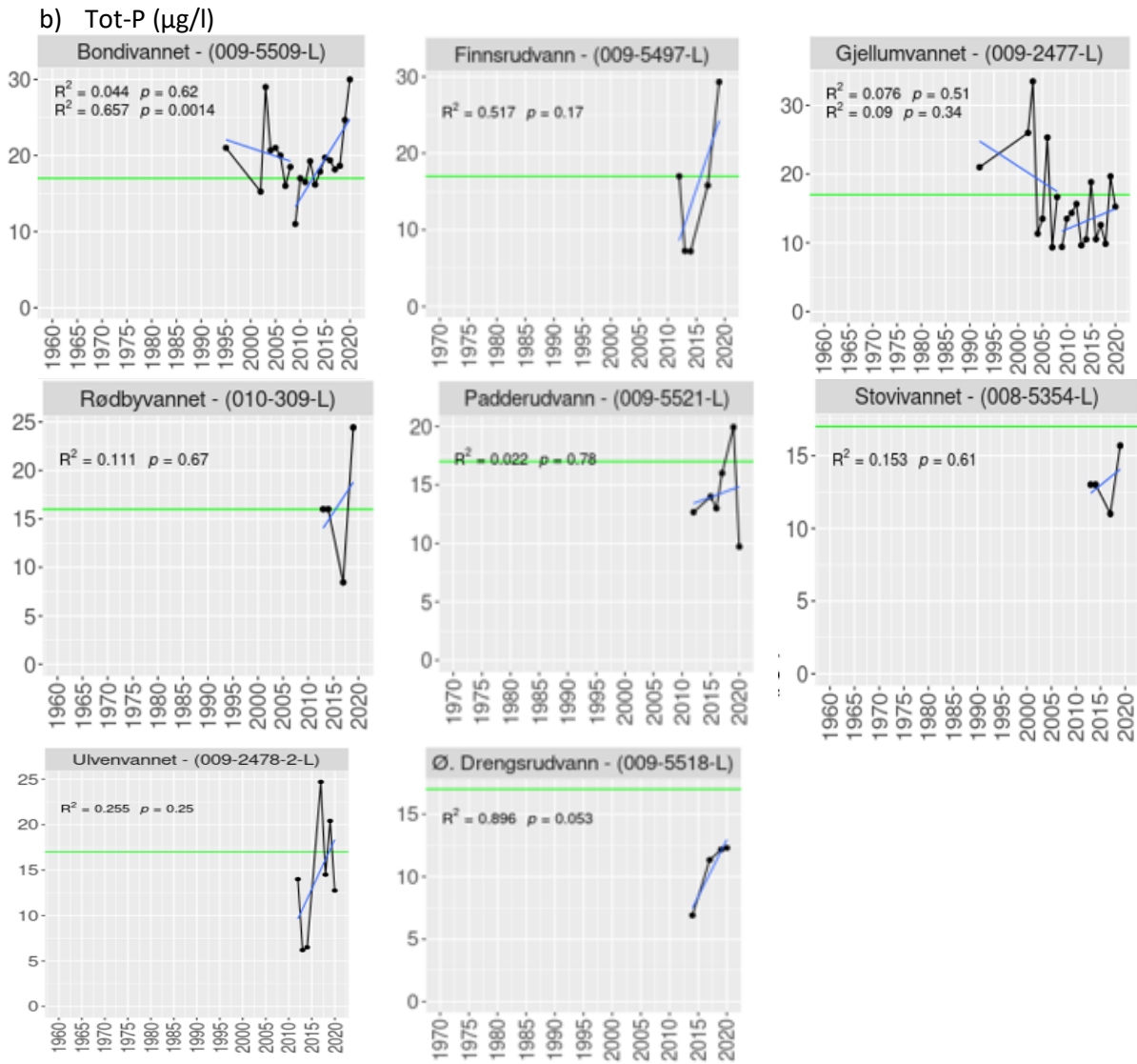
**Figur 34.** Trender for klorofyll og total fosfor (Tot-P) for innsjøer i vannområde Indre Oslofjord Vest med hhv. lav (øverst) og høyere (nederst) konsentrasjoner av de to parameterne. Lav betyr klorofyll  $a$  i svært god eller god tilstand, mens høyere betyr klorofyll  $a$  i moderat eller dårligere tilstand.

Stovivannet viser en klart stigende trend for klorofyll  $a$ , med en meget stor økning av klorofyll-konsentrasjonen de siste to årene sammenlignet med de foregående to årene. For Tot-P er det ingen trend i Stovivannet. Innsjøen oppgis i Vann-nett å være påvirket av jordbruksforurensning. Datagrunnlaget for trendanalyse er usikkert, da klorofyll dataene fra de første to årene er basert på én måling i juni, mens dataene fra 2017 er fra sensommer og høst, og data fra 2019 er fra månedlige målinger i hele vekstsesongen mai–oktober.

Øvre Drengsrudvann viser ingen trend for klorofyll  $a$ , men en svakt stigende trend for Tot-P, som er svært usikker på grunn av en meget høy verdi (87  $\mu\text{g/l}$ ) rapportert i mai 2020. Data for det første året i tidsserien for Tot-P er også svakt da kun to målinger foreligger (fra juni og august). Datagrunnlaget bør sjekkes og bedres og trendanalyser gjentas før en videre tolkning gjøres.

a) Klorofyll *a* (µg/l)






**Figur 35.** Tidsserier for klorofyll  $a$  (a) og total fosfor (b) med regresjoner for innsjøer i vannområde Indre Oslofjord Vest.



**Tabell 19.** Trender for innsjøer med minst 4 års data i perioden 2009-2019 for klorofyll *a* (Klfa) og total fosfor (Tot-P) fra vannområde Indre Oslofjord Vest.

| Vannforekomstnavn  | Vannforekomst-kode | Antall år med data for Klfa (2009-2019) | Middelverdi for Klfa (µg/l) (2009-2019) | Trend           | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med data for Tot-P (2009-2019) | Middelverdi for Tot-P (µg/l) (2009-2019) | Trend          | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> |
|--------------------|--------------------|---|---|-----------------|-------|---------|----------------|--|--|----------------|-------|---------|----------------|
| Bondivannet        | 009-5509-L         | 5                                       | 13,0                                    | svakt avtagende | -0,58 | 0,057   | 0,75           | 5  | 18,0                                     | stigende       | 0,63  | 0,001   | 0,66           |
| Finsrudvannet      | 009-5497-L         | 4                                       | 8,7                                     | ingen           | 0,32  | 0,727   | 0,08           | 5  | 15,3                                     | ingen          | 2,24  | 0,126   | 0,52           |
| Gjellumvannet      | 009-2477-L         | 5                                       | 9,1                                     | ingen           | 1,45  | 0,274   | 0,37           | 5  | 13,1                                     | ingen          | 0,30  | 0,345   | 0,09           |
| Padderudvannet     | 009-5521-L         | 5                                       | 4,4                                     | svakt stigende  | 0,76  | 0,151   | 0,55           | 5  | 14,2                                     | ingen          | 0,18  | 0,600   | 0,02           |
| Rødbyvannet        | 010-309-L          | 4                                       | 10,1                                    | avtagende       | -0,68 | 0,019   | 0,96           | 4  | 16,2                                     | ingen          | 0,14  | 0,667   | 0,11           |
| Stovivannet        | 008-5354-L         | 4                                       | 9,6                                     | stigende        | 0,42  | 0,040   | 0,92           | 4  | 13,2                                     | ingen          | 0,56  | 0,609   | 0,15           |
| Ulvenvannet        | 009-2478-2-L       | 6                                       | 6,6                                     | ingen           | 0,50  | 0,510   | 0,12           | 6  | 14,4                                     | ingen          | 0,23  | 0,248   | 0,26           |
| Øvre Drengsrudvann | 009-5518-L         | 4                                       | 6,1                                     | ingen           | -0,21 | 0,870   | 0,02           | 4  | 10,1                                     | svakt stigende | 0,24  | 0,053   | 0,90           |

### 3.4.9 Vannområde Eikeren

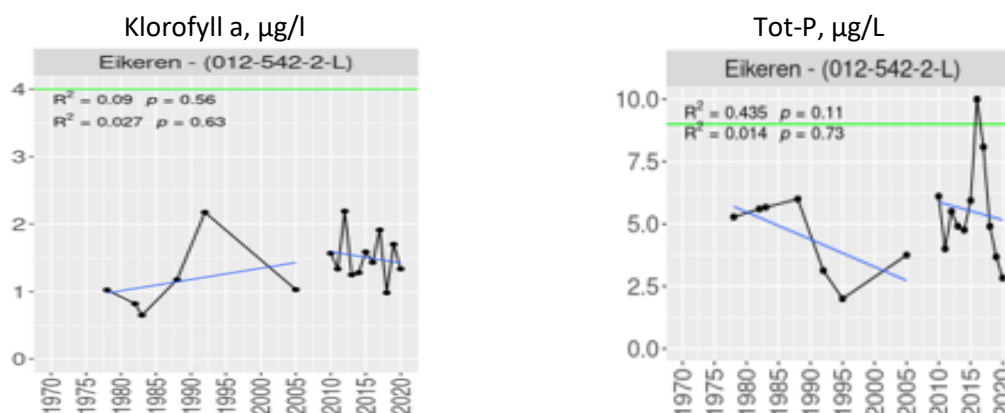
|   |  |
|---|--|
|  | <b>Vannområde Eikeren</b>  |
|   | <b>Vannregion:</b> Innlandet og Viken  |
|   | <b>Fylker:</b> Viken (Buskerud) og Vestfold og Telemark (Vestfold)   |
|   | <b>Kommuner:</b> Hof, Kongsberg, Holmestrand, Re, Drammen, Flesberg, Nedre Eiker og Øvre Eiker.  |
|   | <b>Hjemmeside:</b> <a href="https://www.vannportalen.no/vannregioner/innlandet-og-viken/vannomrader-i-vannregion-innlandet-og-viken2/eikeren/">https://www.vannportalen.no/vannregioner/innlandet-og-viken/vannomrader-i-vannregion-innlandet-og-viken2/eikeren/</a> |

#### 3.4.9.1 Tilstand og trender i innsjøen Eikeren (vannforekomst 012-542-2-L)

Eikeren er en stor innsjø (28 km<sup>2</sup>) og en viktig drikkevannskilde. Innsjøen er moderat kalkrik og klar, men typifisert som kalkfattig mht. planteplankton og næringsalter. Dette er gjort fordi innsjøen er stor og dyp og har lang oppholdstid på vannmassene og dermed stor sedimentasjon (retensjon) av partikulært fosfor fra nedbørfeltet. Kalsiumkonsentrasjonen er 7 mg/l, som er i nedre del av intervallet for moderat kalkrike innsjøer (4-20 mg/l). Klassegrensen god/moderat for fosfor, klorofyll og planteplankton er basert på data fra mindre og grunnere innsjøer og anses ikke som representative for store, dype innsjøer med kalsium-konsentrasjon i nedre del av intervallet for moderat kalkrike innsjøer. Planteplankton og næringsalter klassifiseres derfor ut fra klassegrensene for kalkfattige, dype innsjøer, som er mer relevante for store, dype innsjøer (for mer info, se Lyche Solheim m.fl. 2020). Tilstanden er god for Tot-P og vannplanter og svært god for klorofyll  $\alpha$ , cyanobakterier og planteplankton nEQR, men dårlig for Tot-N (Tabell 20). Nitrogen har liten betydning for planteplanktonet, da det er fosfor som er den vekstbegrensende faktoren.

**Tabell 20.** Tilstand i Eikeren (vannforekomst 012-542-2-L) for alle eutrofieringsparameterne.

| Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll (µg/L) | Cyano-maks (mg/L) | Plante-plankton nEQR | Vann-planter (Tlc-verdi) | Vann-planter nEQR (Tlc) |
|--------------|--------------|------------------|-------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| 5,7          | 835          | 1,5              | 0,07              | 0,83                 | 62,8                     | 0,78                    |



**Figur 36.** Tidsserier med regresjoner for klorofyll (venstre) og total fosfor (Tot-P) (høyre) for Eikeren (vannforekomst 012-542-2-L) i årene før og etter 2009.

Tidsseriene i **Figur 36** for klorofyll a viser ingen signifikante trender ( $p > 0.2$ ), hverken før eller etter 2009. Tot-P viser en svakt avtagende trend ( $p < 0.2$ ) i årene før 2009, men ingen trend ( $p > 0.2$ ) de siste ti årene. Både klorofyll og Tot-P er godt under miljømålet i hele tidsserien både før og etter 2009, med unntak av 2016, da Tot-P var på  $10 \mu\text{g/l}$ , som er i overkant av miljømålet på  $9 \mu\text{g/l}$ . Tot-P konsentrasjonen i 2016 hadde ingen effekt på klorofyll  $a$ -konsentrasjonen, som var svært lav det året ( $1,5 \mu\text{g/l}$ ). Årsaken til den høye Tot-P konsentrasjonen i 2016 og den lave klorofyllkonsentrasjonen kan være mye nedbør og stor avrenning fra jordbruksområdene i nedbørfeltet, og at mesteparten var partikkelbundet og sedimenterte raskt uten å blande seg i innsjøens hovedvannmasser. Tilførselsdata er nødvendig for å kunne vurdere dette nærmere.

### 3.4.9.2 Tilstand i andre innsjøer i vannområde Eikeren

Totalt 8 andre innsjøer i vannområde Eikeren har relevante data i Vannmiljø. De fleste er moderat kalkrike lavlandssjøer. Fem er humøse og tre er klare (vanntype er angitt i **Tabell 21**). Tilstanden for disse innsjøene er vist for alle parameterne i Tabell 20 og oppsummert på tvers av innsjøene i **Figur 37** for Tot-P, klorofyll, planteplankton og vannplanter.

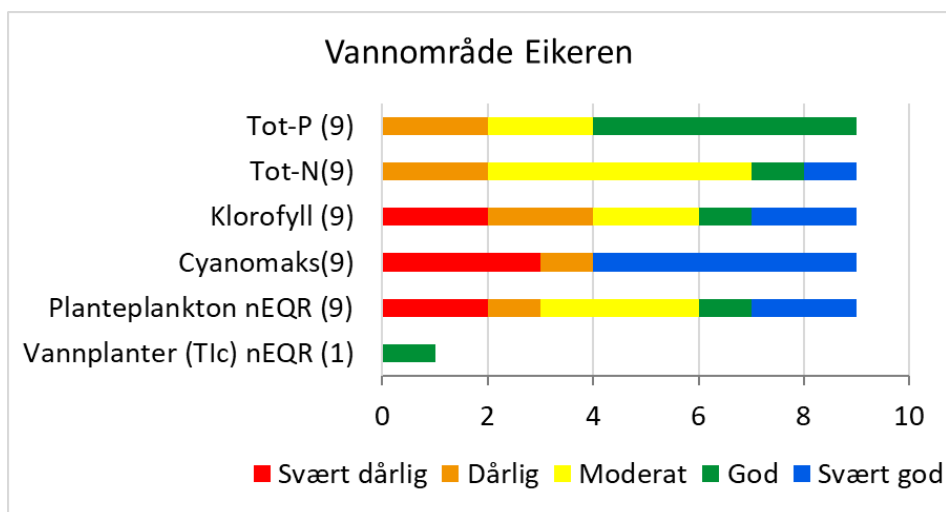
Seks av innsjøene er i moderat, dårlig eller svært dårlig tilstand for klorofyll og planteplankton nEQR. For Tot-P er fire i moderat eller dårlig tilstand. Tre av innsjøene (Bergsvannet i Eidsfoss, Haugestadvannet og Hillestadvannet) har svært høy biomasse av cyanobakterier og er i svært dårlig tilstand for den parameteren. Flere cyanotoksiner (saxitoksiner og microcystiner) er påvist i Hillestadvannet, også anatoksiner er påvist i enkelte prøver. Vikevannet har også mye cyanobakterier og er i dårlig tilstand.

Et noe uvanlig resultat er at disse innsjøene har omtrent like høy eller til og med litt høyere konsentrasjoner av klorofyll enn av Tot-P, mens de fleste innsjøer normalt har to-tre ganger så høy konsentrasjon av Tot-P som av klorofyll. Disse innsjøene har altså svært mye klorofyll pr. Tot-P. Hvorvidt dette har sammenheng med de store oppblomstringene av cyanobakterier, som gir dårlige lysforhold og dermed høyt pigmentinnhold i algene, eller med uvanlig lang oppholdstid for vannmassene eller andre forhold, er foreløpig uklart.

Vannplanter er kun rapportert for Eikeren. De fleste av de andre innsjøene ble undersøkt i 1992, som tilsier at en ny vannplanteundersøkelse bør vurderes. Grennesvannet ble undersøkt i 2007, og da ble resultatet god tilstand.

Tot-N er i moderat eller dårlig tilstand for alle innsjøene, unntatt Øksne med Tistillen, som er en lite påvirket skogssjø i svært god tilstand (Tabell 21). Nitrogen anses ikke som vekstbegrensende for planteplanktonet på grunn av relativt høy Tot-N/Tot-P ratio ( $> 20$ ) i alle innsjøene, unntatt Hillestadvannet, der denne ratioen er  $< 20$ .

De innsjøene som er i moderat eller dårligere tilstand for én eller flere av de relevante parameterne er i Vann-nett oppgitt å være sterkt påvirket av diffus avrenning fra fulldyrket mark og spredt avløp.

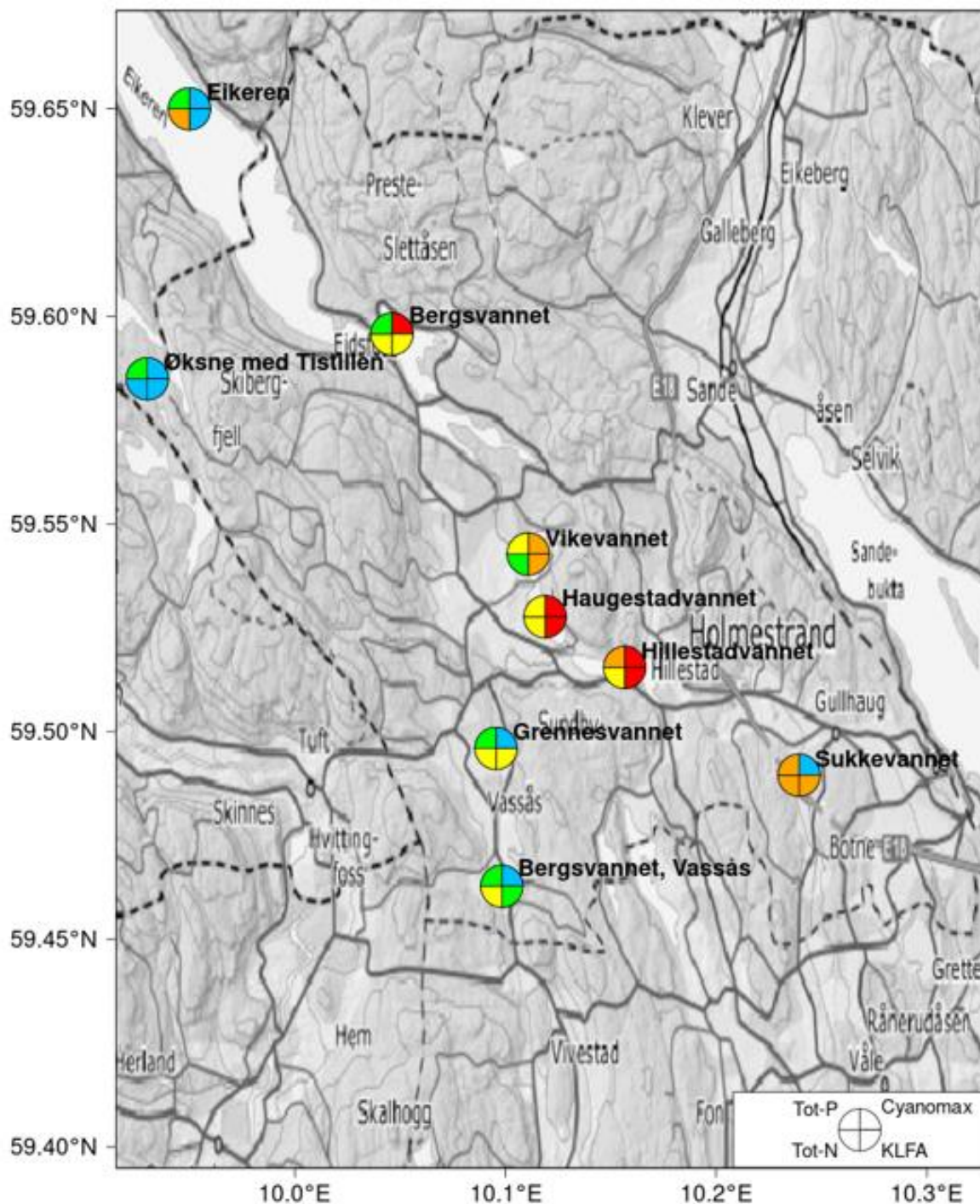


**Figur 37.** Fordeling av innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for fire eutrofieringsparametere i vannområde Eikeren. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter. Parameterverdier for den enkelte innsjø er vist i **Tabell 21**.

**Tabell 21.** Tilstand i alle innsjøer i vannområde Eikeren for alle eutrofieringsparameterne.

| Innsjø (navn)         | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med klorofyll-data for 2009-2019 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|-----------------------|------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Bergsvannet, Eidsfoss | 012-519-L        | L107              | 11                                    | 10,9         | 768          | 9,7              | 5,83             | 0,58                |                         |                        |
| Bergsvannet, Vassås   | 012-5816-L       | L108              | 2                                     | 15,5         | 1006         | 7,8              | 0,01             | 0,72                |                         |                        |
| Eikeren               | 012-542-2-L      | L105b             | 11                                    | 5,7          | 835          | 1,5              | 0,07             | 0,83                | 62,8                    | 0,78                   |
| Grennesvannet         | 012-5799-L       | L108              | 2                                     | 15,6         | 899          | 12,1             | 0,00             | 0,57                |                         |                        |
| Haugestadvannet       | 012-543-1-L      | L108              | 4                                     | 35,1         | 790          | 46,2             | 7,04             | 0,16                |                         |                        |
| Hillestadvannet       | 012-544-L        | L108              | 9                                     | 48,2         | 818          | 51,3             | 12,69            | 0,08                |                         |                        |
| Sukkevatnet           | 012-5808-L       | L109              | 2                                     | 34,1         | 956          | 19,8             | 0,01             | 0,48                |                         |                        |
| Vikevatnet            | 012-543-2-L      | L108              | 7                                     | 25,2         | 721          | 26,7             | 4,96             | 0,25                |                         |                        |
| Øksne med Tistillen   | 012-583-L        | L205              | 2                                     | 5,7          | 175          | 1,9              | 0,02             | 0,85                |                         |                        |

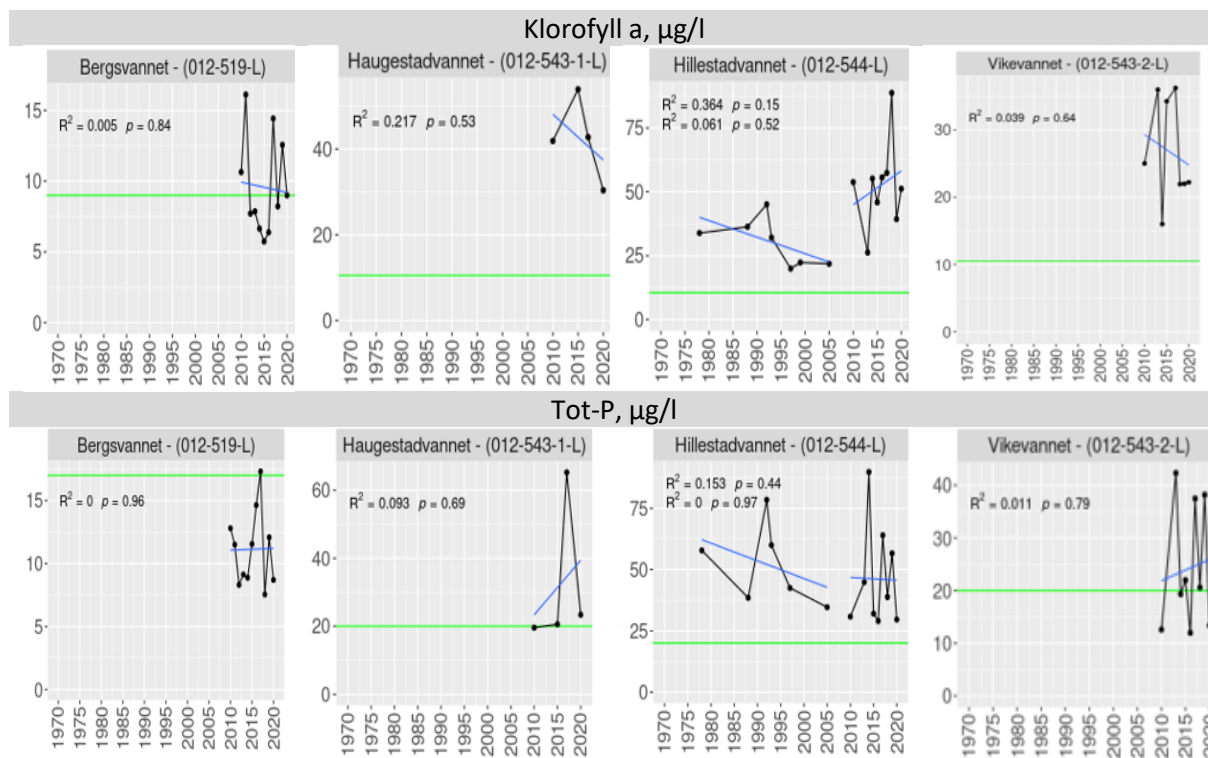
Den geografiske beliggenheten til innsjøene er vist i **Figur 38**.



**Figur 38.** Beliggenhet og tilstand for innsjøer i vannområde Eikeren for Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks.

### 3.4.9.3 Tidsserier og trender for andre innsjøer i vannområde Eikeren

Data fra minst fire år var tilgjengelig for fire innsjøer. Trendanalysene viser at ingen av innsjøene hadde noen signifikante trender hverken for klorofyll eller Tot-P (**Tabell 22**). Tidsseriene viser at begge parameterne har store år-til-år variasjoner, noe som er typisk for eutrofe innsjøer (**Figur 39**).



**Figur 39.** Tidsserier for klorofyll  $a$  (øverst) og total fosfor (nederst) med regresjoner for innsjøer i vannområde Eikeren.

**Tabell 22.** Trender for klorofyll *a* (Klfa) og total fosfor (Tot-P) i innsjøer med minst 4 års data i perioden 2009-2020 i vannområde Eikeren.

| Vannforekomstnavn     | Vannforekomst-kode | Antall år med data for Klfa (2009-2020) | Middelverdi for Klfa (µg/l) (2009-2020) | Trend | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med data for Tot-P (2009-2020) | Middelverdi for Tot-P (µg/l) (2009-2020) | Trend | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> |
|-----------------------|--------------------|---|---|-------|-------|---------|----------------|--|--|-------|-------|---------|----------------|
| Eikeren               | 012-542-2-L        | 11                                      | 1,5                                     | ingen | -3,52 | 0,231   | 0,03           | 11                                       | 5,7                                      | ingen | -0,24 | 0,652   | 0,02           |
| Bergsvannet, Eidsfoss | 012-519-L          | 11                                      | 9,7                                     | ingen | -0,07 | 0,838   | 0,01           | 11                                       | 10,9                                     | ingen | 0,02  | 0,962   | 0,00           |
| Haugestadvannet       | 012-543-1-L        | 4                                       | 46,2                                    | ingen | -0,20 | 0,534   | 0,22           | 4  | 35,1                                     | ingen | 0,06  | 0,694   | 0,09           |
| Hillestadvannet       | 012-544-L          | 9                                       | 51,3                                    | ingen | 0,05  | 0,522   | 0,06           | 9  | 48,2                                     | ingen | 0,00  | 0,966   | 0,00           |
| Vikevannet            | 012-543-2-L        | 8                                       | 26,7                                    | ingen | -0,09 | 0,653   | 0,04           | 8  | 25,2                                     | ingen | 0,03  | 0,771   | 0,01           |

## 4 Vannregion Vestfold og Telemark

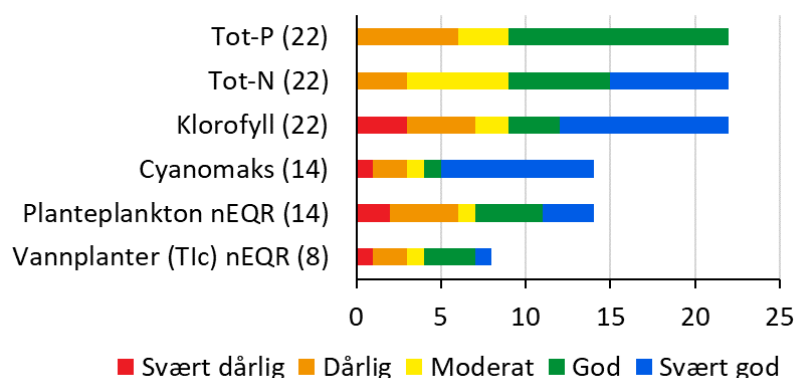
### 4.1 Dagens tilstand i vannregionen

Den økologiske tilstanden er klassifisert for 22 innsjøer med relevante data i perioden 2009–2020 for parameterne Tot-P, Tot-N og klorofyll, mens 14 innsjøer har data for cyanobakterier og for samlet tilstand for planteplankton (nEQR). For vannplanter (Tlc-indeksen, nEQR) finnes data fra kun fem innsjøer (

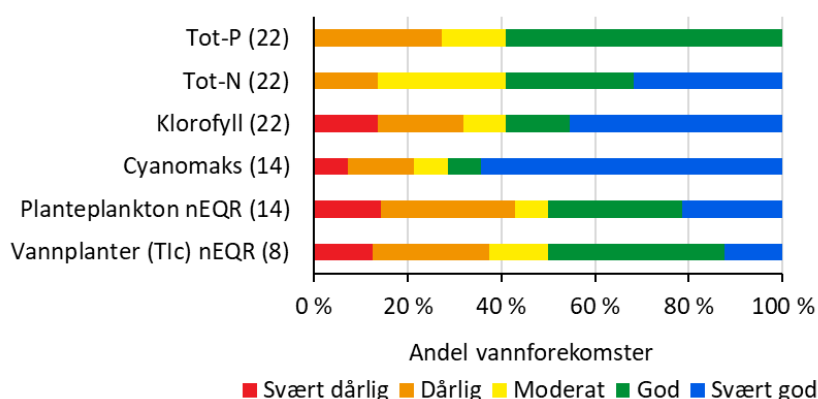
**Figur 40 og Tabell 23**). De fleste innsjøene ligger i lavlandet og mange er moderat kalkrike. Åtte innsjøer (36%) er humøse.

Resultatene for hele vannregionen samlet viser at 9 av de 22 innsjøene (40%) med data for Tot-P<sup>5</sup>, Tot-N og klorofyll er i moderat eller dårligere tilstand. Moderat eller dårligere tilstand for Cyanomaks er funnet i fire av 14 innsjøer (30%), og i syv av 14 innsjøer (50%) for planteplankton nEQR.

c) Antall innsjøer pr. tilstandsklasse



d) Andel (%) innsjøer pr. tilstandsklasse



**Figur 40.** Økologisk tilstand fordelt på tilstandsklasser for de eutrofieringsrelevante parameterne i alle innsjøer med relevante data fra ett eller flere år i perioden 2009–2020 i vannregion Vestfold og Telemark. A) antall innsjøer pr. tilstandsklasse, der totalt antall innsjøer er gitt i parentes bak hver parameter. B) andel innsjøer pr. tilstandsklasse i prosent av totalt antall innsjøer.

<sup>5</sup> Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ikke med i datagrunnlaget, se pkt 2.2.1, prikkpunkt 3.



Kun fem innsjøer har data for vannplanter nEQR, og tre av disse (60%) er i moderat eller dårligere tilstand.

For de tre vannområdene som hadde flest eutrofierte innsjøer (Aulivassdraget, Horten-Larvik og Numedalslågen) er mer detaljerte resultater presentert i egne delkapitler i avsnitt 4.4 nedenfor.

For Tot-P er én av innsjøene, Skredvatn, som ligger nord-vest for og oppstrøms Nisser i vannområde Nidelva, trolig feilklassifisert til dårlig tilstand (Tabell 23), da datagrunnlaget består av kun 1 måling på 17 µg/l fra juni 2019. Tidligere målinger av Tot-P finnes fra 1980-tallet og disse viser verdier fra 3–10 µg/l og en middelvei på 6 µg/l, som tilsvarer god tilstand. I Vann-nett er innsjøen oppgitt å ha liten påvirkning fra spredt bebyggelse og moderat tilstand for Tot-P.

**Tabell 23.** Oversikt over middelveier for perioden 2009–2020 for alle innsjøer i vannregion Vestfold og Telemark med eutrofieringsrelevante data.

| Vannområde                | Vannforekomst (n) | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med klorofyll-data i 2009-2020 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll a (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tic-verdi) | Vannplanter nEQR (Tic) |
|---------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Aulivassdraget            | Gjennestadvannet  | 014-5879-L       | L108              | 3                                   | 18,4         | 610          | 6,0                | 0,02             | 0,76                |                         |                        |
|                           | Grorudvannet      | 014-5859-L       | L105a             | 8                                   | 9,6          | 274          | 11,5               | 0,11             | 0,59                |                         |                        |
|                           | Ilestadvannet     | 014-5838-L       | L107              | 5                                   | 10,6         | 1105         | 3,6                | 0,03             | 0,78                |                         |                        |
|                           | Revovannet        | 014-313-L        | L107              | 8                                   | 36,7         | 537          | 39,4               | 4,76             | 0,15                |                         |                        |
| Horten-Larvik             | Adalstjern        | 013-5839-L       | L106              | 7                                   | 30,6         | 959          | 69,2               | 0,00             | 0,16                |                         |                        |
|                           | Akersvannet       | 014-314-L        | L108              | 6                                   | 59,4         | 980          | 47,9               | 4,71             | 0,20                | -25                     | 0,25                   |
| Numedalslågen             | Borrevannet       | 013-312-L        | L109              | 11                                  | 36,3         | 1412         | 19,5               | 1,44             | 0,36                | -41                     | 0,18                   |
|                           | Askjernvatnet     | 015-5863-L       | L108              | 6                                   | 21,7         | 1327         | 25,7               | 0,05             | 0,36                | -10                     | 0,32                   |
|                           | Goksjø            | 015-378-L        | L108              | 7                                   | 29,9         | 1178         | 21,5               | 5,44             | 0,30                | 31                      | 0,61                   |
|                           | Korvikvatnet      | 015-5880-L       | L105a             | 1                                   | 24,3         | 337          | 22,0               |                  |                     |                         |                        |
| Midtre Telemark           | Åsrumvannet       | 015-377-L        | L108              | 2                                   | 14,5         | 1272         | 7,8                | 0,03             | 0,65                |                         |                        |
|                           | Norsjø            | 016-6-L          | L105b             | 2                                   | 5,9          | 236          | 1,2                | 0,01             | 0,89                | 50                      | 0,53                   |
| Nidelva                   | Birtevatn         | 019-1283-L       | L202d             | 1                                   | 9,0          | 180          | 1,2                |                  |                     |                         |                        |
|                           | Nisser            | 019-1267-L       | L202d             | 2                                   | 7,3          | 256          | 0,8                | 0,02             | 0,93                | 79                      | 0,73                   |
|                           | Skredvatn         | 019-1277-L       | L202d             | 1                                   | 17,0         | 190          | 1,1                |                  |                     |                         |                        |
| Siljan - Farrisvassdraget | Farris            | 015-429-L        | L105b             | 10                                  | 7,5          | 495          | 2,0                | 0,00             | 0,79                | 65                      | 0,7                    |
|                           | Heivannet         | 015-6554-L       | L205              | 2                                   | 5,2          | 402          | 1,5                |                  |                     |                         |                        |
| Skien - Grenlandsfjordene | Børsesjø          | 016-6573-L       | L108              | 2                                   | 36,8         | 789          | 12,1               |                  |                     |                         |                        |
|                           | Fjellvannet       | 016-4-L          | L206              | 1                                   | 11,8         | 307          | 1,7                |                  |                     |                         |                        |
| Tokke-Vinje               | Lognvikvatn       | 016-89-L         | L205              | 4                                   | 5,6          | 246          | 1,6                |                  |                     |                         |                        |
|                           | Tveitevatn        | 016-54-L         | L205              | 4                                   | 5,2          | 175          | 3,8                |                  |                     |                         |                        |
| Øst Telemark              | Tinnsjø           | 016-2-1-L        | L105b             | 2                                   | 4,6          | 161          | 0,7                | 0,01             | 0,95                | 95,0                    | 1,00                   |

For cyanomaks er andelen i moderat eller dårligere tilstand mindre enn for planteplankton nEQR samlet. Dette kan tyde på at andre endringer i artssammensetningen i planteplanktonet mot mer næringskrevende arter (målt ved PTI-indeksen) er utslagsgivende for tilstanden for planteplankton totalt sett. Artssammensetning av planteplankton bør derfor inkluderes i overvåkingen for å sikre et riktigere bilde av eutrofieringseffekter og et bedre beslutningsgrunnlag for vurdering av tiltak.

Innsjøer med mye cyanobakterier er vist i **Tabell 24**. Andre innsjøer kan også ha oppblomstringer av cyanobakterier i strandsonen (f.eks. Mjøsa i 2019 og 2021), som ikke fanges opp i den ordinære overvåkingen da denne som regel kun representerer stasjoner langt fra land. Slike strandnære

eutrofieringseffekter kan skape problemer for flere brukerinteresser og antas å ha sammenheng med avrenning av næringssalter fra jordbruksområder rundt innsjøene, samt overløp av avløpsvann i kjølvannet av styrtregneepisoder etterfulgt av fint vær i sommermånedene (Lyche Solheim m.fl. 2020, Bechmann mfl. 2021). Slike vær-situasjoner forventes å øke i årene framover på grunn av klimaendringene (Hanssen-Bauer mfl. 2016) og vil kreve intensivering av tiltak for å motvirke slik avrenning og/eller overløp.

**Tabell 24.** Innsjøer med >1 mg/l maksimum biomasse av cyanobakterier, som gir moderat, dårlig eller svært dårlig tilstand for denne parameteren.

| Vannområde     | Innsjø      | Cyanomaks (mg/l) |
|----------------|-------------|------------------|
| Aulivassdraget | Revovannet  | 4,8              |
| Horten-Larvik  | Akersvannet | 4,7              |
|                | Borrevannet | 1,4              |
| Numedalslågen  | Goksjø      | 5,4              |

## 4.2 Trender for klorofyll og total fosfor

Trender i perioden 2009–2019 er analysert for klorofyll og Tot-P fra totalt 11 innsjøer. Av disse er fire i svært god eller god tilstand og syv i moderat eller dårligere tilstand for klorofyll (**Tabell 25**). Trendene er oppsummert i **Figur 41**.

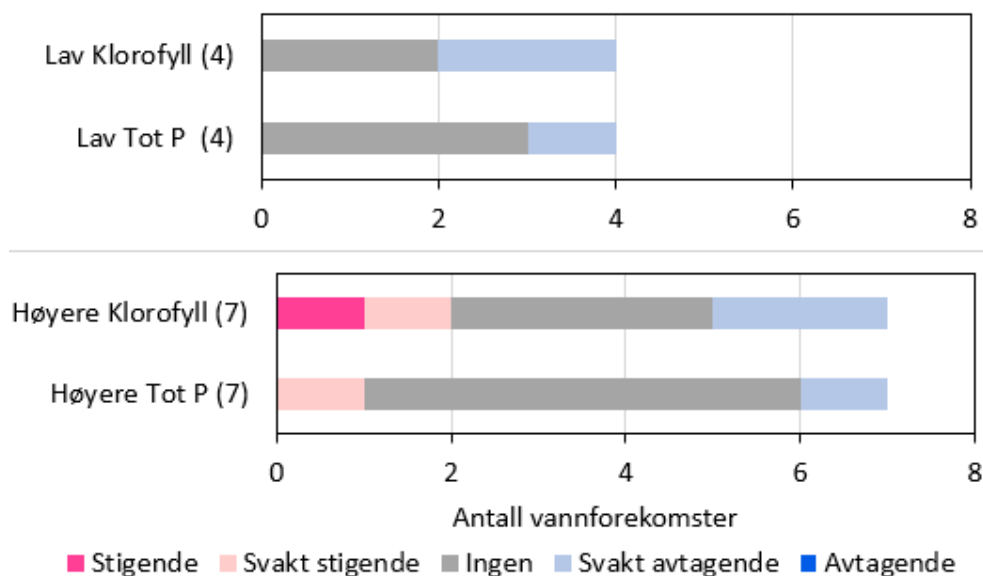
De fleste innsjøene med tilstrekkelige data for å analysere tidsserier har ingen signifikante trender av hverken klorofyll *a* eller Tot-P etter 2008. De innsjøene som ikke viser noen signifikante trender skyldes enten stabile forhold eller store variasjoner fra år til år, men ingen entydig retning.

De fire innsjøene med lave verdier av klorofyll og Tot-P har ingen eller svakt avtagende trender (forbedring), mens innsjøene med høyere verdier av disse to parameterne har like mange innsjøer med svakt stigende eller stigende trender (forverring) som med svakt avtagende trender (forbedring). Innsjøer med stigende eller svakt stigende trender er Grorudvannet og Goksjø for klorofyll, mens Borrevannet er den eneste innsjøen med svakt stigende trend for Tot-P.

For hele datasettet samlet er det dermed fire innsjøer som viser tegn til forbedring og to innsjøer som viser tegn til forverring med hensyn til klorofyll *a*. Fem innsjøer viser ingen tegn til forbedring eller forverring. For total fosfor er det to innsjøer som viser tegn til forbedring og én som viser tegn til forverring (Borrevannet), mens åtte innsjøer viser ingen tegn til endringer.

Forbedringer, det vil si avtagende trender, skyldes ofte tiltak innen avløp og eller jordbruk. Avløpstiltak i boligene rundt innsjøene og mindre bruk av fosforholdig gjødsel kan ha ført til mindre løst fosfat. Tiltak for å redusere erosjon fra åpen åker reduserer tilførslene av partikkelbundet fosfor. Andre miljøforhold, særlig økningen i humusinnhold i de siste ti årene (De Wit et al. 2016), kan også bidra til avtagende trender for klorofyll, da mer humus gir dårligere lysforhold og dermed redusert biomasse av planteplankton.

Forverring, det vil si stigende trender, kan skyldes økende fosfortilførsler fra jordbruksområder (for eksempel som følge av økt høstpløying, mer intensivt jordbruk med økte P-AI tall i jord) og økte tilførsler fra avløpsanlegg (feilkoblinger, lekkasjer og overløp). Klimaendringer som gir økt hyppighet av kraftige nedbørsepisoder om sommeren kan bidra til å forverre slike tilførsler. De økologiske effektene av fosfortilførslene kan også bli større på grunn av høyere vanntemperatur. Dette innebærer behov for ytterligere tiltak for å redusere antropogene (menneskeskapte) fosfortilførsler.



**Figur 41.** Trender for klorofyll og Tot-P for innsjøer med lave (øverst) og høyere (nederst) konsentrasjoner av de to parameterne i vannregion Vestfold og Telemark. Lave betyr klorofyll i svært god eller god tilstand, mens høyere betyr moderat eller dårligere tilstand.

Økt humus-innhold gir imidlertid også en økning i Tot-P konsentrasjonen på grunn av adsorpsjon av fosfor til humusmateriale. Humusøkningen kan derfor trolig bidra til å forklare hvorfor det ikke er flere innsjøer som viser avtagende trend. Innsjøer i god tilstand bør derfor følges opp nøye med overvåking, og tiltak bør iverksettes for å forebygge forverring, særlig hvis disse nærmer seg god/moderat-grensen for klorofyll *a*. Avløpstiltak er grunnleggende tiltak og skal gjennomføres selv om tilstanden er god.

**Tabell 25.** Tilstand og trender for klorofyll *a* (Klfa) og total fosfor (Tot-P) for alle innsjøer i Vestfold og Telemark med minst 4 års data i perioden 2009–2020.

| Vannforekomstnavn                                    | Vannforekomst-kode | Antall år med data for Klfa (2009-2020) | Middelverdi for Klfa (µg/l) (2009-2020) | Trend           | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med data for Tot-P (2009-2020) | Middelverdi for Tot-P (µg/l) (2009-2020) | Trend           | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> |
|--|--------------------|---|---|-----------------|-------|---------|----------------|--|--|-----------------|-------|---------|----------------|
| <b>Vannområde Aulivassdraget (3 vannforekomster)</b> |                    |   |   |                 |       |         |                |  |  |                 |       |         |                |
| Grorudvannet   | 014-5859-L         | 9                                       | 11,5                                    | svakt stigende  | 0,22  | 0,135   | 0,29           | 9  | 9,6                                      | ingen           | 0,10  | 0,793   | 0,01           |
| Ilestadvannet  | 014-5838-L         | 5                                       | 3,6                                     | svakt avtagende | -0,63 | 0,173   | 0,51           | 5  | 10,6                                     | ingen           | 0,19  | 0,68    | 0,06           |
| Revovannet   | 014-313-L          | 9                                       | 39,4                                    | ingen           | 0,08  | 0,656   | 0,03           | 9  | 36,7                                     | ingen           | 0,10  | 0,476   | 0,08           |
| <b>Vannområde Horten-Larvik (3 vannforekomster)</b>  |                    |   |   |                 |       |         |                |  |  |                 |       |         |                |
| Adalstjern   | 013-5839-L         | 7                                       | 69,2                                    | svakt avtagende | -9,35 | 0,134   | 0,39           | 7  | 30,6                                     | svakt avtagende | -1,32 | 0,073   | 0,51           |
| Akersvannet  | 014-314-L          | 7                                       | 47,9                                    | ingen           | 0,05  | 0,421   | 0,13           | 7  | 59,4                                     | ingen           | -0,02 | 0,706   | 0,02           |
| Borrevannet  | 013-312-L          | 12                                      | 19,5                                    | ingen           | 0,19  | 0,508   | 0,05           | 12                                       | 36,3                                     | svakt stigende  | 0,42  | 0,066   | 0,30           |
| <b>Vannområde Numedalslågen (2 vannforekomster)</b>  |                    |   |   |                 |       |         |                |  |  |                 |       |         |                |
| Askjemvatnet   | 015-5863-L         | 7                                       | 25,7                                    | svakt avtagende | -0,20 | 0,162   | 0,35           | 7  | 21,7                                     | ingen           | -0,21 | 0,526   | 0,09           |
| Goksjø   | 015-378-L          | 8                                       | 21,5                                    | stigende        | 0,55  | 0,003   | 0,80           | 8  | 29,9                                     | ingen           | 0,13  | 0,493   | 0,08           |
| <b>Siljan-Farrisvassdraget (1 vannforekomst)</b>     |                    |   |   |                 |       |         |                |  |  |                 |       |         |                |
| Farris   | 015-429-L          | 10                                      | 2,0                                     | ingen           | 0,01  | 0,800   | 0,01           | 10                                       | 7,5                                      | ingen           | -0,11 | 0,58    | 0,04           |
| <b>Vannområde Tokke-Vinje (2 vannforekomster)</b>    |                    |   |   |                 |       |         |                |  |  |                 |       |         |                |
| Lognvikvatn  | 016-89-L           | 4                                       | 1,7                                     | ingen           | 1,33  | 0,469   | 0,28           | 4  | 5,6                                      | ingen           | -0,18 | 0,865   | 0,02           |
| Tveitevatnet   | 016-54-L           | 4                                       | 3,8                                     | svakt avtagende | -0,22 | 0,163   | 0,70           | 4  | 5,2                                      | svakt avtagende | -0,74 | 0,141   | 0,74           |

### 4.3 Oppsummering av tilstand og trender for hele vannregionen

Resultatene for hele vannregionen samlet er basert på data fra 22 innsjøer. Andelen innsjøer i moderat eller dårligere tilstand er ca. 40–50% for Tot-P, Tot-N og planteplankton og 60% for vannplanter (men datagrunnlag fra kun 5 innsjøer for vannplanter).

For vannplanter er tilstanden noe dårligere enn for planteplankton samlet sett, noe som kan indikere tydeligere eutrofieringseffekter i strandsonen enn i de åpne vannmassene. Dette gjelder særlig i store innsjøer der planteplankton normalt overvåkes kun på stasjoner som er langt fra land.

Trender i perioden 2009–2020 er analysert for klorofyll og Tot-P fra totalt 11 innsjøer. De fleste innsjøene viser ingen signifikante trender for klorofyll eller Tot-P. Blant de innsjøene som har slike trender viser flere (fire innsjøer) en avtagende trend (forbedring) enn en stigende trend (forverring) (to innsjøer) for klorofyll.

Forbedringer kan ha sammenheng med gjennomføring av tiltak for å begrense fosforbelastningen innen avløp og jordbruk. Andre miljøforhold, særlig økningen i humusinnhold i de siste ti årene (De Wit et al. 2016), kan også bidra til avtagende trender for klorofyll, da mer humus gir dårligere lysforhold og dermed redusert biomasse av planteplankton.


Forverringer kan skyldes økende tilførsler fra jordbruksområder og avløp, noe som ytterligere kan forsterkes av kraftige nedbørsepisoder og varmere vann i innsjøene. Humusøkningen, som også gir en økning i Tot-P konsentrasjonen på grunn av adsorpsjon av fosfor til humusmateriale, kan trolig bidra til å forklare hvorfor det ikke er flere innsjøer som viser avtagende trend.

### 4.4 Resultater fra vannområder med mange eutrofierte innsjøer

Følgende tre vannområder har mange eutrofierte innsjøer og er presentert i delkapitlene nedenfor: Aulivassdraget, Horten-Larvik og Numedalslågen.

For de øvrige vannområdene i vannregion Vestfold og Telemark, dvs. Midtre Telemark, Øst-Telemark, Siljan-Farrisvassdraget, Skien-Grenlandsfjordene, Nidelva og Tokke-Vinje er det enten én eller ingen eutrofierte innsjøer som er rapportert til Vannmiljø. Resultatene for disse vannområdene er vist i **Tabell 23** (i kap. 4.2).

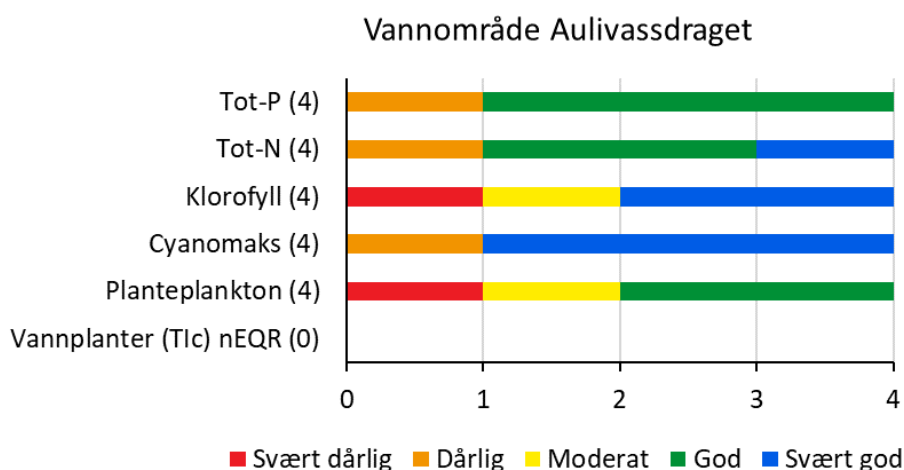
#### 4.4.1 Vannområde Aulivassdraget

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
|  | <b>Vannområde Aulivassdraget</b> |   |
|   | <b>Vannregion:</b>               | Vestfold og Telemark  |
|   | <b>Fylker:</b>                   | Vestfold og Telemark  |
|   | <b>Kommuner:</b>                 | Holmestrand, Horten, Tønsberg, Sandefjord kommuner  |
|   | <b>Hjemmeside:</b>               | <a href="https://www.vannportalen.no/vannregioner/vestfold-og-telemark/vannomrader/aulivassdraget/">https://www.vannportalen.no/vannregioner/vestfold-og-telemark/vannomrader/aulivassdraget/</a> |

##### 4.4.1.1 Tilstand

Tilstanden er klassifisert for innsjøene Gjennestadvannet, Grorudvannet, llestadvannet og Revovannet i vannområde Aulivassdraget. Resultatene er vist for alle parameterne i **Tabell 26** og oppsummert på tvers av innsjøene i **Figur 42** for Tot-P, klorofyll, samt for planteplankton og vannplanter. De fleste innsjøene er moderat kalkrike og klare, men Gjennestadvannet er humøst og Grorudvannet er kalkfattig og klar. Alle innsjøene ligger i lavlandet.

For Tot-P og Tot-N er tilstanden dårlig i én innsjø, men god eller bedre i de tre andre innsjøene. Halvparten av innsjøene (to av fire innsjøer) er i moderat eller dårligere tilstand for klorofyll og planteplankton nEQR, men kun én av disse (Revovannet) har mye cyanobakterier. Data på vannplanter mangler i alle innsjøene. Revovannet skiller seg ut som den klart mest eutrofierte innsjøen i dette vannområdet. Tot-N er pussig nok i god tilstand i denne innsjøen, mens llestadvannet har dårlig tilstand for Tot-N. Vi har sjekket om dette kunne være en forveksling, men resultatene i Tabell 26 er korrekte, så nitrogenkonsentrasjonen i Revovannet er faktisk vesentlig lavere enn i llestadvannet. Forholdet Tot-N : Tot-P i Revovannet er dermed svært lavt, noe som kan indikere en mulig nitrogenbegrensning av planteplanktonet (inkl. cyanobakteriene) i denne innsjøen.



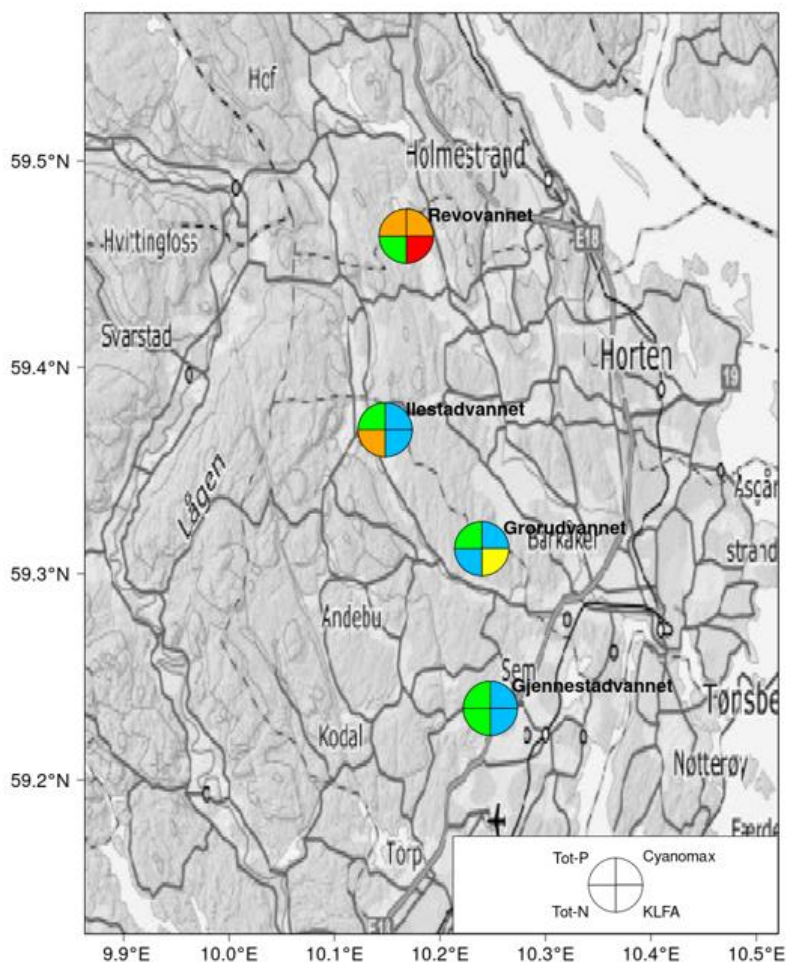
**Figur 42.** Fordeling av innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for fire eutrofieringsparametere i vannområde Aulivassdraget. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter.

**Tabell 26.** Tilstand i innsjøene i vannområde Aulivassdraget for alle eutrofieringsparameterne.

| Innsjø (navn)    | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med data i perioden 2009-2019 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll a (µg/L) | Cyano-maks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|------------------|------------------|-------------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Gjennestadvannet | 014-5879-L       | L108              | 3                                  | 18,4         | 610          | 6,0                | 0,02              | 0,76                |                         |                        |
| Grorudvannet     | 014-5859-L       | L105a             | 8                                  | 9,6          | 274          | 11,5               | 0,11              | 0,59                |                         |                        |
| Ilestadvannet    | 014-5838-L       | L107              | 5                                  | 10,6         | 1105         | 3,6                | 0,03              | 0,78                |                         |                        |
| Revovannet       | 014-313-L        | L107              | 8                                  | 36,7         | 537          | 39,4               | 4,76              | 0,15                |                         |                        |

Årsaken til den lave Tot-N konsentrasjonen i Revovannet er uklar, ettersom innsjøen oppgis i Vannnett å være sterkt påvirket av diffus avrenning fra fulldyrket mark og middels påvirket av spredt avløp. En mulig forklaring kan være denitrifikasjon i sedimentene.

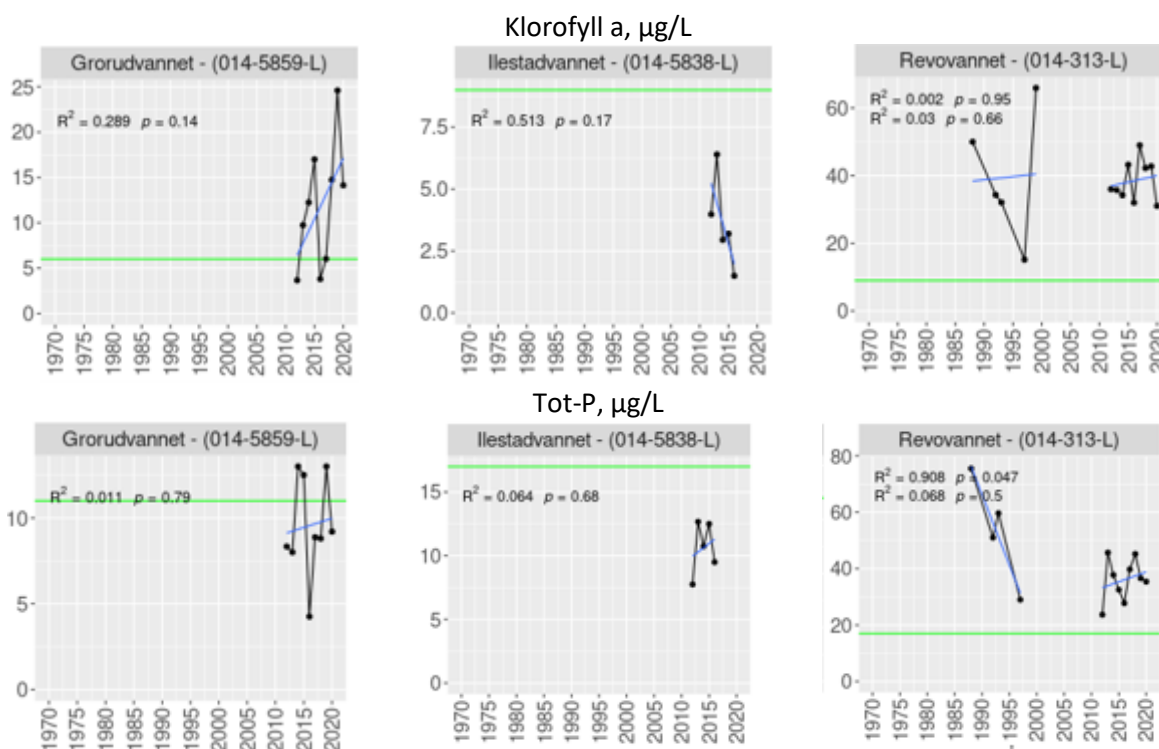
Den geografiske beliggenheten med tilstandsklasse for parameterne Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks er vist i **Figur 43**.

**Figur 43.** Beliggenhet og tilstand for innsjøer i vannområde Aulivassdraget for Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks.

#### 4.4.1.1 Tidsserier og trender vannområde Aulivassdraget

Trender basert på tidsserier for klorofyll *a* og Tot-P i vannområde Aulivassdraget er vist i **Tabell 27** og **Figur 44**. Tre av innsjøene hadde tilstrekkelig med data for trendanalyser. Resultatene for klorofyll *a* viser svakt avtagende trend i Ilestadvannet, svakt stigende i Grorudvannet (som har moderat tilstand for klorofyll *a*) og ingen trend i Revovannet som er i svært dårlig tilstand for klorofyll *a*. For Tot-P ble det ikke funnet noen trend i de tre innsjøene.

Den svakt stigende trenden for klorofyll i Grorudvannet kan muligens skyldes større tilførsler av fosfor fra jordbruk og/eller avløp eller om andre forhold spiller inn, som f.eks. varmere vann og/eller endringer i mengde og artssammensetning av dyreplankton, som kan gi mindre beiting på planteplanktonet. Klorofyllkonsentrasjonen er usedvanlig høy i forhold til Tot-P konsentrasjonen, noe som trolig skyldes at innsjøen er svært grunn og er dominert av en grønnalge.



**Figur 44.** Tidsserier for klorofyll *a* (øverst) og total fosfor (nederst) med regresjoner for innsjøer i vannområde Aulivassdraget. Grønn linje angir miljømålet for hver av parameterne. For innsjøer med data både før og etter 2009 er  $p$ -verdier og  $R^2$ -verdier angitt for begge, der den øverste linjen med  $p$ -verdier og  $R^2$  verdier gjelder tidsserien før 2009 og den nederste linjen gjelder tidsserien etter 2009.

Tidsseriene etter 2009 viser til dels store variasjoner i klorofyll og total fosfor fra år til år. Grorudvannet svinger fra langt over miljømålet til under miljømålet, mens Revovannet er langt over miljømålet for begge parameterne gjennom hele tidsserien både før og etter 2009. Revovannet viser en signifikant avtagende trend i løpet av 1990-tallet og nærmet seg da miljømålet for Tot-P. Data er dessverre ikke



rapportert til Vannmiljø i perioden mellom 2000–2010. Ilestadvannet har vesentlig mindre variasjoner og er godt under miljømålet gjennom hele tidsserien for begge parameterne.

Resultatene viser at Revovannet har et stort behov for tiltak som kan redusere fosfortilførslene. Den høye biomassen av cyanobakterier gjør innsjøen uegnet for mange brukerinteresser. Innsjøen har sannsynligvis intern fosforgjødsling på grunn av høy pH, noe som kan forsinke responsen på fosfor-reducerende tiltak i nedbørfeltet. Den er også veldig grunn, noe som gir oppvirvling av sedimenter ved kraftig vind. Heving av vannstanden kan redusere den interne gjødslingen og gi undervannsplanter en konkurransefordel, slik at innsjøen endres fra dominans av planteplankton til dominans av vannplanter<sup>6</sup>. For Grorudvannet er Tot-P i god tilstand, men er relativt nær god/moderat grensen på 11 µg/L. Sistnevnte er åpenbart svært følsom for eutrofiering og er over miljømålet for klorofyll og planteplankton. Dette indikerer at også Grorudvannet har behov for tiltak som kan redusere fosfortilførslene og bedre tilstanden for planteplankton.

Vannplanter bør også undersøkes i disse innsjøene for å få et mer fullstendig bilde av eutrofieringseffekter på følsomme biologiske kvalitetselementer.


---

<sup>6</sup> Se tiltaksprogram for Aulivassdraget, s. 7: [aulivassdraget-vannomrade---lokalt-tiltaksprogram-2022-2027.pdf](https://statsforvalteren.no/tiltak/tiltaksprogram-2022-2027.pdf) ([statsforvalteren.no](https://statsforvalteren.no))

**Tabell 27.** Trender for klorofyll *a* (Klfa) og total fosfor (Tot-P) for alle innsjøer med minst fire års data for klorofyll *a* i perioden 2009-2020 i vannområde Aulivassdraget.

| Vannforekomstnavn                                    | Vannforekomst-kode | Antall år med data for Klfa (2009-2020) | Middelverdi for Klfa (µg/l) (2009-2020) | Trend           | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med data for Tot-P (2009-2020) | Middelverdi for Tot-P (µg/l) (2009-2020) | Trend | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> |
|--|--------------------|---|---|-----------------|-------|---------|----------------|--|--|-------|-------|---------|----------------|
| <b>Vannområde Aulivassdraget (3 vannforekomster)</b> |                    |   |   |                 |       |         |                |  |  |       |       |         |                |
| Grorudvannet   | 014-5859-L         | 9                                       | 11,5                                    | svakt stigende  | 0,22  | 0,135   | 0,29           | 9  | 9,6                                      | ingen | 0,10  | 0,793   | 0,01           |
| Ilestadvannet  | 014-5838-L         | 5                                       | 3,6                                     | svakt avtagende | -0,63 | 0,173   | 0,51           | 5  | 10,6                                     | ingen | 0,19  | 0,68    | 0,06           |
| Revovannet   | 014-313-L          | 9                                       | 39,4                                    | ingen           | 0,08  | 0,656   | 0,03           | 9  | 36,7                                     | ingen | 0,10  | 0,476   | 0,08           |

## 4.4.2 Vannområde Horten-Larvik



**Vannområde Horten-Larvik**

**Vannregion:** Vestfold og Telemark

**Fylker:** Vestfold og Telemark

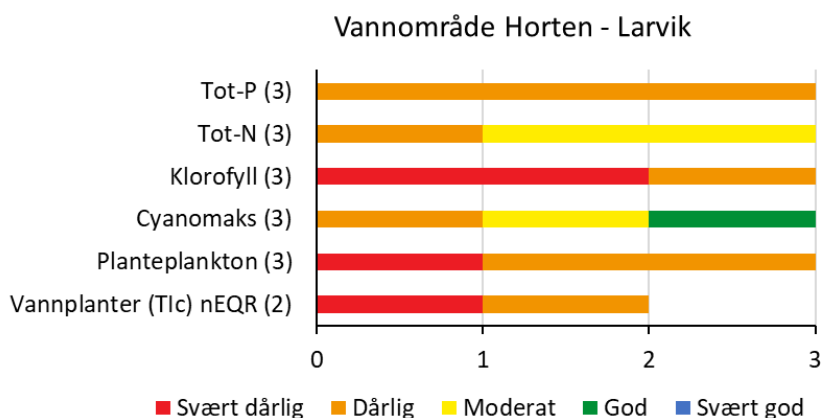
**Kommuner:** Horten, Tønsberg, Færder, Sandefjord og Larvik

**Hjemmeside:** <https://www.vannportalen.no/vannregioner/vestfold-og-telemark/vannomrader/horten---larvik/>

### 4.4.2.1 Tilstand

Tre innsjøer i vannområde Horten-Larvik har relevante data i Vannmiljø. Innsjøene ligger i klimasone lavlandet. Adalstjern er en liten, kalkfattig og svært humøs innsjø som er omgitt av myr og skog. Akersvannet er moderat kalkrik og humøs og Borrevannet er kalkrik og klar (se vanntype angitt i Vedlegg A). Begge disse innsjøene er omgitt av jordbruksområder. Den økologiske tilstanden er vist for alle parameterne i **Tabell 28** og oppsummert på tvers av innsjøene i **Figur 45** for Tot-P, klorofyll, samt for planteplankton og vannplanter.

For Tot-P, klorofyll *a* og planteplankton er tilstanden dårlig eller svært dårlig for alle de tre innsjøene. Akersvannet og Borrevannet er i tilstandsklasse dårlig og svært dårlig for vannplanter. Tot-N er i moderat tilstand i to av innsjøene og i dårlig tilstand i en av innsjøene (Tabell 28). Nitrogenbegrensning av algeveksten kan forekomme i Akersvannet (Tot-N : Tot-P < 20) på grunn av bl.a. denitrifikasjon, som kan skje i svært eutrofierte innsjøer med oksygenfrie sedimenter.



**Figur 45.** Fordeling av innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for alle eutrofieringsparameterne i vannområde Horten-Larvik. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter. Parameterverdier for den enkelte innsjø er vist i **Tabell 28**.

De tre innsjøene er svært eutrofierte og har store utfordringer med oppblomstring av alger og cyanobakterier. I Adalstjern er tilstanden svært dårlig både for klorofyll *a* og planteplankton på grunn av kraftige oppblomstringer av *G. semen*. Borrevannet er i dårlig tilstand for klorofyll *a* og i moderat tilstand for Cyanomaks som følge av dominans av cyanobakterier i planteplanktonet. I Akersvannet er planteplanktonsamfunnet ofte sterkt dominert av cyanobakterier av typen *Microcystis aeruginosa* eller *Aphanizomenon flos-aquae* eller av dinoflagellaten *Ceratium hirundinella*. Det kan også være

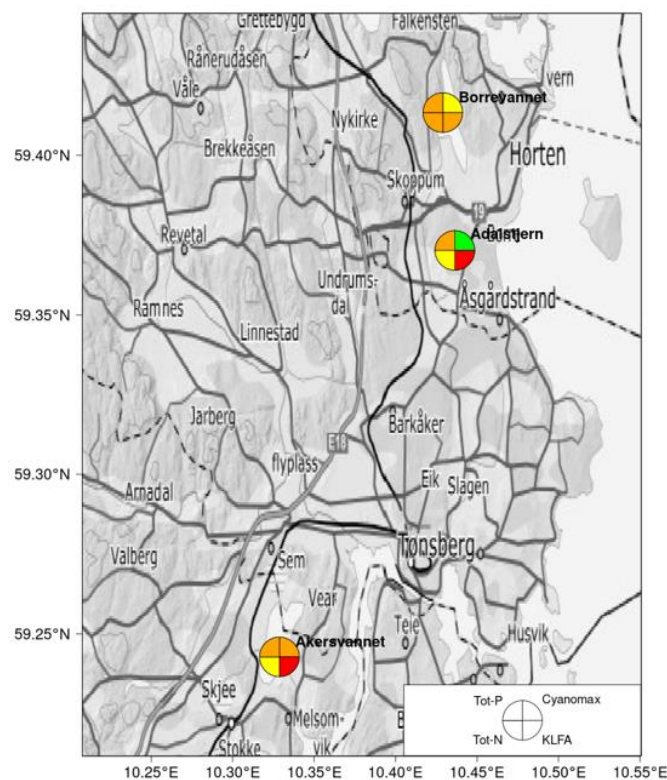
dominans av ulike svelgflagellater eller kiselalger. En slik endring i hvilken art som dominerer er typisk for sterkt eutrofierte innsjøer (Lyche 1990). Klorofyll *a* er i svært dårlig tilstand og Cyanomaks er i dårlig tilstand i Akersvannet. *Microcystis aeruginosa* er en giftproduserende cyanobakterie og høye konsentrasjoner av levertoksinet microcystin har blitt målt i Akersvannet når denne er dominerende. Oppblomstring av giftproduserende cyanobakterier i Akersvannet utgjør særlig et problem for bading og jordbruksvanning.

**Tabell 28.** Tilstand i alle innsjøer i vannområde Horten-Larvik for alle eutrofieringsparameterne.

| Vannforekomst (navn) | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med data i perioden 2009-2020 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll a (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|----------------------|------------------|-------------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Adalstjern           | 013-5839-L       | L106              | 7                                  | 30,6         | 959          | 69,2               | 0,00             | 0,16                |                         |                        |
| Akersvannet          | 014-314-L        | L108              | 6                                  | 59,4         | 980          | 47,9               | 4,71             | 0,20                | -25                     | 0,25                   |
| Borre vannet         | 013-312-L        | L109              | 11                                 | 36,3         | 1412         | 19,5               | 1,44             | 0,36                | -41                     | 0,18                   |

Vannplanter ble undersøkt som en del av basisovervåking i 2010 og 2012 i Borrevannet og Akersvannet (Schartau mfl., 2012 og 2013). Akersvannet ble klassifisert som dårlig og Borrevannet ble klassifisert som svært dårlig basert på eutrofieringsindeksen for vannplanter. Ingen undervannsplanter ble funnet i Akersvannet. Dette skyldes sterkt reduserte lysforhold som følge av svært høy biomasse av planteplankton.

Geografiske beliggenhet og tilstand i innsjøene i vannområde Horten-Larvik er vist i **Figur 46**.



**Figur 46.** Beliggenhet og tilstand for innsjøer i vannområde Horten-Larvik for Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks.

#### 4.4.2 Tidsserier og trender

Alle de tre innsjøene har minst fire års data for trendanalyser. Resultatene er vist i **Tabell 29** og **Figur 47**.

Akersvannet har blitt overvåket siden 1980-tallet, som har gitt lange tidsserier for klorofyll *a* og total fosfor. Grundige undersøkelser av innsjøen ble gjort allerede på 1970–80-tallet og tiltaksorientert overvåking har pågått siden midten av 1980-tallet. Akersvannet ble også undersøkt i den nasjonale basisovervåkingen i 2010 og 2012. Både klorofyll *a* og total fosfor har høye konsentrasjoner både før og etter 2008 uten noen klar trend. Svært høye konsentrasjoner av klorofyll *a* og total fosfor forekommer i enkelte år. Klorofyll *a* er i tilstandsklasse svært dårlig og total fosfor er i tilstandsklasse dårlig. Akersvannet har hatt dårlig vannkvalitet og problemer med algeoppblomstringer helt siden 1970-tallet. Allerede på 1980-tallet ble giftproduserende cyanobakterier identifisert i innsjøen (Berge mfl. 1987). I 1995 oppsto en svært kraftig oppblomstring av dinoflagellaten *Ceratium hirundinella* i Akersvannet. Da oppblomstringen kollapset oppsto massivt okygenvinn som førte til omfattende fiskedød og over 5 tonn fisk ble fjernet fra vannet. De siste årene har det vært kraftige oppblomstringer av giftproduserende cyanobakterier i Akersvannet med høye konsentrasjoner av giftstoffet microcystin, som er et levertoksin.

Akersvannet er omringet av jordbruksarealer som i hovedsak benyttes til dyrking av korn, grønnsaker og poteter. Akersvannet brukes til jordvanning og er et viktig område for rekreasjon og sportsfiske. Innsjøen har blitt senket med omtrent en meter rundt 1935 og med en meter til i 1967. Akersvannet ble brukt som drikkevannskilde både av Tønsberg, Nøtterøy og Stokke fra 1930-tallet og helt frem til slutten av 1960-tallet. Fra 1968-2005 ble Akersvannet brukt som reservevannkilde av Vestfold interkommunale vannverk (VIV). Tilførsler av næringsstoffer til Akersvannet er i hovedsak avrenning fra jordbruket. Innsjøen har ikke stabil termisk sjiktning, noe som gir lysbegrensning av algeveksten. En ny pakke med miljøtiltak i jordbruket i nedbørfeltet til Akersvannet er planlagt for å redusere fosfortilførslene, samt øke nitrogenbegrensningen<sup>7</sup>.

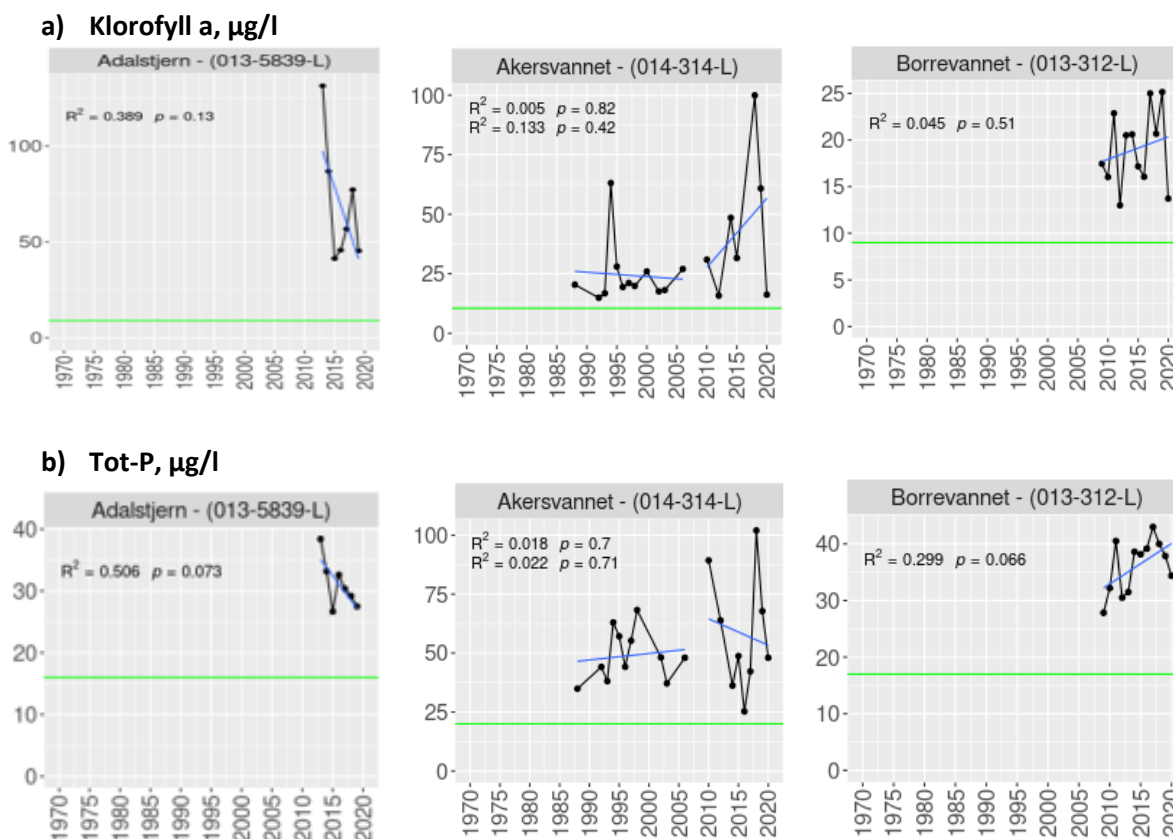
Borrevannet har data i Vannmiljø fra 2008 som viser en svakt stigende trend for total fosfor og ingen trend for klorofyll *a*. Både total fosfor og klorofyll *a* er i tilstandsklasse dårlig. Innsjøen har imidlertid vært undersøkt og overvåket helt siden 1970–1980-tallet og ble allerede på 1970 tallet beskrevet som næringsrik (Brettum mfl. 1976). Utover på 1980- og 1990-tallet ble vannkvaliteten verre med gjentatte oppblomstringer av giftproduserende cyanobakterier og dinoflagellaten *Ceratium hirundinella* (Bratli og Skiple, 1998). I 1992 ble derfor en restaureringsplan utarbeidet for Borrevannet, inkludert overvåking av vannkvaliteten og en tiltaksplan. I årene fra 1992–1997 var Tot-P konsentrasjonen mellom 20–30 µg/l og klorofyll *a* konsentrasjonen mellom 10–20 µg/l (Bratli og Skiple, 1998). Tidsserien etter 2008 viser en svak økning av total fosfor og ingen trend for klorofyll *a*. Begge parameterne har fremdeles konsentrasjoner langt over miljømålet hvert år. De største kildene til

---

<sup>7</sup> Regionalt miljøprogram i jordbruket. Vestfold og Telemark 2019-2022. Fylkesmannen i Vestfold og Telemark, <https://www.fylkesmannen.no/contentassets/94bde3963f294792b2b9bfa733418789/regionalt-miljoprogram-for-vestfold-og-telemark-2019-2022-2.pdf>

fosfortilførsler er avrenning fra jordbruk og avløpsvann fra bebyggelse. Innsjøen har også sannsynligvis intern fosforgjødsling på grunn av oksygenfritt bunnvann, som vil forsinke/motvirke effekten av tiltak for å redusere eksterne fosfortilførsler. Både innsjøinterne tiltak for å begrense interngjødsling og eksterne tiltak for å redusere fosfor- og nitrogentilførsler fra jordbruk og avløp er aktuelt for å bedre den økologiske tilstanden i innsjøen<sup>8</sup>.

Adalstjern viser svakt avtagende trender for både klorofyll *a* og total fosfor i perioden etter 2008. Konsentrasjoner av klorofyll *a* og total fosfor er likevel fortsatt meget høye og miljømålet er ikke nådd.




**Figur 47.** Tidsserier for a) klorofyll *a* og b) Tot-P for alle innsjøer med minst 4 års data i vannområde Horten-Larvik. Lineære regresjoner er vist separat for alle årene før 2009 (øvre rad angir  $R^2$  og  $p$ -verdi).

<sup>8</sup> Tiltaksprogram for vannområde Horten-Larvik: [tiltaksprogram-horten-larvik-2022-2027---versjon-8.12.2020.pdf](https://www.vtkf.no/tiltaksprogram-horten-larvik-2022-2027---versjon-8.12.2020.pdf) (vtfk.no)

**Tabell 29.** Trender for klorofyll *a* (Klfa) og total fosfor (Tot-P) for alle innsjøer med minst fire års data for klorofyll *a* i perioden 2009–2020 i vannområde Horten-Larvik.

| Vannforekomstnavn | Vannforekomst-kode | Antall år med data for Klfa (2009-2020) | Middelverdi for Klfa (µg/l) (2009-2020) | Trend           | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med data for Tot-P (2009-2020) | Middelverdi for Tot-P (µg/l) (2009-2020) | Trend           | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> |
|-------------------|--------------------|---|---|-----------------|-------|---------|----------------|--|--|-----------------|-------|---------|----------------|
| Adalstjern        | 013-5839-L         | 7                                       | 69,2                                    | svakt avtagende | -9,35 | 0,134   | 0,39           | 7  | 30,6                                     | svakt avtagende | -1,32 | 0,073   | 0,51           |
| Akersvannet       | 014-314-L          | 7                                       | 47,9                                    | ingen           | 0,05  | 0,421   | 0,13           | 7  | 59,4                                     | ingen           | -0,02 | 0,706   | 0,02           |
| Borre vannet      | 013-312-L          | 12                                      | 19,5                                    | ingen           | 0,19  | 0,508   | 0,05           | 12                                       | 36,3                                     | svakt stigende  | 0,42  | 0,066   | 0,30           |

### 4.4.3 Vannområde Numedalslågen



**Vannområde Numedalslågen**

**Vannregion:** Vestfold og Telemark

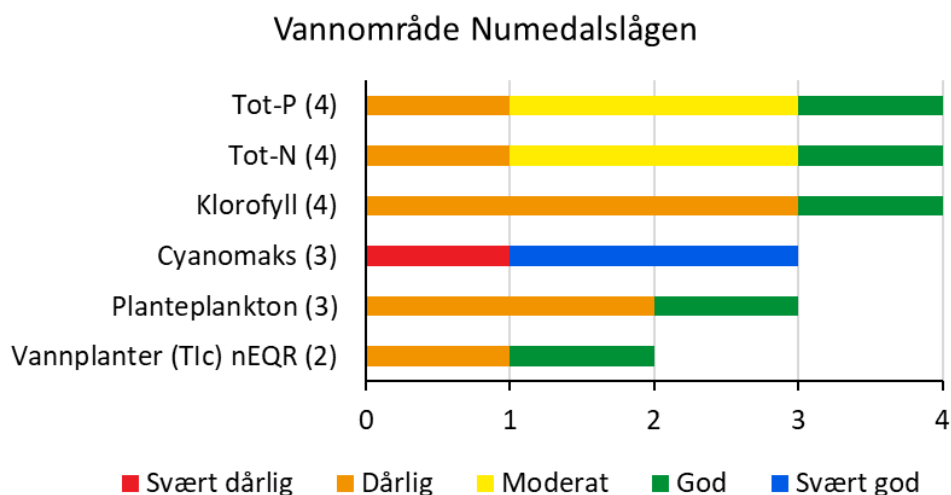
**Fylker:** Viken, Vestfold og Telemark, Vestland

**Kommuner:** Nore og Uvdal, Rollag, Flesberg, Kongsberg, Larvik, Sandefjord (13 randkommuner med mindre areal i vannområdet).

**Hjemmeside:** <https://www.vannportalen.no/vannregioner/vestfold-og-telemark/vannomrader/numedalslagen/>

#### 4.4.3.1 Tilstand

Fire innsjøer i vannområde Numedalslågen har relevante data i Vannmiljø. Innsjøene ligger i klimasone lavlandet. Askjemvatnet, Goksjø og Åsrumvatnet er moderat kalkrike og humøse innsjøer, mens Korvikvatnet er en kalkfattig og klar innsjø (se vanntype angitt i Vedlegg A). Tilstanden for disse innsjøene er vist for alle parameterne i **Tabell 30** og oppsummert på tvers av innsjøene i **Figur 48** for Tot-P, klorofyll, samt for planteplankton og vannplanter.



**Figur 48.** Fordeling av innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for fire eutrofieringsparametere i vannområde Numedalslågen. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter.

**Tabell 30.** Tilstand i alle innsjøer i vannområde Numedalslågen for alle eutrofieringsparameterne.

| Vannområde og Innsjø (navn) | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med klorofyll-data i 2009-2020 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll a (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|-----------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Askjemvatnet                | 015-5863-L       | L108              | 6                                   | 21,7         | 1327         | 25,7               | 0,05             | 0,36                | -10                     | 0,32                   |
| Goksjø                      | 015-378-L        | L108              | 7                                   | 29,9         | 1178         | 21,5               | 5,44             | 0,30                | 31                      | 0,61                   |
| Korvikvatnet                | 015-5880-L       | L105a             | 1                                   | 24,3         | 337          | 22,0               |                  |                     |                         |                        |
| Åsrumvatnet                 | 015-377-L        | L108              | 2                                   | 14,5         | 1272         | 7,8                | 0,03             | 0,65                |                         |                        |



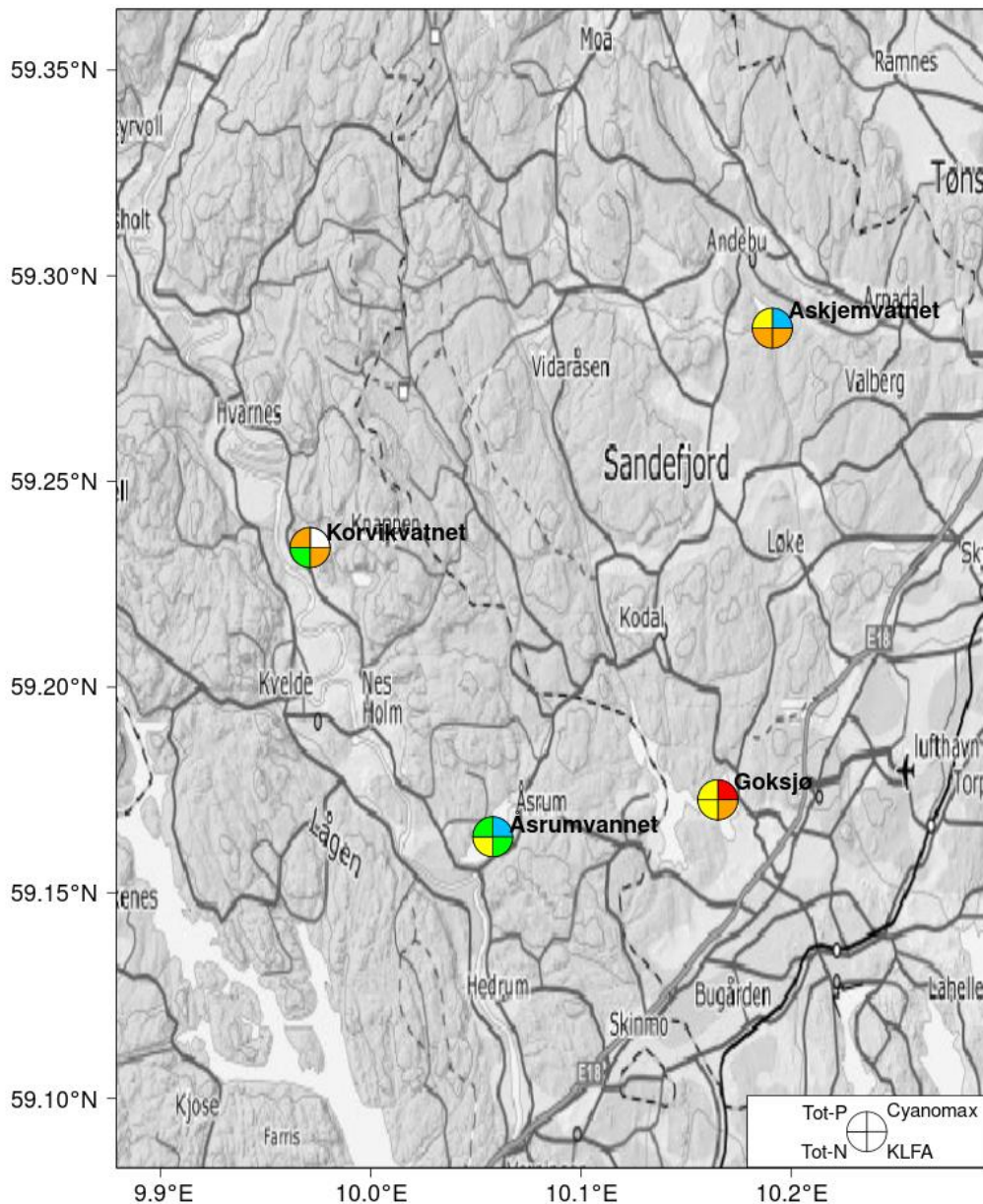
For Tot-P, Tot-N og klorofyll *a* er tilstanden moderat til dårlig for tre av innsjøene og god for én av innsjøene. De øvrige biologiske parameterne viser også tydelige tegn på eutrofiering i Askjemvannet og Goksjø, som begge ble undersøkt som en del av den nasjonale basisovervåkingen (ØKOFERSK) i 2009 og 2011. I Askjemvannet er det kraftige oppblomstringer av *Gonyostomum semen*, og både klorofyll *a* og planteplankton viser tilstandsklasse dårlig. Kartlegging av vannplanter gav også tilstandsklasse dårlig. Innsjøen ligger rett sør for tettstedet Andebu og er omgitt av både boliger og hytter. Det er også jordbruksarealer i nedbørfeltet. I Vann-nett er det oppgitt at avrenning fra jordbruk og avløpsvann fra hytter og spredt bebyggelse er viktige kilder til næringsstoffer til innsjøen.

I Goksjø er det utfordringer med oppblomstring av cyanobakterier. Klorofyll *a* og planteplankton gir tilstandsklasse dårlig og Cyanomaks gir tilstandsklasse svært dårlig. Kartlegging av vannplanter gav tilstandsklasse god, men helt på grensen til moderat. Goksjø er omgitt av skog og jordbruksarealer og spredt bebyggelse. I Vann-nett er det oppgitt at avrenning fra jordbruk er den viktigste påvirkningen på innsjøen. I tillegg er det påvirkning av avløp fra spredt bebyggelse.

I Korvikvannet gir både total fosfor og klorofyll *a* tilstandsklasse dårlig. Her er det ingen data for planteplankton. I Vann-nett er det oppført at avrenning fra husdyrhold er den viktigste kilden til næringsstoffer til innsjøen. Det er også noe påvirkning av avløp fra spredt bebyggelse.

Åsrumvannet er ikke så påvirket som de andre innsjøene i vannområdet og har tilstandsklasse god for total fosfor, klorofyll *a* og planteplankton og tilstandsklasse svært god for Cyanomaks. Total nitrogen er relativt høy og gir tilstandsklasse moderat. Avrenning fra jordbruket er identifisert som den viktigste kilden til næringsstoffer til innsjøen (Vann-nett).

Den geografiske beliggenheten og tilstanden til innsjøene er vist i **Figur 49**.

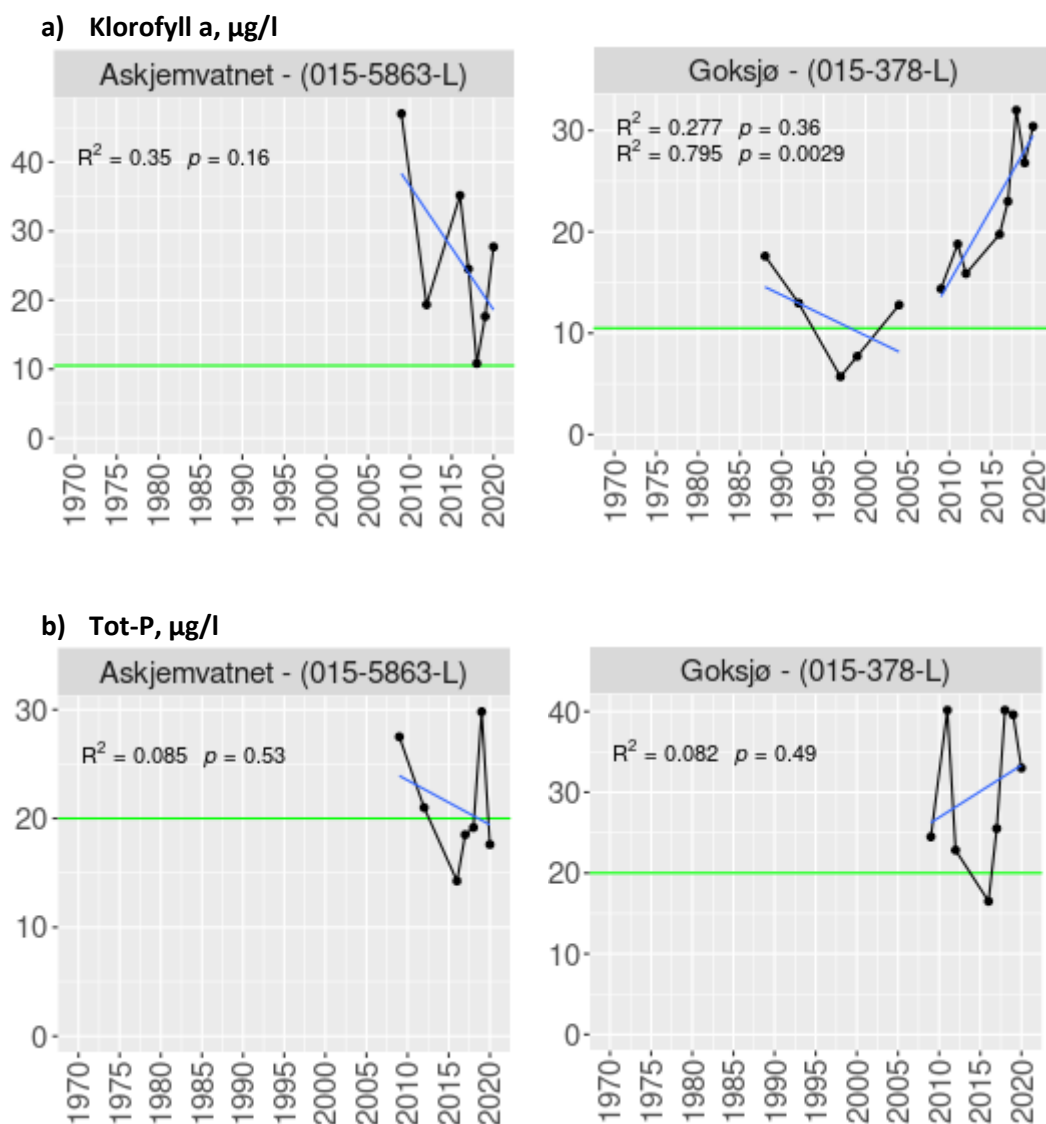


**Figur 49.** Beliggenhet og tilstand for innsjøer i vannområde Numedalslågen for Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks.

#### 4.4.3.2 Tidsserier og trender

To av innsjøene i vannområde Numedalslågen har minst fire års data for trendanalyser. Resultatene er vist i **Tabell 31** og i **Figur 50**.

I Askjemvannet er det kun data fra etter 2008, som viser en svakt avtagende trend for klorofyll *a* og ingen trend for total fosfor. Det er fortsatt høye konsentrasjoner og tilstandsklasse dårlig for klorofyll *a* og moderat for total fosfor i denne innsjøen.



**Figur 50.** Tidsserier for a) klorofyll *a* og b) Tot-P for alle innsjøer med minst 4 års data i vannområde Numedalslågen. Lineære regresjoner er vist separat for alle årene før 2009 (øvre rad angir  $R^2$  og  $p$ -verdi).

Goksjø har data i Vannmiljø for klorofyll *a* og total fosfor for noen få år før 2008 da konsentrasjonene var lavere enn i perioden etter 2008. Klorofyll *a* viser en signifikant stigende trend etter 2008 og de siste årene har årsgjennomsnittet vært opp mot  $30 \mu\text{g/l}$ , som er langt over miljømålet. Tilstandsklassen for klorofyll *a* i Goksjø er dårlig. Total fosfor viser ingen signifikant trend, men store år til år variasjoner er tydelig. Tilstandsklassen for total fosfor er også dårlig. Tilstanden i Goksjø den siste tiårsperioden viser en klart negativ utvikling med oppblomstringer av giftproduserende cyanobakterier. Utsetting av mort, som antagelig har skjedd ganske nylig, har trolig bidratt til forverringen da den har hatt en eksplosiv populasjonsvekst<sup>9</sup> og kan transportere fosfor fra bunnsedimentene tilbake til vannsøylen og dermed gi en økt fosforkonsentrasjon i innsjøen (Brabrand mfl. 1990).

<sup>9</sup> [numedalslagen-vannomrade---lokalt-tiltaksprogram-2022-2027.pdf](https://statsforvalteren.no/numedalslagen-vannomrade---lokalt-tiltaksprogram-2022-2027.pdf) (statsforvalteren.no)

**Tabell 31.** Trender for klorofyll *a* (Klfa) og total fosfor (Tot-P) for alle innsjøer med minst fire års data for klorofyll *a* i perioden 2009–2020 i vannområde Numedalslågen.

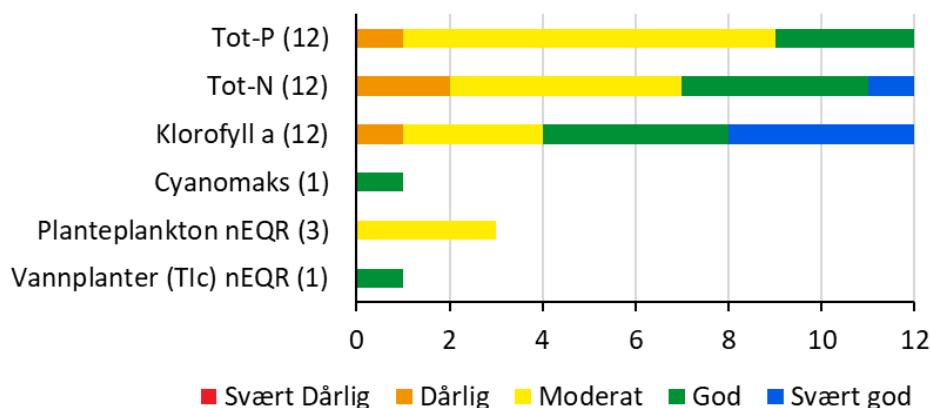
| Vannforekomstnavn | Vannforekomst-kode | Antall år med data for Klfa (2009-2020) | Middelverdi for Klfa (µg/l) (2009-2020) | Trend           | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med data for Tot-P (2009-2020) | Middelverdi for Tot-P (µg/l) (2009-2020) | Trend | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> |
|-------------------|--------------------|---|---|-----------------|-------|---------|----------------|--|--|-------|-------|---------|----------------|
| Askjemvatnet      | 015-5863-L         | 7                                       | 25,7                                    | svakt avtagende | -0,20 | 0,162   | 0,35           | 7  | 21,7                                     | ingen | -0,21 | 0,526   | 0,09           |
| Goksjø            | 015-378-L          | 8                                       | 21,5                                    | stigende        | 0,55  | 0,003   | 0,80           | 8  | 29,9                                     | ingen | 0,13  | 0,493   | 0,08           |

## 5 Vannregion Agder

### 5.1 Dagens tilstand i vannregionen

Den økologiske tilstanden er klassifisert for 12 innsjøer med relevante data i perioden 2009–2020 for parameterne total fosfor (Tot-P) og klorofyll, mens data for cyanobakterier, Planteplankton nEQR og Vannplanter Tlc nEQR er tilgjengelig fra svært få innsjøer. Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ikke inkludert da det antas at disse ikke er eutrofiert.

Relevante data er tilgjengelig fra fem vannområder og resultatene er vist i **Figur 51** og **Tabell 32**. Ni innsjøer (75%) er i moderat eller dårligere tilstand for Tot-P<sup>10</sup>. Tilsvarende tall for Tot-N er syv innsjøer (58%), mens fire innsjøer (33%) er i moderat eller dårligere tilstand for klorofyll. Kun tre innsjøer, Langsæ vann, Molandsvatnet og Temse, hadde data for planteplankton nEQR, som alle var i moderat tilstand. Disse tre innsjøene ligger i nedre del av vannområde Nidelva (øvre del er presentert i kapittel 4 for Telemark og Vestfold). For Cyanomaks og vannplanter nEQR fantes data fra kun én innsjø (Temse), som var i god tilstand for begge disse parameterne.



**Figur 51.** Økologisk tilstand fordelt på tilstandsklasser for de eutrofieringsrelevante parameterne i alle innsjøer med relevante data fra ett eller flere år i perioden 2009–2020 i vannregion Agder. Totalt antall innsjøer er gitt i parentes bak hver parameter. Merk: Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ekskludert fra alle analyser.

For Cyanomaks i Temse er tilstanden god, men den er moderat for planteplankton nEQR. Dette kan tyde på at andre endringer i artssammensetningen i planteplanktonet mot mer næringskrevende arter (målt ved PTI-indeksen) er utslagsgivende for tilstanden for planteplankton totalt sett. Artssammensetning av planteplankton bør derfor inkluderes i overvåkingen for å sikre et riktigere bilde av eutrofieringseffekter og et bedre beslutningsgrunnlag for vurdering av tiltak.

Tilstanden for Tot-P og Tot-N anses som usikker i flere av innsjøene som er klassifisert i moderat eller dårlig tilstand for næringsalter, men har svært god eller god tilstand for klorofyll. Dette gjelder f.eks. de to innsjøene i vannområde Otra, som har månedlige målinger av næringssaltene fra 2019, men

<sup>10</sup> Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ikke med i datagrunnlaget, se pkt 2.2.1, prikkpunkt 3.

svært få målinger av klorofyll *a* (mai og august 2019 og april 2020). Generelt kan moderat eller dårligere tilstand for Tot-P (og evt. Tot-N) kombinert med svært god tilstand for klorofyll *a* og evt. andre biologiske eutrofieringsparametere være reelt dersom innsjøene har svært kort oppholdstid på vannmassene. Ifølge Vann-nett er disse innsjøene ikke påvirket av kilder som normalt gir tilførsler av fosfor (herunder jordbruk og avløp), men derimot påvirket av sur nedbør og hydromorfologiske endringer, samt veiavrenning, som ikke er relevante som kilder til fosfor.

**Tabell 32.** Oversikt over middelverdier for perioden 2009–2020 for alle innsjøer i vannregion Agder med eutrofieringsrelevante data.

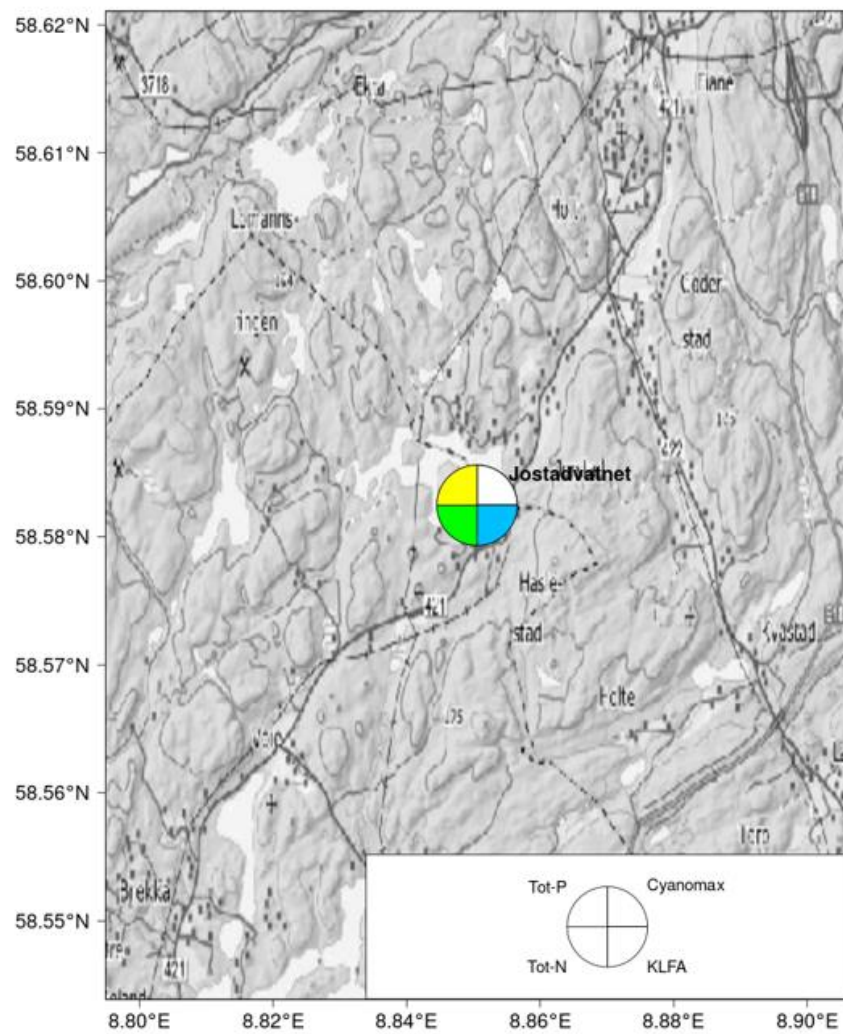
| Vannområde       | Vannforekomst (navn) | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med klorofyll-data i 2009-2019 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll <i>a</i> (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tic-verdi) | Vannplanter nEQR (Tic) |
|------------------|----------------------|------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|---------------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Gjerstad - Vegår | Jostadvatnet         | 018-10202-L      | L105a             | 1                                   | 15,7         | 368          | 3,5                       |                  |                     |                         |                        |
|                  | Aurebekkvatnet       | 022-11688-L      | L105a             | 3                                   | 16,2         | 423          | 3,9                       |                  |                     |                         |                        |
| Mandal - Audna   | Rossevatnet          | 022-2993-L       | L105b             | 3                                   | 10,9         | 408          | 2,4                       |                  |                     |                         |                        |
|                  | Skagestadvatnet      | 022-1187-L       | L105b             | 3                                   | 11           | 501          | 1,5                       |                  |                     |                         |                        |
| Nidelva          | Langsævvann          | 019-10684-L      | L107              | 2                                   | 14           | 498          | 11,7                      |                  | 0,54                |                         |                        |
|                  | Molandsvatnet        | 018-1265-L       | L105a             | 1                                   | 10,5         | 686          | 18,4                      |                  | 0,45                |                         |                        |
|                  | Reddalsvatnet        | 019-1316-L       | L110              | 2                                   | 20,5         | 954          | 3,2                       |                  |                     |                         |                        |
|                  | Temse                | 019-10951-L      | L108              | 2                                   | 18,5         | 875          | 13,5                      | 0,19             | 0,40                | 30,8                    | 0,60                   |
| Otra             | Bukkesteinsvannet    | 021-11569-L      | L105a             | 1                                   | 21,5         | 1250         | 5,4                       |                  |                     |                         |                        |
|                  | Indre Fiskåvannet    | 021-66550-L      | L105a             | 1                                   | 12,9         | 830          | 5,1                       |                  |                     |                         |                        |
| Sira-Kvina       | Fjotlandsvatnet      | 025-10400-L      | L203b             | 1                                   | 18           | 320          | 6,5                       |                  |                     |                         |                        |
|                  | Sirdalsvatnet        | 026-1400-L       | L102c             | 1                                   | 16           | 350          | 3                         |                  |                     |                         |                        |

Tilstanden for hver av disse innsjøene er også vist på kart i **Figur 52** for hvert av de fem vannområdene.

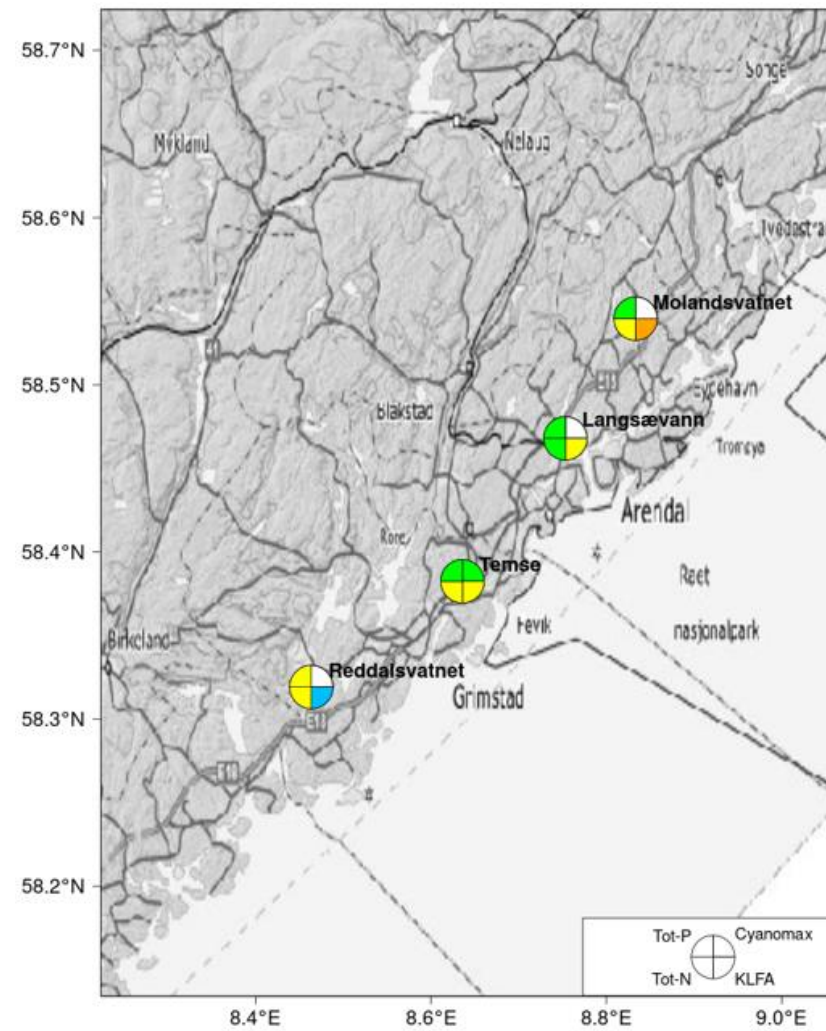
## 5.2 Trender for klorofyll og total fosfor

Ingen innsjøer i vannregion Agder hadde tilstrekkelige data for trend-analyser, som krever minimum 4 år med data i perioden 2009-2020.

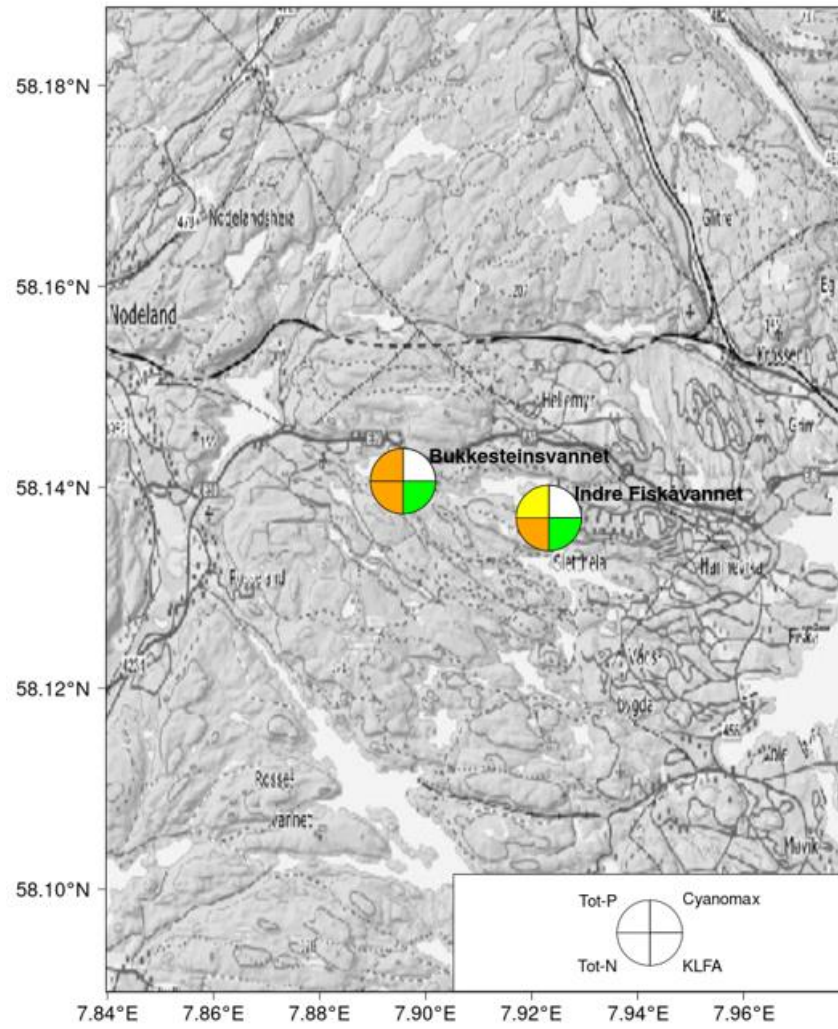
Gjerstad - Vegår



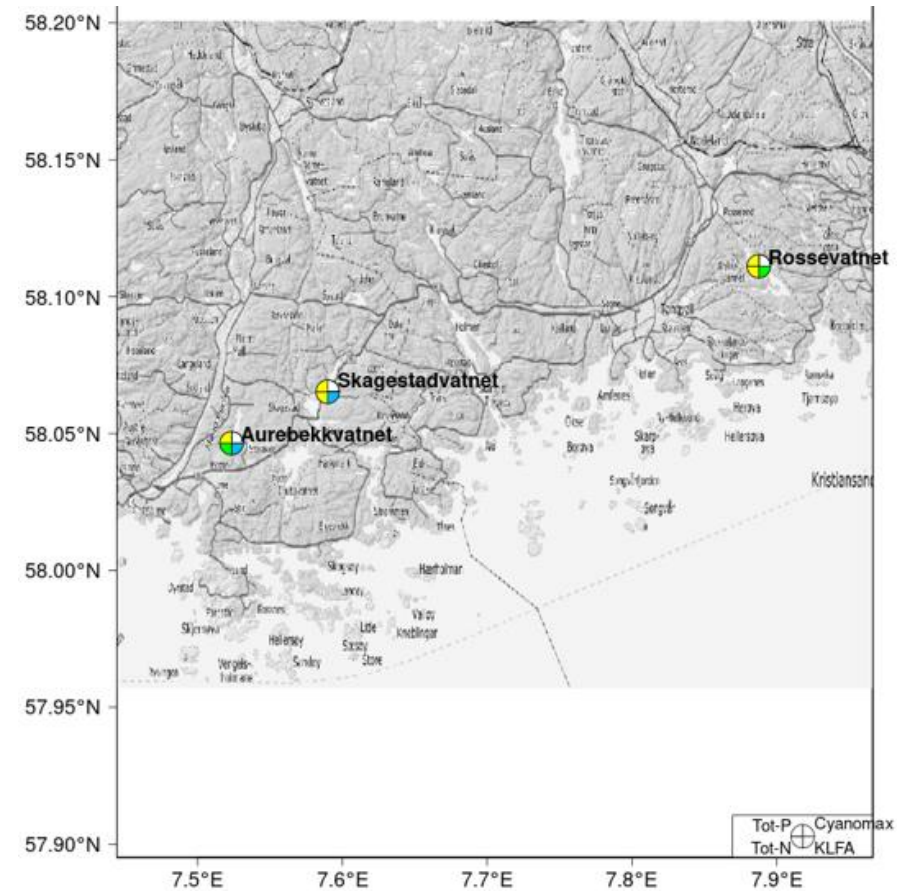
Nidelva



Otra

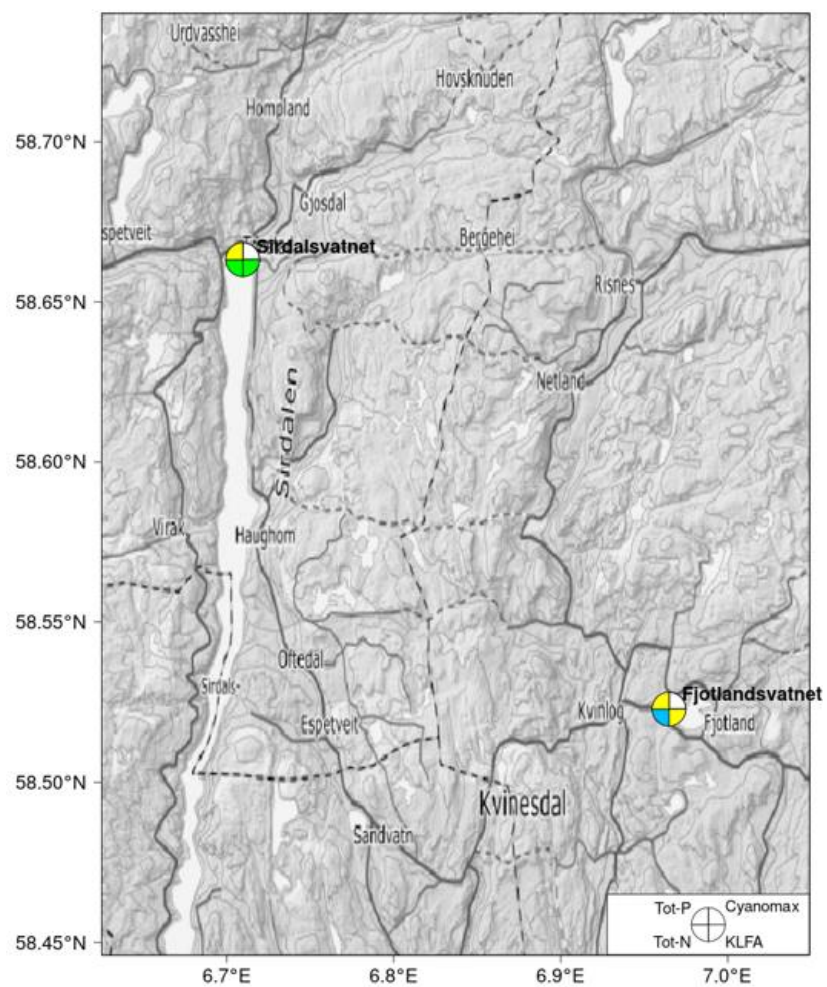


Mandal-Audna





## Sira-Kvina



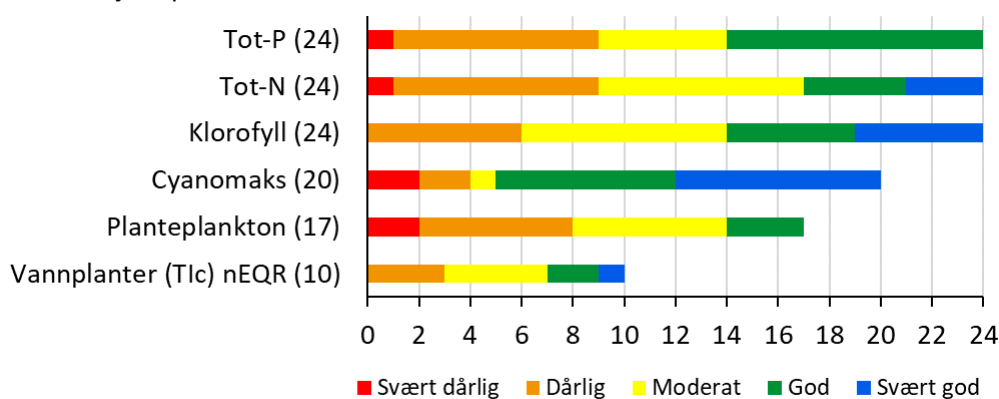
**Figur 52.** Geografisk beliggenhet og tilstand for fire parametere for innsjøer med slike data i fem vannområder i vannregion Agder

## 6 Vannregion Rogaland

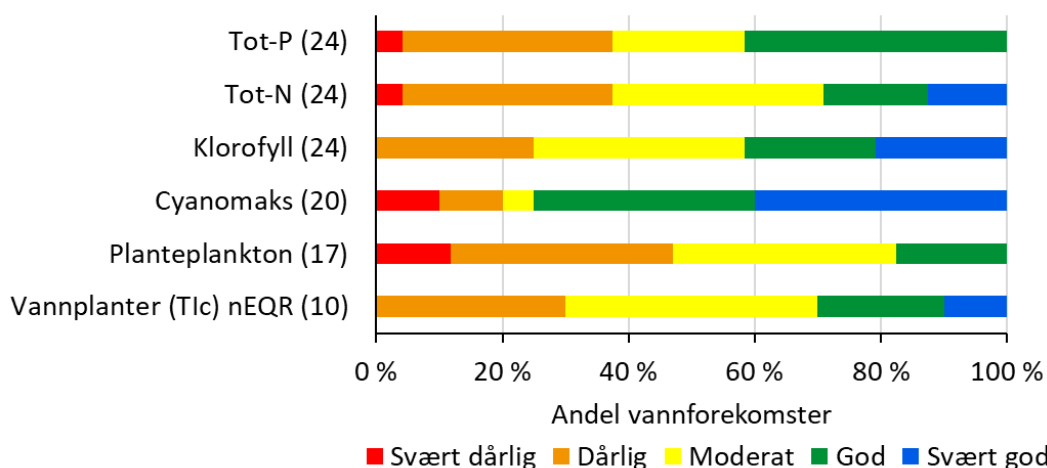
### 6.1 Dagens tilstand i vannregionen

Den økologiske tilstanden er klassifisert for 24 innsjøer med relevante data i perioden 2009–2020 for parameterne total fosfor (Tot-P), Tot-N og klorofyll, mens cyanobakterier (Cyanomaks) og samlet tilstand for planteplankton (Planteplankton nEQR) er klassifisert for henholdsvis 20 og 17 innsjøer. Vannplanter trofi-indeks (Vannplanter Tlc nEQR) er klassifisert for 10 innsjøer (**Figur 53** og **Tabell 33**). Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ikke inkludert da det antas at disse ikke er eutrofiert.

#### a) Antall innsjøer pr. tilstandsklasse



#### b) Andel (%) innsjøer pr. tilstandsklasse



**Figur 53.** Økologisk tilstand fordelt på tilstandsklasser for de eutrofiingsrelevante parameterne i alle innsjøer med relevante data fra ett eller flere år i perioden 2009–2020 i vannregion Rogaland. A) antall innsjøer pr. tilstandsklasse, der totalt antall innsjøer er gitt i parentes bak hver parameter. B) andel innsjøer pr. tilstandsklasse oppgitt i prosent av totalt antall innsjøer for hver enkelt parameter.

For to av de tre vannområdene som har flest eutrofierte innsjøer (Jæren og Ryfylke) er mer detaljerte resultater presentert i egne delkapitler i avsnitt 6.4 nedenfor. Det tredje vannområdet (Haugalandet)

har bare data for to innsjøer, hvorav én innsjø med klare eutrofieringseffekter, som kun er inkludert i **Figur 53** og **Tabell 33**.

Resultatene for hele vannregionen samlet viser at 14 innsjøer (58%) er i moderat eller dårligere tilstand for Tot-P og klorofyll, mens for Tot-N er 17 innsjøer (71%) i moderat eller dårligere tilstand. For Cyanomaks er data tilgjengelig for 20 innsjøer og kun 5 av disse (25%) er i moderat eller dårligere tilstand (se mer detaljer om disse i Tabell 24). Samlet tilstand for planteplankton er moderat eller dårligere i 14 (82%) av 17 innsjøer med data. Kun 10 innsjøer har data for vannplanter nEQR. Syv (70%) er i moderat eller dårligere tilstand.

**Tabell 33.** Oversikt over middelerverdi for perioden 2009–2020 for alle innsjøer i vannregion Rogaland med eutrofieringsrelevante data.

| Vannområde     | Vannforekomst (navn)          | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med data i perioden 2009-2019 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll a (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|----------------|-------------------------------|------------------|-------------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Haugaland      | Hilleslandsvatnet             | 040-23007-L      | L108              | 1                                  | 20,7         | 497          | 7,9                | 0,31             | 0,63                |                         |                        |
|                | Storavatnet                   | 039-22678-L      | L105a             | 2                                  | 26,2         | 640          | 8,1                | 0,33             | 0,23                | 16,7                    | 0,21                   |
| Jæren          | Bråsteinvatnet                | 029-19843-L      | L107              | 4                                  | 11,3         | 1351         | 11,0               | 0,44             | 0,38                |                         |                        |
|                | Dybingen                      | 029-19657-L      | L108              | 3                                  | 20,8         | 973          | 17,1               | 0,62             | 0,34                | 0,0                     | 0,39                   |
|                | Edlandsvatnet                 | 028-1546-L       | L105a             | 4                                  | 10,9         | 707          | 3,7                | 0,07             | 0,56                | 50,0                    | 0,53                   |
|                | Frøylandsvatnet               | 028-1552-L       | L107              | 12                                 | 28,6         | 1036         | 21,0               | 1,95             | 0,25                | 33,3                    | 0,62                   |
|                | Harvelandsvatnet              | 028-19747-L      | L110              | 4                                  | 40,0         | 989          | 24,0               | 0,15             | 0,43                |                         |                        |
|                | Hålandsvatnet                 | 028-1554-L       | L107              | 12                                 | 31,4         | 1174         | 25,3               | 9,55             | 0,17                |                         |                        |
|                | Horpestadvatnet og Ergavatnet | 028-20096-L      | L107              | 1                                  | 45,2         | 1584         | 17,8               |                  | 0,20                |                         |                        |
|                | Kyllesvatnet                  | 029-1556-L       | L107              | 4                                  | 12,9         | 1000         | 8,9                | 0,50             | 0,42                | 13,0                    | 0,43                   |
|                | Limavatnet                    | 028-1547-L       | L105a             | 4                                  | 11,3         | 868          | 5,6                | 0,09             | 0,49                | 40,9                    | 0,41                   |
|                | Mosvatnet                     | 028-20038-L      | L106              | 4                                  | 12,9         | 534          | 3,5                |                  | 0,72                | 25,9                    | 0,24                   |
|                | Mosvatnet                     | 029-19340-L      | L107              | 5                                  | 36,4         | 445          | 18,5               | 3,57             | 0,36                |                         |                        |
|                | Oltdalsvatnet                 | 030-1659-L       | L105a             | 1                                  | 8,0          | 396          | 2,5                |                  |                     | 66,7                    | 0,72                   |
|                | Orrevatnet                    | 028-1551-L       | L109              | 2                                  | 34,1         | 664          | 27,4               | 2,36             |                     |                         |                        |
|                | Seldalsvatnet                 | 029-1558-L       | L207              | 2                                  | 9,8          | 885          | 4,4                |                  |                     | 77,8                    | 1,00                   |
|                | Stokkelandsvatnet             | 029-19777-L      | L107              | 4                                  | 18,7         | 1155         | 9,7                | 0,73             | 0,37                |                         |                        |
|                | Storamos                      | 028-1550-L       | L205              | 3                                  | 33,7         | 475          | 12,0               | 6,31             |                     |                         |                        |
| Taksdalsvatnet | 028-20278-L                   | L105a            | 4                 | 23,8                               | 753          | 7,1          | 0,37               | 0,45             |                     |                         |                        |
| Ryfylke        | Nattlandsvatnet               | 035-24205-L      | L205              | 1                                  | 13,2         | 493          | 1,7                | 0,00             | 0,69                |                         |                        |
|                | Nordvatnet                    | 032-23082-L      | L206              | 1                                  | 9,0          | 376          | 7,2                | 0,15             |                     |                         |                        |
|                | Steinslandsvatnet             | 035-22986-L      | L105a             | 1                                  | 9,0          | 289          | 2,4                | 0,00             |                     |                         |                        |
|                | Vostervatnet                  | 033-1679-L       | L205              | 2                                  | 7,8          | 664          | 3,3                | 0,00             | 0,42                | 52,8                    | 0,57                   |
|                | Åsvatnet                      | 032-23097-L      | L205              | 1                                  | 6,2          | 938          | 4,0                | 0,02             |                     |                         |                        |

**Tabell 34.** Innsjøer med mye cyanobakterier i vannregion Rogaland, der det er mer enn 1 mg/l maksimum biomasse, som gir moderat, dårlig eller svært dårlig tilstand for den parameteren.

| Vannområde | Innsjø          | Vannforekomst-ID | Cyanomaks (mg/l) |
|------------|-----------------|------------------|------------------|
| Jæren      | Frøylandsvatnet | 028-1552-L       | 1,95             |
|            | Hålandsvatnet   | 028-1554-L       | 9,55             |
|            | Mosvatnet       | 029-19340-L      | 3,57             |
|            | Orrevatnet      | 028-1551-L       | 2,36             |
|            | Storamos        | 028-1550-L       | 6,31             |

For Cyanomaks er andelen i moderat eller dårligere tilstand vesentlig mindre enn for planteplankton nEQR samlet. Dette kan tyde på at andre endringer i artssammensetningen i planteplanktonet mot mer næringskrevende arter (målt ved PTI-indeksen) er utslagsgivende for tilstanden for planteplankton totalt sett. Artssammensetning av planteplankton bør derfor alltid inkluderes i overvåkingen for å sikre et riktigere bilde av eutrofieringseffekter og et bedre beslutningsgrunnlag for vurdering av tiltak. Vannplanter bør også undersøkes i flere grunne eutrofe innsjøer der vannplanter kan ha stor betydning og konkurrere med planteplankton om næringsstoffene.

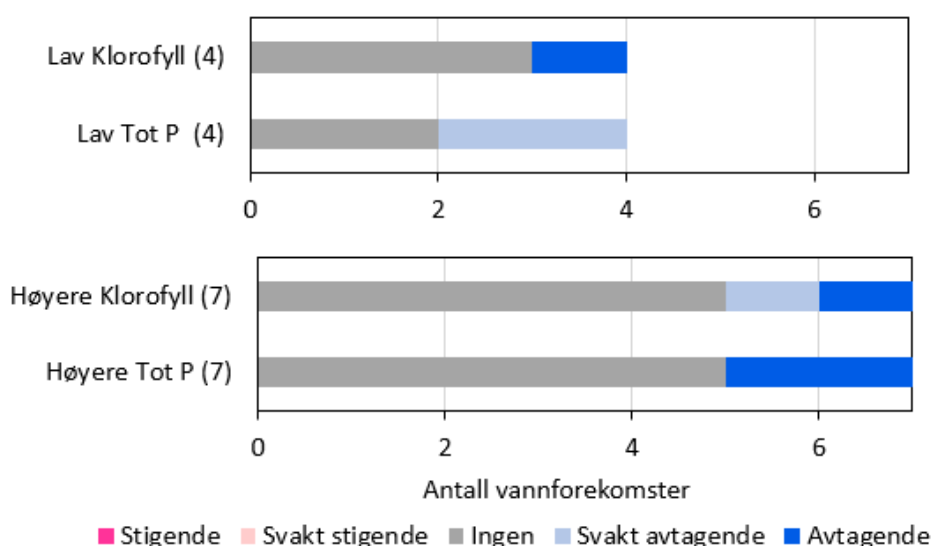
Innsjøer med mye cyanobakterier er vist i **Tabell 34**. I tre av disse (Mosvatnet, Orrevatnet og Storamos) er det lavt Tot-N/Tot-P-forhold ( $< 20$ ), noe som tyder på mulig nitrogenbegrensning av planteplanktonet. Ingen av de andre innsjøene i vannregion Rogaland har så lavt Tot-N/Tot-P-forhold.

## 6.2 Trender for klorofyll og total fosfor

Trender i perioden 2009–2019 er analysert for klorofyll og Tot-P fra totalt 11 innsjøer. Alle er fra vannområde Jæren. For de to andre vannområdene (Haugaland og Ryfylke) var det ikke nok data for trendanalyse. Av de 11 innsjøene med nok data er fire i svært god eller god tilstand og syv i moderat eller dårligere tilstand for klorofyll (**Tabell 35**). Trendene er oppsummert i **Figur 54**.

De fleste innsjøene med tilstrekkelige data for å analysere tidsserier har ingen signifikante trender hverken for klorofyll  $a$  eller Tot-P etter 2008. De innsjøene som ikke viser noen signifikante trender skyldes enten stabile forhold eller store variasjoner fra år til år, men ingen entydig retning.

De fire innsjøene med lave verdier av klorofyll og Tot-P har ingen eller avtagende trender (forbedring). Det samme gjelder de syv innsjøene med høyere klorofyll og Tot-P.



**Figur 54.** Trender for klorofyll og Tot-P for innsjøer med lave (øverst) og høyere (nederst) konsentrasjoner av de to parameterne i vannregion Rogaland. Lave betyr klorofyll i svært god eller god tilstand, mens høyere betyr moderat eller dårligere tilstand.

For hele datasettet samlet viser tre innsjøer (Frøylandsvatnet og begge Mosvatnene) tegn til forbedring med hensyn til klorofyll *a*. Åtte innsjøer viser ingen tegn til endring. For total fosfor er det fire innsjøer (Edlandsvatnet, Frøylandsvatnet, Mosvatnet (vannforekomst 028-20038-L) og Stokkelandsvatnet) som viser tegn til forbedring, mens syv innsjøer viser ingen tegn til endringer.

Forbedringer, det vil si avtagende trender, skyldes ofte tiltak innen avløp og eller jordbruk. På Jæren har det vært en målrettet innsats i mange år (Aksjon Jærvassdrag) med hensyn til gjennomføring av fosforreduserende tiltak i jordbruket. Tiltak for å redusere avrenning fra husdyrgjødsel og avløpstiltak i spredt bebyggelse i nedbørfeltet bidrar til mindre tilførsler av løst fosfat. Tiltak for å redusere erosjon fra åpen åker reduserer tilførslene av partikkelbundet fosfor. Andre miljøforhold, særlig økningen i humusinnhold i de siste ti årene (De Wit et al. 2016), kan også bidra til avtagende trender for klorofyll, da mer humus gir dårligere lysforhold og dermed redusert biomasse av planteplankton.

Økt humusinnhold gir imidlertid også en økning i Tot-P konsentrasjonen på grunn av adsorpsjon av fosfor til humusmateriale. Humusøkningen kan derfor trolig bidra til å forklare hvorfor det ikke er flere innsjøer som viser avtagende trend. Innsjøer i god tilstand bør derfor følges opp nøye med overvåking, og tiltak bør iverksettes for å forebygge forverring, særlig hvis disse nærmer seg god/moderat-grensen for klorofyll *a*. Avløpstiltak er grunnleggende tiltak og skal gjennomføres selv om tilstanden er god.

Klimaendringer som gir økt hyppighet av kraftige nedbørsepisoder om sommeren kan bidra til å forverre tilførsler av både fosfor og nitrogen. De økologiske effektene av tilførslene kan også bli større på grunn av høyere vanntemperatur. Dette innebærer behov for fortsatt fokus på tiltak for å redusere antropogene (menneskeskapte) fosfortilførsler til innsjøer i vannregion Rogaland.

**Tabell 35.** Tilstand og trender for klorofyll *a* (Klfa) og total fosfor (Tot-P) for alle innsjøer i Rogaland med minst 4 års data i perioden 2009–2020. Alle innsjøene i tabellen tilhører vannområde Jæren.

| Vannforekomst      |                    | Klorofyll <i>a</i> resultater           |                                       |                |       |         |                | Tot-P resultater                         |                                   |                |       |         |                |
|--------------------|--------------------|---|---------------------------------------|----------------|-------|---------|----------------|--|-----------------------------------|----------------|-------|---------|----------------|
| Vannforekomst-navn | Vannforekomst-kode | Antall år med data for Klfa (2009-2020) | Middelverdi for klorofyll (2009-2020) | Trend          | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med data for Tot-P (2009-2020) | Middelverdi for Tot-P (2009-2020) | Trend          | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> |
| Bråsteinvatnet     | 029-19843-L        | 4                                       | 11,0                                  | ingen          | -0,11 | 0,87    | 0,02           | 4  | 11,3                              | ingen          | -0,90 | 0,67    | 0,11           |
| Edlandsvatnet      | 028-1546-L         | 4                                       | 3,7                                   | ingen          | -0,19 | 0,96    | 0,00           | 4  | 10,9                              | svakt synkende | -0,87 | 0,09    | 0,83           |
| Frøylandsvatnet    | 028-1552-L         | 12                                      | 21,0                                  | synkende       | -0,48 | 0,00    | 0,63           | 12                                       | 28,6                              | synkende       | -0,30 | 0,02    | 0,47           |
| Harvelandsvatnet   | 028-19747-L        | 4                                       | 24,0                                  | ingen          | -0,29 | 0,26    | 0,55           | 4  | 40,0                              | ingen          | 0,17  | 0,29    | 0,36           |
| Hålandsvatnet      | 028-1554-L         | 12                                      | 25,3                                  | ingen          | 0,01  | 0,83    | 0,01           | 12                                       | 31,4                              | ingen          | 0,04  | 0,68    | 0,02           |
| Kyllesvatnet       | 029-1556-L         | 4                                       | 8,9                                   | ingen          | -0,67 | 0,51    | 0,24           | 4  | 13,0                              | ingen          | -1,03 | 0,23    | 0,60           |
| Limavatnet         | 028-1547-L         | 4                                       | 5,6                                   | ingen          | -2,37 | 0,32    | 0,46           | 4  | 11,3                              | ingen          | -1,29 | 0,40    | 0,36           |
| Mosvatnet          | 028-20038-L        | 4                                       | 3,5                                   | synkende       | -3,49 | 0,05    | 0,91           | 4  | 12,9                              | svakt synkende | -1,34 | 0,16    | 0,70           |
| Mosvatnet          | 029-19340-L        | 5                                       | 18,5                                  | svakt synkende | -0,20 | 0,17    | 0,52           | 5  | 36,4                              | ingen          | -0,18 | 0,52    | 0,15           |
| Stokkelandsvatnet  | 029-19777-L        | 4                                       | 9,7                                   | ingen          | 0,97  | 0,47    | 0,28           | 4  | 18,7                              | synkende       | -1,23 | 0,02    | 0,96           |
| Taksdalsvatnet     | 028-20278-L        | 4                                       | 7,1                                   | ingen          | 0,35  | 0,85    | 0,02           | 4  | 23,8                              | ingen          | 0,11  | 0,92    | 0,01           |

### 6.3 Oppsummering av tilstand og trender for hele vannregionen

Resultatene for hele vannregionen samlet er basert på data fra 24 innsjøer. Andelen innsjøer i moderat eller dårligere tilstand er ca. 60–70 % for Tot-P og Tot-N, 80 % for planteplankton og 70 % for vannplanter (men datagrunnlag fra kun 10 innsjøer for vannplanter). Fem innsjøer har mye cyanobakterier, som gir moderat eller dårligere tilstand for Cyanomaks-parameteren.

Trender i perioden 2009–2020 er analysert for klorofyll og Tot-P fra totalt 11 innsjøer. De fleste innsjøene viser ingen signifikante trender for klorofyll eller Tot-P. Tre innsjøer viser en avtagende trend (forbedring) for klorofyll og fire en avtagende trend for Tot-P. Ingen innsjøer viser forverring.

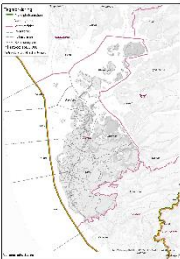
Forbedringer kan ha sammenheng med gjennomføring av tiltak for å begrense fosforbelastningen innen avløp og jordbruk. Andre miljøforhold, særlig økningen i humusinnhold i de siste ti årene (De Wit et al. 2016), kan også bidra til avtagende trender for klorofyll, da mer humus gir dårligere lysforhold og dermed redusert biomasse av planteplankton. Humus-økning gir også en økning i Tot-P konsentrasjonen på grunn av adsorpsjon av fosfor til humusmateriale, noe som kan bidra til å forklare hvorfor det ikke er flere innsjøer som viser avtagende trend.

Klimaendringer som gir økt hyppighet av kraftige nedbørsepisoder og varmere vann i innsjøene kan gi økte fosfortilførsler og raskere algevekst. Dette vil kreve fortsatt fokus på tiltak mot avrenning av næringsalter i årene framover.

### 6.4 Resultater fra vannområder med mange eutrofierte innsjøer

To vannområder med mange eutrofierte innsjøer er presentert i delkapitlene nedenfor: Jæren og Ryfylke. For det tredje vannområdet (Haugaland) er kun to innsjøer analysert og bare den ene (Storvatnet) har moderat eller dårlig tilstand for de biologiske parameterne. Resultatene for dette vannområdet er vist i oppsummeringskapitlet ovenfor.

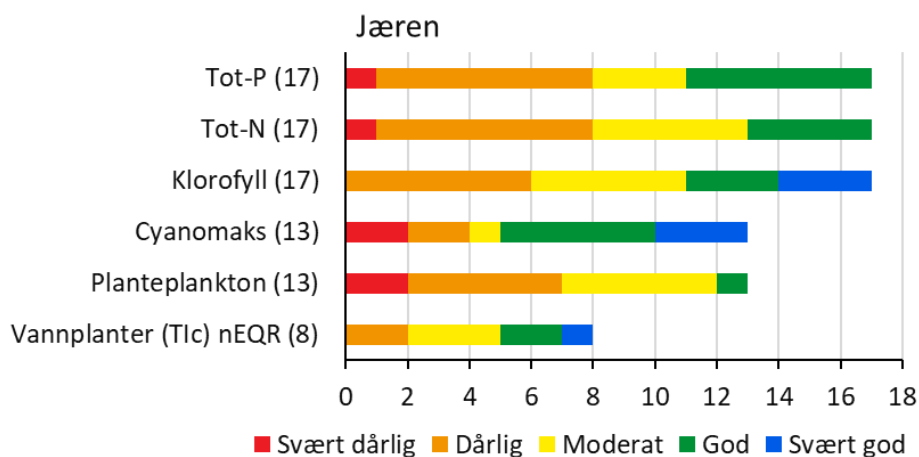
#### 6.4.1 Vannområde Jæren

|   |   |
|---|---|
|  | <p><b>Vannområde Jæren</b></p> <p><b>Vannregion:</b> Rogaland</p> <p><b>Fylker:</b> Rogaland</p> <p><b>Kommuner:</b> Hå, Klepp, Time, Gjesdal, Sandnes, Stavanger, Sola, Randaberg og Kvitsøy</p> <p><b>Hjemmeside:</b> <a href="https://www.vannportalen.no/vannregioner/rogaland/vannomrader-i-rogaland/jaren-vannomrade/om-jaren-vannomrade/">https://www.vannportalen.no/vannregioner/rogaland/vannomrader-i-rogaland/jaren-vannomrade/om-jaren-vannomrade/</a></p> |
|---|---|

##### 6.4.1.1 Tilstand

17 innsjøer i vannområde Jæren har relevante data i Vannmiljø. Mange av innsjøene har vært overvåket i flere tiår og har vært prioritert med hensyn til tiltak (Aksjon Jærvassdrag, se mer informasjon i avsnitt 6.4.1.2). De fleste innsjøene ligger i klimasone lavlandet og tre av innsjøene ligger

i klimasone skog. I lavlandet er fire innsjøer kalkfattige og klare, en innsjø er kalkfattig og humøs, seks innsjøer er moderat kalkrike og klare, en innsjø er kalkrik og klar og en innsjø er moderat kalkrik og humøs. I klimasone skog er en innsjø kalkfattig og klar og to innsjøer er moderat kalkrike og klare. Tilstanden for disse innsjøene er vist for alle parameterne i **Tabell 36** og oppsummert på tvers av innsjøene i **Figur 55** for Tot-P, klorofyll, samt for planteplankton og vannplanter.



**Figur 55.** Fordeling av innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for fire eutrofieringsparametere i vannområde Jæren. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter. Parameterverdier for den enkelte innsjø er vist i **Tabell 36**.

**Tabell 36.** Tilstand i alle innsjøer i vannområde Jæren for alle eutrofieringsparameterne.

| Vannforekomst (navn)          | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med data i perioden 2009-2019 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll a (µg/L) | Cyano-maks (mg/L) | Plante-plankton nEQR | Vann-planter (Tlc-verdi) | Vann-planter nEQR (Tlc) |
|-------------------------------|------------------|-------------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|-------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| Bråsteinvatnet                | 029-19843-L      | L107              | 4                                  | 11,3         | 1351         | 10,9               | 0,44              | 0,38                 |                          |                         |
| Dybingen                      | 029-19657-L      | L108              | 3                                  | 20,8         | 973          | 17,1               | 0,62              | 0,34                 | 0,0                      | 0,39                    |
| Edlandsvatnet                 | 028-1546-L       | L105a             | 3                                  | 10,9         | 707          | 3,7                | 0,07              | 0,56                 | 50,0                     | 0,53                    |
| Frøylandsvatnet               | 028-1552-L       | L107              | 12                                 | 28,6         | 1036         | 20,9               | 1,95              | 0,25                 | 33,3                     | 0,62                    |
| Hålandsvatnet                 | 028-1554-L       | L107              | 11                                 | 31,4         | 1174         | 25,3               | 9,55              | 0,17                 |                          |                         |
| Harvelandsvatnet              | 028-19747-L      | L110              | 3                                  | 40,0         | 989          | 24,0               | 0,15              | 0,43                 |                          |                         |
| Horpestadvatnet og Ergavatnet | 028-20096-L      | L107              | 1                                  | 45,2         | 1584         | 17,8               |                   | 0,20                 |                          |                         |
| Kyllesvatnet                  | 029-1556-L       | L107              | 4                                  | 12,9         | 1000         | 8,8                | 0,50              | 0,42                 | 13,0                     | 0,43                    |
| Limavatnet                    | 028-1547-L       | L105a             | 3                                  | 11,3         | 868          | 5,6                | 0,09              | 0,49                 | 40,9                     | 0,41                    |
| Mosvatnet                     | 028-20038-L      | L106              | 4                                  | 12,9         | 534          | 3,4                |                   | 0,72                 | 25,9                     | 0,24                    |
| Mosvatnet                     | 029-19340-L      | L107              | 4                                  | 36,4         | 445          | 18,5               | 3,57              | 0,36                 |                          |                         |
| Oltedalsvatnet                | 030-1659-L       | L105a             | 1                                  | 8,0          | 396          | 2,5                |                   |                      | 66,7                     | 0,72                    |
| Orrevatnet                    | 028-1551-L       | L109              | 2                                  | 34,1         | 664          | 27,4               | 2,36              |                      |                          |                         |
| Seldalsvatnet                 | 029-1558-L       | L207              | 2                                  | 9,8          | 885          | 4,4                |                   |                      | 77,8                     | 1,00                    |
| Stokkelandsvatnet             | 029-19777-L      | L107              | 4                                  | 18,7         | 1155         | 9,7                | 0,73              | 0,37                 |                          |                         |
| Storamos                      | 028-1550-L       | L205              | 3                                  | 33,7         | 475          | 12,0               | 6,31              |                      |                          |                         |
| Taksdalsvatnet                | 028-20278-L      | L105a             | 4                                  | 23,8         | 753          | 7,1                | 0,37              | 0,45                 |                          |                         |

For Tot-P, klorofyll *a* er tilstanden svært dårlig, dårlig eller moderat for 11 av innsjøene og tilstandsklasse god eller svært god for seks av innsjøene. For planteplankton er tilstanden svært dårlig, dårlig eller moderat for 12 av innsjøene og tilstandsklasse god for to av innsjøene. Fem av innsjøene har ikke data for planteplankton. Vannplanter er kartlagt for åtte innsjøer. To innsjøer er i



tilstandsklasse dårlig, tre er i tilstandsklasse moderat, to er i tilstandsklasse god og en innsjø er i tilstandsklasse svært god. Tot-N er tilstanden svært dårlig, dårlig eller moderat for 13 av innsjøene og tilstandsklasse god for fire av innsjøene.

Mange av innsjøene i vannområde Jæren er svært eutrofierte og har fortsatt meget store utfordringer med oppblomstring av alger og cyanobakterier. Flere av innsjøene i vannområdet, som Hålandsvatnet, Frøylandsvatnet, Hormestadvatnet og Storamos har oksygenfritt bunnvann og særlig i Hålandsvatnet og Storamos er det i tillegg til store tilførsler betydelige utfordringer med interngjødsling (Molversmyr mfl., 2020, Molversmyr og Hereid, 2021).

Hålandsvatnet som tidligere var badevann har kraftige oppblomstringer av cyanobakterier av typen *Planktothrix* årlig og det måles svært høye konsentrasjoner av cyanotoksinet microcystin. Dette medfører baderestriksjoner hele sommeren. Innsjøen er i tilstandsklasse dårlig for Tot-P, Tot-N og klorofyll *a* og tilstandsklasse svært dårlig for planteplankton og Cyanomaks.

I Frøylandsvatnet er det også en del cyanobakterier, men fureflagellaten *Ceratium hirundinella* kan også dominere i denne innsjøen. Det observeres skiftende dominans mellom cyanobakterier og *C. hirundinella* fra år til år. I Frøylandsvatnet er Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og planteplankton i tilstandsklasse dårlig og Cyanomaks i tilstandsklasse moderat.

I Horpestadvatnet og Ergavatnet er kan det også være skiftende dominans mellom cyanobakterier og fureflagellaten *C. hirundinella*. I Horpestadvatnet er Tot-P og Tot-N og planteplankton i tilstandsklasse svært dårlig og klorofyll *a* i tilstandsklasse moderat.

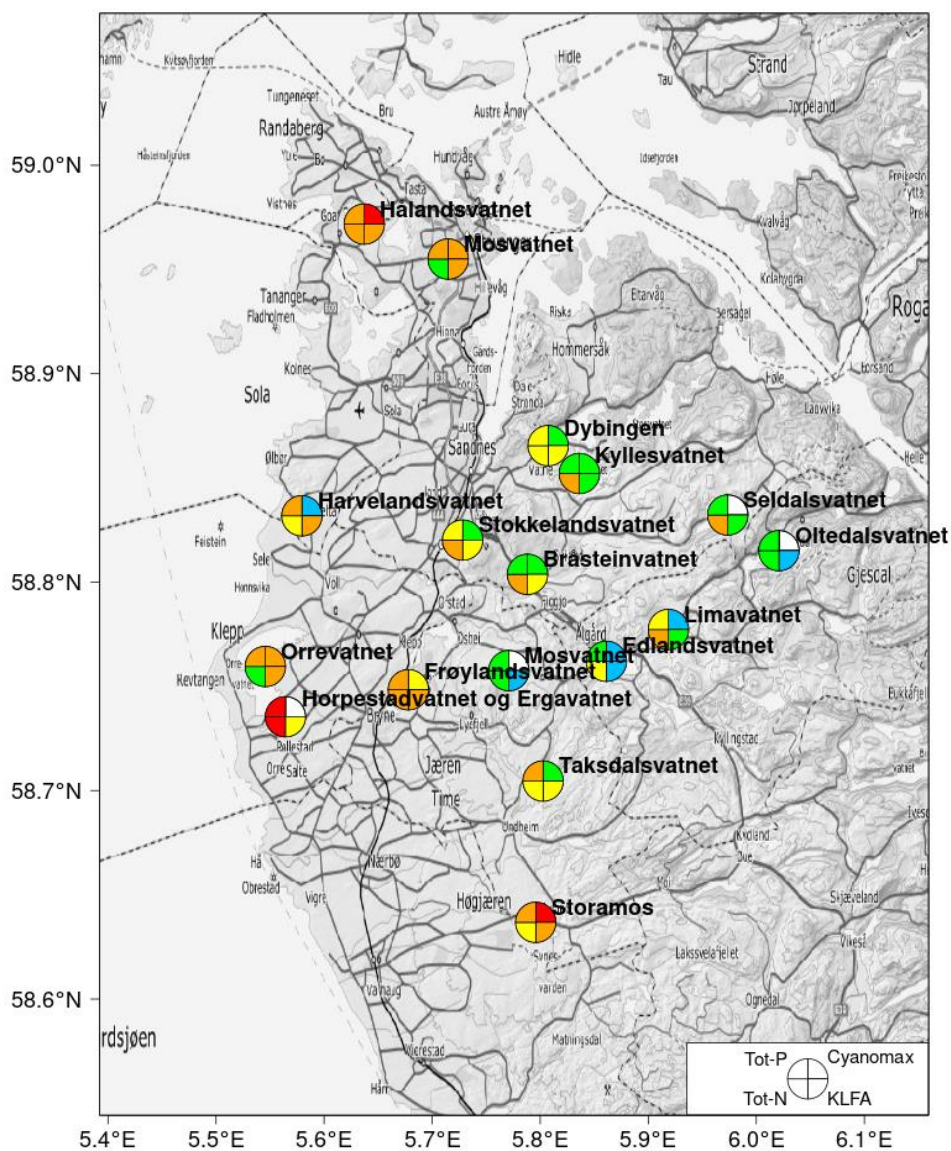
Mosvatnet i Stavanger har et sammensatt planteplanktonsamfunn hvor grønnalger, kiselalger og cyanobakterier kan være fremtredende. I denne innsjøen er Tot-N/Tot-P forholdet er lavt (<20) og dette viser at planteplankton kan være nitrogenbegrenset. I Mosvatnet er Tot-P, klorofyll *a*, planteplankton og Cyanomaks i tilstandsklasse dårlig og Tot-N i tilstandsklasse moderat.

Orrevatnet har høy algebiomasse og dominans av cyanobakterier. Som i Mosvatnet er Tot-N/Tot-P forholdet lavt (<20), noe som tilsier at planteplanktonet kan være nitrogenbegrenset. I Orrevatnet er Tot-P, klorofyll *a* og Cyanomaks i tilstandsklasse dårlig og Tot-N i tilstandsklasse moderat.

Storamos ligger i klimasone skog (244 m.o.h) og har høy konsentrasjon av Tot-P. Undersøkelser har vist at det er utfordringer med oksygenfritt bunnvann og utlekking av fosfor fra bunnsedimentene (Molversmyr, 2020). Også i denne innsjøen er Tot-N/Tot-P forholdet lavt (<20), som viser at planteplanktonet kan være nitrogenbegrenset. Det er kraftige oppblomstringer av cyanobakterier i Storamos og den dominerende arten er *Dolichospermum lemmermannii*, som kan fikserer nitrogen i spesialceller kalt heterocyster. Tot-P og klorofyll *a* er i tilstandsklasse dårlig, Cyanomaks er i tilstandsklasse svært dårlig og Tot-N er i tilstandsklasse moderat.

De åtte innsjøene der vannplanter er undersøkt er Dybingen, Edlandsvatnet, Frøylandsvatnet, Kylesvatnet, Limavatnet, Mosvatnet (Stavanger), Oltedalsvatnet og Seldalsvatnet (Molversmyr mfl. 2012, 2014, 2018).

Den geografiske beliggenheten til innsjøene er vist i **Figur 56**.



**Figur 56.** Beliggenhet og tilstand for innsjøer i vannområde Jæren for Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks.

#### 6.4.1.2 Tidsserier og trender

Elleve av innsjøene har minst fire års data for trendanalyser. Resultatene er vist i **Tabell 35** og **Figur 54** i avsnitt 6.2 ovenfor, mens tidsseriene for hver enkelt innsjø er vist i **Figur 57** nedenfor.

Flere av innsjøene i vannområde Jæren har blitt overvåket siden 1980-tallet, noe som har gitt lange tidsserier for klorofyll *a* og total fosfor. Tidsseriene for klorofyll *a* viser en signifikant avtagende trend

i Mosvatnet (Stavanger) og en svakt avtagende trend i Stokkelandsvatnet i årene før 2009. I de andre innsjøene var det ingen trender. For Tot-P var det signifikant avtagende trender i Edlandsvatn, Frøylandsvatnet, Limavatnet og Stokkelandsvatnet før 2009.

Etter 2009 viser klorofyll *a* en signifikant avtagende trend i Frøylandsvatnet og Mosvatnet (Stavanger) og svakt avtagende i Mosvatnet (vest for Ålgård). For de andre åtte innsjøene er det ingen trend. For total fosfor har det vært en signifikant avtagende trend i Frøylandsvatnet og Stokkelandsvatnet og svakt avtagende trend i Edlandsvatnet og Mosvatnet. For de andre syv innsjøene er det ingen trend. Hålandsvatnet viser likevel en forverring med høyere konsentrasjoner for både klorofyll og total fosfor i den siste ti-års-perioden enn tidligere, men det er store variasjoner fra år-til-år.

Vannkvaliteten har blitt bedre i mange av innsjøene den siste tiårsperioden. «Aksjon Jærvassdrag» og nå «Vannområde Jæren» hatt ansvaret for det interkommunale samarbeidet knyttet til vannkvalitet og tiltaksarbeid. En lang rekke tiltak har opp gjennom årene vært gjennomført for å bedre vannkvaliteten i vassdragene i vannområdet. Jæren vannområde var utpekt av Miljøvern-departementet som et pilotområde for praktisk gjennomføring av Vanndirektivet i Norge og har fått statlige midler for arbeid med overvåking og tiltaksgjennomføring. Denne pilotfasen er nå over. Den positive utviklingen de siste ti årene viser effekter av målrettet arbeid med tiltaksgjennomføring.

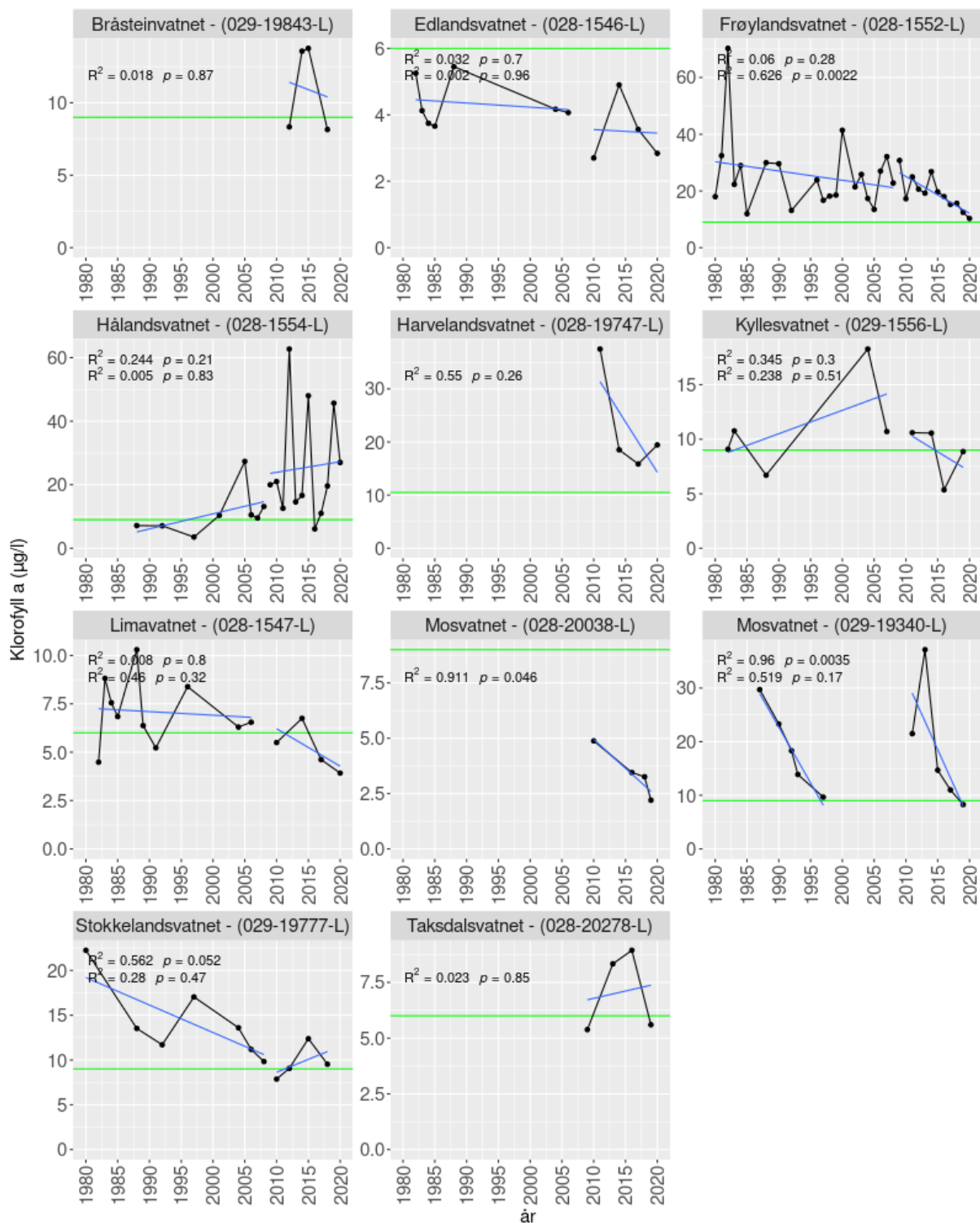
Den viktigste miljøutfordringen i området er næringsstoffpåvirkning fra jordbruk. På Jæren drives det intensivt med jordbruk og her finner vi Norges høyeste husdyrtetthet. Husdyrdrift er en vesentlig kilde til næringstilførsel til vassdragene. I tillegg kommer det næringsstofftilførsler fra avløp fra tettsteder og industri (næringsmiddelindustri, meieri og potetindustri). Påvirkning av avløp fra spredt bebyggelse er også relevant.

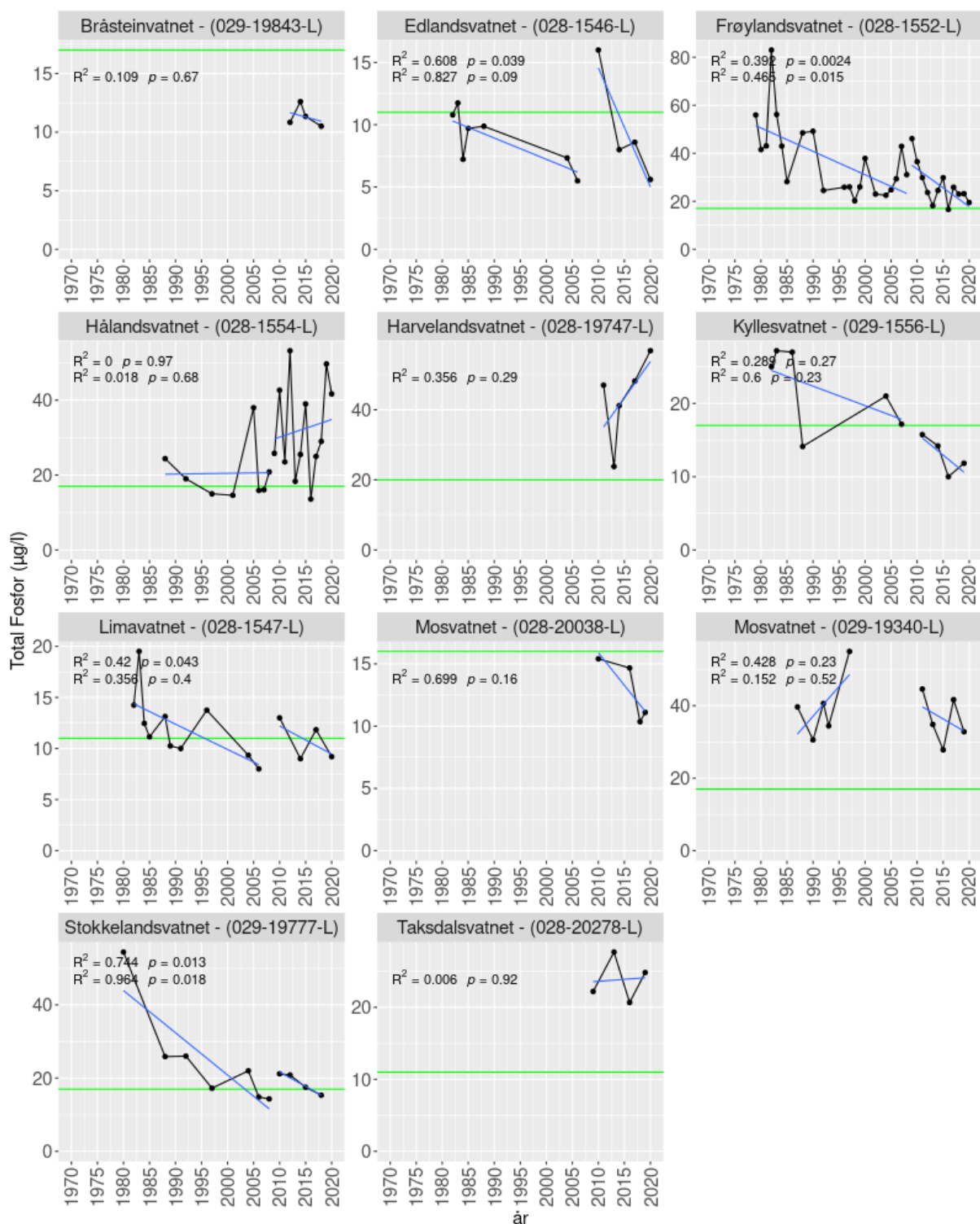
Arbeidet for å bedre vannkvaliteten i Frøylandsvatnet ble i 1984 samordnet i «Aksjon Frøylandsvatnet». En lang rekke tiltak har opp gjennom årene vært gjennomført i nedbørfeltet og innsjøen for å bedre vannkvaliteten. Felles for påvirkningene i Frøylandsvatnet (jordbruk, næringsmiddelindustri, tettsteder) er at de gir en økning i mengde næringsstoffer og mengde organiske stoffer. På 1970- og 1980-tallet var det store problemer knyttet til oppblomstring av giftproduserende cyanobakterier i Frøylandsvatnet og det var flere tilfeller av husdyrforgiftning (Skulberg, 1979 og Skulberg og Underdal, 1983). Vannkvaliteten er betydelig forbedret de siste tiårene, men innsjøen er fortsatt eutrof og i tilstandsklasse moderat-dårlig for næringsstoffer og planteplankton.

Hålandsvatnet i Stavanger og Randaberg kommuner er den innsjøen i vannområde Jæren som har størst utfordringer med oppblomstring av giftproduserende cyanobakterier. I 2005 oppsto en masseoppblomstring av cyanobakterien *Planktothrix* i innsjøen, og utviklingen siden den gang viser en forverring (Molversmyr & Hereid 2021) med årvisse masseforekomster av cyanobakterier, og høye forekomster av toksiner som disse produserer. Innsjøen har store utfordringer med oksygenfritt bunnvann og interngjødsling av fosfor. Flere utredninger er gjennomført. Innsjøinterne tiltak vurderes for å redusere fosforbelastningen og stoppe de kraftige oppblomstringene av cyanobakterier (Molversmyr mfl., 2019). En egen utredning har sett spesielt på muligheten for å binde fosfor ved

Phoslock (Molversmyr mfl. 2020). I 2022 er det gjennomført en utredning som igjen har modellert kilder til fosfor, avlastningsbehov og mulige tiltak for å redusere tilførslene til innsjøen som i all hovedsak er forårsaket av meget intensivt jordbruk (Molversmyr mfl. 2022)

**a) Klorofyll a ( $\mu\text{g/l}$ )**



b) Tot-P ( $\mu\text{g/l}$ )

**Figur 57.** Tidsserier for a) klorofyll *a* og b) Tot-P for alle innsjøer med minst 4 års data i vannområde Jæren. Lineære regresjoner er vist separat for alle årene før 2009 (øvre rad angir  $R^2$  og  $p$ -verdi) og etter 2009 (nedre rad angir  $R^2$  og  $p$ -verdi). Grønne linjer angir god/moderat grensen for den aktuelle vanntypen for hver innsjø.

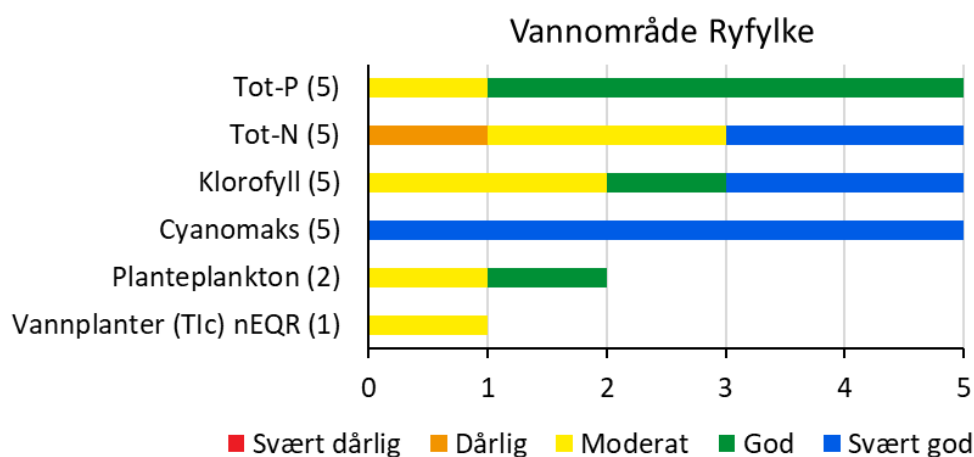
## 6.4.2 Vannområde Ryfylke

|   |  |
|---|--|
|  | <b>Vannområde Ryfylke</b>  |
|   | <b>Vannregion:</b> Rogaland  |
|   | <b>Fylker:</b> Rogaland, Vestland (Hordaland) og Vestfold og Telemark (Telemark)   |
|   | <b>Kommuner:</b> Gjesdal, Hjelmeland, Sandnes, Sauda, Strand, Suldal, Ullensvang, Bykle, Etne, Sirdal, Vinje   |
|   | <b>Hjemmeside:</b> <a href="https://www.vannportalen.no/vannregioner/rogaland/vannomrader-i-rogaland/ryfylke-vannomrade/">https://www.vannportalen.no/vannregioner/rogaland/vannomrader-i-rogaland/ryfylke-vannomrade/</a> |

### 6.4.2.1 Tilstand

Tilstanden er klassifisert for fem innsjøer: Nattlandsvatnet, Nordvatnet, Steinslandsvatnet, Vostervatnet og Åsvatnet i vannområde Ryfylke (Tabell 37 og Figur 58) for Tot-P, klorofyll og cyanobakterier. Tilstanden for planteplankton og vannplanter er kun klassifisert i henholdsvis to og én innsjø, da data manglet for de andre innsjøene. Alle innsjøene er kalkfattige, og de fleste er klare, unntatt én som er humøs (Nordvatnet). Fire av innsjøene ligger i klimasone skog, mens én er i lavlandet (Steinslandsvatnet).

For Tot-P er tilstanden god i fire innsjøer og moderat i én innsjø (Nattlandsvatnet), mens Tot-N er i svært god tilstand i to innsjøer og moderat i to innsjøer og dårlig i én innsjø. Alle innsjøene har høyt Tot-N : Tot-P forhold ( $> 20$ ), som indikerer fosforbegrenset algevekst. For klorofyll er to innsjøer i moderat tilstand, mens de øvrige tre er i svært god eller god tilstand. Vostervatnet er i moderat tilstand for planteplankton og vannplanter. Ingen av innsjøene har problemer med cyanobakterier, da alle er i svært god tilstand for Cyanomaks. Nordvatnet er likevel nær grenseverdien svært god/god for Cyanomaks. Klassifiseringen er basert på data fra kun ett år for fire av innsjøene og to år for Vostervatnet.

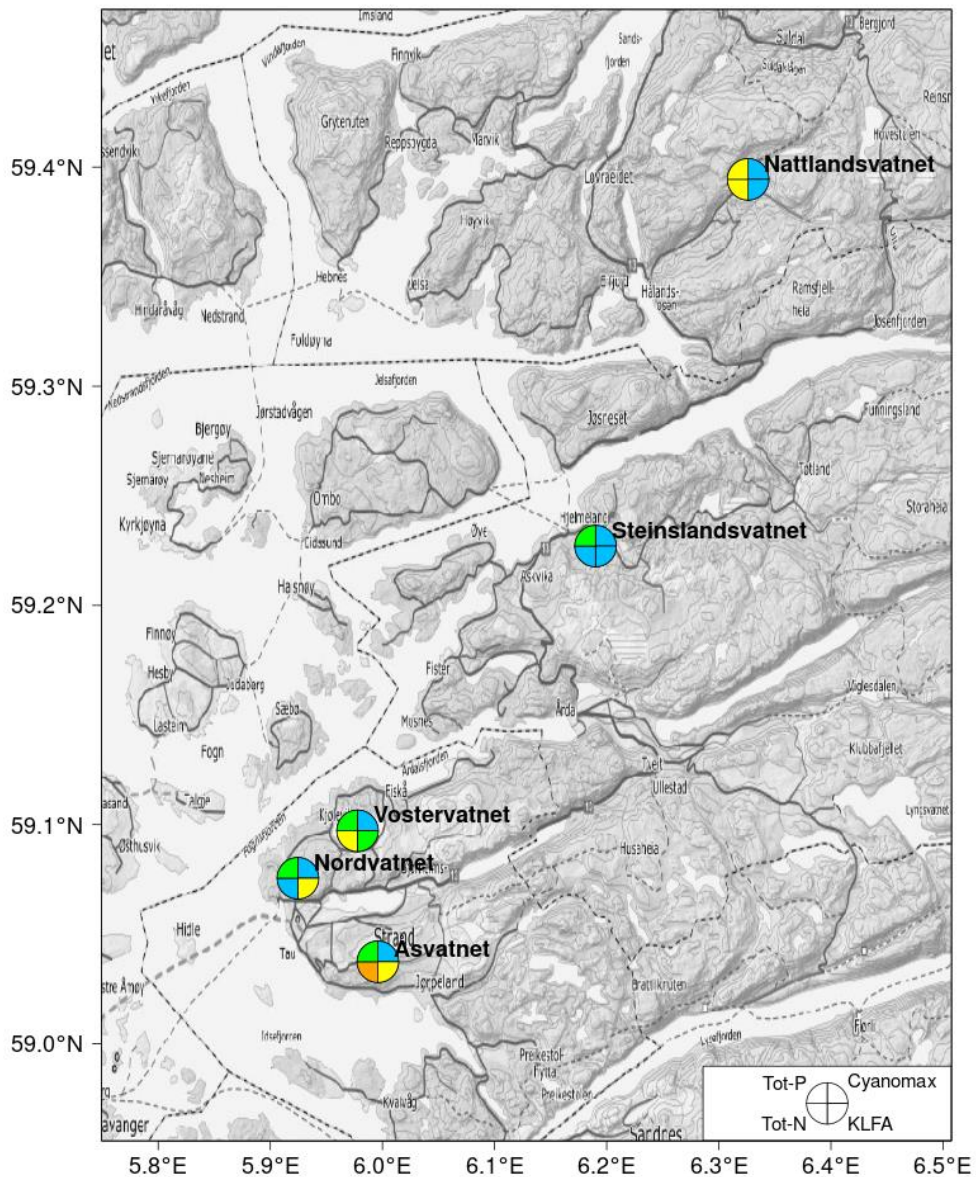


**Figur 58.** Fordeling av innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for fire eutrofieringsparametere i vannområde Ryfylke. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter.

**Tabell 37.** Tilstand i alle innsjøer i vannområde Ryfylke for alle eutrofieringsparameterne.

| Vannforekomst (navn) | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med data i perioden 2009-2019 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll <i>a</i> (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|----------------------|------------------|-------------------|------------------------------------|--------------|--------------|---------------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Nattlandsvatnet      | 035-24205-L      | L205              | 1                                  | 13,2         | 493          | 1,7                       | 0,00             | 0,69                |                         |                        |
| Nordvatnet           | 032-23082-L      | L206              | 1                                  | 9,0          | 376          | 7,2                       | 0,15             |                     |                         |                        |
| Steinslandsvatnet    | 035-22986-L      | L105a             | 1                                  | 9,0          | 289          | 2,4                       | 0,00             |                     |                         |                        |
| Vostervatnet         | 033-1679-L       | L205              | 2                                  | 7,8          | 664          | 3,3                       | 0,00             | 0,42                | 52,8                    | 0,57                   |
| Åsvatnet             | 032-23097-L      | L205              | 1                                  | 6,2          | 938          | 4,0                       | 0,02             |                     |                         |                        |

Den geografiske beliggenheten med tilstandsklasse for parameterne Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks er vist i **Figur 59**.



**Figur 59.** Beliggenhet og tilstand for innsjøer i vannområde Ryfylke for Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks.

#### 6.4.2.2 Tidsserier og trender

Ingen innsjøer i vannområde Ryfylke hadde tilstrekkelige data for trendanalyser, som krever minimum 4 år med data i perioden 2009-2020.



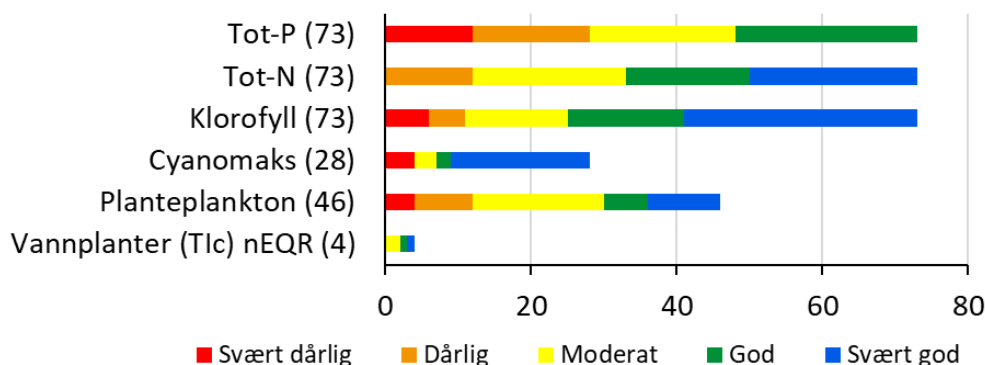
## 7 Vannregion Vestland

### 7.1 Dagens tilstand i vannregionen

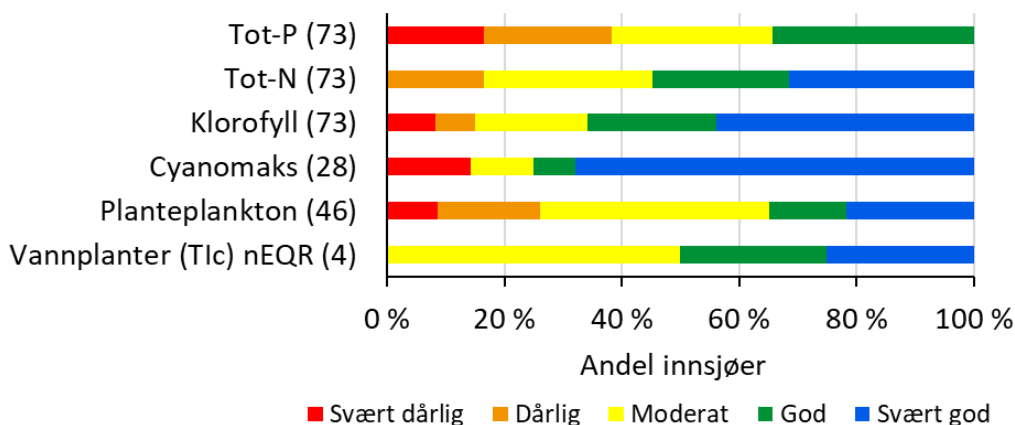
Den økologiske tilstanden er klassifisert med relevante data i perioden 2009–2020 for 73 innsjøer for parameterne total fosfor (Tot-P), total nitrogen (Tot-N) og klorofyll, for 28 innsjøer for cyanobakterier og for 46 innsjøer for samlet tilstand for planteplankton (Planteplankton nEQR). Vannplanter trofiindeks (Vannplanter Tlc nEQR) er kun klassifisert for fire innsjøer. Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ikke inkludert da det antas at disse ikke er eutrofiert.

For fire av de ni vannområdene som hadde flest eutrofierte innsjøer (Nordhordland, Sunnhordland, Vest og Voss-Osterfjorden) er mer detaljerte resultater presentert i egne delkapitler i avsnitt 7.4 nedenfor. Datagrunnlaget for mange av innsjøene er begrenset til data fra en problemkartlegging som ble utført i perioden 2012–2014. Resultatene er derfor usikre og kan ha endret seg siden den tid.

#### a) Antall innsjøer pr. tilstandsklasse



#### b) Andel (%) innsjøer pr. tilstandsklasse



**Figur 60.** Økologisk tilstand fordelt på tilstandsklasser for de eutrofieringsrelevante parameterne i alle innsjøer med relevante data fra ett eller flere år i perioden 2009–2020 i vannregion Vestland. A) antall innsjøer, der totalt antall innsjøer er gitt i parentes bak hver parameter. B) andel innsjøer pr. tilstandsklasse, oppgitt i prosent av totalt antall innsjøer for hver enkelt parameter. Merk: Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ekskludert fra alle analyser.

Resultatene for hele vannregionen samlet (**Figur 60**) viser at 48 innsjøer (66%) er i moderat eller dårligere tilstand for Tot-P, mens for Tot-N er 33 innsjøer (45%) i moderat eller dårligere tilstand. For de biologiske parameterne er det stor spennvidde i antall og andel innsjøer i moderat eller dårligere tilstand, der kun syv (25%) av 28 innsjøer med data for cyanobakterier er i moderat eller dårligere tilstand for Cyanomaks, mens tilsvarende tall for klorofyll er 25 (34%) av totalt 73 innsjøer. For planteplankton nEQR er 30 (65%) av 46 innsjøer i moderat eller dårligere tilstand. Kun fire innsjøer har data for vannplanter nEQR og to av disse er i moderat eller dårligere tilstand. Detaljert oversikt over tilstanden i hver innsjø og hver parameter er vist i Vedlegg A2.

For Cyanomaks er andelen i moderat eller dårligere tilstand vesentlig mindre enn for planteplankton nEQR samlet, men datagrunnlaget er også mindre for Cyanomaks. Vi finner likevel at i innsjøer der begge parameterne er klassifisert er tilstanden bedre for Cyanomaks enn for samlet planteplankton nEQR i 11 av innsjøene, mens den er verre i bare én innsjø (Vestvatnet i Nordhordland). Dette kan tyde på at andre endringer i artssammensetningen i planteplanktonet mot mer næringskrevende arter (målt ved PTI-indeksen) er utslagsgivende for tilstanden for planteplankton i de 11 innsjøene. Artssammensetning av planteplankton bør derfor alltid inkluderes i overvåkingen for å sikre et riktigere bilde av eutrofieringseffekter og et bedre beslutningsgrunnlag for vurdering av tiltak.

Innsjøer med mye cyanobakterier er vist i **Tabell 38**. I nesten halvparten av disse (44%) er det lavt Tot-N/Tot-P-forhold ( $< 20$ ), noe som tyder på mulig nitrogenbegrensning av planteplanktonet. Lavt Tot-N/Tot-P forhold ble funnet i alle innsjøene med mye cyanobakterier, unntatt én (Vestvatnet). Årsaken til at så mange innsjøer har lavt N/P forhold kan være at tilførslene av næringsalter er dominert av avløpsvann fra spredt bebyggelse, overløp og lekkasjer av kommunalt avløpsvann og/eller avrenning av husdyrgjødsel, som har lavere N/P-forhold enn i annen diffus avrenning fra jordbruksarealer (Jarvie et al. 1998).

**Tabell 38.** Innsjøer med  $> 1$  mg/l maksimum biomasse av cyanobakterier i vannregion Vestland, som gir moderat, dårlig eller svært dårlig tilstand for den parameteren.

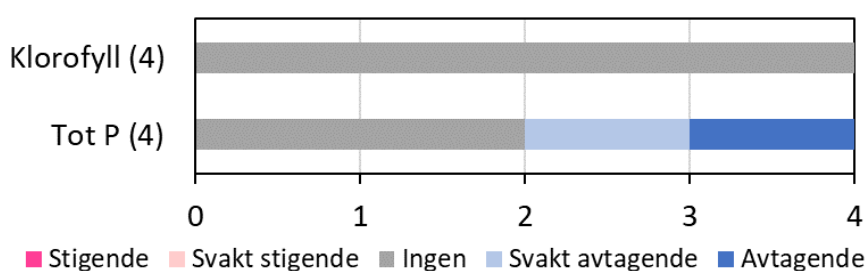
| Vannområde   | Innsjø       | Vannforekomst-id | Cyanomaks (mg/l) |
|--------------|--------------|------------------|------------------|
| Hardanger    | Bergsvatnet  | 052-26869-L      | 1,45             |
| Nordhordland | Klessvatnet  | 066-26282-L      | 64,2             |
|              | Lommetjørnet | 066-26284-L      | 29,2             |
|              | Vestvatnet   | 066-26305-L      | 12,0             |
|              | Ystebøvatnet | 066-176457-L     | 19,4             |

Klimaendringer som gir økt hyppighet av kraftige nedbørsepisoder om sommeren kan bidra til å forverre tilførsler av både fosfor og nitrogen. De økologiske effektene av tilførslene kan også bli større på grunn av høyere vanntemperatur. Dette innebærer behov for fortsatt fokus på tiltak for å redusere antropogene (menneskeskapte) fosfortilførsler til innsjøer i vannregion Vestland.

## 7.2 Trender for klorofyll og total fosfor

Trender i perioden 2009–2020 er analysert for klorofyll og Tot-P fra kun fire innsjøer. Tre av disse er fra vannområde Vest og én er fra Sunnfjord. For andre innsjøene i vannregion Vestland var det ikke nok data for trendanalyse. Av de fire innsjøene med nok data er alle i moderat eller dårligere tilstand for klorofyll (**Tabell 39**). Trendene er oppsummert i **Figur 61**.

Ingen av innsjøene har signifikante trender for klorofyll *a*, mens to av innsjøene har signifikante trender for Tot-P (Henangervatnet og Skogseidvatnet, begge i vannområde Vest). Begge disse trendene er avtagende eller svakt avtagende. De innsjøene som ikke viser noen signifikante trender skyldes enten stabile forhold eller store variasjoner fra år til år, men ingen entydig retning.



**Figur 61.** Trender for klorofyll og Tot-P for innsjøer med lave (øverst) og høyere (nederst) konsentrasjoner av de to parameterne. Lave betyr klorofyll i svært god eller god tilstand, mens høyere betyr moderat eller dårligere tilstand.

Avtagende trender betyr forbedringer og skyldes i dette tilfellet sannsynligvis utslippsreducerende tiltak i fiskeoppdrettsanlegg i Henangervatnet og/eller i det nærliggende Skogseidvatnet oppstrøms (Vann-nett).

**Tabell 39.** Tilstand og trender for klorofyll *a* (Klfa) og total fosfor (Tot-P) for alle innsjøer i Vestland med minst 4 års data for klorofyll *a* i perioden 2009–2020.

| Klorofyll <i>a</i> resultater |                          |                    |   |   |       |       |         |                | Tot-P resultater                         |  |                 |       |         |                |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------|---|---|-------|-------|---------|----------------|--|--|-----------------|-------|---------|----------------|
| Vannområde                    | Vannforekomstnavn        | Vannforekomst-kode | Antall år med data for Klfa (2009-2020) | Middelverdi for Klfa (µg/l) (2009-2020) | Trend | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med data for Tot-P (2009-2020) | Middelverdi for Tot-P (µg/l) (2009-2020) | Trend           | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> |
| Sunnfjord                     | Storevatnet              | 085-28288-L        | 4                                       | 9,1                                     | ingen | -0,51 | 0,358   | 0,41           | 4  | 12,25                                    | ingen           | 0,18  | 0,841   | 0,03           |
| Vest                          | Birkelandsvatnet i Grims | 056-26855-L        | 4                                       | 9,2                                     | ingen | 0,10  | 0,857   | 0,02           | 4  | 28,67                                    | ingen           | 0,02  | 0,931   | 0,01           |
| Vest                          | Henangervatnet           | 053-2042-L         | 8                                       | 4,9                                     | ingen | -1,63 | 0,244   | 0,22           | 8  | 8,79                                     | avtagende       | -1,70 | 0,011   | 0,69           |
| Vest                          | Skogseidvatnet           | 053-2043-L         | 8                                       | 5,0                                     | ingen | -0,65 | 0,562   | 0,06           | 8  | 9,3                                      | svakt avtagende | -1,23 | 0,115   | 0,36           |

### 7.3 Oppsummering av tilstand og trender for hele vannregionen

Resultatene for hele vannregionen samlet er basert på data fra 73 innsjøer. Andelen innsjøer i moderat eller dårligere tilstand er 66 % for Tot-P, 45% for Tot-N, 65 % for planteplankton og 50 % for vannplanter (men datagrunnlag fra kun fire innsjøer for vannplanter). Syv innsjøer har mye cyanobakterier, som gir moderat eller dårligere tilstand for Cyanomaks-parameteren.

Mye av datagrunnlaget er begrenset til ett års undersøkelser i perioden 2012–2014, som ble gjort for å få en grov oversikt over situasjonen (K. Hegna pers. medd.). Resultatene indikerer betydelige eutrofieringsproblemer i en stor del av de undersøkte innsjøene, inkludert ekstremt mye cyanobakterier i fire innsjøer i Nordhordland, og bør derfor følges opp med tiltaksrettet overvåking.

Trender i perioden 2009–2020 er analysert for klorofyll og Tot-P fra kun fire innsjøer, da det ikke var nok data for trendanalyser i flere innsjøer. Disse fire innsjøene viser ingen signifikante trender for klorofyll, mens to viser signifikant avtagende trender for Tot-P. Ingen av dem viser stigende trender for Tot-P. Forbedringene i Tot-P kan ha sammenheng med gjennomføring av tiltak for å begrense fosforbelastningen fra fiskeoppdrettsanlegg i henhold til Vann-Nett.

Klimaendringer som gir økt hyppighet av kraftige nedbørsepisoder og varmere vann i innsjøene kan gi økte fosfortilførsler og raskere algevekst. Dette vil kreve fortsatt fokus på tiltak mot avrenning av næringsalter i årene framover.

### 7.4 Resultater fra vannområder med mange eutrofierte innsjøer

Fire vannområder med mange eutrofierte innsjøer er presentert i delkapitlene nedenfor: Nordhordland, Sunnhordland, Vest og Voss-Osterfjorden.

For de øvrige vannområdene (Hardanger, Indre Sogn, Yre Sogn, Nordfjord og Sunnfjord) er det kun funnet maksimum to innsjøer med eutrofieringseffekter på biologien. Resultatene for disse vannområdene er vist i oppsummeringskapitlet ovenfor med detaljer om tilstand for hver innsjø og parameter i Vedlegg A2.

Tilstandsklassifiseringen for mange av innsjøene er basert på en problemkartlegging som ble gjort i august eller september i perioden 2012–2014. I mange tilfeller består datagrunnlaget derfor av kun én observasjon, som gir eksepsjonelt stor usikkerhet i resultatene<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> For planteplankton nEQR er negative verdier rapportert for to innsjøer (Klessvatnet og Lommetjørnet). Disse verdiene er ekskludert fra våre beregninger av middelverdier for denne parameteren i de aktuelle innsjøene.

## 7.4.1 Vannområde Nordhordland



**Vannområde Nordhordland**

**Vannregion:** Vestland

**Fylker:** Vestland (Hordaland, Sogn og Fjordane)

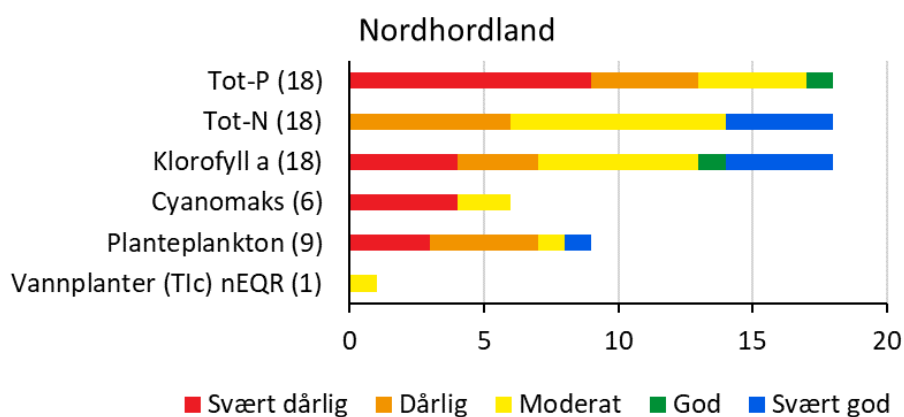
**Kommuner:** Alver, Austerheim, Fedje, Masfjorden, Gulen og Modalen

**Hjemmeside:** <https://www.vannportalen.no/vannregioner/vestland/vassomrade/nordhordaland/om-nordhordland-vassomrade/>

### 7.4.1.1 Tilstand

Tilstanden er klassifisert for 18 innsjøer for Tot-P, Tot-N og klorofyll, cyanobakterier. Tilstanden for cyanobakterier og planteplankton er kun klassifisert i henholdsvis seks og ni innsjøer, mens vannplanter er klassifisert i kun én innsjø. Tre av innsjøene ligger i klimasone skog, mens resten er i lavlandet. Alle er kalkfattige. Syv er humøse og 11 er klare.

De aller fleste innsjøene som er undersøkt er i moderat eller dårligere tilstand for alle parameterne (**Figur 62** og **Tabell 40**). For Tot-N og klorofyll *a* er andelen i moderat eller dårligere tilstand 70–80%, som er noe lavere enn for Tot-P, cyanobakterier og planteplankton, der andelen i moderat eller dårligere tilstand er over 90%. De fleste innsjøene (13 av 18) har lavt Tot-N : Tot-P forhold (< 20), som indikerer nitrogenbegrenset algevekst. Fire av de seks innsjøene med data for cyanobakterier har svært dårlig tilstand for Cyanomaks på grunn av svært høy biomasse.

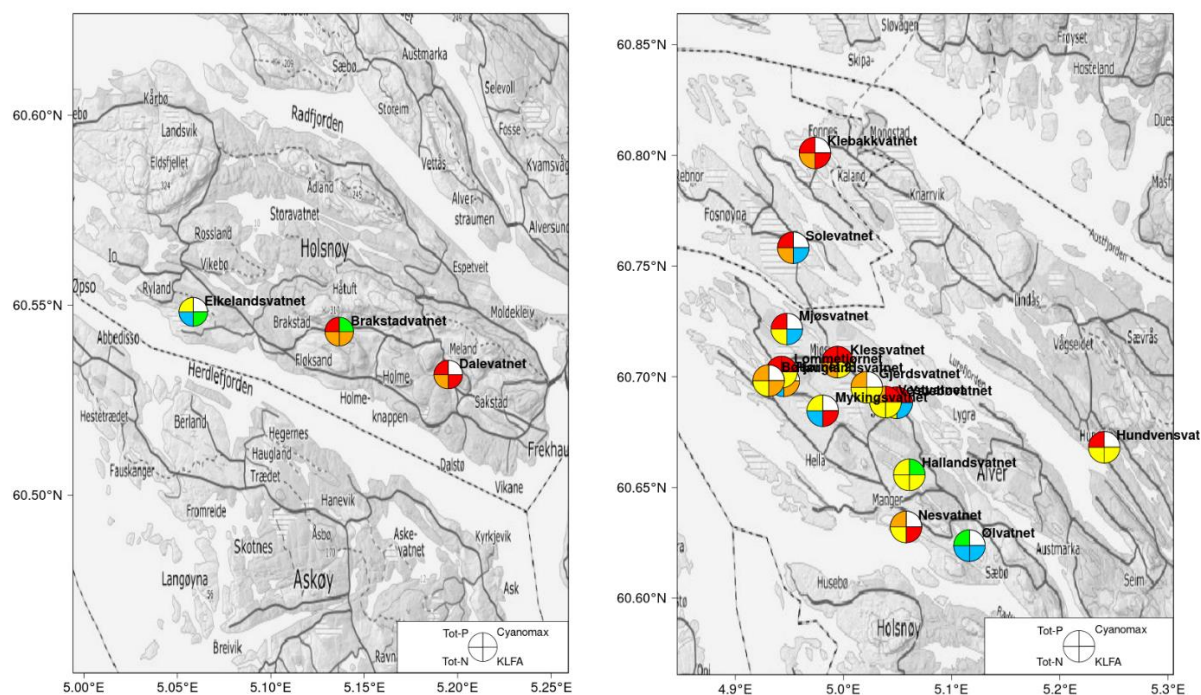


**Figur 62.** Fordeling av antall innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for eutrofieringsparametere i vannområde Nordhordland. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter.

**Tabell 40.** Tilstand i alle innsjøer i vannområde Nordhordland for alle eutrofieringsparameterne.

| Vannforekomst (navn) | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med klorofyll-data i 2009-2019 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll a (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|----------------------|------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Bøtjørnet 2          | 066-142824-L     | L105a             | 1                                   | 27,0         | 480          | 17,0               |                  |                     |                         |                        |
| Brakstadvatnet       | 059-26475-L      | L105a             | 2                                   | 48,6         | 836          | 20,3               | 0,25             | 0,29                |                         |                        |
| Dalevatnet           | 059-176818-L     | L105a             | 1                                   | 48,0         | 940          | 60,0               |                  |                     |                         |                        |
| Eikelandsvatnet      | 059-26461-L      | L105a             | 1                                   | 12,0         | 290          | 5,8                |                  |                     |                         |                        |
| Gjerdsvatnet         | 066-176428-L     | L105a             | 2                                   | 31,0         | 695          | 7,8                |                  |                     |                         |                        |
| Hallandsvatnet       | 066-26329-L      | L206              | 2                                   | 18,1         | 891          | 9,2                | 0,83             | 0,36                |                         |                        |
| Hauglandsvatnet      | 066-26288-L      | L106              | 1                                   | 29,0         | 410          | 31,0               |                  |                     |                         |                        |
| Hundvensvatnet       | 065-26327-L      | L105a             | 2                                   | 47,5         | 575          | 7,2                |                  |                     |                         |                        |
| Klebakkvatnet        | 065-66155-L      | L105a             | 2                                   | 49,5         | 810          | 28,5               |                  |                     |                         |                        |
| Klessvatnet          | 066-26282-L      | L106              | 3                                   | 155,6        | 1210         | 10,2               | 64,15            | 0,14                |                         |                        |
| Lommetjørnet         | 066-26284-L      | L105a             | 2                                   | 114,6        | 950          | 10,0               | 29,23            | 0,31                |                         |                        |
| Mjøsvatnet           | 066-26260-L      | L105a             | 1                                   | 49,0         | 540          | 2,7                |                  |                     |                         |                        |
| Mykingsvatnet        | 066-26300-L      | L106              | 1                                   | 29,0         | 420          | 54,0               |                  |                     |                         |                        |
| Nesvatnet            | 066-26358-L      | L206              | 1                                   | 43,0         | 550          | 60,0               |                  | 0,08                |                         |                        |
| Solevatnet           | 066-26213-L      | L105a             | 2                                   | 130,0        | 1010         | 3,1                |                  | 0,89                |                         |                        |
| Vestvatnet           | 066-26305-L      | L105a             | 2                                   | 30,2         | 708          | 8,4                | 11,95            | 0,33                |                         |                        |
| Ystebøvatnet         | 066-176457-L     | L106              | 2                                   | 142,6        | 876          | 4,1                | 19,43            | 0,15                |                         |                        |
| Ølvatnet             | 066-26360-L      | L206              | 2                                   | 9,2          | 226          | 3,3                |                  | 0,55                | 52                      | 0,56                   |

Den geografiske beliggenheten med tilstandsklasse for parameterne Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks er vist i **Figur 63**.



**Figur 63.** Beliggenhet og tilstand for innsjøer i vannområde Nordhordland for Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks (søndre del til venstre og nordre del til høyre).

### 7.4.1.2 Tidsserier og trender

Ingen innsjøer i vannområde Nordhordland hadde minst fire år med data i perioden 2009-2020.

## 7.4.2 Vannområde Sunnhordland



**Vannområde Sunnhordland**

**Vannregion:** Vestland

**Fylker:** Vestland (Hordaland), Rogaland

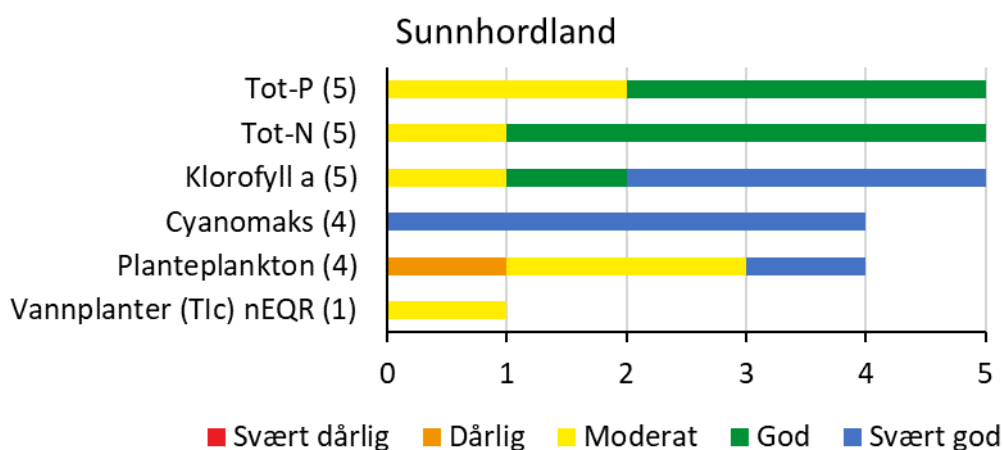
**Kommuner:** Kvinherad, Etne, Tysnes, Fitjar, Stord, Bømlo, Sveio, Vindafjord, Haugesund

**Hjemmeside:** <https://www.vannportalen.no/vannregioner/vestland/vassomrade/sunnhordland/om-sunnfjord-vassomrade/>

### 7.4.2.1 Tilstand

Tilstanden er klassifisert for fem innsjøer for Tot-P, Tot-N og klorofyll. Tilstanden for cyanobakterier og planteplankton er kun klassifisert i fire av disse, mens vannplanter er klassifisert i kun én innsjø. Én av innsjøene ligger i klimasone skog, mens resten er i lavlandet. Fire av innsjøene er kalkfattige, mens én er moderat kalkrik (Storavatnet på Bømlo). Alle de fem innsjøene er klare.

De fleste innsjøene som er undersøkt er i god eller bedre tilstand for alle parameterne (**Figur 64** og **Tabell 41**). Moderat eller dårlig tilstand er rapportert for to innsjøer for Tot-P, én innsjø for Tot-N og for klorofyll, ingen innsjøer for cyanobakterier, tre innsjøer for planteplankton nEQR og den ene innsjøen med data for vannplanter. Alle innsjøene har høyt Tot-N : Tot-P forhold ( $> 20$ ), som indikerer fosforbegrenset algevekst. Alle innsjøene med data har lav biomasse av cyanobakterier og dermed svært god tilstand for Cyanomaks.



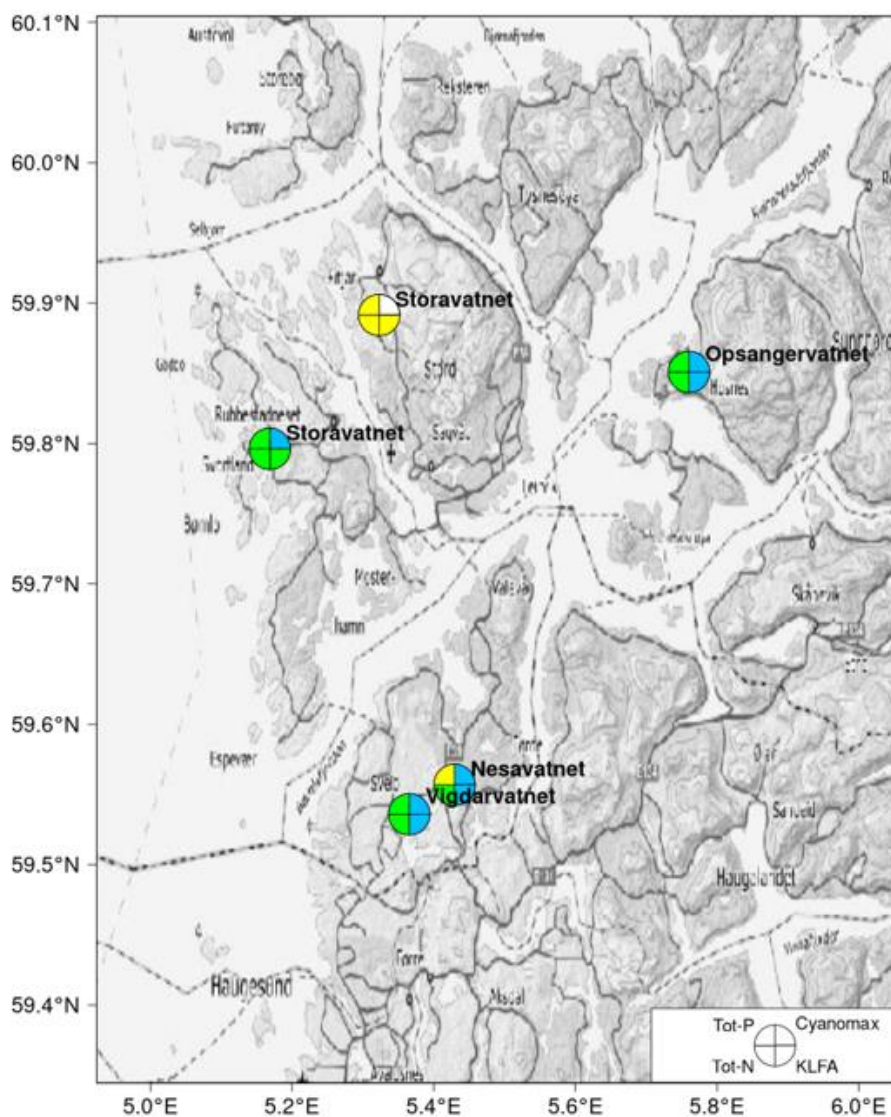
**Figur 64.** Fordeling av innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for eutrofieringsparametere i vannområde Sunnhordland. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter.



**Tabell 41.** Tilstand i alle innsjøer i vannområde Sunnhordland for alle eutrofieringsparameterne.

| Vannforekomst (n) | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med data i perioden 2009-2019 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll <i>a</i> (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|-------------------|------------------|-------------------|------------------------------------|--------------|--------------|---------------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
|                   | Nesavatnet       | 041-22482-L       | L105a                              | 1            | 15,5         | 423                       | 4,0              | 0,05                | 0,38                    |                        |
|                   | Opsangervatnet   | 042-1488-L        | L202d                              | 1            | 6,3          | 396                       | 0,9              | 0,16                | 0,91                    |                        |
|                   | Storavatnet      | 043-22224-L       | L107                               | 2            | 10,1         | 671                       | 6,6              | 0,00                | 0,52                    | 19                     |
|                   | Storavatnet      | 044-1492-L        | L102d                              | 2            | 10,7         | 428                       | 4,2              |                     |                         |                        |
|                   | Vigdarvatnet     | 041-1476-L        | L105a                              | 1            | 8,8          | 389                       | 2,5              | 0,10                | 0,45                    |                        |

Den geografiske beliggenheten med tilstandsklasse for parameterne Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks er vist i **Figur 65**.

**Figur 65.** Beliggenhet og tilstand for innsjøer i vannområde Sunnhordland for Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks.

### 7.4.2.2 Tidsserier og trender

Ingen innsjøer i vannområde Sunnhordland hadde tilstrekkelige data for trend-analyser, som krever minimum 4 år med data i perioden 2009-2020.

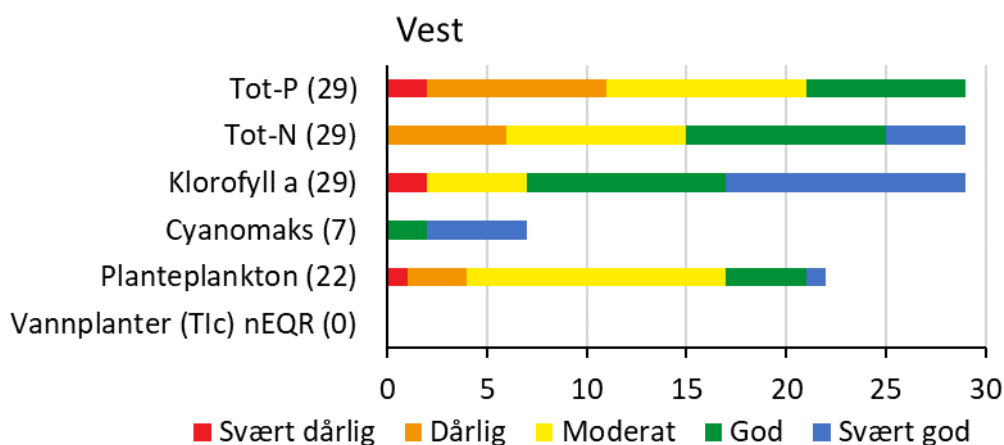
### 7.4.3 Vannområde Vest

|   |  |
|---|--|
|  | <b>Vannområde Vest</b>   |
|   | <b>Vannregion:</b> Vestland  |
|   | <b>Fylker:</b> Vestland (Hordaland)  |
|   | <b>Kommuner:</b> Øygarden, Askøy, Bergen, Austevoll, Bjørnafjorden, Samnanger, Kvam, Vaksdal og Kvinnherad.  |
|   | <b>Hjemmeside:</b> <a href="https://www.vannportalen.no/vannregioner/vestland/vassomrade/vest">https://www.vannportalen.no/vannregioner/vestland/vassomrade/vest</a> |

#### 7.4.3.1 Tilstand

Tilstanden er klassifisert for 29 innsjøer for Tot-P, Tot-N og klorofyll (**Tabell 42** og **Figur 66**). Tilstanden for cyanobakterier og planteplankton er klassifisert i henholdsvis syv og 22 innsjøer, mens vannplanter ikke er klassifisert i noen av disse innsjøene. Fem av innsjøene ligger i klimasone skog, mens resten er i lavlandet. De fleste er kalkfattige og klare, men ti innsjøer er moderat kalkrike. Kun fire innsjøer er humøse.

Mange av innsjøene ligger i Bergen kommune og er omgitt av urbane strøk. Avløpsvann er oppgitt som den viktigste påvirkningen i dette vannområdet ([Vannstatistikk \(vann-nett.no\)](#)), men også jordbruk er oppgitt som en viktig påvirkning (markert med rødt i Vann-nett-tabellen over påvirkninger). Enkelte av innsjøene i dette vannområdet er klart påvirket av fiskeoppdrett (Johnsen og Wathne 2020), f.eks. Henangervatnet og Skogseidvatnet.



**Figur 66.** Fordeling av innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for eutrofieringsparametere i vannområde Vest. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter.

Resultatene viser moderat eller dårligere tilstand for Tot-P i 21 innsjøer (72%), for Tot-N i 15 innsjøer (52%) og for klorofyll *a* i syv innsjøer (24%). Nitrogenbegrensning er sannsynlig i seks av innsjøene (Tot-N/Tot-P-forhold < 20), og fem av disse har moderat eller dårligere tilstand for Tot-P. Alle de syv innsjøene med data rapportert for cyanobakterier viser svært god eller god tilstand for Cyanomaks, mens planteplankton nEQR viser vesentlig dårligere tilstand enn både klorofyll og Cyanomaks med 17 (77 %) av 22 innsjøer i moderat eller dårligere tilstand. Tilstanden for planteplankton nEQR er dermed i bedre samsvar med tilstanden for Tot-P enn med klorofyll *a* og cyanobakterier. Dette tyder på at andre arter av planteplankton enn cyanobakterier er utslagsgivende for tilstanden for Planteplankton nEQR i mange av innsjøene.

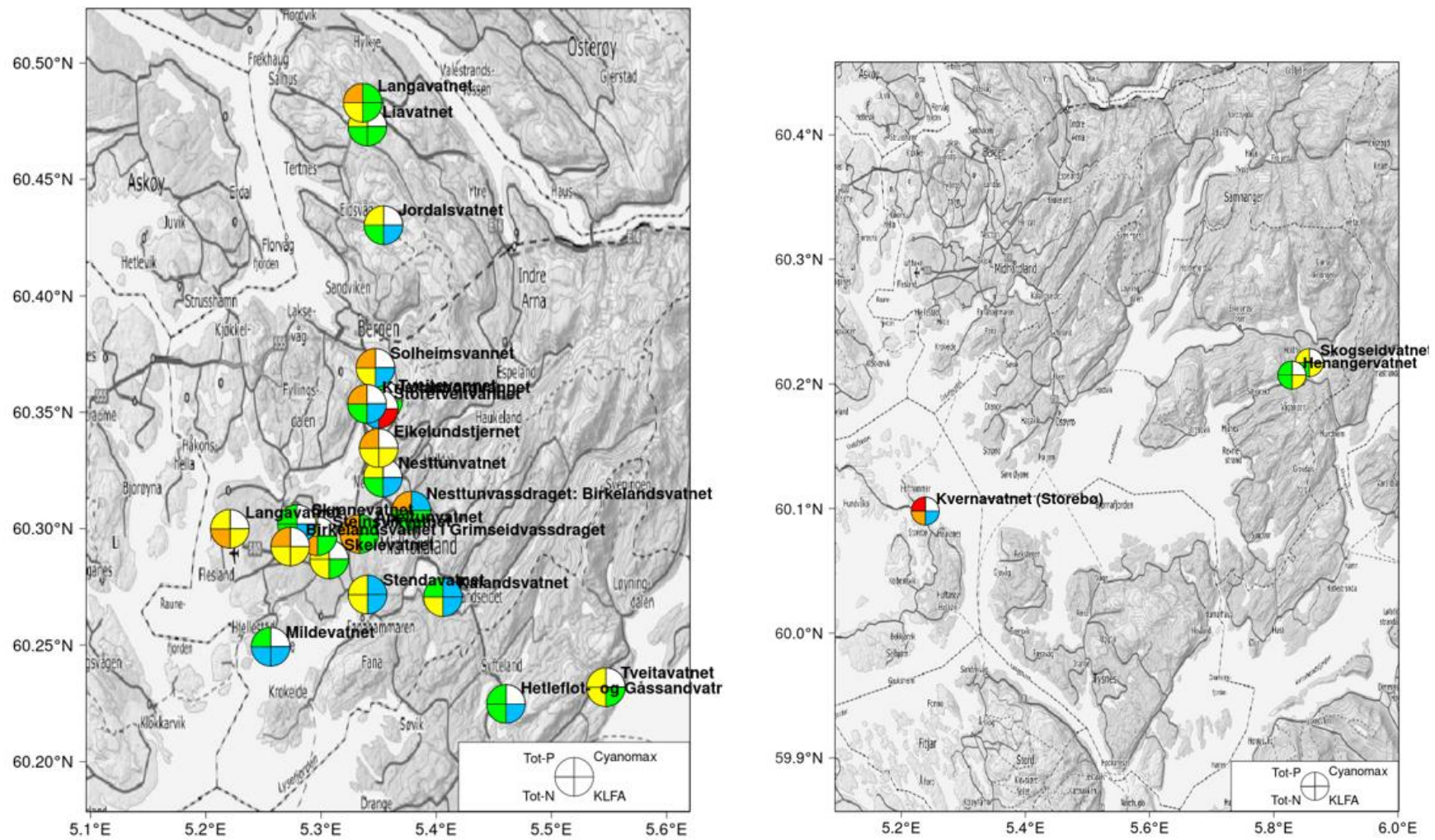
Datagrunnlaget er tynt for de fleste innsjøene som kun er undersøkt i ett år i forbindelse med en problemovervåking i 2016 eller tidligere (**Tabell 42**). For disse anses resultatene som svært usikre. Noen få innsjøer har flere års overvåking og dermed mer pålitelige resultater, f.eks. Henangervatnet og Skogseidvatnet som har åtte års data for næringsalter og klorofyll.

**Tabell 42.** Tilstand i alle innsjøer i vannområde Vest for alle eutrofieringsparameterne. Vannplanteresultater er ikke vist på grunn av manglende data.

| Vannforekomst (navn)                  | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med klorofyll data i 2009-2019 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll <i>a</i> (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR |
|---------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|---------------------------|------------------|---------------------|
| Apeltunvatnet                         | 056-26851-L      | L105a             | 1                                   | 24,8         | 795          | 5,2                       | 0,25             |                     |
| Birkelandsvatnet i Grimseidvassdraget | 056-26855-L      | L105a             | 4                                   | 28,7         | 656          | 9,2                       |                  | 0,49                |
| Eikedalsvatnet                        | 055-26704-L      | L202d             | 1                                   | 9,8          | 164          | 1,0                       |                  |                     |
| Eikelundstjernet                      | 056-144300-L     | L109              | 1                                   | 29,8         | 910          | 11,3                      |                  | 0,39                |
| Frølandsvatnet                        | 055-26719-L      | L102c             | 1                                   | 14,0         | 168          | 0,9                       |                  |                     |
| Hauglandsvatnet                       | 055-26854-L      | L102d             | 1                                   | 7,2          | 262          | 2,9                       |                  | 0,60                |
| Henangervatnet                        | 053-2042-L       | L105b             | 8                                   | 8,8          | 256          | 4,9                       |                  | 0,54                |
| Hetleflot- og Gåssandvatnet           | 055-2056-L       | L105a             | 1                                   | 8,0          | 328          | 2,5                       |                  | 0,62                |
| Iglevann                              | 056-144402-L     | L202d             | 1                                   | 43,2         | 740          | 23,9                      | 0,00             |                     |
| Jordalsvatnet                         | 056-26629-L      | L105a             | 2                                   | 14,4         | 368          | 3,4                       |                  |                     |
| Kalandsvatnet                         | 056-2057-L       | L105a             | 1                                   | 10,8         | 477          | 1,6                       | 0,00             | 0,76                |
| Kristianborgvannet                    | 056-26750-L      | L107              | 1                                   | 28,7         | 538          | 5,7                       |                  | 0,55                |
| Kvernavatnet (Storebø)                | 054-27016-L      | L105a             | 1                                   | 85,8         | 1173         | 3,5                       |                  | 0,83                |
| Langavatnet                           | 056-26819-L      | L105b             | 2                                   | 13,8         | 738          | 4,7                       |                  |                     |
| Langavatnet                           | 056-26553-L      | L105a             | 1                                   | 25,2         | 549          | 4,0                       | 0,25             | 0,34                |
| Liavatnet                             | 056-26581-L      | L107              | 1                                   | 18,5         | 470          | 7,4                       |                  | 0,42                |
| Mildevatnet                           | 056-144536-L     | L106              | 1                                   | 13,8         | 353          | 4,4                       |                  | 0,57                |
| Nesttunvassdraget: Birkelandsvatnet   | 056-26823-L      | L205              | 1                                   | 19,0         | 388          | 3,7                       | 0,03             |                     |
| Nesttunvatnet                         | 056-66172-L      | L107              | 1                                   | 22,0         | 538          | 4,2                       |                  | 0,62                |
| Orrtuvatnet                           | 056-26765-L      | L202d             | 1                                   | 21,7         | 738          | 2,1                       | 0,01             | 0,52                |
| Skeievatnet                           | 056-26868-L      | L108              | 1                                   | 29,5         | 980          | 10,2                      |                  | 0,42                |
| Skogseidvatnet                        | 053-2043-L       | L105b             | 8                                   | 9,3          | 276          | 5,0                       |                  | 0,54                |
| Skranevatnet                          | 056-26838-L      | L107              | 1                                   | 14,0         | 542          | 2,9                       |                  | 0,64                |
| Solheimsvannet                        | 056-26725-L      | L208              | 1                                   | 32,7         | 768          | 4,8                       |                  | 0,59                |
| Steinsvikvatnet                       | 056-144401-L     | L108              | 1                                   | 24,7         | 1533         | 8,5                       |                  | 0,48                |
| Stendavatnet                          | 056-26887-L      | L105a             | 1                                   | 16,3         | 571          | 3,3                       | 0,11             | 0,36                |
| Storetveitvannet                      | 056-144263-L     | L107              | 1                                   | 40,8         | 367          | 38,5                      |                  | 0,18                |
| Tveitvatnet                           | 055-26939-L      | L105b             | 1                                   | 12,3         | 422          | 3,3                       |                  | 0,50                |
| Tveitevannet                          | 056-26747-L      | L107              | 1                                   | 13,5         | 767          | 6,1                       |                  | 0,52                |

Én innsjø, Kvernavatnet på Storebø, har tilsynelatende ingen effekt av svært høye konsentrasjoner av både Tot-P (86 µg/l) og Tot-N (1173 µg/l). Både klorofyll og planteplankton nEQR viser svært god tilstand, mens næringssaltene viser svært dårlig tilstand for Tot-P og dårlig tilstand for Tot-N. Årsaken til tilsynelatende manglende effekt av næringssaltene er uklar. Innsjøen er svært liten (0,1 km<sup>2</sup>) og kan ha kort oppholdstid på vannmassene, men så høye konsentrasjoner av næringssalter burde likevel hatt en biologisk effekt. Datagrunnlaget som er rapportert til Vannmiljø er fra 2009, og ble lastet ned for arbeid med denne rapporten i juni 2021. Kommentarer til påvirkningene på denne innsjøen i Vannnett viser stor påvirkning fra skogbruk og fra regnbueørret etter oppdrettsaktivitet, som nå er avviklet. Punktutslipp av kommunalt avløpsvann uten rensning oppgis som en middels viktig påvirkning. I kommentaren som er fra november 2018 står det at innsjøen har store problemer med blågrønnalger, noe som tyder på at nyere data finnes tilgjengelig lokalt. Slike effekter må eventuelt ha oppstått etter 2009, da dette ville gitt dårlig tilstand for klorofyll og planteplankton nEQR.

Den geografiske beliggenheten med tilstandsklasse for parameterne Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks er vist i **Figur 67**.

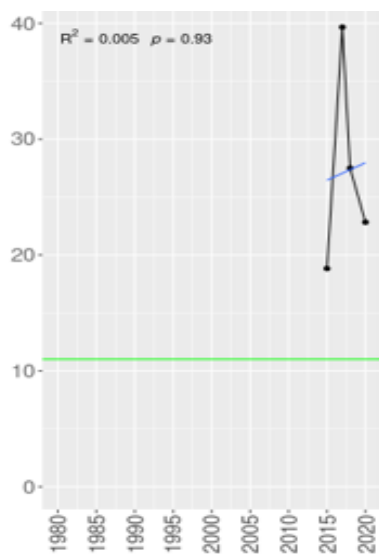


Figur 67. Beliggenhet og tilstand for innsjøer i vannområde Vest for Tot-P, Tot-N, klorofyll a og Cyanomaks (nordre del venstre og søndre del høyre).

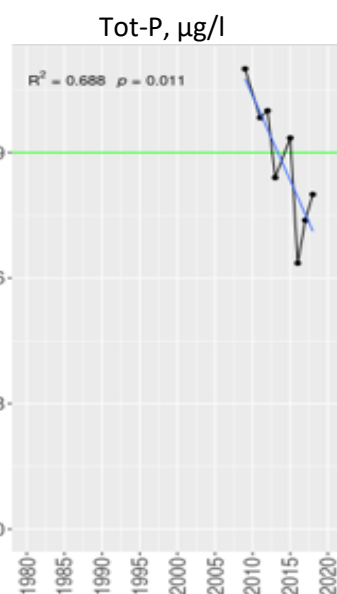
### 7.4.3.2 Tidsserier og trender

Tidsserier og trender er vist i **Figur 68** og **Tabell 43** for de tre innsjøene som hadde minst fire års data etter 2008. Data fra Henangervatnet og Skogseidvatnet var kun tilgjengelig i Vannmiljø fram til 2018 da de ble lastet ned for bruk i dette prosjektet (juni 2021). Data fra Johnsen og Wathne (2020) viser høyere verdier av begge parameterne i 2019.

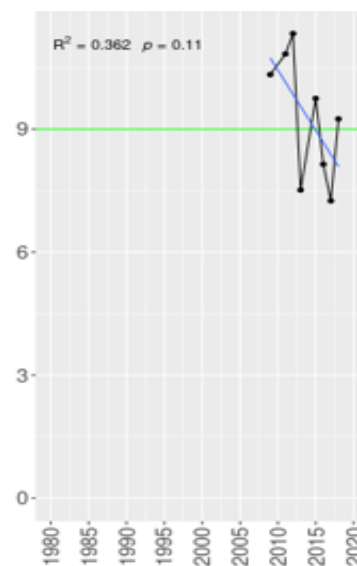
Birkelandsvatnet i Grimseid-  
vassdraget (056-26855-L)



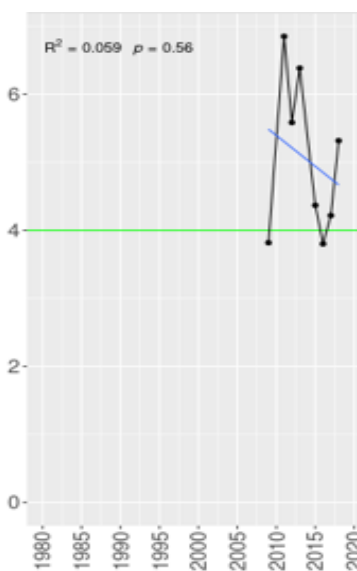
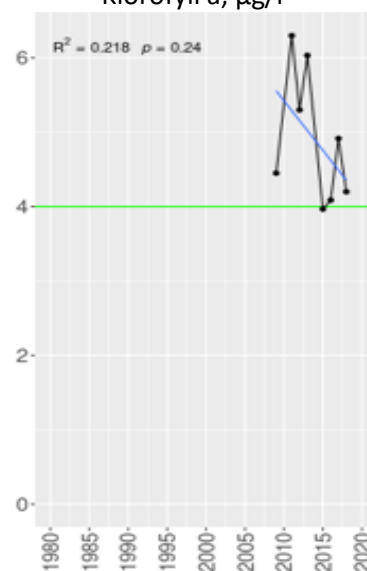
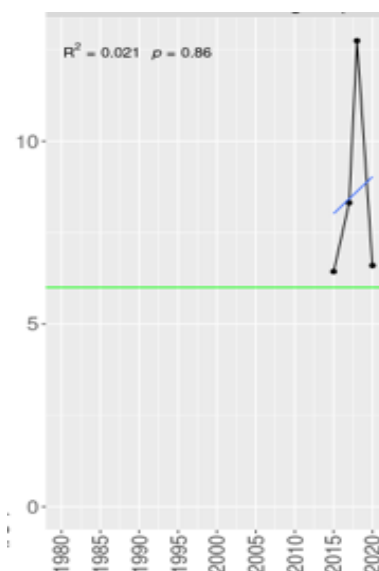
Henangervatnet (053-2042-L)



Skogseidvatnet (053-2043-L)



Klorofyll a, µg/l



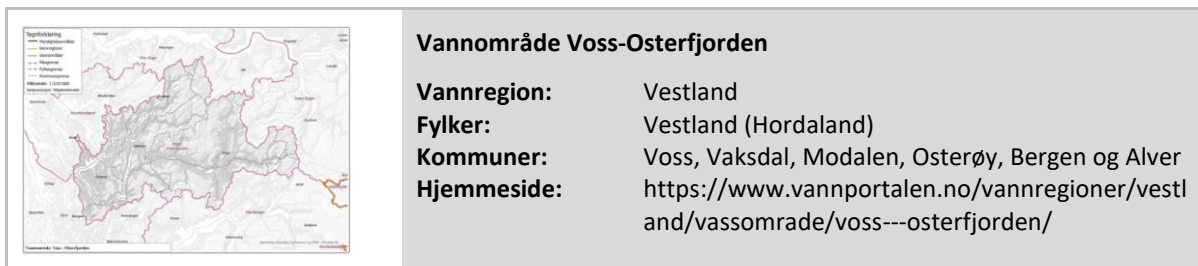
**Figur 68.** Tidsserier for innsjøer med minst fire års data fra vannområde Vest. Grønne linjer angir god/moderat grensen for den aktuelle vanntypen for hver innsjø.

**Tabell 43.** Tilstand og trender for klorofyll *a* (Klfa) og total fosfor (Tot-P) for alle innsjøer i vannområde Vest med minst 4 års data i perioden 2009–2020.

| Vannforekomst                         |                    | Klorofyll <i>a</i> resultater           |   |       |       |         |                | Tot-P resultater                         |  |                 |       |         |                |
|---------------------------------------|--------------------|---|---|-------|-------|---------|----------------|--|--|-----------------|-------|---------|----------------|
| Vannforekomstnavn                     | Vannforekomst-kode | Antall år med data for Klfa (2009-2019) | Middelverdi for Klfa (µg/l) (2009-2019) | Trend | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med data for Tot-P (2009-2019) | Middelverdi for Tot-P (µg/l) (2009-2019) | Trend           | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> |
| Birkelandsvatnet i Grimseidvassdraget | 056-26855-L        | 4                                       | 9,17                                    | ingen | 0,10  | 0,857   | 0,02           | 4  | 28,67                                    | ingen           | 0,02  | 0,931   | 0,01           |
| Henangervatnet                        | 053-2042-L         | 8                                       | 4,91                                    | ingen | -1,63 | 0,244   | 0,22           | 8  | 8,79                                     | avtagende       | -1,70 | 0,011   | 0,69           |
| Skogseidvatnet                        | 053-2043-L         | 8                                       | 5,04                                    | ingen | -0,65 | 0,562   | 0,06           | 8  | 9,3                                      | svakt avtagende | -1,23 | 0,115   | 0,36           |

Ingen trender ble funnet for klorofyll *a* i disse tre innsjøene, men for Tot-P ble en klart avtagende trend funnet i Henangervatnet og en svakt avtagende trend i Skogseidvatnet. I begge disse innsjøene har Tot-P gått fra konsentrasjoner litt over miljømålet (9 µg/l) til litt under miljømålet i perioden 2009–2018, som var det siste året med data i Vannmiljø, da de ble lastet ned for bruk i dette prosjektet i juni 2021. Data fra 2019 viser imidlertid en høyere fosforkonsentrasjon enn i de fleste tidligere årene (Johnsen og Wathne, 2020), som kunne ha gitt en ikke-signifikant trend for Tot-P, dersom 2019 dataene hadde vært tilgjengelige i Vannmiljø tidligere. Tilsvarende data for klorofyll *a* viser også høyere verdier i 2019 enn på mange år i Johnsen og Wathne (2020), men det tvilsomt om dette ville endret bildet med ingen trend i begge innsjøene for klorofyll. Stigningstallet kunne imidlertid gått fra negativ til nær null. Både Henangervatnet og Skogseidvatnet er påvirket av næringsalter fra fiskeoppdrett. Ifølge Vannnett er det foreslått og planlagt utslippsreducerende tiltak i akvakulturnæringen i disse innsjøene, noe som trolig er viktig for å forbedre tilstanden eller i hvert fall unngå forverring.

## 7.4.4 Vannområde Voss-Osterfjorden

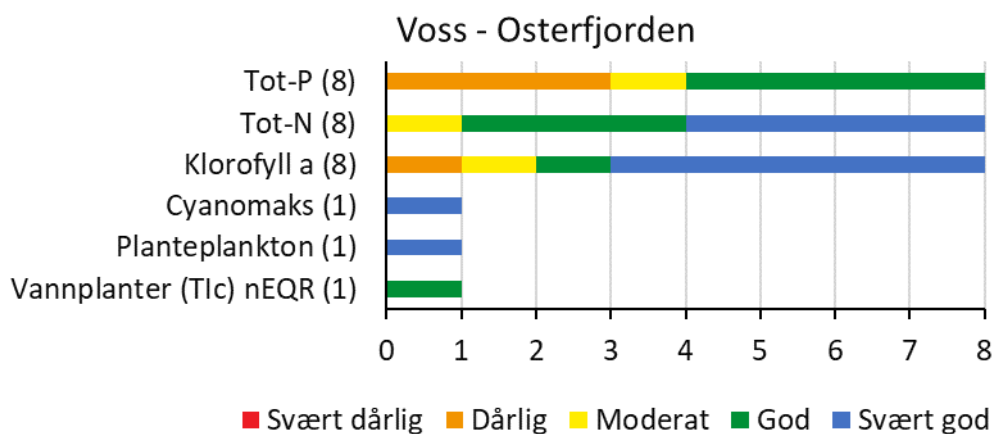


### 7.4.4.1 Tilstand

Tilstanden er klassifisert for åtte innsjøer for Tot-P, Tot-N og klorofyll. Tilstanden for cyanobakterier, planteplankton og vannplanter er kun klassifisert i én av disse (Vangsvatnet, som er med i ØKOSTOR). Tre av innsjøene ligger i klimasone skog, mens resten er i lavlandet. Alle innsjøene er kalkfattige, og syv er klare, mens én er humøs (type L106).

De fleste innsjøene som er undersøkt er i god eller bedre tilstand for alle parameterne (**Figur 69** og **Tabell 44**). Moderat eller dårlig tilstand er rapportert for fire innsjøer for Tot-P, én innsjø for Tot-N og to for klorofyll. Tilstanden for cyanobakterier, planteplankton nEQR er svært god og god for vannplanter i den ene innsjøen med data for de biologiske parameterne. Fem av innsjøene har lavt Tot-N : Tot-P forhold (< 20), som indikerer nitrogenbegrenset algevekst.

Påvirkningene som er registrert i Vann-nett for innsjøene med moderat eller dårligere tilstand for de eutrofieringsrelevante parameterne er primært avrenning fra husdyrhold og spredt avløp ([Vannstatistikk \(vann-nett.no\)](http://vannstatistikk.vann-nett.no)).



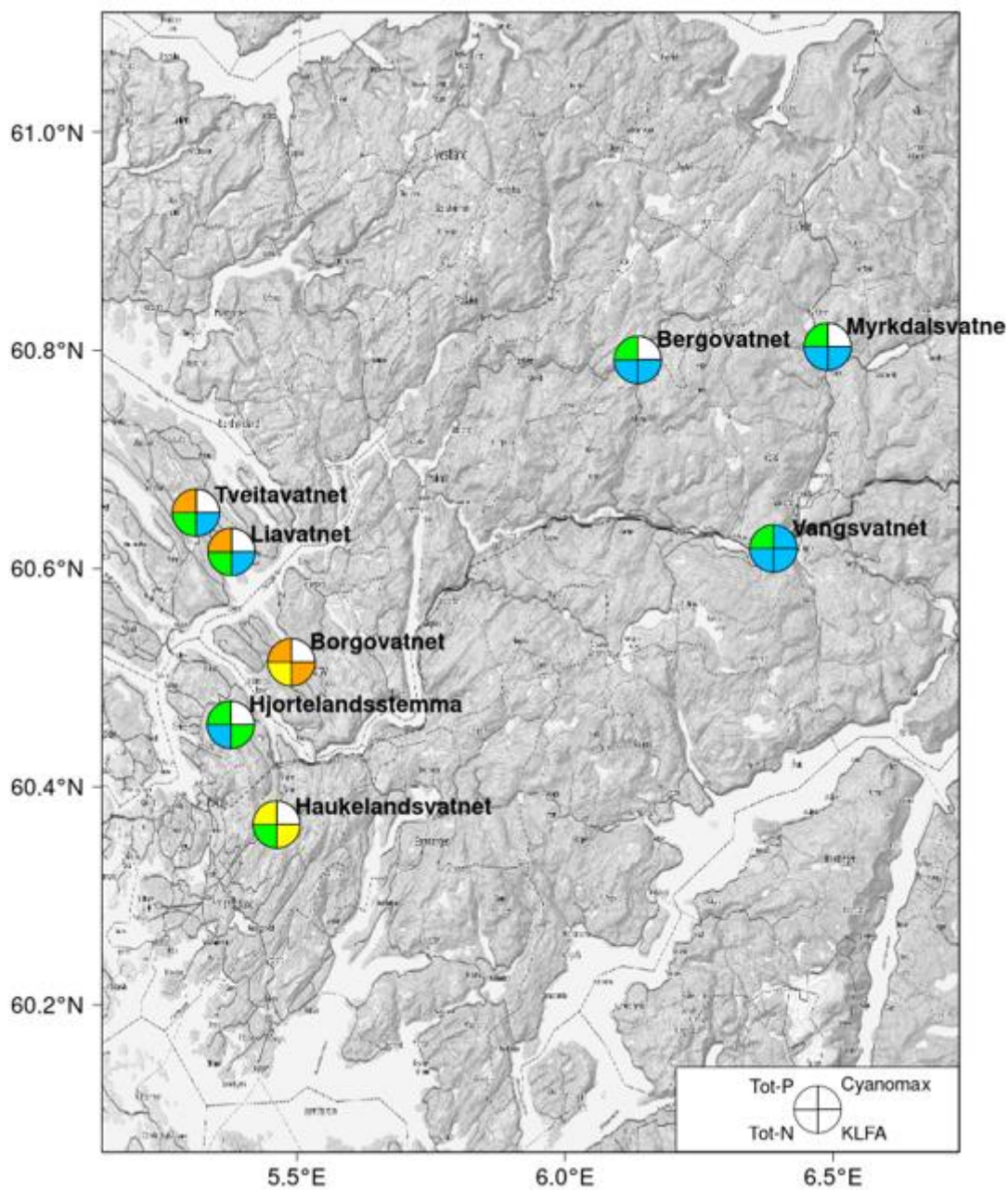
**Figur 69.** Fordeling av innsjøer i forskjellige tilstandsklasser for eutrofieringsparametere i vannområde Voss-Osterfjorden. Antall innsjøer med data er vist i parentes bak hver parameter.



**Tabell 44.** Tilstand i alle innsjøer i vannområde Voss-Osterfjorden for alle eutrofieringsparameterne.

| Vannforekomst (navn) | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med klorofyll-data i 2009-2020 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll a (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|----------------------|------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Bergovatnet          | 063-26212-L      | L202d             | 1                                   | 6,9          | 116          | 1,0                |                  |                     |                         |                        |
| Borgovatnet          | 060-26515-L      | L102d             | 1                                   | 18,7         | 547          | 12,5               |                  |                     |                         |                        |
| Haukelandsvatnet     | 061-2075-L       | L205              | 1                                   | 16,8         | 300          | 5,8                |                  |                     |                         |                        |
| Hjortelandsstemma    | 061-26601-L      | L106              | 1                                   | 12,5         | 297          | 6,0                |                  |                     |                         |                        |
| Liavatnet            | 064-26377-L      | L105a             | 1                                   | 24,8         | 408          | 3,2                |                  |                     |                         |                        |
| Myrkdalsvatnet       | 062-2091-L       | L201c             | 1                                   | 7,8          | 116          | 1,3                |                  |                     |                         |                        |
| Tveitvatnet          | 064-26332-8-L    | L105a             | 1                                   | 24,2         | 325          | 3,1                |                  |                     |                         |                        |
| Vangsvatnet          | 062-2085-L       | L105a             | 3                                   | 8,0          | 174          | 1,8                | 0,00             | 0,91                | 64                      | 0,64                   |

Den geografiske beliggenheten med tilstandsklasse for parameterne Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks er vist i **Figur 70**.



**Figur 70.** Beliggenhet og tilstand for innsjøer i vannområde Voss-Osterfjorden for Tot-P, Tot-N, klorofyll *a* og Cyanomaks.

#### 7.4.4.2 Tidsserier og trender

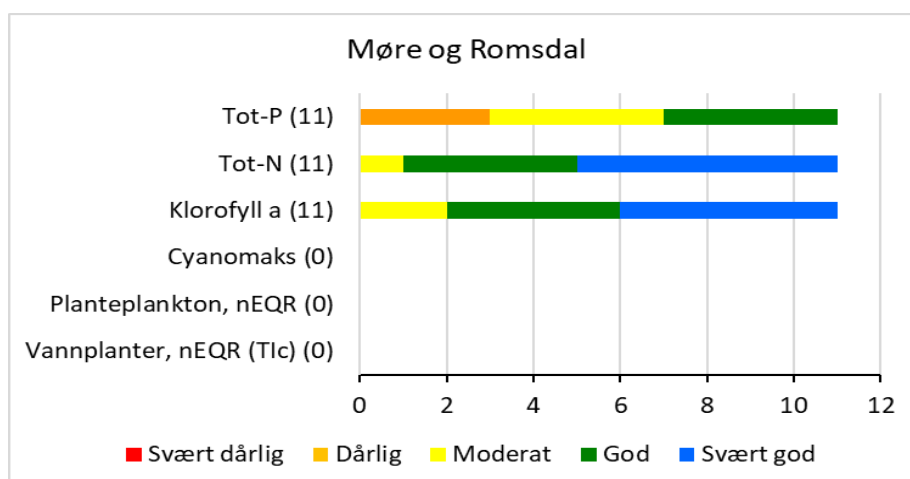
Ingen innsjøer i vannområde Voss-Osterfjorden hadde tilstrekkelige data for trend-analyser, som krever minimum fire år med data i perioden 2009-2020.

## 8 Vannregion Møre og Romsdal

### 8.1 Dagens tilstand i vannregionen

Den økologiske tilstanden er klassifisert for 11 innsjøer med relevante data i perioden 2009–2020 for parameterne total fosfor (Tot-P), Tot-N og klorofyll. Datagrunnlaget er svakt, da disse parameterne kun er rapportert for ett år basert på en problemkartlegging i 2011 eller 2013. Data mangler for de andre biologiske parameterne (**Figur 71** og **Tabell 45**). Relevante data er tilgjengelig fra fire av totalt fem vannområder.

Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ikke inkludert da det antas at disse ikke er eutrofiert. For vannområde Nordre Sunnmøre er alle innsjøene med data rapportert for Tot-P i svært god tilstand for den parameteren, og dette vannområdet kommer derfor ikke med i resultatene fra vannregion Møre og Romsdal. Alle innsjøene ligger i lavlandet og de fleste er humøse og kalkfattige (type L106), men noen er moderat kalkrike og humøse (type L108).



**Figur 71.** Økologisk tilstand fordelt på tilstandsklasser for de eutrofieringsrelevante parameterne i alle innsjøer med relevante data fra ett eller flere år i perioden 2009–2020 i vannregion Møre og Romsdal. Totalt antall innsjøer er gitt i parentes bak hver parameter. Merk: Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ekskludert fra alle analyser.

Resultatene for hele vannregionen samlet viser at syv innsjøer (64%) er i moderat eller dårligere tilstand for Tot-P<sup>12</sup>. For Tot-N var kun én innsjø i moderat eller dårligere tilstand. Kun to (18 %) av de 11 innsjøene var i moderat eller dårligere tilstand for klorofyll. Resultatene kan tyde på nitrogenbegrensning da Tot-P/Tot-N-forholdet er lavt (< 20) i ca. halvparten av innsjøene. En mulig forklaring på den vesentlig dårligere tilstanden for Tot-P enn for Tot-N og klorofyll kan være usikkerhet i Tot-P dataene. Disse dataene viser usannsynlig store variasjoner fra en måned til en annen i de fleste av de innsjøene som tilsynelatende er i moderat eller dårlig tilstand for Tot-P.

<sup>12</sup> Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ikke med i datagrunnlaget, se pkt. 2.2.1, prikkpunkt 3.

**Tabell 45.** Oversikt over middelveier for perioden 2009–2020 for alle innsjøer i vannregion Møre og Romsdal med eutrofieringsrelevante data.

| Vannområde      | Vannforekomst (navn)        | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med klorofyll data 2009-2020 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll a (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tic-verdi) | Vannplanter nEQR (Tic) |
|-----------------|-----------------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Nordre Nordmøre | Bergemsvatnet               | 111-2148-L       | L108              | 1                                 | 46,0         | 492          | 8,0                |                  |                     |                         |                        |
|                 | Grimstadvatnet (Storvatnet) | 111-36633-L      | L106              | 1                                 | 22,2         | 548          | 1,1                |                  |                     |                         |                        |
|                 | Hanemsvatnet                | 111-2149-L       | L105b             | 1                                 | 8,0          | 225          | 3,5                |                  |                     |                         |                        |
| Søre Nordmøre   | Hosetvatnet                 | 110-36683-L      | L108              | 1                                 | 45,5         | 620          | 19,3               |                  |                     |                         |                        |
|                 | Lyngstadvatnet              | 108-31123-L      | L106              | 1                                 | 25,0         | 438          | 6,5                |                  |                     |                         |                        |
|                 | Nåsavatnet                  | 108-2009-L       | L108              | 1                                 | 35,1         | 481          | 3,6                |                  |                     |                         |                        |
|                 | Vassgardvatnet              | 108-31148-L      | L106              | 1                                 | 11,0         | 220          | 4,6                |                  |                     |                         |                        |
| Romsdal         | Fosterlågen                 | 105-2002-L       | L106              | 1                                 | 15,9         | 245          | 2,1                |                  |                     |                         |                        |
|                 | Hostadvatnet                | 107-2008-L       | L107              | 1                                 | 28,0         | 605          | 6,5                |                  |                     |                         |                        |
| Søre Sunnmøre   | Grimstadvatnet              | 096-30918-L      | L106              | 1                                 | 13,0         | 410          | 4,7                |                  |                     |                         |                        |
|                 | Hjørungsdalsvatnet          | 096-30922-L      | L106              | 1                                 | 18,8         | 663          | 12,8               |                  |                     |                         |                        |

Tilstanden for Tot-P anses derfor som usikker i flere av innsjøene som er klassifisert i moderat eller dårlig tilstand for næringsalter, men har svært god eller god tilstand for Tot-N og klorofyll. Dette gjelder f.eks. Bergemsvatnet og Grimstadvatnet (Storvatnet) i Nordre Nordmøre, Nåsavatnet i Søre Nordmøre og Hostadvatnet i Romsdal. Generelt kan moderat eller dårligere tilstand for Tot-P (og evt. Tot-N) kombinert med svært god tilstand for klorofyll a være reelt dersom innsjøene har svært kort oppholdstid på vannmassene eller dersom de har mye vannplanter som konkurrerer med planteplanktonet om næringsaltene. Vannplanter bør derfor undersøkes i flere av disse innsjøene, og særlig i Grimstadvatnet, da foreløpig informasjon tilsier at dette er en innsjø med rik undervannsvegetasjon.

Den geografiske beliggenheten og tilstanden er vist i **Figur 72** for alle innsjøene i hvert av de fire vannområdene med relevante data.

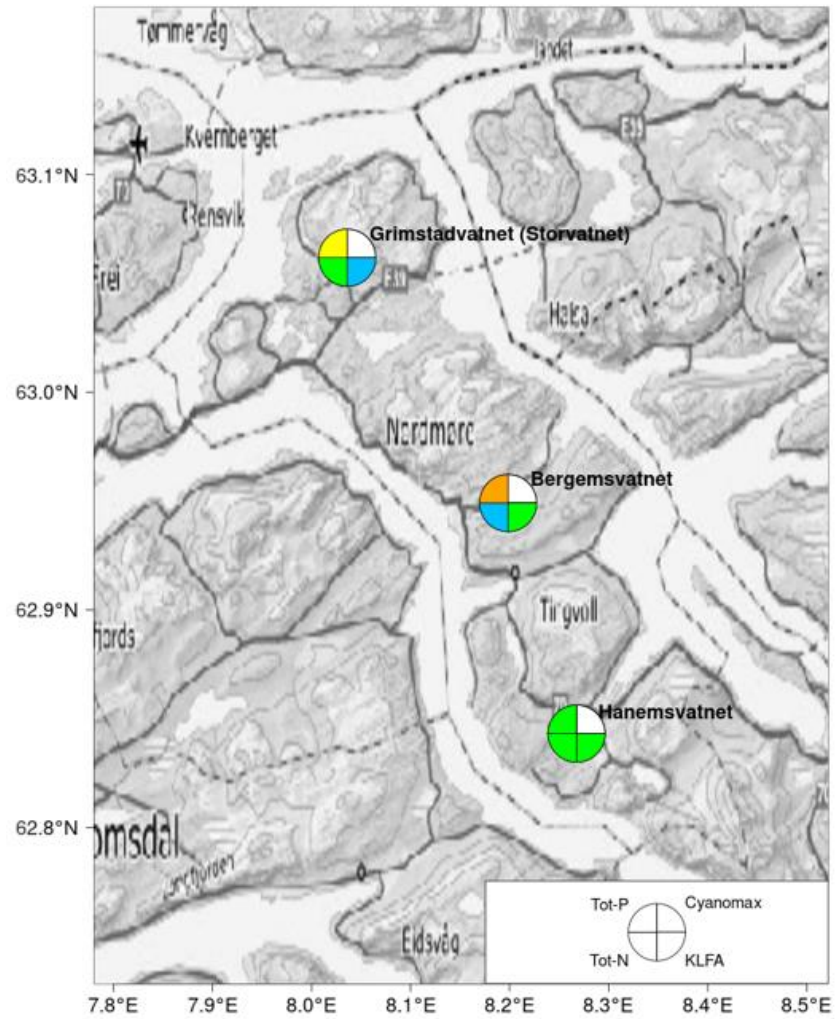
Påvirkning fra jordbruk og avløp er rapportert å være stor i bare tre innsjøer (Fosterlågen, Hostadvatnet og Nesvatnet), men kun de to første av disse har relevante data rapportert til Vannmiljø. For Fosterlågen tyder resultatene i **Tabell 45** på ubetydelige effekter av denne påvirkningen, da ingen av de rapporterte parameterne er i moderat eller dårligere tilstand. For Hostadvatnet har påvirkningen en tydelig effekt på Tot-P, som er i dårlig tilstand, men for øvrig er effektene små, da klorofyll er i god tilstand. Datagrunnlaget for klassifiseringen er imidlertid meget tynt og er fra ett år i perioden 2011–2013, da en problemkartlegging ble gjennomført.

Ytterligere 25 innsjøer er rapportert med middels påvirkning fra jordbruk og avløp i Vann-nett. Eutrofieringseffekter kan derfor være sannsynlig i flere innsjøer enn de som er overvåket og rapportert til Vannmiljø, eller påvirkningen kan være feilvurdert.

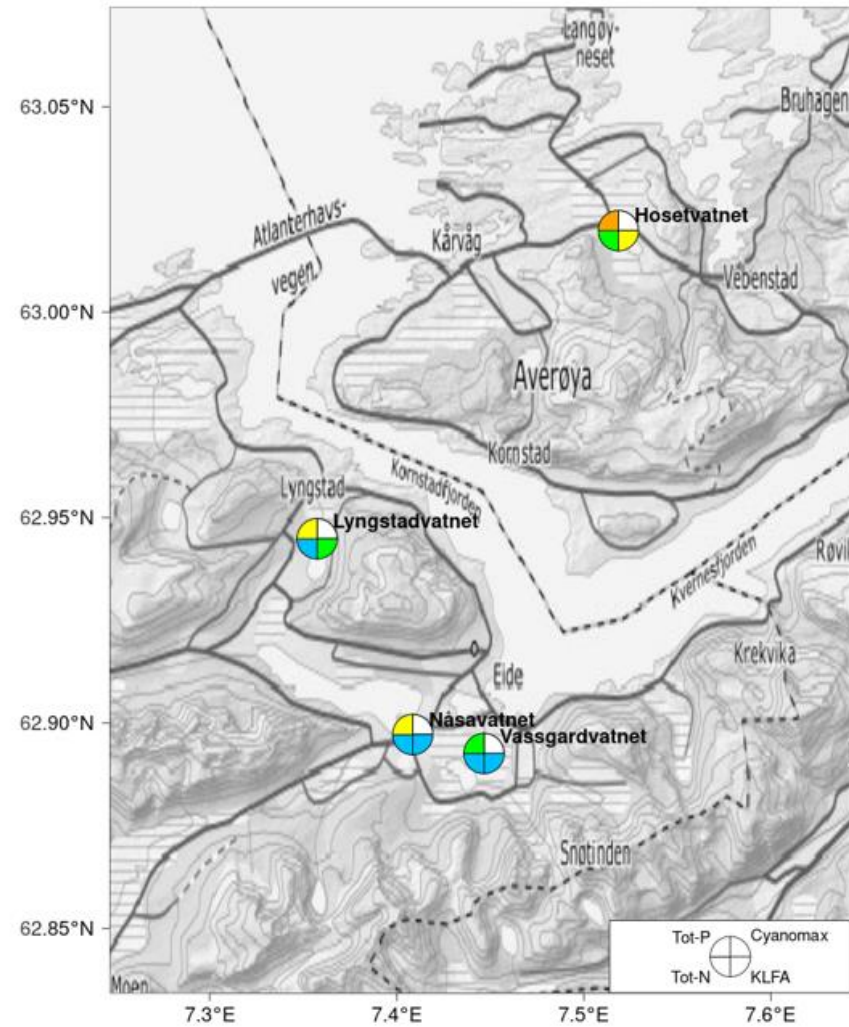
## 8.2 Trender for klorofyll og total fosfor

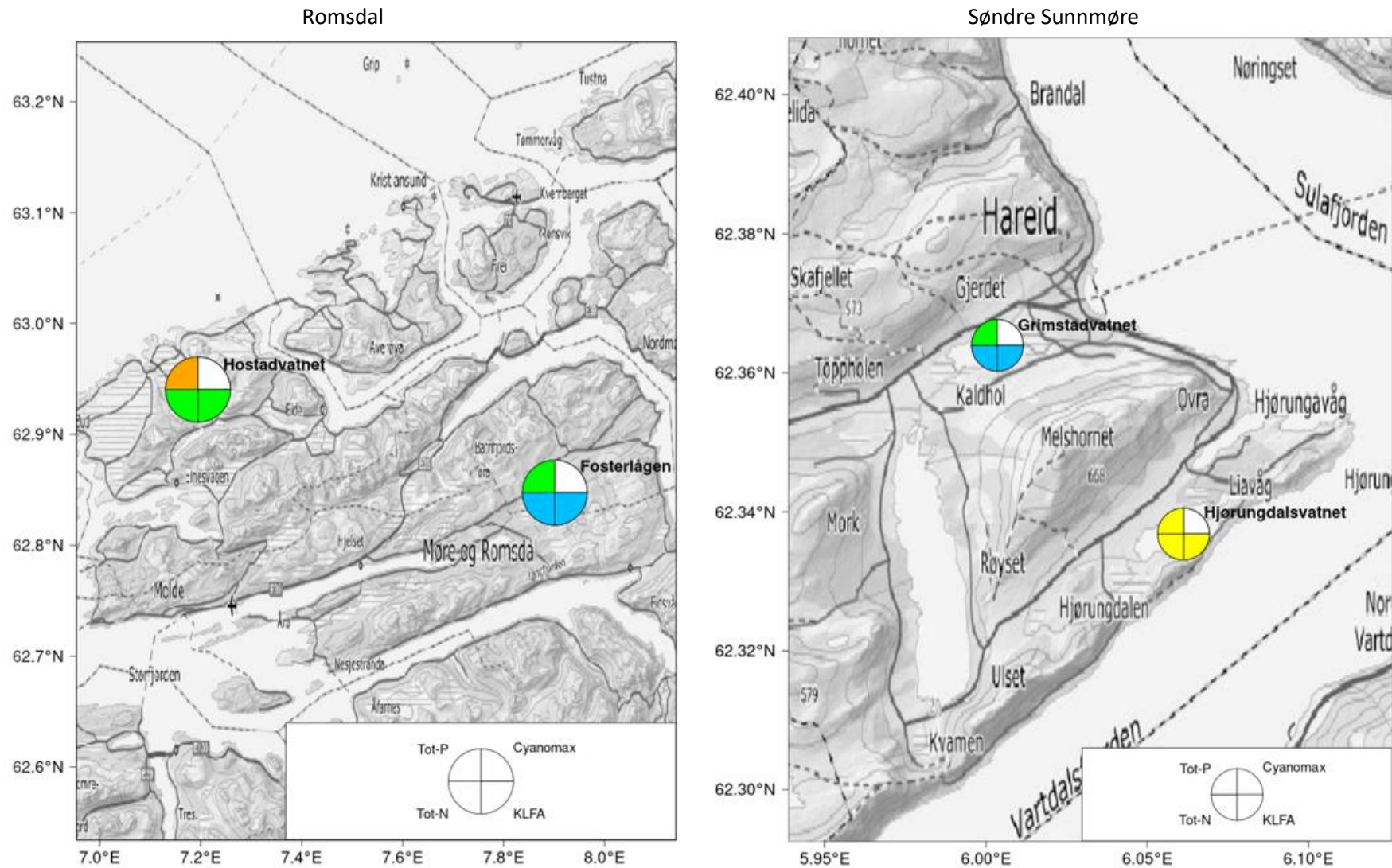
Ingen innsjøer i vannregion Møre og Romsdal hadde tilstrekkelige data for trend-analyser, som krever minimum fire år med data i perioden 2009-2020.

Nordre Nordmøre



Søndre Nordmøre





**Figur 72.** Geografisk beliggenhet og tilstand for fire parametere for innsjøer med slike data i fem vannområder i vannregion Møre og Romsdal.

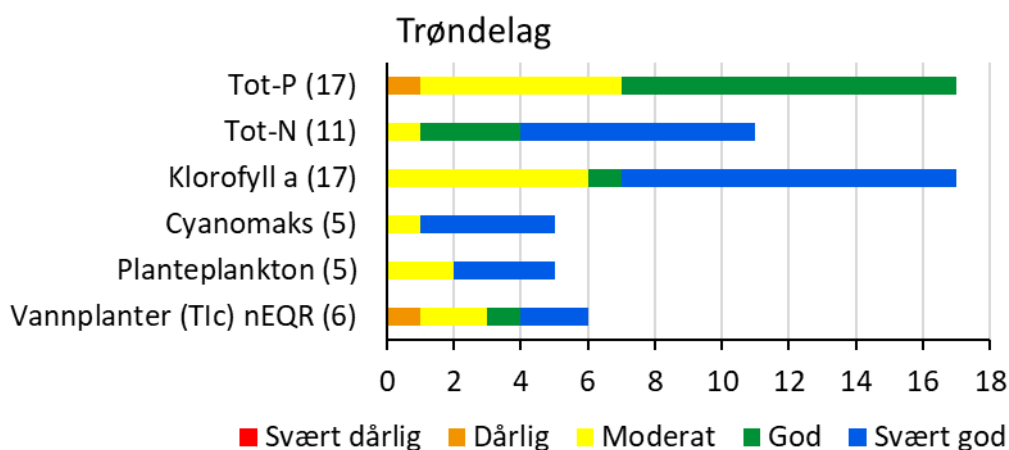
## 9 Vannregion Trøndelag

### 9.1 Dagens tilstand i vannregionen

Relevante data er tilgjengelig fra totalt fem av de ti vannområdene i vannregion Trøndelag (**Figur 73** og **Tabell 46**). Disse fem vannområdene er alle angitt å ha stor eller middels påvirkning fra jordbruk og avløpsvann ([Vannstatistikk \(vann-nett.no\)](http://Vannstatistikk.vann-nett.no)). Det samme gjelder Gaulavassdraget og Stjørdalsvassdraget, men i disse vannområdene er det ingen innsjøer med Tot-P-data som gir god eller dårligere tilstand for den parameteren i Vannmiljø. Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ikke inkludert da det antas at disse ikke er eutrofiert.

Den økologiske tilstanden er klassifisert for 17 innsjøer med relevante data i perioden 2009–2020 for parameterne total fosfor (Tot-P) og klorofyll. For Tot-N er data tilgjengelig for 11 innsjøer. For de andre biologiske parameterne finnes data fra fem eller seks. Datagrunnlaget er svakt for ni av de 17 innsjøene, da kun ett års data er rapportert.

15 av de 17 innsjøene ligger i lavlandet, mens to ligger i skogsområder. Ti av innsjøene er humøse og moderat kalkrike (type L108) eller kalkrike (type L110), to er kalkrike og klare (type L109), to er kalkfattige og humøse (L106), mens tre er kalkfattige og klare (type L105b, L205). Lømsen og Liavatnet er begge angitt som turbide i Vann-nett. Da klassegrenser mangler for turbide innsjøer, har disse innsjøene blitt klassifisert i henhold til deres kalsium- og humuskonsentrasjon i tråd med basisovervåkingsrapporten fra 2013 (Lyche Solheim mfl. 2014).



**Figur 73.** Økologisk tilstand fordelt på tilstandsklasser for de eutrofieringsrelevante parameterne i alle innsjøer med relevante data fra ett eller flere år i perioden 2009–2020 i vannregion Trøndelag. Totalt antall innsjøer er gitt i parentes bak hver parameter. Merk: Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ekskludert fra alle analyser.

Resultatene for hele vannregionen samlet viser at seks innsjøer (40%) er i moderat eller dårligere tilstand for Tot-P<sup>13</sup>. For Tot-N var ingen innsjøer i moderat eller dårligere tilstand. Kun fire (27 %) av de 15 innsjøene var i moderat eller dårligere tilstand for klorofyll. Resultatene kan tyde på nitrogenbegrensning da Tot-P/Tot-N-forholdet er lavt (< 20) i tre av de ni av innsjøene med data for begge næringssaltparameterne. To av innsjøene med Tot-P i moderat tilstand er i svært god tilstand for klorofyll. Disse er Lundavatn i Inn-Trøndelag og Valvatnet i Ytre Namdal, som begge er svært humøse, noe som gir dårlige lysforhold og trolig forklarer de lave konsentrasjonene av klorofyll.

Planteplankton (nEQR) er i moderat tilstand i Liavatnet og Lømsen og i svært god tilstand i Selbusjøen, Holvatnet og Songsjøen, som er næringsfattige innsjøer med god tilstand for Tot-P og svært god tilstand for Tot-N. Cyanobakterier ble kun påvist i betydelige mengder i Lømsen, som havnet i moderat tilstand for cyanomax på grunn av en oppblomstring i 2015 (Lyche Solheim m.fl. 2016). Innsjøen ble tatt ut av basisovervåkingsprogrammet ØKOFERSK, og ingen data er rapportert til Vannmiljø etter dette, så det er uklart om flere slike oppblomstringer har forekommet etter 2015.

Vannplanter er i moderat tilstand i to innsjøer (Lømsen og Sørvatn) og i dårlig tilstand i Liavatnet. Disse er kalkrike innsjøer, som er en sjelden vanntype i Norge. Disse tre innsjøene er alle oppgitt i Vann-nett å ha middels påvirkning fra diffus avrenning fra husdyrhold/husdyrgjødsel. Slik avrenning kan tenkes å påvirke vannplanter i strandsonen. I Sørvatn ser denne påvirkningen ikke ut til å ha noen særlig effekt på planteplankton og næringsalter i de frie vannmassene, da klorofyllkonsentrasjonen er lav og i svært god tilstand, og Tot-P er i god tilstand med en konsentrasjon på 11,5 µg/l. Dette er nær klassegrensen svært god/god (10 µg/l). Sørvatn er grunn og har store bestander med vannplanter, som sannsynligvis konkurrerer med planteplankton om næringsstoffene.

**Tabell 46.** Oversikt over middelverdier for perioden 2009–2020 for alle innsjøer i vannregion Trøndelag med eutrofieringsrelevante data.

| Vannområde      | Vannforekomst (navn) | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med klorofyll-data i 2009-2019 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll a (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|-----------------|----------------------|------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Inn-Trøndelag   | Granavatnet          | 127-38171-L      | L108              | 1                                   | 16,2         |              | 8,5                |                  |                     |                         |                        |
|                 | Liavatnet            | 125-37159        | L109              | 2                                   | 20,3         | 747          | 9,9                | 0,14             | 0,46                | -20                     | 0,28                   |
|                 | Lundavatn            | 128-41651-L      | L108              | 1                                   | 29,2         |              | 4,7                |                  |                     |                         |                        |
|                 | Lømsen               | 128-937-L        | L110              | 2                                   | 19,8         | 553          | 11,5               | 1,92             | 0,55                | 28,4                    | 0,59                   |
|                 | Nesjøvatnet          | 125-37175-L      | L110              | 1                                   | 26,4         |              | 14,0               |                  |                     |                         |                        |
|                 | Nesvatnet            | 125-37128-L      | L108              | 1                                   | 13,1         |              | 5,5                |                  |                     |                         |                        |
|                 | Skjemstadvatnet      | 128-36755-L      | L108              | 1                                   | 15,2         |              | 5,3                |                  |                     |                         |                        |
| Nea-Nidelva     | Selbusjøen           | 123-892-1-L      | L105b             | 4                                   | 5,3          | 173          | 1,0                | 0                | 0,89                | 70                      | 0,75                   |
| Nordre Fosen    | Eidsvatnet           | 133-37048-L      | L108              | 3                                   | 39,3         | 648          | 15,0               |                  |                     |                         |                        |
|                 | Holvatnet            | 133-653-L        | L205              | 3                                   | 7,7          | 231          | 0,7                | 0                | 1,00                | 82                      | 1,00                   |
|                 | Kottengsvatnet       | 134-36994-L      | L106              | 1                                   | 14,0         | 273          | 2,1                |                  |                     |                         |                        |
| Orklavassdraget | Songsjøen            | 121-965-L        | L205              | 6                                   | 5,5          | 214          | 1,1                | 0                | 0,88                | 77                      | 0,89                   |
| Ytre Namdal     | Lissvatn             | 143-38943-L      | L110              | 1                                   | 29,0         | 490          | 13,8               |                  |                     |                         |                        |
|                 | Mulstadvatnet        | 143-39109-L      | L108              | 2                                   | 22,2         | 597          | 16,6               |                  |                     |                         |                        |
|                 | Sørvatn              | 143-38937-L      | L109              | 2                                   | 11,5         | 253          | 2,1                |                  |                     | 13                      | 0,46                   |
|                 | Staverengvatnet      | 143-39203-L      | L110              | 1                                   | 18,0         | 487          | 2,1                |                  |                     |                         |                        |
|                 | Valvatnet            | 143-39182-L      | L106              | 1                                   | 19,5         |              | 2,2                |                  |                     |                         |                        |

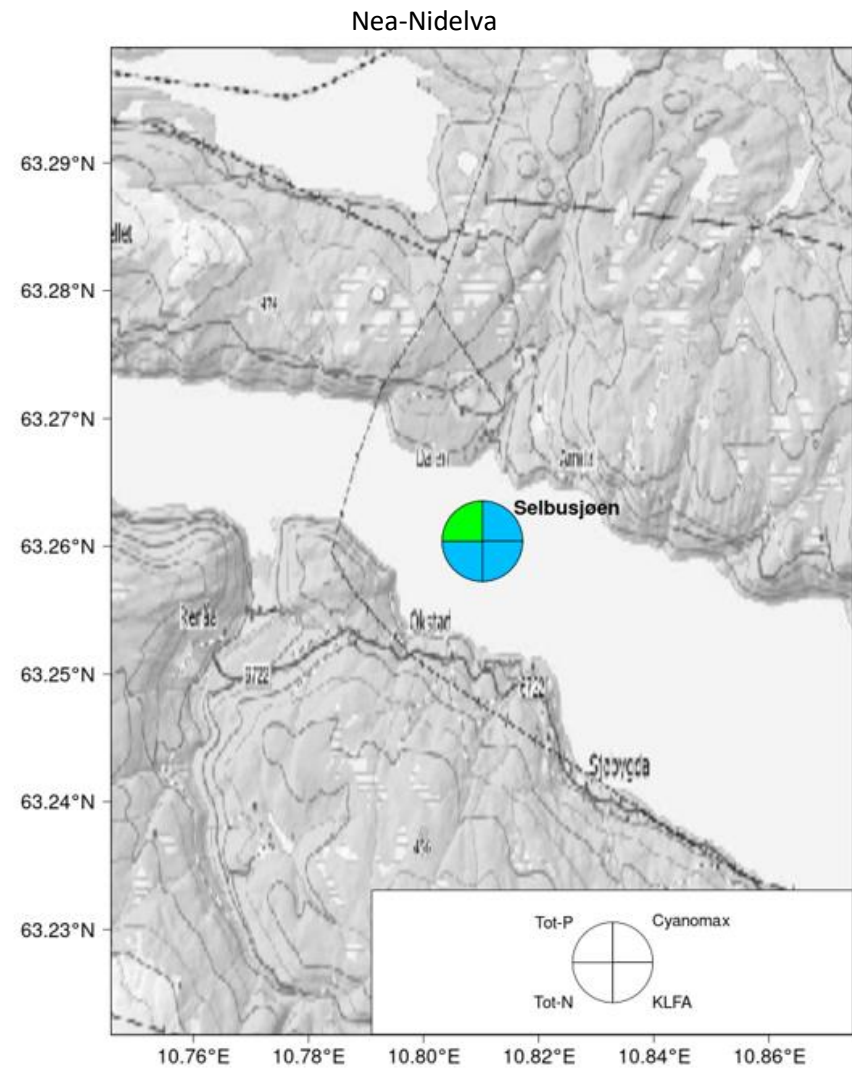
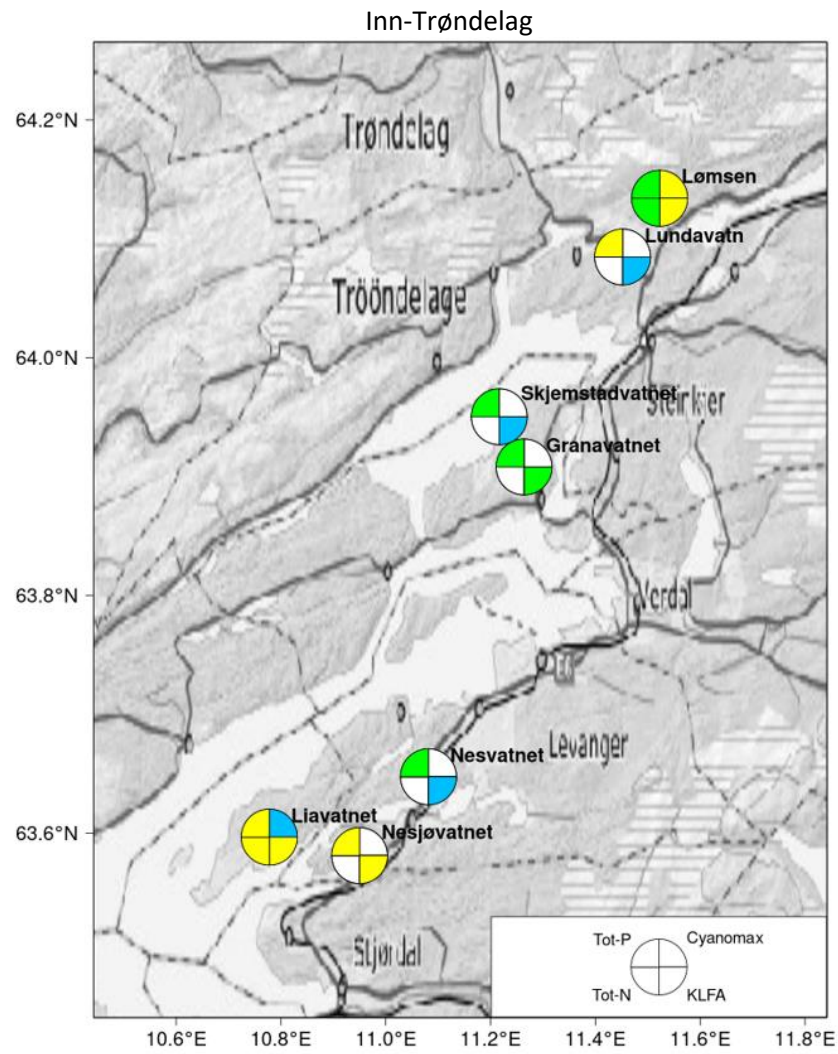
I Vann-nett er 28 innsjøer oppgitt å ha stor påvirkning fra diffus avrenning fra jordbruket, mens 50 innsjøer er oppgitt å ha middels påvirkning fra avrenning fra jordbruket og to har middels påvirkning

<sup>13</sup> Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ikke med i datagrunnlaget, se pkt 2.2.1, prikkpunkt 3.

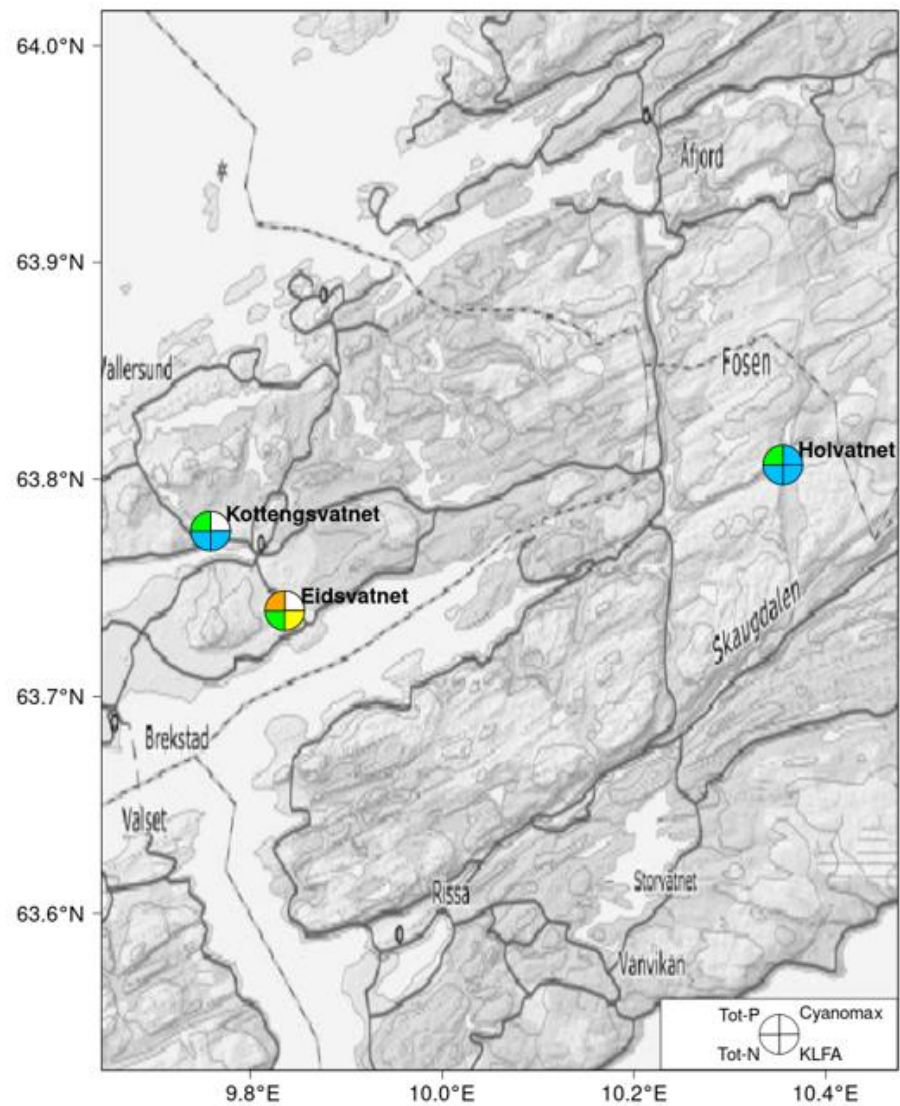


fra punktutslipp fra renseanlegg. Eutrofieringseffekter kan derfor være sannsynlig i langt flere innsjøer enn de som er overvåket og rapportert til Vannmiljø, eller påvirkningen kan være feilvurdert.

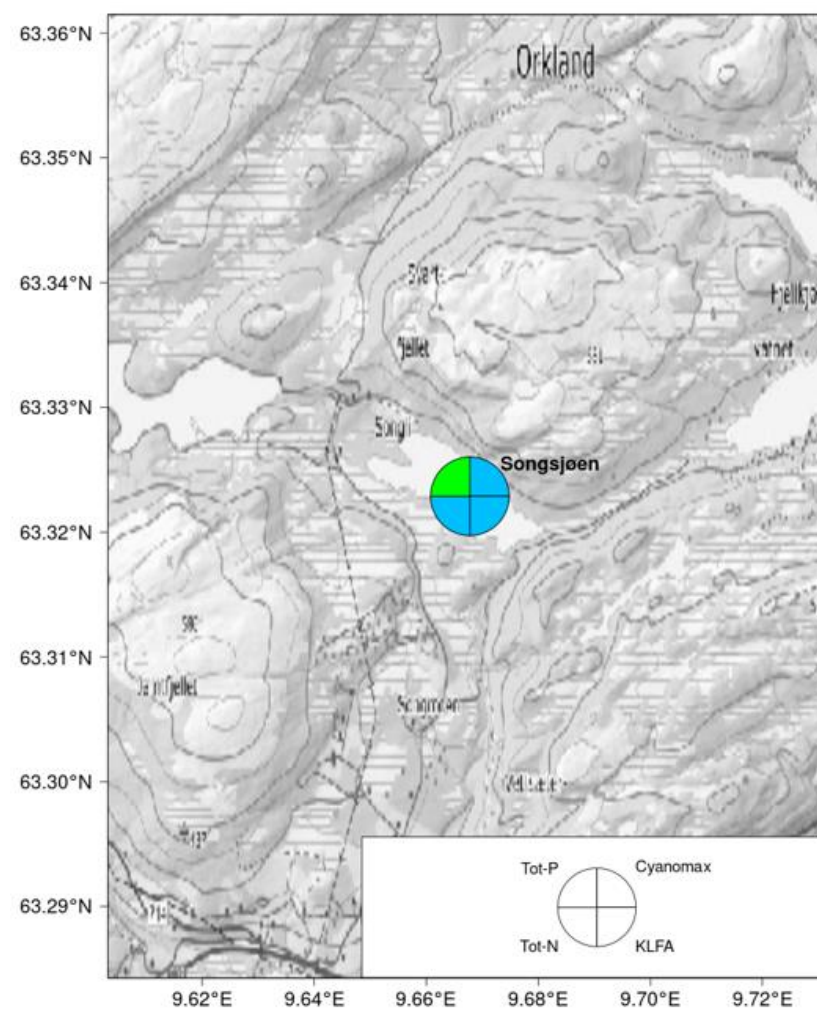
Tilstanden for hver av de 17 innsjøene er også vist på kart i **Figur 74** for hvert av de fem vannområdene.

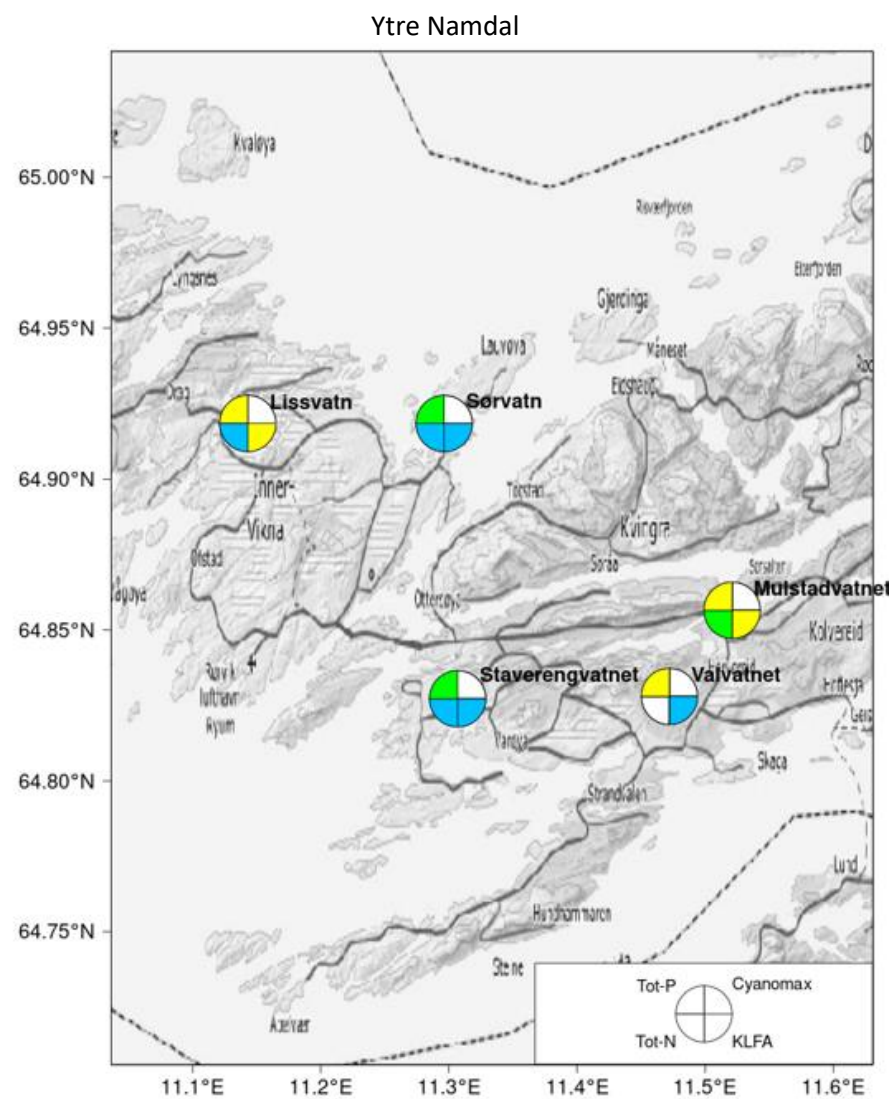


Nordre Fosen



Orkla





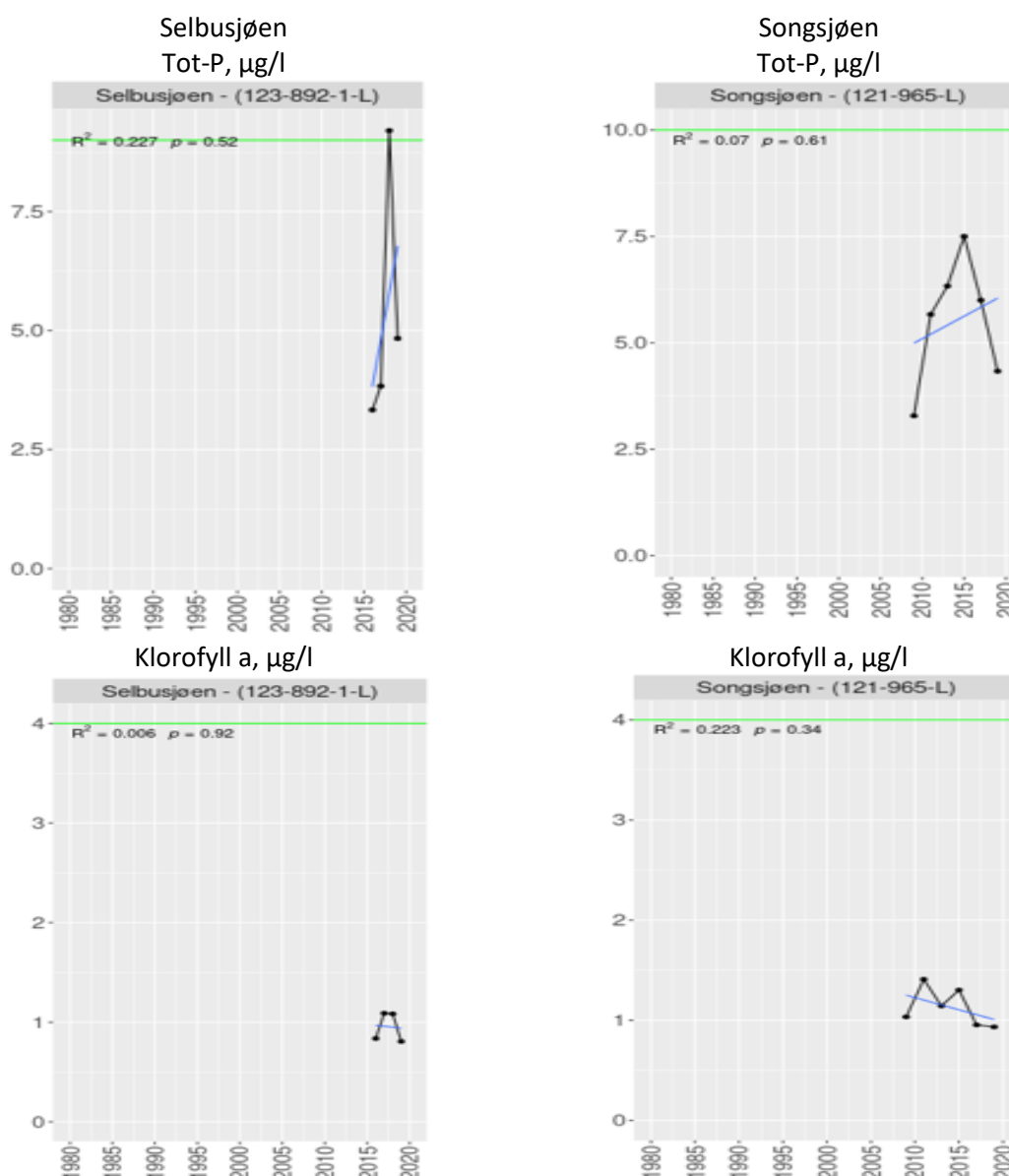
**Figur 74.** Geografisk beliggenhet og tilstand for fire parametere for innsjøer med slike data i fem vannområder i vannregion Trøndelag.

**Tabell 47.** Trender for klorofyll *a* (Klfa) og total fosfor (Tot-P) i innsjøer i Trøndelag med minst fire års data for klorofyll i perioden 2009-2020.

| Vannområde      | Vannforekomst-<br>navn | Vannforekomst-<br>kode | Antall år med<br>data for Klfa<br>(2009-2020) | Middelverdi<br>for Klfa (µg/l)<br>(2009-2020) | Trend | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> | Antall år med<br>data for Tot-P<br>(2009-2020) | Middelverdi for<br>Tot-P (µg/l)<br>(2009-2019) | Trend | Slope | p-verdi | r <sup>2</sup> |
|-----------------|------------------------|------------------------|---|---|-------|-------|---------|----------------|--|--|-------|-------|---------|----------------|
| Nea-Nidelva     | Selbusjøen             | 123-892-1-L            | 4   | <b>0,95</b>                                   | ingen | -0,67 | 0,920   | 0,00           | 4  | <b>5,3</b>                                     | ingen | 0,23  | 0,524   | 0,00           |
| Orklavassdraget | Songsjøen              | 121-965-L              | 6   | <b>1,13</b>                                   | ingen | -9,16 | 0,344   | 0,03           | 6  | <b>5,52</b>                                    | ingen | 0,66  | 0,613   | 0,00           |

## 9.2 Trender for klorofyll og total fosfor

To innsjøer i vannregion Trøndelag hadde tilstrekkelige data for trend-analyser, som krever minimum 4 år med data. Dette er Selbusjøen og Songsjøen, som er overvåket i regi av basisovervåkingsprogrammene ØKOSTOR og ØKOFERSK. Tidsseriene viser ingen trender for disse innsjøene hverken for Tot-P eller for klorofyll *a* (Tabell 47 og Figur 75). For klorofyll er konsentrasjonen svært lav i begge innsjøene med minimale variasjoner fra år til år, mens for Tot-P er konsentrasjonen også lav og under miljømålet i begge innsjøene, men år-til-år variasjonene er noe større. Fosforkonsentrasjonen i Selbusjøen var relativt høy i 2018 (9,2 µg/l), noe som skyldtes høye konsentrasjoner i september og oktober (14-16 µg/l) (Lyche Solheim mfl. 2019).



**Figur 75.** Tidsserier for total fosfor (øverst) og klorofyll *a* (nederst) fra to innsjøer i Trøndelag med minimum fire års data for klorofyll *a* i Vannmiljø for perioden 2009-2020.

### 9.3 Oppsummering av resultater for vannregion Trøndelag

Eutrofieringsproblemer er kun påvist i seks innsjøer i hele vannregionen, hvorav kun fire har moderat tilstand for klorofyll og én innsjø har vannplanter i moderat tilstand. Ingen innsjøer er i dårlig eller svært dårlig tilstand for noen av de biologiske parameterne, men én innsjø (Eidsvatnet) har dårlig tilstand for Tot-P. Datagrunnlaget er tynt for de fleste innsjøene og gir stor usikkerhet i resultatene.

I Vann-nett er 28 innsjøer oppgitt å ha stor påvirkning fra diffus avrenning fra jordbruket, mens 50 innsjøer er oppgitt å ha middels påvirkning fra avrenning fra jordbruket og to har middels påvirkning fra punktutslipp fra renseanlegg. Eutrofieringseffekter kan derfor være sannsynlig i langt flere innsjøer enn de som er overvåket og rapportert til Vannmiljø, eller påvirkningene kan være feilvurdert.

## 10 Vannregion Nordland

### 10.1 Dagens tilstand i vannregionen

Relevante data er tilgjengelig fra totalt tre av de ti vannområdene i vannregion Nordland (**Tabell 48**). Disse tre vannområdene, Lofoten, Nord-Salten og Ofotfjorden, er alle angitt å ha stor eller middels påvirkning fra jordbruk (særlig husdyrhold) og avløpsvann ([Vannstatistikk \(vann-nett.no\)](#)). Det samme gjelder Vesterålen og Bindalsfjorden-Velfjorden, men i disse vannområdene er det ingen innsjøer med Tot-P-data som gir god eller dårligere tilstand for den parameteren i Vannmiljø. Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ikke inkludert da det antas at disse ikke er eutrofiert.

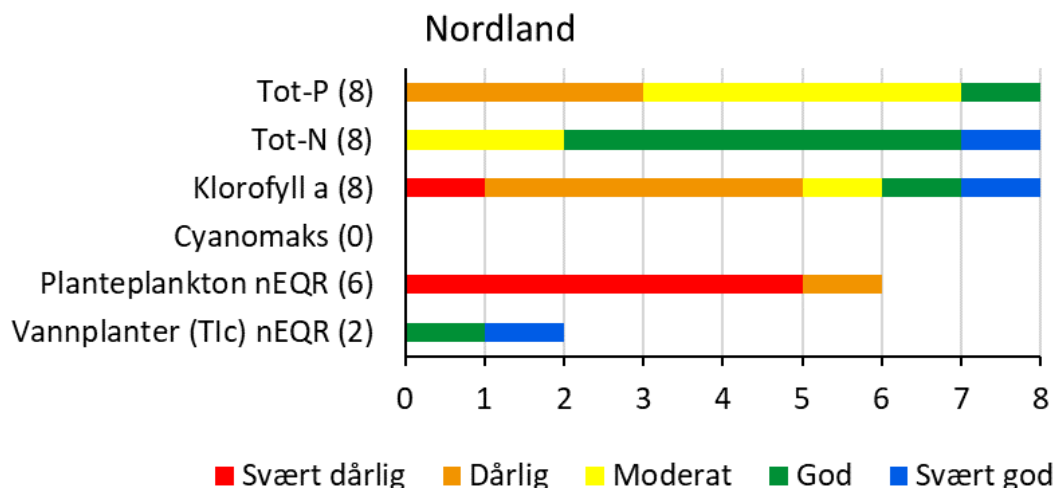
Den økologiske tilstanden er klassifisert for åtte innsjøer med relevante data i perioden 2009–2020 for parameterne total fosfor (Tot-P), Tot-N og klorofyll. For planteplankton nEQR er data tilgjengelig for seks innsjøer. Ingen innsjøer er rapportert for cyanobakterier (Cyanomaks). For vannplanter finnes data fra to innsjøer (**Figur 76** og **Tabell 48**). Datagrunnlaget er svakt for alle innsjøene, da kun ett års data er rapportert.

Fire av innsjøene er kalkfattige og humøse (type L206), to er kalkfattige og klare (type L205) og to er moderat kalkrike og klare (type L207).

Resultatene for hele vannregionen samlet viser at syv av de åtte innsjøene (88%) er i moderat eller dårligere tilstand for Tot-P<sup>14</sup>. For Tot-N var kun to innsjøer i moderat eller dårligere tilstand. Seks av de åtte innsjøene (75 %) var i moderat eller dårligere tilstand for klorofyll. Resultatene kan tyde på nitrogenbegrensning da Tot-P/Tot-N-forholdet er lavt (< 20) i fem av de åtte innsjøene. Én av innsjøene med Tot-P i moderat tilstand er i svært god tilstand for klorofyll (Kjerkevatnet i Ofotfjorden). Planteplankton nEQR er rapportert å være i dårlig eller svært dårlig tilstand i de seks innsjøene der data finnes. Disse verdiene er beregnet med automatisk rutine i Vannmiljø og kan være noe for lave (se kap. 2). Vannplanter viser svært god eller god tilstand i begge innsjøene med data for den

<sup>14</sup> Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ikke med i datagrunnlaget, se pkt. 2.2.1, prikkpunkt 3.

parameteren (Kjerkevatnet og Svanevatnet), som er i bra overensstemmelse med klorofyll-resultatene fra de samme innsjøene. Begge disse innsjøene er kalksjøer, som er en utvalgt naturtype i henhold til Naturmangfoldloven på grunn av artssammensetningen av vannplanter.



**Figur 76.** Økologisk tilstand fordelt på tilstandsklasser for de eutrofieringsrelevante parameterne i alle innsjøer med relevante data fra ett eller flere år i perioden 2009–2020 i vannregion Nordland. Totalt antall innsjøer er gitt i parentes bak hver parameter. Merk: Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ekskludert fra alle analyser.

**Tabell 48.** Oversikt over middelerverdier for perioden 2009–2020 for alle innsjøer i vannregion Nordland med eutrofieringsrelevante data.

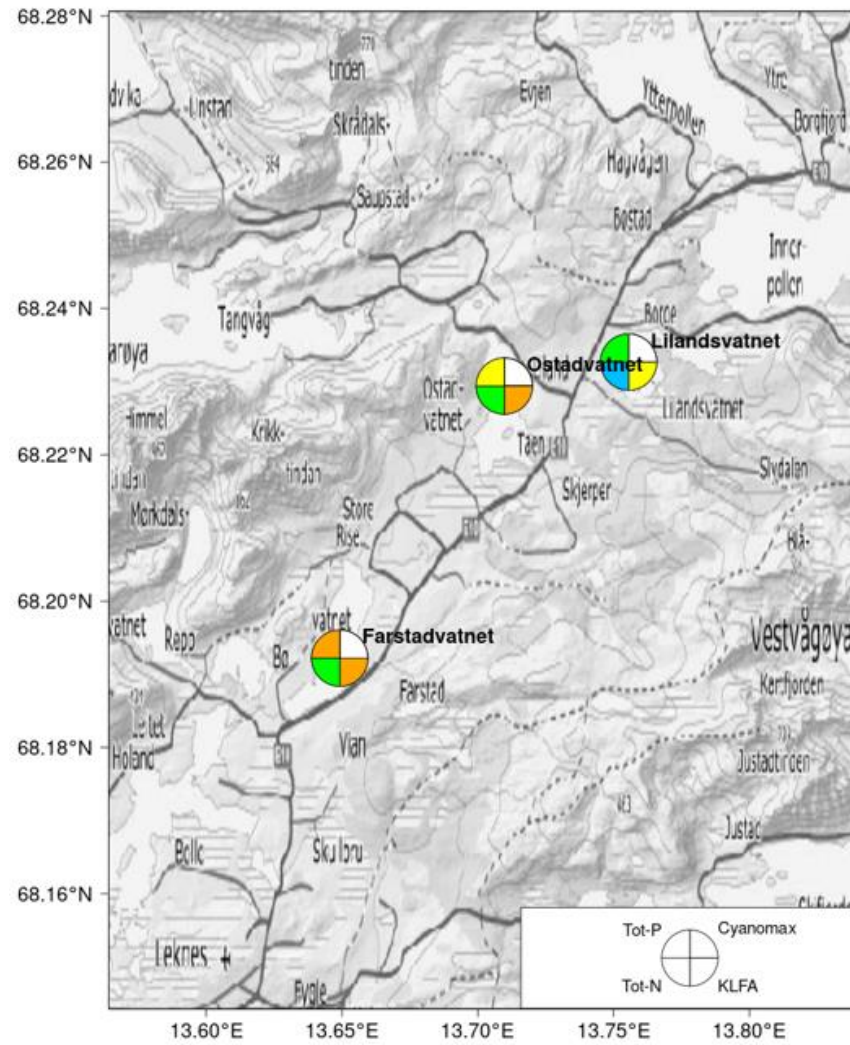
| Vannområde  | Vannforekomst (navn) | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med data i perioden 2009-2019 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll a (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tic-verdi) | Vannplanter nEQR (Tic) |
|-------------|----------------------|------------------|-------------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Lofoten     | Farstadvatnet        | 180-47900-L      | L205              | 1                                  | 19,2         | 261          | 9,6                |                  | 0,16                |                         |                        |
|             | Lilandsvatnet        | 180-47877-L      | L206              | 1                                  | 12,2         | 238          | 9,0                |                  | 0,24                |                         |                        |
|             | Ostadvatnet          | 180-47875-L      | L205              | 1                                  | 11,0         | 286          | 9,6                |                  | 0,16                |                         |                        |
| Nord-Salten | Fjellvatnet          | 170-48071-2      | L206              | 1                                  | 23,5         | 430          | 25,0               |                  | 0,10                |                         |                        |
|             | Lilandsvatn          | 170-48034-L      | L206              | 1                                  | 36,0         | 448          | 12,6               |                  | 0,20                |                         |                        |
|             | Steinslandsvatnet    | 170-48071-1      | L206              | 1                                  | 41,2         | 641          | 24,0               |                  | 0,11                |                         |                        |
| Ofotfjorden | Kjerkevatnet         | 175-48563-L      | L207              | 1                                  | 12,3         | 370          | 2,1                |                  |                     | 47,2                    | 0,7                    |
|             | Svanevatnet          | 175-48541-L      | L207              | 1                                  | 14,5         | 730          | 4,5                |                  |                     | 81,2                    | 1,0                    |

Tilstanden for hver av de åtte innsjøene er også vist på kart i **Figur 77** for hvert av de tre vannområdene.

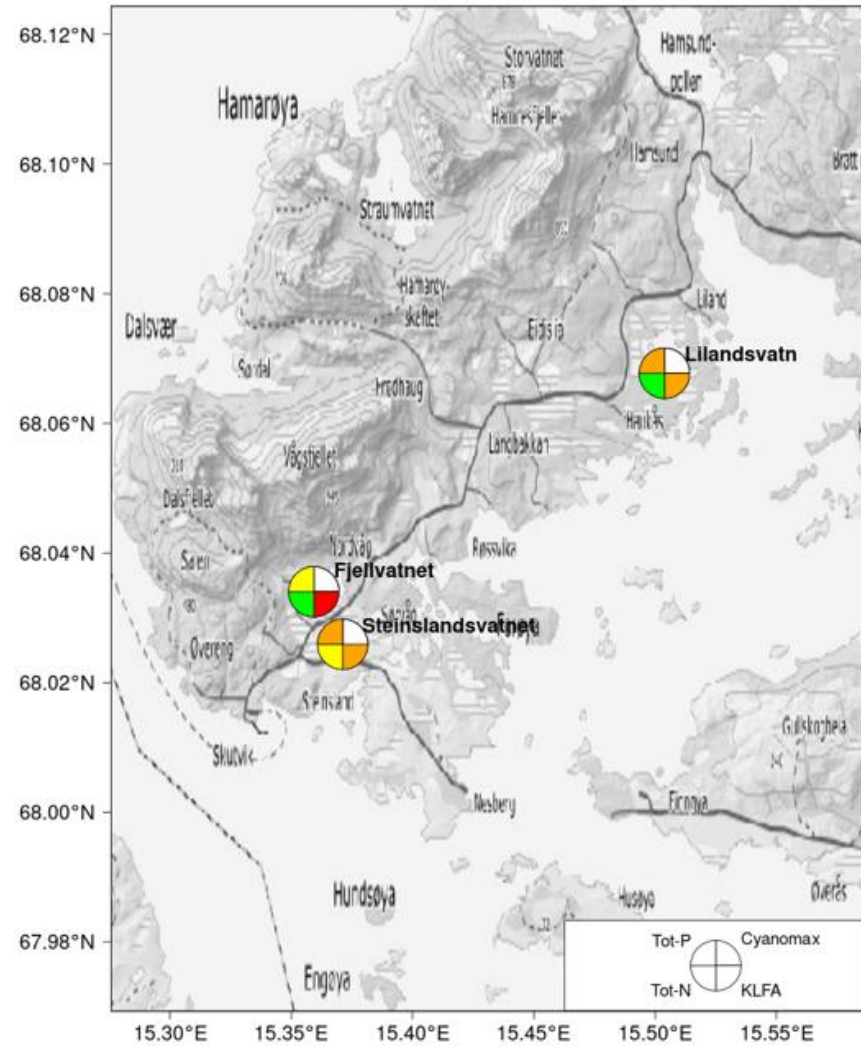
I Vann-nett er flere av vannområdene i Nordland enn de tre som er vist ovenfor oppgitt å ha stor eller middels påvirkning fra jordbruk og/eller avløp. Eutrofieringseffekter kan derfor være sannsynlig i flere innsjøer enn de som er overvåket og rapportert til Vannmiljø, eller påvirkningene kan være feilvurdert.

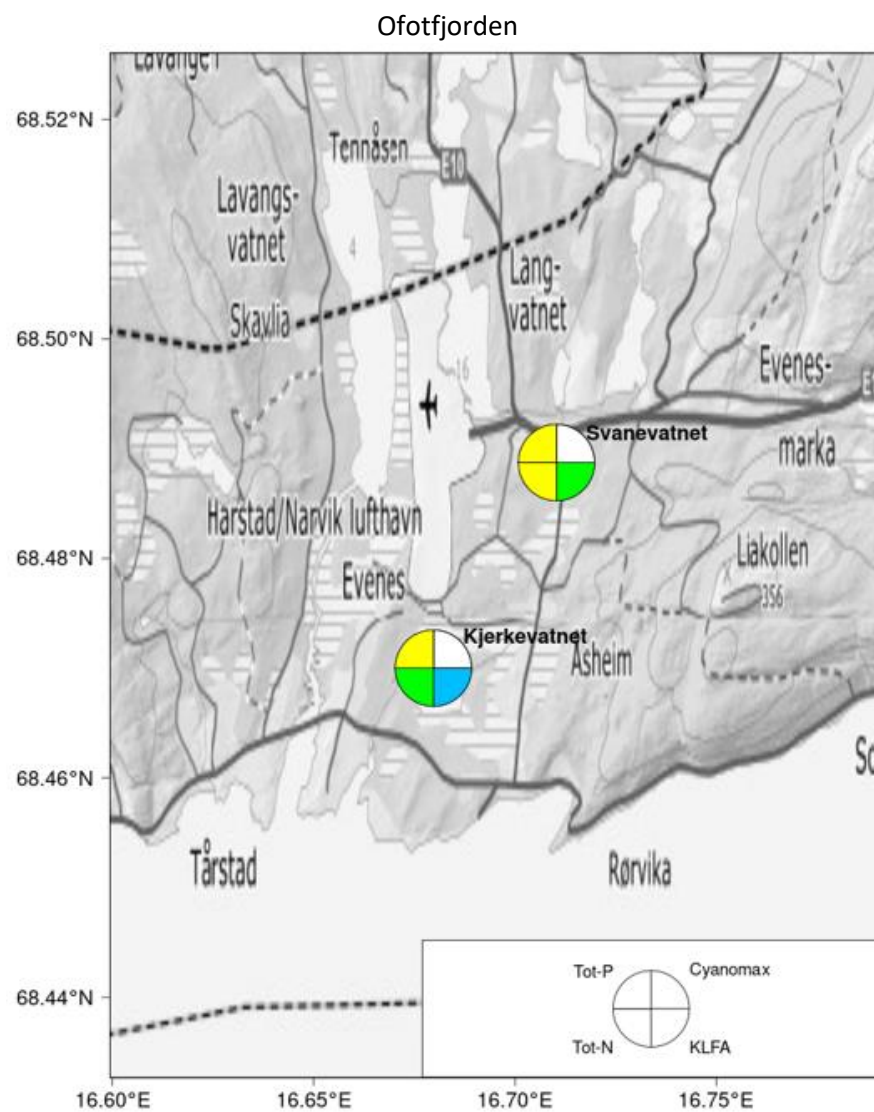


Lofoten



Nord-Salten





**Figur 77.** Geografisk beliggenhet og tilstand for fire parametere for innsjøer med slike data i tre vannområder i vannregion Nordland.

## 10.2 Trender for klorofyll og total fosfor

Ingen innsjøer hadde tilstrekkelige data for trend-analyser.

## 10.3 Oppsummering av resultater for vannregion Nordland

Eutrofieringsproblemer er kun påvist i åtte innsjøer fra tre av ti vannområder. Seks av disse innsjøene er i moderat eller dårligere tilstand for klorofyll og planteplankton nEQR. Datagrunnlaget er tynt for de fleste innsjøene og gir stor usikkerhet i resultatene.

I Vann-nett er flere vannområder oppgitt å ha stor eller middels påvirkning fra jordbruk (vesentlig husdyrhold) og/eller avløp. Eutrofieringseffekter kan derfor være sannsynlig i langt flere innsjøer enn de som er overvåket og rapportert til Vannmiljø, eller påvirkningen kan være feilvurdert. Utbygging av Evenes flyplass vil også kunne påvirke tilstanden i Kjerkevatnet og Svanevatnet.

# 11 Vannregion Troms og Finnmark

## 11.1 Dagens tilstand i vannregionen

Relevante data er tilgjengelig fra totalt seks av de 13 vannområdene i vannregion Troms og Finnmark (**Tabell 49**). Av disse seks vannområdene er ingen angitt å ha stor påvirkning fra jordbruk (særlig husdyrhold) og avløpsvann, men Bardu-Målselv og Harstad-Salangen angir jordbruk som den 3. viktigste påvirkningen ([Vannstatistikk \(vann-nett.no\)](#)). Det samme gjelder Indre Varangerfjord, men der er det ingen innsjøer med Tot-P-data som gir god eller dårligere tilstand for den parameteren i Vannmiljø. Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ikke inkludert da det antas at disse ikke er eutrofiert.

Den økologiske tilstanden er klassifisert for 13 innsjøer med relevante data i perioden 2009–2020 for parameterne total fosfor (Tot-P), Tot-N og klorofyll (**Figur 78** og **Tabell 49**). For cyanobakterier (Cyanomaks) og planteplankton nEQR er data tilgjengelig for kun to innsjøer. For vannplanter finnes data fra kun én innsjø (Vaggatem i Pasvikelva). Datagrunnlaget er svakt for de fleste innsjøene, da kun ett års data er rapportert. Tre av innsjøene har to eller tre års data, som gir noe bedre grunnlag for tilstandsvurderingen.

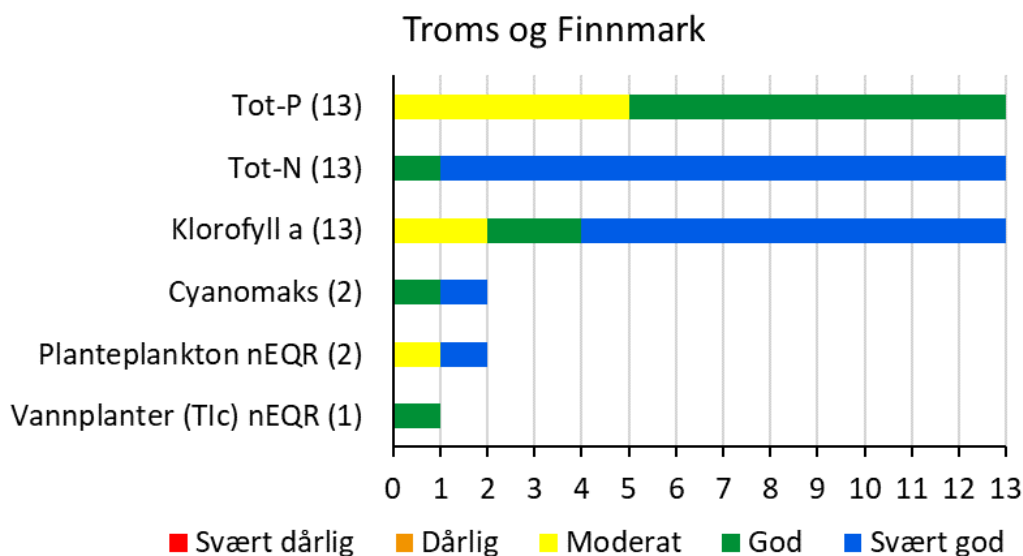
Ingen av innsjøene er humøse, og de fleste er moderat kalkrike (type L207). Resten er kalkfattige og klare (type L205), eller kalkfattige og svært klare (type L204).

Resultatene for hele vannregionen samlet viser at fem av de 13 innsjøene (38%) er i moderat tilstand for Tot-P<sup>15</sup>, mens resten er i god tilstand. For Tot-N er ingen innsjøer i moderat eller dårligere tilstand og nesten alle er i svært god tilstand. Kun to innsjøer (15 %) er i moderat tilstand for klorofyll (Kasfjordvatn i Bardu-Målselv og Skrukkebukta i Pasvik), mens resten er i svært god eller god tilstand.

---

<sup>15</sup> Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ikke med i datagrunnlaget, se pkt 2.2.1, prikkpunkt 3.

Resultatene kan tyde på nitrogenbegrensning da Tot-P/Tot-N-forholdet er lavt (< 20) i ni av de 13 innsjøene. Tre av innsjøene med Tot-P i moderat tilstand er i svært god tilstand for klorofyll (Litlvatnet og Nordfjordvatn i Bardu-Målselv og Grasmyskogvatn på Senja). Planteplankton nEQR er rapportert å være i moderat tilstand i Kasfjordvatn i Bardu-Målselv og i svært god tilstand i Oksfjordvatnet i Nordreisa-Kvænangen. Vannplanter viser god tilstand i den ene innsjøen med data for den parameteren (Vaggatem i Pasvik), som er i bra overensstemmelse med klorofyll-resultatet fra den samme innsjøen. Cyanobaktier er i svært god eller god tilstand i de to innsjøene med data (Skrukkebukta og Vaggatem i Pasvik).



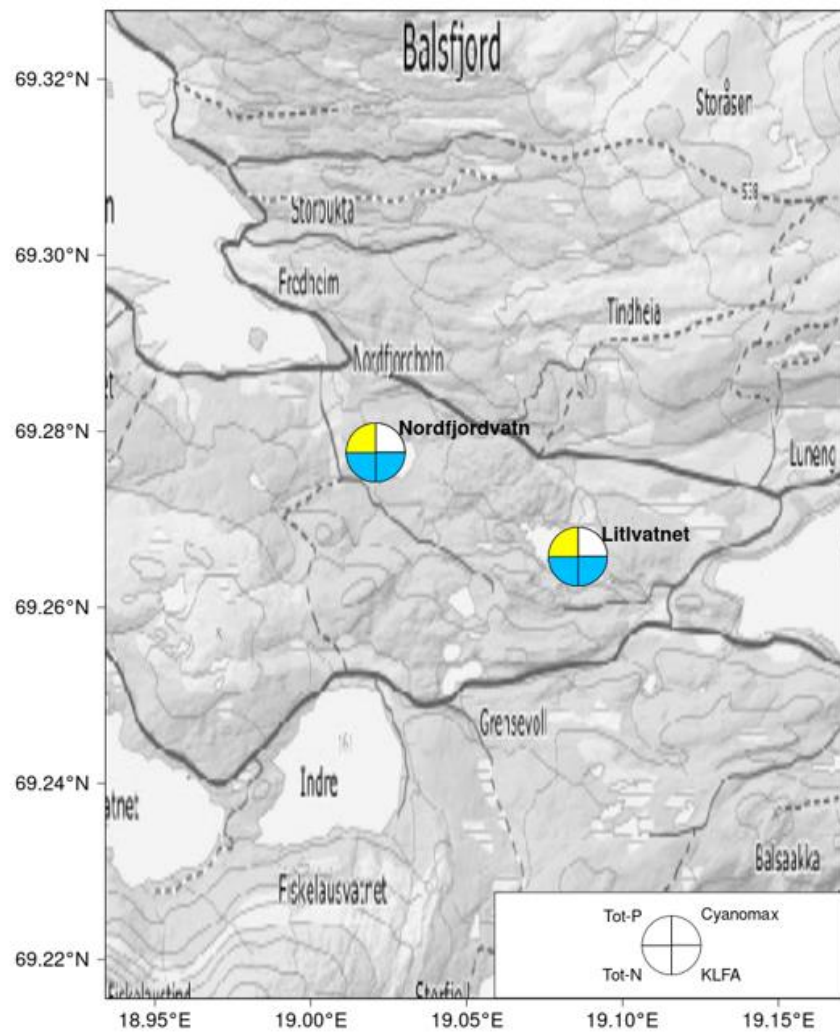
**Figur 78.** Økologisk tilstand fordelt på tilstandsklasser for de eutrofieringsrelevante parameterne i alle innsjøer med relevante data fra ett eller flere år i perioden 2009–2020 i vannregion Troms og Finnmark. Totalt antall innsjøer er gitt i parentes bak hver parameter. Merk: Innsjøer med Tot-P i svært god tilstand er ekskludert fra alle analyser.

**Tabell 49.** Oversikt over middelveier for perioden 2009–2020 for alle innsjøer i vannregion Troms og Finnmark med eutrofieringsrelevante data.

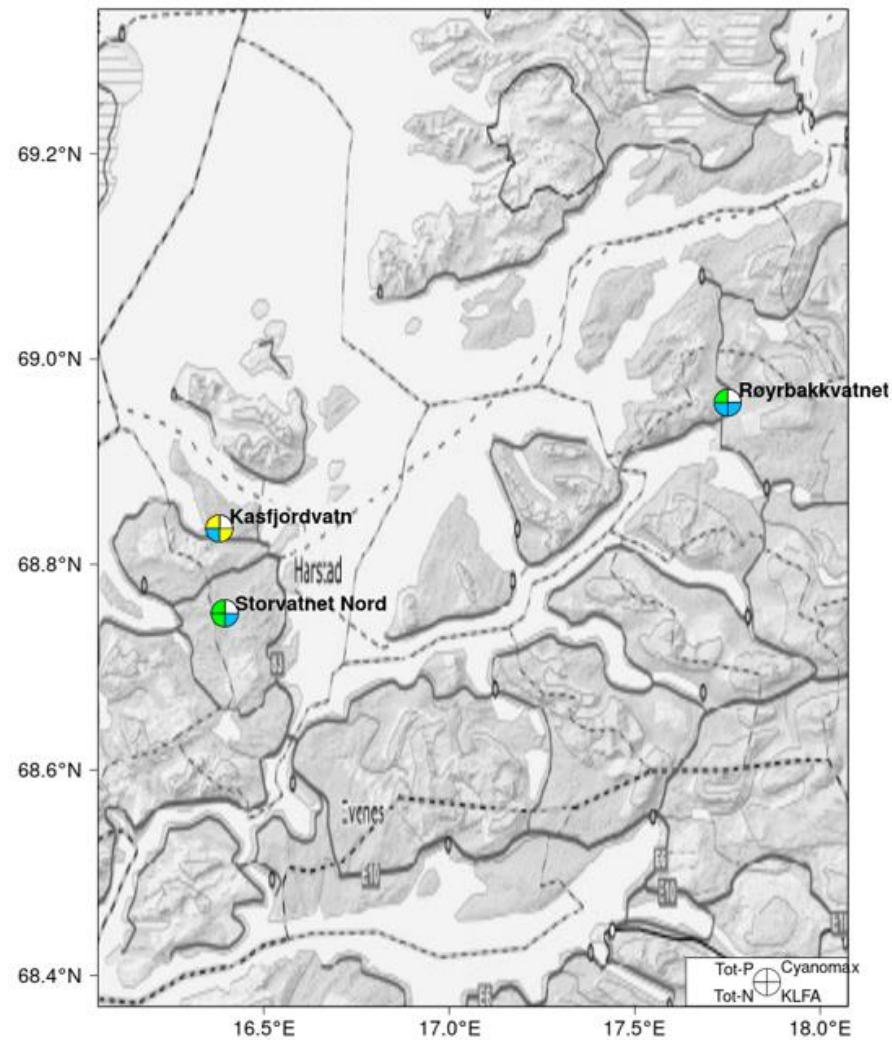
| Vannområde            | Vannforekomst (navn)      | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med data i perioden 2009-2020 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll a (µg/L) | Cyanomaks (mg/L) | Planteplankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|-----------------------|---------------------------|------------------|-------------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Bardu - Målselv       | Litlvatnet                | 196-51628-L      | L207              | 1                                  | 13,4         | 172          | 2,7                |                  |                     |                         |                        |
|                       | Nordfjordvatn             | 196-51621-L      | L207              | 1                                  | 15,1         | 198          | 1,8                |                  |                     |                         |                        |
| Harstad - Salangen    | Kasfjordvatn              | 177-48181-L      | L207              | 3                                  | 13,5         | 255          | 6,2                |                  | 0,55                |                         |                        |
|                       | Røyrbakkvatnet            | 191-2375-L       | L207              | 1                                  | 9,4          | 117          | 0,8                |                  |                     |                         |                        |
|                       | Storvatnet Nord           | 177-48261-L      | L207              | 1                                  | 8,4          | 327          | 0,7                |                  |                     |                         |                        |
| Lyngen - Skjervøy     | Vatnvatnet                | 206-52297-L      | L207              | 1                                  | 8,3          | 192          | 5,5                |                  |                     |                         |                        |
| Nordreisa - Kvænangen | Oksfjordvatnet            | 208-1818-L       | L205              | 3                                  | 7,3          | 97           | 0,7                |                  | 1,00                |                         |                        |
| Pasvik                | Gardsjøen                 | 247-64203-L      | L205              | 1                                  | 7,3          | 100          | 0,9                |                  |                     |                         |                        |
|                       | Holmvatnet                | 247-64184-L      | L204              | 1                                  | 6,6          | 71           | 0,9                |                  |                     |                         |                        |
|                       | Pasvikelva - Skrukkebukta | 246-2444-L       | L205              | 1                                  | 6,2          | 136          | 5,4                | 0,04             |                     | 68                      | 0,73                   |
|                       | Pasvikelva - Vaggatem     | 246-2441-L       | L205              | 2                                  | 12,1         | 207          | 2,7                | 0,44             |                     | 67                      | 0,72                   |
| Senja                 | Grasmyskogvatn            | 194-2384-L       | L207              | 1                                  | 11,0         | 265          | 1,8                |                  |                     |                         |                        |
|                       | Skøvatnet                 | 193-2376-L       | L207              | 1                                  | 10,0         | 120          | 0,6                |                  |                     |                         |                        |

Tilstanden for hver av de 13 innsjøene er også vist på kart i **Figur 79** for hvert av de seks vannområdene.

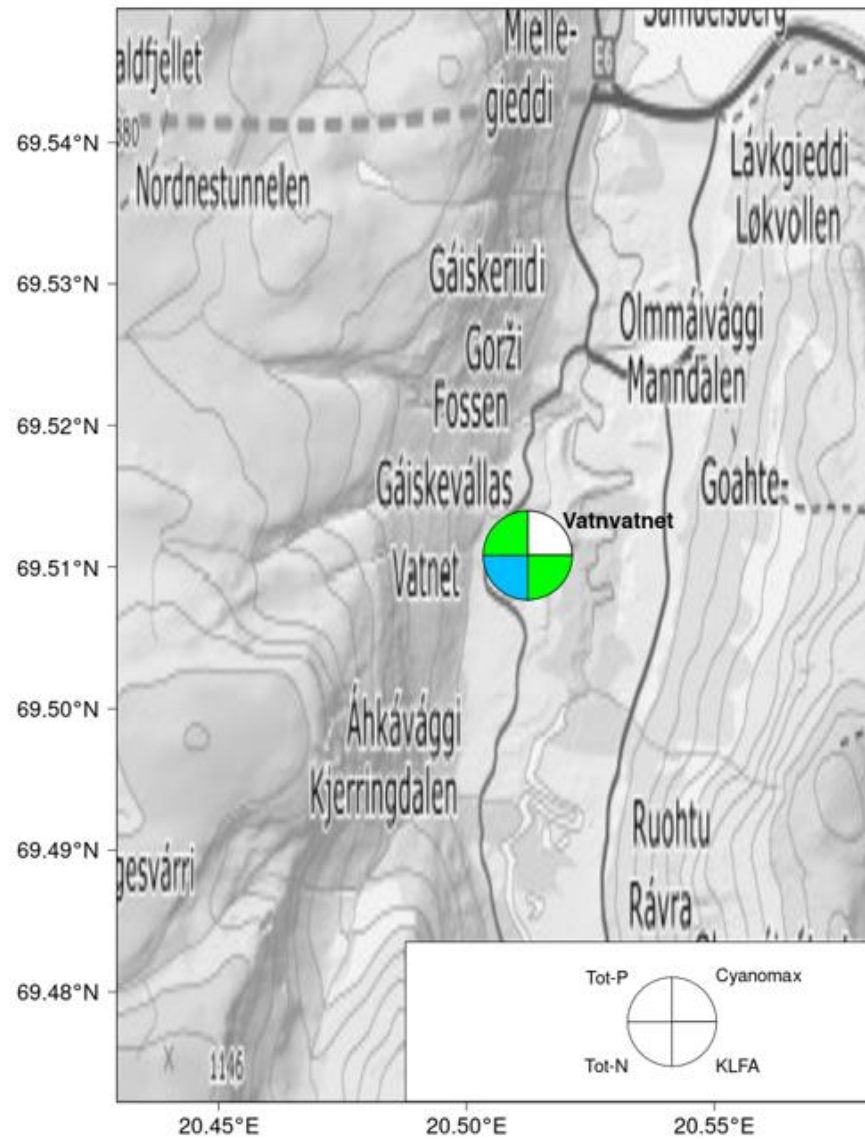
Bardu-Målselv



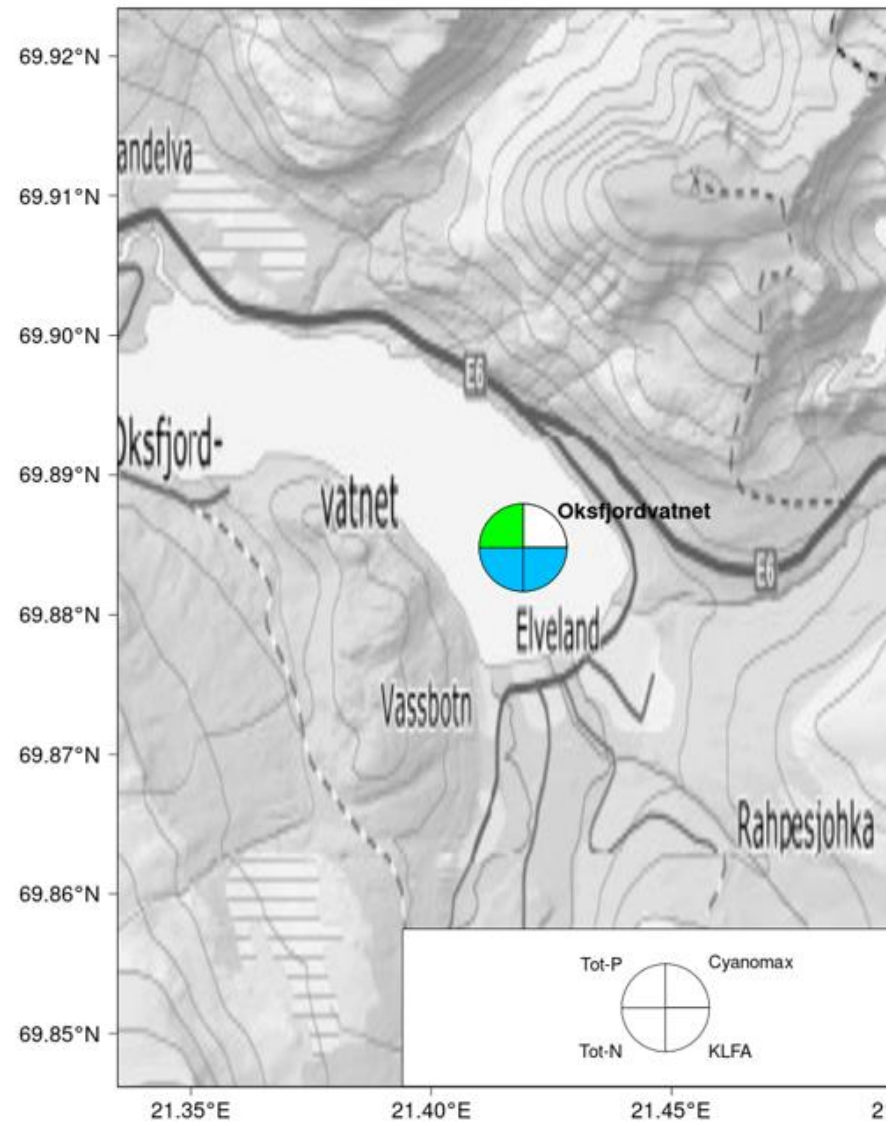
Harstad-Salangen

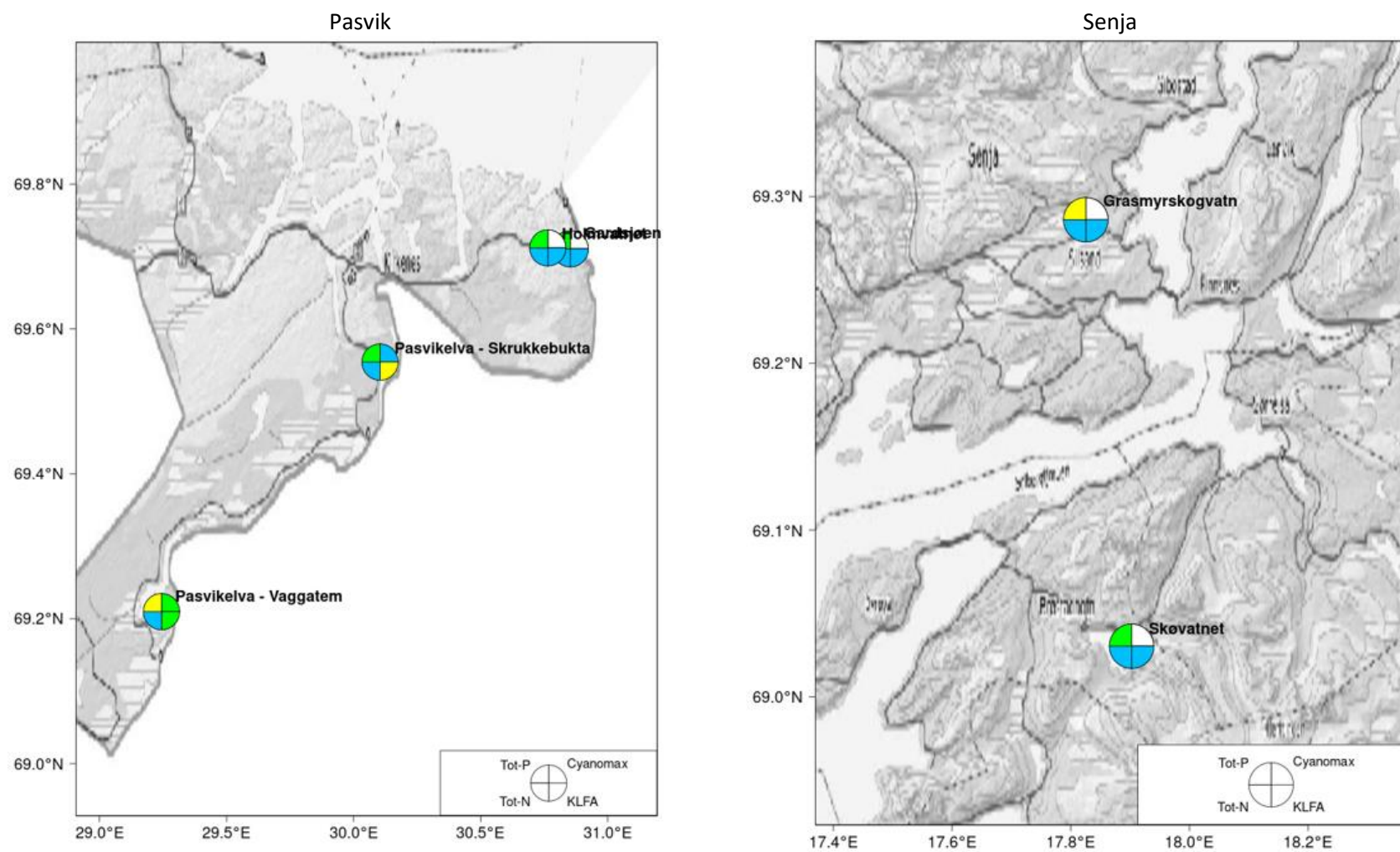


Lyngen-Skjervøy



Nordreisa-Kvænangen





**Figur 79.** Geografisk beliggenhet og tilstand for fire parametere for innsjøer med slike data i fem vannområder i vannregion Troms og Finnmark.

## **11.2 Trender for klorofyll og total fosfor**

Ingen innsjøer hadde tilstrekkelige data for trend-analyser.

## **11.3 Oppsummering av resultater for vannregion Troms og Finnmark**

Eutrofieringsproblemer er kun påvist i fem innsjøer fra tre av 13 vannområder. To av disse innsjøene er i moderat tilstand for klorofyll og planteplankton nEQR. Datagrunnlaget er tynt for de fleste innsjøene og gir stor usikkerhet i resultatene.

I Vann-nett er ett annet vannområde oppgitt å ha middels påvirkning fra jordbruk (vesentlig husdyrhold). Eutrofieringseffekter kan derfor tenkes å forekomme i noen flere innsjøer enn de som er overvåket og rapportert til Vannmiljø, men er kan neppe anses som et betydelig problem i denne vannregionen lengst nord i Norge.

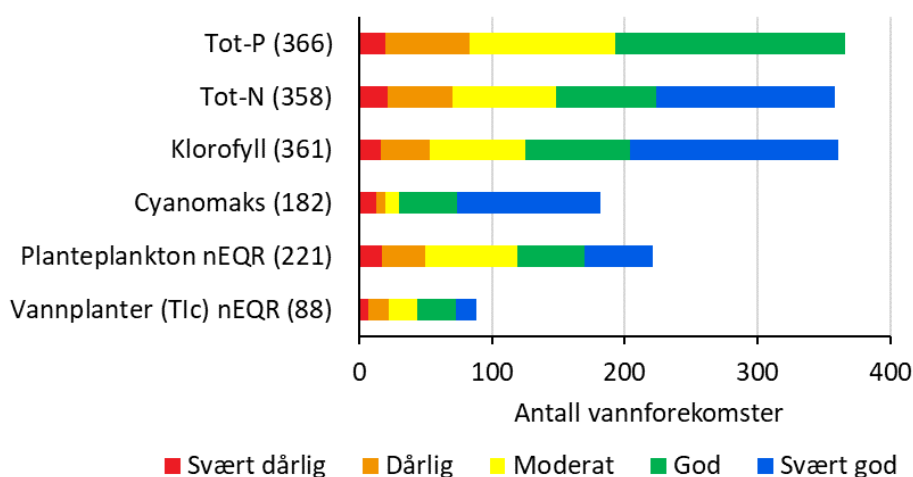


## 12 Nasjonal oppsummering

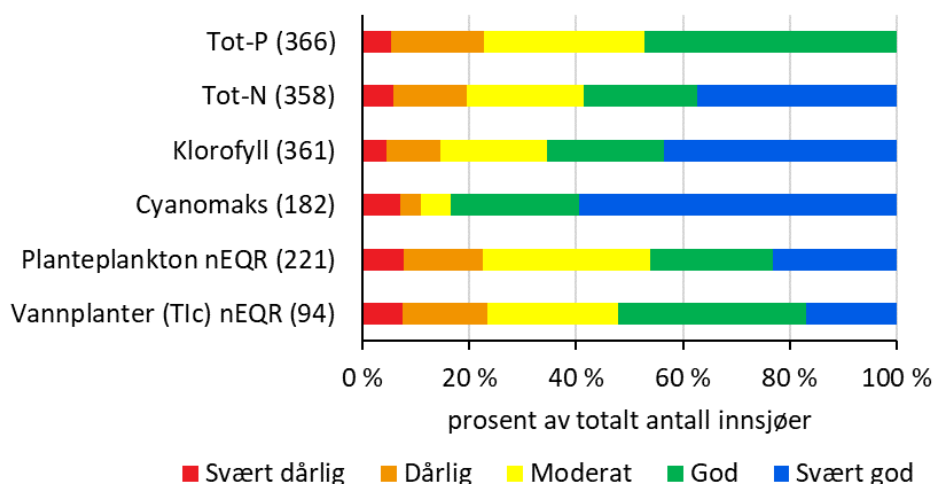
### 12.1 Tilstand

Økologisk tilstand med hensyn til eutrofiering har blitt analysert for totalt 366 norske innsjøer i dette prosjektet (**Figur 80**). Innsjøer med svært god tilstand for total fosfor er ikke vurdert, ettersom disse antas å være upåvirket av eutrofiering. Resultatene for total fosfor viser at 193 innsjøer (53%) er i moderat eller dårligere tilstand. For total nitrogen er 148 innsjøer (41%) i moderat eller dårligere tilstand.

a)



b)



**Figur 80.** Nasjonal oversikt over tilstanden for eutrofieringsrelevante parametere i norske innsjøer basert på middelerverdier av data i perioden 2009–2020. Antall innsjøer med data er vist i parentes for hver parameter. Figur a) viser antall innsjøer i hver tilstandsklasse, mens b) viser prosent av totalt antall innsjøer i hver tilstandsklasse.

Effektene av nærings saltene på planteplankton er vurdert for klorofyll *a*, cyanobakterier (Cyanomaks) og samlet til for planteplankton (nEQR). Resultatene for klorofyll viser at 125 innsjøer (35%) er i moderat eller dårligere tilstand. De øvrige parameterne for planteplankton var kun rapportert til Vannmiljø for hhv. 182 innsjøer for cyanobakterier og 221 innsjøer for samlet tilstand for planteplankton. Av disse er 30 innsjøer (16%) i moderat eller dårligere tilstand for cyanobakterier, mens 119 innsjøer (54%) er i moderat eller dårligere tilstand for samlet tilstand for planteplankton.

Klorofyll har bedre tilstandsklasse enn planteplankton nEQR i 80 innsjøer, og verre tilstandsklasse i bare 18 innsjøer (Vedlegg A). Klorofyll kan derfor se ut til å underestimere eutrofieringseffekter på planteplankton. Artssammensetning av planteplankton bør derfor inkluderes i overvåkingen for å sikre et riktigere bilde av eutrofieringseffekter og et bedre beslutningsgrunnlag for vurdering av tiltak.

For vannplanter var data for trofi-indeksen (TIC) rapportert for 94 innsjøer. Av disse er 45 innsjøer (48%) i moderat eller dårligere tilstand.

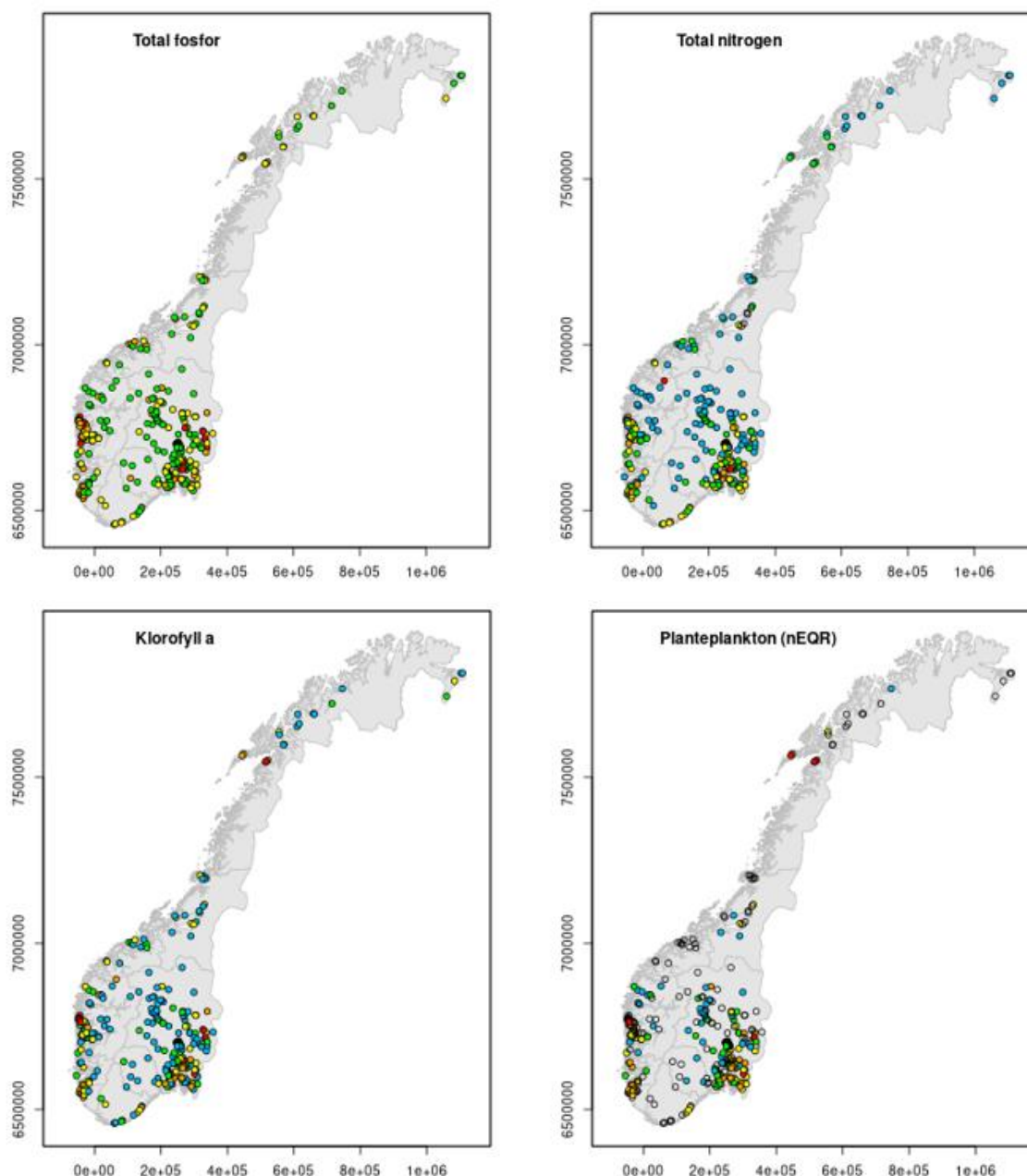
Den geografiske beliggenheten og tilstanden i hver innsjø er vist for Tot-P, Tot-N, klorofyll og samlet tilstand for planteplankton i **Figur 81**. Oppsummering per vannregion er vist i **Figur 82**. De fleste eutrofierte innsjøene befinner seg i vannregionene Innlandet/Viken, Vestfold og Telemark (primært Vestfold), Rogaland og Vestland, og er påvirket av jordbruksavrenning og spredt avløp, samt noe lekkasjer fra avløpsnett og overløp fra kommunale avløpsanlegg.

For nærings saltene viser resultatene at tilstanden for Tot-N generelt er bedre enn for Tot-P i de fleste vannregionene. Årsaken til dette er uklar. Dette gjelder primært i eutrofierte innsjøer med Tot-P i moderat eller dårligere tilstand. Mulige forklaringer kan være intern gjødsling av fosfor ved utlekking fra sedimentene kombinert med denitrifikasjon, som er to viktige prosesser i mange svært eutrofe innsjøer. Bedre tilstand for Tot-N enn for Tot-P forekommer imidlertid også i flere lite påvirkede innsjøer, særlig i høyereliggende nordlige deler av Sør-Norge, samt i Troms og Finnmark. Dette kan vurderes nærmere ved å analysere Tot-N/Tot-P-forholdet fra innsjøer der Tot-P er i svært god tilstand. Slike innsjøer er selektert vekk i dette prosjektet, da dette er næringsfattige innsjøer uten eutrofieringsproblemer. En annen mulig forklaring på at mange innsjøer har bedre tilstand for Tot-N enn for Tot-P kan være for slappe klassegrenser for Tot-N og dermed for høy andel innsjøer i svært god og god tilstand for Tot-N sammenlignet med klassegrensene for fosfor, som er basert på korrelasjoner med klorofyll *a* og/eller med samlet tilstand for planteplankton. Klassegrensene for Tot-N bør revurderes i lys av disse resultatene.

95 (26%) av de 366 innsjøene som er inkludert i denne rapporten har lavt Tot-N/Tot-P-forhold (< 20) (Vedlegg A1), som kan indikere nitrogenbegrensning av planteplanktonet. Mange (53) innsjøer har et Tot-N/Tot-P-forhold som er rett over 20 (20-25), noe som indikerer at begge nærings saltene kan være begrensende i hele eller deler av vekstsesongen. Av disse totalt 148 innsjøene hvor nitrogen antas å spille en rolle er 105 i moderat eller dårligere tilstand for en eller flere av de relevante parameterne. Dette innebærer et behov for tiltak også mot tilførsler av nitrogen fra jordbruks- og/eller avløps-

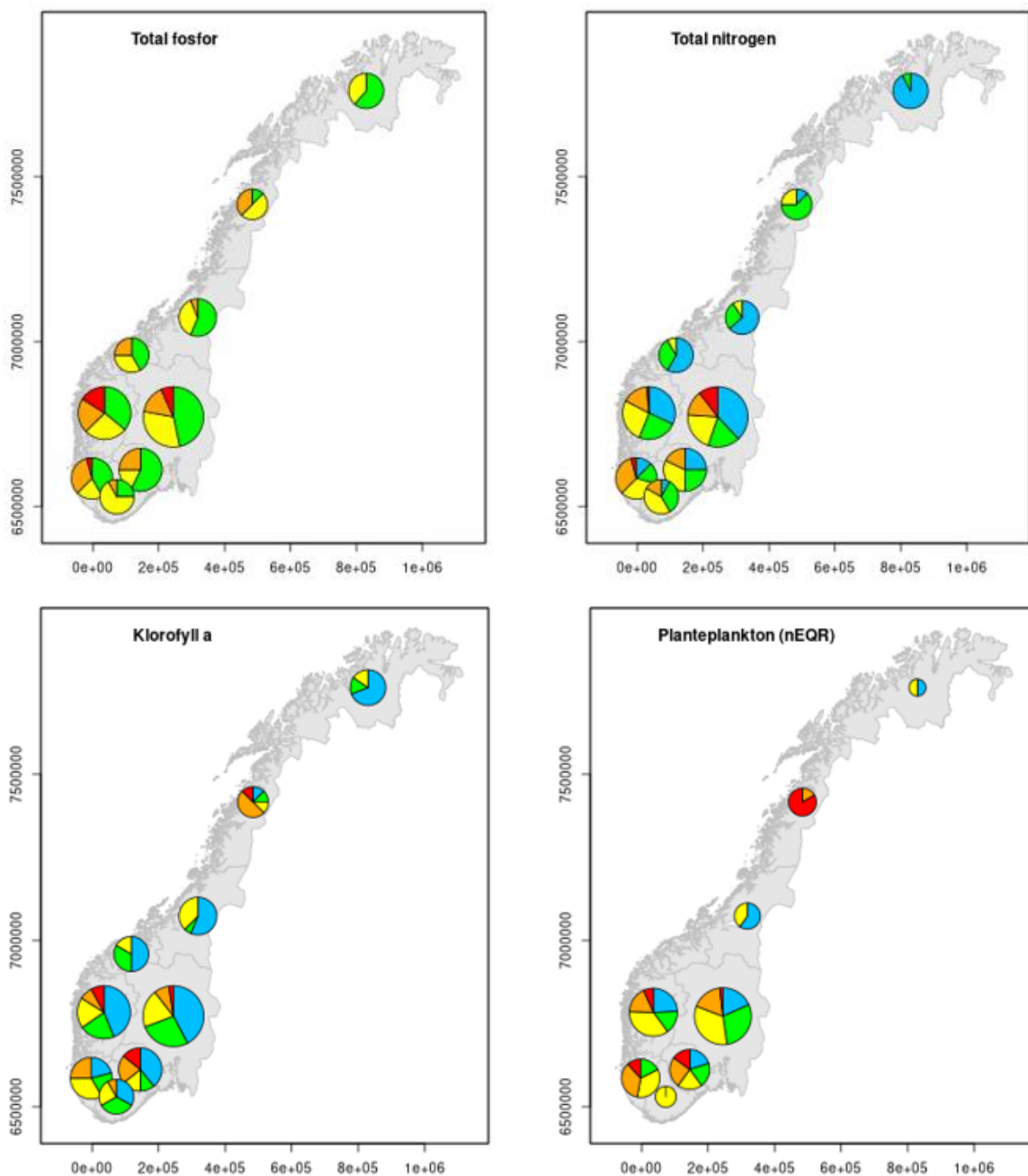
sektorene i totalt 105 (30%) av innsjøene med relevante data i dette prosjektet. Slike tiltak vil uansett også være gunstig for nedstrøms kystområder, der algeveksten som regel er nitrogenbegrenset.

Et annet viktig resultat som fremkommer av kartene i **Figur 82** er at tilstanden for klorofyll *a* er bedre enn samlet tilstand for planteplankton i alle vannregionene. Dette skyldes endringer i artssammensetningen i planteplanktonet fra naturlig forekommende arter i næringsfattige innsjøer til cyanobakterier og andre arter som krever mer næring og blir dominerende i eutrofierte innsjøer.



**Figur 81.** Tilstand og geografisk beliggenhet for norske innsjøer for næringsalter (total fosfor og total nitrogen) og planteplankton (klorofyll *a* og planteplankton normalisert EQR, PPNEQR\_E). Blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand.

Slike endringer fanges opp av planteplankton trofi-indeksen og Cyanomaks-indeksen, men dessverre mangler slike data i mange av innsjøene. For å få et mest mulig korrekt bilde av eutrofieringseffekter i norske innsjøer bør overvåkingen suppleres med prøver av planteplankton, som gir data på artssammensetning og Cyanomaks.



**Figur 82.** Tilstand aggregert per vannregion for norske innsjøer med relevante data for total fosfor (P-TOT), total nitrogen (N-TOT), klorofyll a (KLFA) og samlet tilstand for planteplankton (PPNEQR\_E). Størrelsen på hver kake i hver region er proporsjonal med antall innsjøer med data for den enkelte parameteren. Blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand.

## 12.2 Innsjøer med mye cyanobakterier

Av totalt 181 innsjøer som har data for cyanobakterier er det 29 innsjøer som har cyanobakterier i moderat eller dårligere tilstand (**Tabell 50**). Disse befinner seg i Innlandet/Viken, Vestfold/Telemark, Rogaland og Vestland. De fleste innsjøene med mye cyanobakterier er moderat kalkrike lavlandssjøer. De fleste er klare, men cirka en tredjedel er humøse. Innsjøene i vannregion Vestland er kalkfattige.

Mange innsjøer overvåkes ikke for cyanobakterier til tross for at de har moderat eller dårligere tilstand for klorofyll (Vedlegg A1 og A2). Oppblomstringer av cyanobakterier kan derfor være mer utbredt og overvåking av cyanobakterier bør derfor være en rutine i slike innsjøer.

**Tabell 50.** Innsjøer med cyanobakterier (Cyanomaks) i moderat, dårlig eller svært dårlig tilstand.

| Vannregion        | Vannområde                                     | Innsjø (navn)    | Vannforekomst-ID      | Nasjonal vanntype | Cyano-maks (mg/L) |       |
|-------------------|--|------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------|
| Innlandet/Viken   | Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøvassdraget | Kolbotnvann      | 005-5537-L            | L109              | 4,82              |       |
|                   |  | Eikeren          | Bergsvannet, Eidsfoss | 012-519-L         | L107              | 5,83  |
|                   | Haugestadvannet                                |                  | 012-543-1-L           | L108              | 7,04              |       |
|                   | Hillestadvannet                                |                  | 012-544-L             | L108              | 12,69             |       |
|                   | Vikevannet                                     |                  | 012-543-2-L           | L108              | 4,96              |       |
|                   | Glomma sør for Øyeren                          | Tunevatnet       | 002-3451-L            | L107              | 3,67              |       |
|                   | Haldenvassdraget                               | Bjørkelangen     | 001-330-L             | L108              | 6,18              |       |
|                   |  | Skulerudsjøen    | 001-324-L             | L108              | 1,04              |       |
|                   | Mjøsa  | Selsvatnet       | 002-32256-L           | L207              | 1,56              |       |
|                   | Randsfjorden                                   | Falangtjern øvre | Falangtjern, nedre    | 012-4828-L        | L208              | 13,19 |
|                   |  |                  | Jarenvatnet           | 012-557-L         | L109              | 1,69  |
|                   |  |                  | Velotjernet           | 012-4865-L        | L207              | 1,13  |
|                   |  |                  | Østtjernet            | 012-4837-L        | L207              | 1,92  |
| Tyrifjorden       |  |                  | Steinsfjorden         | 012-522-1-L       | L109              | 1,01  |
| Vestfold/Telemark | Aulivassdraget                                 | Revovannet       | 014-313-L             | L107              | 4,76              |       |
|                   | Horten-Larvik                                  | Akersvannet      | 014-314-L             | L108              | 4,71              |       |
|                   |  | Borrevatnet      | 013-312-L             | L109              | 1,44              |       |
|                   | Numedalslågen                                  | Goksjø           | 015-378-L             | L108              | 5,44              |       |
| Rogaland          | Jæren  | Frøylandsvatnet  | 028-1552-L            | L107              | 1,95              |       |
|                   |  | Hålandsvatnet    | 028-1554-L            | L107              | 9,55              |       |
|                   |  | Mosvatnet        | 029-19340-L           | L107              | 3,57              |       |
|                   |  | Orrevatnet       | 028-1551-L            | L109              | 2,36              |       |
|                   |  | Storamos         | 028-1550-L            | L205              | 6,31              |       |
| Vestland          | Hardanger                                      | Bergsvatnet      | 052-26869-L           | L105a             | 1,45              |       |
|                   | Nordhordland                                   | Klessvatnet      | 066-26282-L           | L106              | 64,15             |       |
|                   |  | Lommetjøernet    | 066-26284-L           | L105a             | 29,23             |       |
|                   |  | Vestvatnet       | 066-26305-L           | L105a             | 11,95             |       |
|                   |  | Ystebøvatnet     | 066-176457-L          | L106              | 19,43             |       |
| Trøndelag         | Inn-Trøndelag                                  | Lømsen           | 128-937-L             | L110              | 1,92              |       |

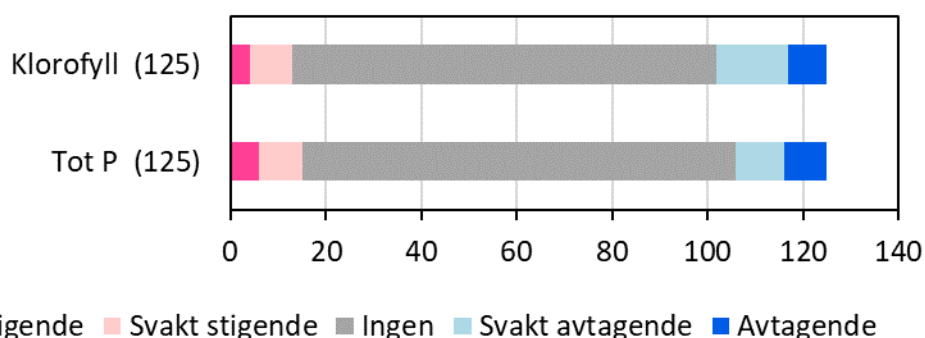
Slike innsjøer egner seg ikke til drikkevann iht. retningslinjer for cyanotoksiner i drikkevann (Chorus & Welker, 2021; WHO, 2020), men kan brukes dersom vannverket har avansert fullrensing av råvannet (VKM, 2021). De innsjøene som er i dårlig og svært dårlig tilstand egner seg heller ikke til badevann på grunn av stor risiko for å overskride Verdens Helseorganisasjons (WHO) grenseverdier for cyanotoksiner i badevann (Chorus & Welker, 2021; WHO, 2020). Slike innsjøer egner seg heller ikke til vanning av grønnsaker og bær. Husdyr på beite som drikker slikt vann har omkommet ved blant annet Frøylandsvannet, og hunder som bader i slikt vann kan bli alvorlig syke eller omkomme, noe som skjedde i Akersvannet i Vestfold sommeren 2021.

I store innsjøer kan cyanobakterier også forekomme i store mengder i strandsonen, selv om de kun ofte forekommer kun i små mengder langt fra land, slik vi så i Mjøsa i 2019 (Lyche Solheim mfl. 2020) og også i 2021. Årsaken er ikke klarlagt, men en mulig forklaring er tilførsler av næringssalter til strandsonen etter kraftig regn kombinert med stadig varmere vann, som gir høyere veksthastighet for cyanobakterier og alger. En annen mulig forklaring er oppkonsentrering av biomassen nær land ved spesielle værforhold. Prøver tatt i strandsonen av Mjøsa sommeren 2021 påviste vesentlig høyere Tot-P-konsentrasjoner enn det som måles på de faste målestasjonene langt fra land (Thrane mfl. 2022). Høyere Tot-P og stor cyanobakterie-biomasse nær land i store innsjøer gir et tydelig signal om behov for mer systematisk overvåking av strandsonen i store innsjøer, da stasjoner langt fra land ser ut til å underestimere eutrofieringsproblemene, uansett underliggende årsak.

### 12.3 Trender

Kun 1/3 (125) av de 366 innsjøene som er med i denne rapporten har nok data for trendanalyser (data fra minst fire år). Trendanalyse er ikke mulig for andre parametere enn klorofyll og Tot-P, da svært få innsjøer har  $\geq$  fire år med data for de andre biologiske parametere.

Trendene er oppsummert i **Figur 83**. Ingen trend er funnet for  $> 70\%$  av innsjøene med nok data (89 innsjøer for klorofyll og 91 innsjøer for Tot-P). Stigende trend (rosa) er funnet for 12 innsjøer (10%) for klorofyll og 14 innsjøer (11%) for Tot-P, mens avtagende trend (blå) er funnet for 22 innsjøer (18%) for klorofyll og 19 innsjøer (15%) for Tot-P.



**Figur 83.** Trender for klorofyll og Tot-P for 125 innsjøer med minst fire år med data.

Innsjøer med hhv. stigende eller avtagende trender for klorofyll og/eller Tot-P ble funnet i totalt 58 innsjøer og er vist i **Tabell 51** med detaljer i Vedlegg A3. De forskjellige trendkategoriene er

sammenstilt ved å telle opp antall innsjøer som har forskjellige kombinasjoner av stigende eller avtagende trender for klorofyll *a* og/eller Tot-P.

Ut fra gode korrelasjoner mellom klorofyll og Tot-P (Phillips mfl. 2008) vil man normalt forvente samsvar i trender for klorofyll og Tot-P, dvs. enten avtagende trender for begge parameterne eller stigende trender for begge parameterne. Resultatene vist i **Tabell 51** viser imidlertid at kun et fåtall innsjøer har samsvarende trender for disse to parameterne. Dette kan skyldes usikre trendresultater i 96 av de 125 innsjøene på grunn av få år med data etter 2008 (4-9 år) og/eller svake (borderline) trender. Data fra minst 10 år etter 2008 var kun tilgjengelig fra 29 innsjøer, og kun 25 innsjøer viste klart signifikante trender (**Vedlegg B**).

**Tabell 51.** Innsjøer med forskjellige kombinasjoner av trender for klorofyll og Tot-P i perioden 2009–2020 (Data fra 2020 var ikke rapportert for alle innsjøene ved tidspunktet for nedlasting av data fra Vannmiljø). Stigende og avtagende trender omfatter både innsjøer med svake trender ( $p$  0.05-0.2) og klare trender ( $p < 0.05$ ). Innsjøer uten trender for begge parameterne er utelatt i tabellen. Vannområder er angitt i parentes.

| Klorofyll | Tot-P     | antall | Innsjønavn og vannområde   |
|-----------|-----------|--------|--|
| stigende  | stigende  | 1      | Pollevann (PURA) og Bråtåtjern (Randsfjorden)  |
| stigende  | ingen     | 10     | Kolbotnvann (PURA), Padderudvannet og Stovivannet (Indre Oslofjord Vest), Gjende (Mjøsa), Breidtjernet og Stortjern (Randsfjorden), Goksjø (Numedalslågen), Hovsfjorden og Volbufjorden (Valdres), Grorudvannet (Aulivassdraget)   |
| stigende  | avtagende | 1      | Mjøsa-Furnesfjorden  |
| ingen     | stigende  | 10     | Sølensjøen (Femund/Trysil-vassdraget), Øvre Drengsrudvann (Indre Oslofjord Vest), Sværsvann/Sætertjern (Morsa), Kruggerudtjernet, Markatjernet, Randsfjorden (Randsfjorden), Haglebuvatn (Simoa), Tisleifjorden (Valdres), Holmendammen (Oslo), Borrevannet (Horten-Larvik)  |
| ingen     | avtagende | 13     | Østensjøvann (Pura), Ertevannet (Glomma-Sør), Aremarksjøen, Rødenessjøen og Skulerudsjøen (Haldenvassdraget), Mjøsa-Skreia og Næra (vannområde Mjøsa), Vansjø-Vanemfjorden (Morsa), Sandungen (Oslo), Edlandsvatnet og Stokkelandsvatnet (Jæren), Henangervatnet og Skogseidvatnet (Vest)  |
| avtagende | stigende  | 2      | Bondivannet (Indre Oslofjord Vest), Bindingsvannet (Morsa)   |
| avtagende | ingen     | 15     | Tussetjern og Årungen (Pura), Isesjø (Glomma-Sør), Rødbyvannet (Indre Oslofjord Vest), Langen, Mjær, Sæbyvannet, Vansjø-Grepperødfjorden (Morsa), Falangtjern-nedre (Randsfjorden), Tyrifjorden (Tyrifjorden), Aurdalsfjorden og Strøndafjorden (Valdres), Ilestadvannet (Aulivassdraget), Askjemvannet (Numedalslågen), Mosvatnet (029-19340-L) (Jæren) |
| avtagende | avtagende | 5      | Femsjøen og Hemnessjøen (Haldenvassdraget), Tveitevatnet (Tokke-Vinje), Mosvatnet (028-20038-L) og Frøylandsvatnet (Jæren)   |

Stigende trender for begge parameterne er kun funnet i to innsjøer, Pollevann i vannområde Bunnefjorden med Gjersjøen og Årungen-vassdraget (PURA) og Bråtåtjern i vannområde Randsfjorden. Pollevann er imidlertid i god tilstand for begge parameterne og trendene er bare svakt stigende. Fosfor-reduserende tiltak kan likevel være fornuftig å vurdere for å unngå ytterligere forverring ned mot moderat tilstand. Bråtåtjern (vannforekomst 012-196447-L) er i dårlig eller svært dårlig tilstand for begge næringssaltene og for både planteplankton og vannplanter. Trendene er svakt stigende. Forbedring av tilstanden i denne innsjøen vil kreve omfattende tiltak.

Avtagende trender for både klorofyll og Tot-P er funnet i fem innsjøer: Femsjøen og Hemnessjøen i Haldenvassdraget, Tveitevatnet i Tokke-Vinje og Mosvatnet (vannforekomst 028-20038-L) og Frøylandsvatnet på Jæren. Gjennomføring av fosfor-reduserende tiltak i jordbruks- og avløpssektoren er en sannsynlig forklaring på de avtakende trendene for de nevnte innsjøene i Haldenvassdraget og på Jæren.

Alle de øvrige 52 innsjøene med trender for minst én av de to parameterne klorofyll og Tot-P har andre trendkombinasjoner, som viser at en rekke andre limnologiske faktorer har betydning for utviklingen. De viktigste faktorene er trolig relatert til klimaendringer og omfatter bl.a. økt humuskonsentrasjon som påvirker lysforholdene i vannet, økt vanntemperatur som øker algevekst og forlenger vekstsesongen. Mer ekstremnedbør som gir økte fosfortilførsler som følge av avrenning fra jordbruksarealer og overløp av avløpsvann kan også bidra, men effekten kan motvirkes av økt gjennomstrømning, særlig i små, grunne eutrofe innsjøer som kan ha fosfortilførsler fra sedimentene (Richardson mfl. 2018).

Andre faktorer som spiller inn er innsjøenes størrelse og dybde som har betydning for oppholdstiden på vannmassene og for resipientkapasiteten, der store dype innsjøer har lengre oppholdstid og større resipientkapasitet for næringsalter enn små, grunne innsjøer. Interaksjoner mellom planteplankton og vannplanter, samt tettheten av fiskebestander kan også ha betydning fordi disse faktorene påvirker tilgang på næringsalter for planteplanktonet og beitetrykket på algene fra dyreplankton. Forholdet Tot-N/Tot-P kan også ha betydning, da lavt forhold kan indikere nitrogenbegrensning, som vil kunne gi manglende klorofyll-respons på fosfor-reduserende tiltak, særlig dersom Tot-P konsentrasjonen er svært høy (over metningspunktet for algene). Dersom Tot-P er svært høy, det vil si over metningspunktet for algene (ca. 100 µg/l, Phillips et al. 2008), vil responsen for klorofyll bli liten inntil Tot-P har kommet ned under dette metningspunktet. Forsinket respons på tiltak kan også bidra til å forklare enkelte av trendkombinasjonene.

I de følgende avsnittene beskrives de forskjellige trend-kombinasjonene som er funnet for de 52 innsjøene, inkludert mulige forklaringsmodeller der de forskjellige limnologiske forholdene gitt i forrige avsnitt er vurdert. Merk at sammenlikningen av trender pr. nå har stor usikkerhet på grunn av få år med data for mange innsjøer og bruk av relativt høy signifikansgrense (p-verdi) for trend-deteksjon. Verifisering av disse forsøkene på mulige forklaringer kan ikke gjøres før et sikrere datagrunnlag er etablert for de fleste av disse innsjøene.



Den vanligste kombinasjonen er innsjøer som har avtagende trend for klorofyll, men ingen trend for Tot-P (15 innsjøer). 10 av disse er humøse sjøer, der lysforholdene er dårlige, noe som kan gi lav biomasse av planteplankton i forhold til fosforkonsentrasjonen. Fosforet i humøse innsjøer er dessuten mindre biotilgjengelig enn i klare innsjøer (Jansson mfl. 2012). Mange innsjøer i Norge og Norden har blitt mer humøse siden 1990-tallet, på grunn av klimaendringer og mindre sur nedbør (Monteith et al. 2007; de Wit mfl. 2016). Dette kan bidra til å forklare den avtagende trenden for klorofyll. Effekter av tiltak for å redusere fosforkonsentrasjonen i slike innsjøer kan motvirkes av den økte humustilførselen, da humus adsorberer fosfor på sin vei fra nedbørfeltet til innsjøen. Dette kan bidra til å forklare at Tot-P konsentrasjonen ikke har endret seg etter 2009. En annen mulig forklaring kan også være at løst P er redusert som følge av avløpstiltak, men samtidig at erosjons/partikkelbundet P har økt. Dette gir mindre biotilgjengelig fosfor og dårligere lysforhold og dermed redusert algebiomasse, men ingen netto trend for total fosfor.

Innsjøer med ingen trend for klorofyll og avtagende trend for Tot-P er også ganske vanlig (13 innsjøer). I ni av disse er tilstanden moderat eller dårligere for minst én av de to parameterne. Seks av dem er humøse og ligger på Østlandet i vannregion Viken, hvorav de fleste i vannområder som har hatt stort fokus på gjennomføring av fosfor-reduserende tiltak i jordbruks- og/eller avløpssektorene (Haldenvassdraget og Morsa, men også PURA og Glomma-Sør, samt Mjøsa-Skreia). De øvrige tre er klare innsjøer og ligger på Vestlandet, hvorav én (Stokkelandsvatnet) i vannområde Jæren og to (Henangervatnet og Skogseidvatnet) i vannområde Vest. For innsjøene på Østlandet og på Jæren kan forklaringen være målrettet gjennomføring av fosfor-reduserende tiltak i mange år, men at effekten på planteplanktonbiomassen (klorofyll  $a$ ) motvirkes av klimaendringer som har gitt varmere vann og lengre vekstsesong. Endringer i fiskesamfunnet etter introduksjon av mort eller sørv, som gir redusert biomasse av dyreplankton som beiter på planteplankton kan også ha bidratt til å motvirke effekten av fosfor-reduserende tiltak på planteplanktonbiomassen. På den annen side kan tiltakene ha forhindret en økning i klorofyllkonsentrasjonen, som sannsynligvis kunne ha skjedd uten slike tiltak. For de to innsjøene i vannområde Vest, som brukes til bl.a. fiskeoppdrett, kan forklaringen være den samme, men Tot-P resultatene er for disse er svært usikre (se for øvrig kap. 7.4.3 og Johnsen og Wathne, 2020).

Andre relativt vanlige kombinasjoner er stigende trend for klorofyll og ingen trend for Tot-P. Slike kombinasjoner forekommer i 10 innsjøer, hvorav kun én innsjø er humøs (Goksjø), mens resten er klare. Åtte av innsjøene er i moderat eller dårligere tilstand for minst én av de to parameterne. Fire av disse har klart stigende trend for klorofyll, som indikerer at trenden er ganske sikker. Disse fire innsjøene er Stovivannet i Indre Oslofjord Vest, Breidtjernet og Stortjern i vannområde Randsfjorden og Goksjø i vannområde Numedalslågen. En mulig årsak til at klorofyll øker i disse innsjøene til tross for ingen trend i fosforkonsentrasjonen kan være varmere overflatevann og lengre vekstsesong, samt mulige endringer i fiskesamfunnet, som kan ha gitt redusert beiting på algene fra dyreplankton. De øvrige innsjøene i denne kategorien (bl.a. Kolbotnvann i PURA, Padderudvannet i Indre Oslofjord Vest, Gjende, som er en bresjø i vannområde Mjøsa og Grorudvannet i Aulivassdraget) har kun svakt stigende trend for klorofyll, som gir et usikkert grunnlag for å vurdere mulige årsaker. Klimaendringer som gir varmere vann og lengre vekstsesong kan likevel være en sannsynlig årsak (for Gjende, se Lyche Solheim mfl. 2021).

Den omvendte kombinasjonen dvs. ingen trend for klorofyll, men stigende trend for Tot-P forekommer også i 10 innsjøer, hvorav kun tre er i moderat eller dårligere tilstand for minst én av parameterne. Alle de tre innsjøene er klare og moderat kalkrike eller kalkrike innsjøer (Markatjernet i vannområde Randsfjorden, Holmendammen i Oslo og Borrevannet i Horten-Larvik). Årsaken til at klorofyll ikke øker til tross for stigende trend for Tot-P er uklar, men en mulig forklaring kan være at de tre nevnte innsjøene er små og grunne innsjøer med mye vannplanter som konkurrerer med planteplankton om nærings saltene. Holmendammen har også kort oppholdstid på vannmassene som ikke gir nok tid for planteplanktonet til å bygge opp høy biomasse. Trenden for Tot-P i Holmendammen og Borrevannet er bare svakt stigende, og dermed usikker, så nærmere vurderinger av mulige årsaker bør vente til flere data er tilgjengelige. Markatjernet i vannområde Randsfjorden som har god tilstand for klorofyll men moderat tilstand for Tot-P. Tot-P trenden er klart stigende. Innsjøen er humøs og har dermed dårlige lysforhold som begrenser algevekstens respons på stigende fosforkonsentrasjon.

Randsfjorden har også denne kombinasjonen av ingen trend for klorofyll til tross for svakt stigende trend for Tot-P. Resultatene er usikre, da kun fire års data er rapportert til Vannmiljø etter 2009, men videre overvåking vil kunne gi sikrere resultater. Innsjøen er i svært god tilstand for klorofyll og god tilstand for Tot-P, men kan ha dårligere tilstand med økt risiko for algeoppblomstringer i strandnære områder, tilsvarende som i Mjøsa 2019 (Lyche Solheim mfl. 2020).

Motsatte trender for klorofyll og Tot-P er en sjelden kombinasjon. Mjøsa ved stasjon Furnesfjorden er den eneste innsjøen i denne rapporten som har svakt stigende trend for klorofyll  $a$  og avtagende trend for Tot-P. Den avtagende trenden for Tot-P skyldes trolig gjennomføring av fosfor-reduserende tiltak innen jordbruks og avløpssektorene, mens den svakt stigende trenden for klorofyll  $a$  muligens kan forklares av varmere vann og lengre vekstsesong, som gir økt algevekst og motvirker responsen på redusert fosforkonsentrasjon. For mer diskusjon rundt dette, se kap. 3.4.2.1.

Bondivannet i Indre Oslofjord Vest og Bindingsvannet i Morsa har begge avtagende trender for klorofyll, men stigende trend for Tot-P. Dette er uvanlig og årsaken er uklar. En mulig forklaring for Bondivannet kan være miljøgifter som har giftvirkning på planteplankton. Innsjøen er i moderat tilstand for begge parameterne og har overskridelser av grenseverdien for kobber og andre miljøgifter, samt mye miljøgifter i sedimentene fra tidligere industriutslipp (Vann-nett). For Bindingsvann, som er i god tilstand for begge parameterne kan økt humusinnhold gi stigende Tot-P-konsentrasjon og samtidig dårligere lysforhold som gir avtagende algebiomasse.

## 12.4 Oppsummering og anbefalinger

Avslutningsvis gis en kort oppsummering av de viktigste resultatene med anbefalinger om mulige forbedringer av overvåking og forvaltning av eutrofierte innsjøer i Norge.

Eutrofiering er en viktig påvirkning som hindrer oppnåelse av miljømålet om god økologisk tilstand i minimum 200 norske innsjøer. De fleste av disse ligger på Østlandet, samt i vannregionene Rogaland og Vestland. Mange flere innsjøer rapporteres å være middels-sterkt påvirket av jordbruksavrenning og/eller avløp, men overvåkes ikke for klorofyll  $a$  eller andre biologiske parametere og er dermed ikke

med i denne undersøkelsen. Flere eutrofierte innsjøer kan derfor finnes i Norge enn det som rapporteres her.

Alvorlige oppblomstringer av potensielt giftige cyanobakterier er rapportert i ca. 30 innsjøer, men kan forekomme i langt flere. Klimaendringer ser ut til å øke risikoen for slike oppblomstringer. Artssammensetning for planteplankton bør overvåkes i flere eutrofierte innsjøer, da klorofyll a ofte gir bedre tilstand enn planteplankton total sett og dermed underestimerer eutrofi-effekter.

Strandsonen bør overvåkes mer systematisk i store innsjøer, da stasjoner langt fra land ser ut til å underestimere eutrofieringsproblemene. Overvåking i strandsonen bør omfatte både vannplanter og planteplankton.

Trender for klorofyll og total fosfor kan ikke analyseres i mange vannområder og vannregioner på grunn av for korte tidsserier. Trender kan ikke analyseres for andre biologiske parametere på grunn av for lite data. Overvåkingsfrekvensen må derfor økes for å muliggjøre trendanalyser som kan si noe om tiltaksbehov, samt om effekter av gjennomførte tiltak.

Trender for klorofyll og total fosfor ble analysert i 126 (35%) av de 366 innsjøene som har inngått i denne undersøkelsen. 24 (19%) av disse 126 innsjøene har stigende trend for én eller begge parameterne, det vil si forverring, mens 36 (29%) har avtagende trend, det vil si forbedring for én eller begge parameterne. Flere innsjøer i vannområdene Haldenvassdraget, Morsa og Jæren viser forbedring for en eller begge parameterne. Her har det vært gjennomført avløps- og jordbrukstiltak over lang tid, noe som viser at eutrofitiltak virker.

Nitrogenbegrensning er sannsynlig i 105 innsjøer, og dette utgjør 55% av innsjøene som er i moderat eller dårligere tilstand i denne undersøkelsen. Tiltak bør derfor iverksettes mot både fosfor og nitrogen, også for å beskytte nedstrøms kystvannsforekomster.

Avstanden er stor mellom dagens tilstand og miljømålet god økologisk tilstand i mange av innsjøene. Klimaendringer vil dessuten kunne forverre eutrofieringsproblemer og motvirke effekter av tiltak. Mer omfattende tiltak mot tilførsler av næringssalter er derfor nødvendige i både avløps- og jordbrukssektoren for å nå miljømålet om god økologisk tilstand og unngå skadelige algeoppblomstringer i norske innsjøer. Tiltak som vil bedre tilstanden er særlig utbedring av avløpsanlegg i spredt bebyggelse, redusert gjødsling i jordbruket og tiltak mot jorderosjon og avrenning av næringssalter fra åpen åker, som f.eks. redusert høstpløying. Naturbaserte løsninger bør inngå i tiltakspakkene i jordbruket, inkludert restaurering av kantsoner med busker og trær.

Data som rapporteres til Vannmiljø, samt automatiske beregninger som gjøres i Vannmiljø må kvalitetssikres bedre for å fjerne feil.

## 13 Referanser

- 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 7/58/ 2021: 92 s.
- Berge, D., 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. NIVA-rapport O-85110: 45 s.
- Brabrand, A., B. Faafeng and J. P. M. Nilssen, 1990. Phosphorus supply to phytoplankton production– fish excretion versus external loading. *Can. J. Fish. aquat. Sci.* 47: 364–372.
- Bratli, J.L. & Skiple, A. 1998. Overvåking og tilstandsklassifisering av Borrevannet 1992-1996. Revidert tiltaksplan for 1997. NIVA-rapport 3803-98: 52 s. + vedl.
- Brettum, P., Arnesen, R.T., Berge, D., Laake, M., Rørslett, B., 1976. En undersøkelse av Borrevann, 1975. NIVA-rapport O-174/73: 119 s.
- Bækken, T., Haugen, T., 2011. Vegsalt og tungmetaller i innsjøer lands veier i Sør-Norge 2010. NIVA-rapport 6220-2011: 55 s.
- Chorus I., Welker M., 2021. Toxic cyanobacteria in water, 2nd edition. CRC Press, Boca Raton (FL), on behalf of the WHO, Geneva, CH. DOI: 10.1201/9781003081449
- De Wit HA, Valinia S, Weyhenmeyer GA, Futter MN, Kortelainen P, Austnes K, Hessen DO, Raike A, Laudon H, Vuorenma J., 2016. Current browning of surface waters will be further promoted by wetter climate. *Environ. Sci. Technol. Lett.* 3(12): 430-435.
- Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 2:2018.
- Faafeng, B., 1999. Landsomfattende trofiundersøkelse av norske innsjøer. Presentasjon av de mest eutrofe innsjøene. NIVA rapport 4048: 67 s.
- Haande, S., Rohrlack T og Kyle M. 2014. Utvikling av vannkvalitet i Haldenvassdraget. Sammenstilling av lange tidsserier (1968-2013). Paleolimnologiske undersøkelser i Bjørkelangen og Hemnessjøen. NIVA-rapport. Løpenr. 6652-2014. 45 s.
- Hagman, C., Skjelbred, B., Thrane, J.E., Andersen, T., de Wit, H., 2019. Growth responses of the nuisance algae *Gonyostomum semen* (Raphidophyceae) to DOC and associated alterations of light quality and quantity. *Aquat Microb Ecol* 82:241-251. <https://doi.org/10.3354/ame01894>
- Hanssen-Bauer, I., E.J. Førland, I. Haddeland, H. Hisdal, S. Mayer, A. Nesje, J.E.Ø. Nilsen, S. Sandven, A.B. Sandø, A. Sorteberg og B. Ådlandsvik 2016. Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. Norsk Klimaservicesenter (NCS) rapport nr. 2/2015, 2. opplag: 103 s. <https://klimaservicesenter.no/kss/rapporter/kin2100>
- Ho, J.C., Michalak, A.M., Pahlevan, N., 2019. Widespread global increase in intense lake phytoplankton blooms since the 1980s. *Nature* 574, 667–670; doi:10.1038/s41586-019-1648-7
- Jansson, M., Berggren, M., Laudon, H., Jonsson, A., 2012. Bioavailable phosphorus in humic headwater streams in boreal Sweden. *Limnol. Oceanogr.*, 57: 1161-1170. doi:10.4319/lo.2012.57.4.1161

- Jarvie, H.P., Whitton, B.A., Neal, C., 1998. Nitrogen and phosphorus in east coast British rivers: Speciation, sources and biological significance. *Science of The Total Environment*, 210/211: 79-109. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(98\)00109-0](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(98)00109-0).
- Johnsen, G. H. & Wathne, I., 2020. Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Bjørnafjorden 2019. Rådgivende Biologer AS rapport nr. 3058: 34 s.
- Lyche, A., 1990. Cluster analysis of plankton community structure in 21 lakes along a gradient of trophy. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24: 586-591.
- Lyche Solheim, A., Moe, J. 2008. Eutrofieringstilstand i norske innsjøer og elver 1980-2008. SPFO-rapport: 1042/2008, TA-2466/2008. 44 s.
- Lyche Solheim, A., Schartau, A.K., Berg, M., Bongard, T., Edvardsen H., Jensen, T.C., Mjelde, M., Petrin, Z., Saksgård, R., Sandlund, O.T., Skjelbred, B., 2014. Utprøving av system for basisovervåking i henhold til vannforskriften. Resultater for utvalgte innsjøer 2013. Miljødirektoratet rapport M-195/2014 og NIVA rapport 6687-2014: 95 s.
- Lyche Solheim, A., Schartau, A.K., Bongard, T., Edvardsen H., Jensen, T.C., Mjelde, M., Persson, J., Saksgård, R., Sandlund, O.T., Skjelbred, B., 2016. ØKOFERSK: Basisovervåking av utvalgte innsjøer 2015. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand iht vannforskriften. Miljødirektoratet-rapport 580/2016, NIVA-rapport 7071: 142 s.
- Lyche Solheim, A., Thrane, J.E., Skjelbred, B., Økelsrud, A., Håll, J., Røst Kile, M., 2020. Tiltaksorientert overvåking i vannområde Mjøsa 2019. Operational monitoring of the lake Mjøsa with tributaries. Årsrapport for 2019. NIVA-rapport 7491-2019: 151 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, 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, ISBN 978-82-577-7396-0: 184 s.
- Løvstad, Ø. og Lucasen, H. 2020. Vassdragsovervåking i Randsfjorden og sidevassdrag 2019. Langsiktig utvikling i vannkvalitet. Limnoconsult rapport: 34 s.
- Mjelde, M. 2005. Vansjø-Hobølvassdraget. Økologisk status for vannvegetasjon i 2004. NIVA rapport 5036-2005. 18 s.
- Molversonmyr, Å., Schneider, S., Bergan, M.A, Edvardsen, H. & Mjelde, M. 2012. Overvåking av Jærvassdrag 2011. Datarapport. Rapport IRIS – 2012/023.

- Molversmyr, Å., Schneider, S., Edvardsen, H., Bergan, M.A. 2014. Overvåking av Jærvassdrag 2013. Datarapport. IRIS rapport 2014/025.
- Molversmyr, Å., Stabell, T., Mjelde, M. 2018. Overvåking av innsjøer og elver i Jæren vannområde 2017. IRIS –Rapport 2018/028.
- Molversmyr, Å. 2019. innsjøinterne tiltak i Hålandsvatnet – vurdering av muligheter og effekter. NORCE rapport, Miljø 021-2019.
- Molversmyr, Å. 2020. Undersøkelser i Storamos. NORCE rapport, Miljø 5-2020. 26 s.
- Molversmyr, Å., Moodley, L og Le Tressoler, A. 2020. Innledende laboratorieundersøkelser knyttet til mulig bruk av Phoslock® for å bedre tilstanden i Hålandsvatnet. NORCE rapport, Miljø 12-2020.
- Molversmyr, Å., Bechmann, M., Kaste, Ø., Turtumøygaard, S., Dahler Norling, M., Guerrero, J.L., Skarbøvik, E., Lyche Solheim, A., 2020. Analyse av hva klimaendringer og arealbruk betyr for vannmiljøet i Håelva. NORCE-rapport Miljø 1-2020: 44 s.
- Molversmyr, Å., Hereid, S., 2021. Overvåking av innsjøer og elver i Jæren vannområde 2020. NORCE Norwegian Research Centre AS, rapport Miljø 3-2021: 110 s.
- Molversmyr, Å., Bechmann, M., Kværnø, S., Turtumøygaard, S., 2022. Tilførsler og avlastningsbehov for Hålandsvatnet i Rogaland. NORCE Rapport Klima og miljø 2-2022.
- Monteith DT, Stoddard JL, Evans CD, de Wit HA, Forsius M, Hogasen T, Wilander A, Skjelkvaale BL, Jeffries DS, Vuorenmaa J, Keller B, Kopacek J, Vesely J (2007) Dissolved organic carbon trends resulting from changes in atmospheric deposition chemistry. *Nature* 450(7169): 537-540
- Oredalen, T. J. og Faafeng, B. 2002. Landsomfattende undersøkelse av trofilitilstanden i norske innsjøer. Datarapport 2001. NIVA rapport 4570.
- Phillips, G., Pietiläinen, O.P., Carvalho, L., Solimini, A., Lyche Solheim, A., Cardoso, A.C., 2008. Chlorophyll-nutrient relationships of different lake types using a large European dataset. *Aquat. Ecol.* 42: 213-226. DOI 10.1007/s10452-008-9180-0
- Richardson, J., Miller, C., Maberly, S.C., Taylor, P., Globevnik, L., Hunter, P., Jeppesen, E., Mischke, U., Moe, S.J., Pasztaleniec, Søndergaard, M., Carvalho, L., 2018. Effects of multiple stressors on cyanobacteria abundance vary with lake type. *Global change biology*: 12 p. DOI: 10.1111/gcb.14396
- Schartau, A.K., Haande, S., Fløystad, L., Eriksen, T.E., Halvorsen, G., Jensen, T.C., Mjelde, M., Often, A., Petrin, Z., Rustadbakken, A., Saksgård, R., Sandlund, O.T., Selvik, J.R., Skjelbred, B. & Lyche Solheim, A. 2012. Utprøving av system for basisovervåking i henhold til vannforskriften. Resultater for utvalgte innsjøer 2010. Miljøovervåking i vann 2012-2, 98 s.
- Schartau, A.K., Skjelbred, B., Edvardsen H., Fløystad, L., Jensen, T.C., Mjelde, M., Petrin, Z., Saksgård, R., Sandlund, O.T., 2013. Utprøving av system for basisovervåking i henhold til vannforskriften. Resultater for utvalgte innsjøer 2012. Miljøovervåking i vann 2013-4, 105 s.
- Simonsen, L., Fyhn, A., Pengerud, A., 2018. Ertevatnet i Rakkestad. Årsak til algeoppblomstring i 2017. Oppfølgingsplan for videre tiltak. Norconsult-rapport nr. 1 for Vannområde Glomma Sør: 30 s.

- Skarbøvik, E., Haande, S., Bechmann, M., Skjelbred, B., 2021. Vannovervåking i Morsa 2020. NIBIO-rapport vol. 7, nor. 57: 90 s.
- Skulberg O.M. 1979. Giftvirkninger av blågrønnalger: første tilfelle av *Microcystis*-forgiftning registrert i Norge, Temarapport 4, NIVA. pp. 42.
- Skulberg O. og Underdal B. 1983. Vannblomst med giftige blågrønnalger - undersøkelser i Rogaland 1982. Oversikt. Resultater. Erfaringer. NIVA-rapport 1528-1983.
- Sorteberg, A., Lawrence, D., Dyrredal, A.V., Mayer, S., Engeland, K., 2018. Climatic changes in short duration extreme precipitation and rapid onset flooding - implications for design values. Norwegian Centre for Climate Services, NCCS report no.1/2018: 144 s.
- Stabell, T., Simonsen, L., Nielsen, L., Pengerud, A., 2021. Årungen og Gjersjøvassdraget. Fosfor og planteplankton 2012-2020. Norconsult rapport no. 3. Oppdrag for vannområde PURA. 67 s.
- Thrane, J.E., Økelsrud, A., Skjelbred, B., Ranneklev, S., Håll J., Røst Kile, M., 2022. Tiltaksorientert overvåking i vannområde Mjøsa. Hovedrapport for 2021. NIVA rapport nr. 7743-2022: 172 s.
- Vannområde Glomma sør for Øyeren, «Lokal tiltaksanalyse for vannområde Glomma Sør for Øyeren, Foreløpig, Versjon pr 4. juli 2014,» Vannområde Glomma Sør, 2014.
- VKM, Ingunn Anita Samdal, Andreas Ballot, Nana Yaa Boahene, Gunnar Sundstøl Eriksen, Daniel Flø, Sigrid Haande, Camilla Svendsen, Heidi Amlund, Jonny Beyer, Anne Lise Brantsæter, Sara Bremer, Espen Mariussen, Cathrine Thomsen, Helle Knutsen 2021. Cyanobakterier og cyanotoksiner i norske drikkevannskilder. Vitenskapelig uttalelse fra faggruppe for forurensning, naturlige toksiner og medisinrester i Vitenskapskomiteen for mat og miljø. VKM Report 2021:13, ISBN: 978-82-8259-367-0, ISSN: 2535-4019. Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM), Oslo, Norway.
- WHO, 2020. Cyanobacterial toxins: microcystins. Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality and Guidelines for safe recreational water environments. Geneva: World Health Organization; 2020 (WHO/HEP/ECH/WSH/2020.6). Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

## Vedlegg A. Absoluttverdier og tilstandsklasse for alle parameterne.

**Tabell A1. Innlandet og Viken, inkl. Oslo:** Middelerverdier og tilstandsklasse (farge) for eutrofieringsparametere i hver innsjø for alle vannområder. Middelerverdiene er basert på alle tilgjengelige data fra perioden 2009-2020 i Vannmiljø, supplert med data fra NIVAs databaser.

| Vannområder med tilhørende innsjøer                   | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med klorofyll-data for 2009-2020 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll (µg/L) | Cyano-maks (mg/L) | Plante-plankton nEQR | Vannplanter (Tlc-verdi) | Vannplanter nEQR (Tlc) |
|---|------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|------------------|-------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|
| <b>Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøvassdraget</b> |                  |                   |                                       |              |              |                  |                   |                      |                         |                        |
| Gjersjøen   | 005-297-L        | L107              | 12                                    | 14,2         | 1454         | 4,5              | 0,16              | 0,77                 |                         |                        |
| Kolbotnvann   | 005-5537-L       | L109              | 11                                    | 28,3         | 634          | 23,7             | 4,82              | 0,27                 |                         |                        |
| Midtsjøvann   | 005-5646-L       | L108              | 5                                     | 44,3         | 1417         | 23,5             | 0,09              | 0,51                 |                         |                        |
| Nærevann  | 005-5645-L       | L108              | 5                                     | 36,9         | 961          | 17,7             | 0,58              | 0,50                 |                         |                        |
| Pollevann   | 005-5640-L       | L109              | 5                                     | 16,4         | 1046         | 7,4              | 0,26              | 0,81                 |                         |                        |
| Tussetjern  | 005-5611-L       | L110              | 5                                     | 21,7         | 1389         | 8,5              | 0,01              | 0,73                 |                         |                        |
| Østensjøvann  | 005-5681-L       | L110              | 5                                     | 80,4         | 2689         | 34,0             | 0,93              | 0,44                 |                         |                        |
| Årungen   | 005-296-L        | L110              | 9                                     | 35,5         | 2596         | 15,7             | 0,19              | 0,58                 |                         |                        |
| <b>Byälven og Vrangselva-Byälven</b>                  |                  |                   |                                       |              |              |                  |                   |                      |                         |                        |
| Nessjøen  | 313-367-L        | L106              | 1                                     | 23,3         | 530          | 9,3              | 0,25              | 0,44                 |                         |                        |
| Varaldsjøen   | 313-360-L        | L206              | 1                                     | 10,0         | 292          | 3,1              |                   | 0,53                 |                         |                        |
| Sigernessjøen   | 313-364-L        | L106              | 1                                     | 11,8         | 286          | 2,5              | 0,00              | 0,83                 |                         |                        |
| Stangnessjøen   | 313-3073-L       | L106              | 1                                     | 24,2         | 501          | 11,8             | 0,00              | 0,51                 |                         |                        |
| <b>Drammenselva</b>                                   |                  |                   |                                       |              |              |                  |                   |                      |                         |                        |
| Miletjern   | 012-5642-L       | L109              | 1                                     | 19           | 522          | 2,9              |                   |                      |                         |                        |
| <b>Eikeren</b>  |                  |                   |                                       |              |              |                  |                   |                      |                         |                        |
| Bergsvannet, Eidsfoss                                 | 012-519-L        | L107              | 11                                    | 10,9         | 768          | 9,7              | 5,83              | 0,58                 |                         |                        |
| Bergsvannet, Vassås                                   | 012-5816-L       | L108              | 2                                     | 15,5         | 1006         | 7,8              | 0,01              | 0,72                 |                         |                        |
| Eikeren   | 012-542-2-L      | L105b             | 11                                    | 5,7          | 835          | 1,5              | 0,07              | 0,83                 | 62,8                    | 0,78                   |



|   |             |       |   |      |     |      |       |      |      |      |
|---|-------------|-------|---|------|-----|------|-------|------|------|------|
| Grennesvannet                             | 012-5799-L  | L108  | 2 | 15,6 | 899 | 12,1 | 0,00  | 0,57 |      |      |
| Haugestadvannet                           | 012-543-1-L | L108  | 4 | 35,1 | 790 | 46,2 | 7,04  | 0,16 |      |      |
| Hillestadvannet                           | 012-544-L   | L108  | 9 | 48,2 | 818 | 51,3 | 12,69 | 0,08 |      |      |
| Sukkevannet                               | 012-5808-L  | L109  | 2 | 34,1 | 956 | 19,8 | 0,01  | 0,48 |      |      |
| Vikevannet                                | 012-543-2-L | L108  | 7 | 25,2 | 721 | 26,7 | 4,96  | 0,25 |      |      |
| Øksne med Tistillen                       | 012-583-L   | L205  | 2 | 5,7  | 175 | 1,9  | 0,02  | 0,85 |      |      |
| <b>Femund/Trysilvassdraget - Klaraälv</b> |             |       |   |      |     |      |       |      |      |      |
| Arasjøen                                  | 311-1363-L  | L203c | 1 | 16,0 | 232 | 1,7  | 0,00  | 0,96 | 100  | 1,00 |
| Eltsjøen                                  | 311-33492-L | L205  | 1 | 9,5  | 162 | 2,0  |       |      |      |      |
| Femunden                                  | 311-1348-L  | L205  | 3 | 5,1  | 203 | 0,8  | 0,00  | 0,91 | 82,8 | 1,00 |
| Rysjøen                                   | 311-33688-L | L206  | 1 | 20,2 | 318 | 4,3  |       | 0,78 |      |      |
| Sølsjøen                                  | 311-1354-L  | L205  | 4 | 6,3  | 238 | 1,6  | 0,00  | 0,94 | 97,4 | 1,00 |
| Storsjøen (i Tolga)                       | 311-1357-L  | L207  | 2 | 11,2 | 148 | 2,1  | 0,02  | 0,55 | 78,3 | 1,00 |
| Vestre Flensjøen                          | 311-33502-L | L206  | 1 | 26,8 | 368 | 11,1 |       |      |      |      |
| <b>Glomma</b>                             |             |       |   |      |     |      |       |      |      |      |
| Atnsjøen                                  | 002-126-L   | L202d | 2 | 5,2  | 128 | 1,5  | 0,00  | 0,81 | 100  | 1,00 |
| Bergsjøen                                 | 002-3865-L  | L206  | 1 | 11,5 | 347 | 2,2  | 0,03  |      |      |      |
| Dølsjøen                                  | 002-153-L   | L106  | 1 | 15,3 | 468 | 5,0  | 0,00  | 0,84 |      |      |
| Gardsjøen                                 | 002-3950-L  | L106  | 1 | 24,5 | 428 | 8,1  | 0,00  | 0,62 |      |      |
| Gjesåssjøen                               | 002-239-L   | L106  | 3 | 28,4 | 442 | 12,2 |       | 0,33 |      |      |
| Hukusjøen                                 | 002-158-L   | L206  | 2 | 11,1 | 333 | 2,2  |       | 0,70 |      |      |
| Lomnessjøen                               | 002-163-L   | L207  | 1 | 7,1  | 274 | 1,2  |       | 0,98 |      |      |
| Nugguren                                  | 002-122-L   | L106  | 1 | 14,0 | 324 | 2,5  |       |      |      |      |
| Prestsjøen                                | 002-33667-L | L206  | 1 | 22,7 | 855 | 9,9  | 0,03  |      |      |      |
| Råsen                                     | 002-152-L   | L106  | 1 | 12,7 | 430 | 2,9  |       | 0,99 |      |      |
| Rødstjernet                               | 002-33674-L | L208  | 1 | 29,5 | 768 | 11,5 | 0,00  |      |      |      |
| Storsjøen                                 | 002-120-L   | L106  | 2 | 14,4 | 397 | 6,7  | 0,00  | 0,50 |      |      |
| Strandsjøen                               | 002-3842-L  | L106  | 1 | 65,2 | 883 | 36,8 |       | 0,19 |      |      |
| Stubbsjøen                                | 002-171-L   | L207  | 1 | 10,0 | 201 | 1,0  |       |      |      |      |
| Sætersjøen                                | 002-3897-L  | L206  | 1 | 13,0 | 270 | 2,5  |       |      |      |      |

|                                |             |       |    |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|-------------|-------|----|------|------|------|------|------|------|------|
| søndre Ulvsjøen                | 002-33611-L | L206  | 1  | 41,5 | 372  | 14,9 |      |      |      |      |
| Sørsåssjøen                    | 002-3716-L  | L206  | 1  | 20,0 | 324  | 3,8  |      |      |      |      |
| Tørråssjøen                    | 002-3727-L  | L208  | 2  | 82,8 | 644  | 53,8 |      |      |      |      |
| Vermunden                      | 002-182-L   | L206  | 1  | 16,8 | 344  | 3,4  | 0,01 |      |      |      |
| Vingersjøen                    | 002-154-L   | L106  | 1  | 30,4 | 206  | 4,0  |      | 0,50 |      |      |
| Øyungen                        | 002-32937-L | L206  | 2  | 15,8 | 221  | 2,7  |      | 0,73 |      |      |
| <b>Glomma sør for Øyeren</b>   |             |       |    |      |      |      |      |      |      |      |
| Ertevatnet                     | 002-134-L   | L108  | 6  | 40,1 | 1451 | 20,0 | 0,43 | 0,43 | 16,7 | 0,49 |
| Isesjøen                       | 002-133-L   | L106  | 10 | 21,6 | 608  | 12,2 | 0,30 | 0,39 | 63,9 | 0,71 |
| Lundebyvannet                  | 002-3360-L  | L106  | 6  | 30,8 | 605  | 70,6 | 0,04 | 0,17 | 50,0 | 0,53 |
| Mingevatnet/Glomma             | 002-3443-L  | L108  | 1  | 16,3 | 527  | 3,0  |      | 0,51 | 57,1 | 0,75 |
| Rokkevatnet                    | 002-3523-L  | L106  | 3  | 26,3 | 713  | 20,4 | 0,02 | 0,28 | 0,0  | 0,17 |
| Skinnerflo                     | 002-115-L   | L108  | 4  | 48,8 | 749  | 12,8 | 0,64 | 0,51 |      |      |
| Skjeklesjøen                   | 002-135-L   | L106  | 3  | 21,0 | 575  | 31,8 | 0,03 | 0,25 | 14,3 | 0,20 |
| Tunevatnet                     | 002-3451-L  | L107  | 9  | 32,9 | 511  | 18,1 | 3,67 | 0,29 | 55,5 | 0,74 |
| Visterflo                      | 002-5858-L  | L108  | 2  | 17,7 | 565  | 3,6  | 0,13 | 0,68 | 38,9 | 0,62 |
| <b>Haldenvassdraget</b>        |             |       |    |      |      |      |      |      |      |      |
| Ara/Aremarksjøen               | 001-320-L   | L106  | 11 | 17,0 | 849  | 6,4  | 0,42 | 0,49 |      |      |
| Bjørkelangen                   | 001-330-L   | L108  | 11 | 35,1 | 1486 | 12,8 | 6,18 | 0,33 |      |      |
| Femsjøen                       | 001-316-L   | L106  | 11 | 12,3 | 814  | 3,3  | 0,12 | 0,60 |      |      |
| Hemnessjøen (Øgderen)          | 001-327-L   | L108  | 11 | 21,5 | 518  | 10,7 | 0,43 | 0,51 |      |      |
| Rødnessjøen                    | 001-323-L   | L106  | 11 | 17,9 | 977  | 4,8  | 0,41 | 0,52 |      |      |
| Skulerudsjøen                  | 001-324-L   | L108  | 11 | 26,8 | 958  | 8,3  | 1,04 | 0,50 |      |      |
| <b>Hallingdal</b>              |             |       |    |      |      |      |      |      |      |      |
| Holsjøen                       | 012-597-L   | L204  | 3  | 6,4  | 201  | 2,1  |      | 0,98 |      |      |
| Krøderen                       | 012-521-L   | L105b | 6  | 7,8  | 186  | 2,3  |      | 0,74 | 65,4 | 0,70 |
| Tunsennvatnet                  | 012-17135-L | L205  | 3  | 6,8  | 220  | 1,4  | 0,00 | 0,61 | 69,8 | 0,76 |
| <b>Hurdalsvassdraget/Vorma</b> |             |       |    |      |      |      |      |      |      |      |
| Hersjøen                       | 002-4158-L  | L109  | 5  | 18,8 | 266  | 9,8  |      | 0,56 |      |      |
| Hurdalssjøen                   | 002-141-L   | L205  | 1  | 5,0  | 415  |      |      |      | 75   | 0,80 |

|                             |               |       |    |      |      |      |      |      |       |      |
|-----------------------------|---------------|-------|----|------|------|------|------|------|-------|------|
| Søndre Holsjøen             | 002-4016-L    | L206  | 1  | 11   | 379  | 3,8  |      | 0,81 | 100   | 1,00 |
| <b>Indre Oslofjord Vest</b> |               |       |    |      |      |      |      |      |       |      |
| Bondivannet                 | 009-5509-L    | L109  | 5  | 18,0 | 983  | 13,0 |      |      |       |      |
| Finsrudvannet               | 009-5497-L    | L109  | 5  | 20,0 | 404  | 8,7  |      |      |       |      |
| Gjellumvannet               | 009-2477-L    | L109  | 5  | 13,1 | 740  | 9,1  |      |      |       |      |
| Nesøytjern                  | 008-5421-L    | L110  | 1  | 17   | 640  | 7,3  |      |      | 73,0  | 1,00 |
| Padderudvannet              | 009-5521-L    | L109  | 5  | 19,5 | 1000 | 4,4  |      |      |       |      |
| Rødbyvannet                 | 010-309-L     | L106  | 4  | 16,2 | 1613 | 10,1 |      |      |       |      |
| Stovivannet                 | 008-5354-L    | L107  | 4  | 13,2 | 758  | 9,6  |      |      |       |      |
| Ulvenvannet                 | 009-2478-2-L  | L109  | 6  | 14,4 | 940  | 6,6  |      |      |       |      |
| Øvre Drengsrudvann          | 009-5518-L    | L109  | 4  | 10,1 | 368  | 6,1  | 0,06 | 0,80 | 42,9  | 0,69 |
| <b>Leira-Nitelva</b>        |               |       |    |      |      |      |      |      |       |      |
| Harestuvatnet               | 002-116-L     | L207  | 1  | 8,2  | 647  | 1,6  | 0,00 | 0,92 | 52,6  | 0,73 |
| Muttatjernet                | 002-196556-L  | L207  | 1  | 8,7  | 752  | 2,7  | 0,01 |      | 26,8  | 0,57 |
| Nordbytjernet               | 002-4228-L    | L108  | 1  | 16,2 |      |      |      |      | -20,1 | 0,28 |
| (Store) Skillingen          | 002-5013-L    | L205  | 1  | 6,3  | 307  | 1,4  | 0,04 | 0,81 | 90    | 1,00 |
| Svea                        | 002-4927-L    | L207  | 1  | 7,3  | 429  | 2,0  | 0,20 |      | 39,1  | 0,65 |
| <b>Lierelva</b>             |               |       |    |      |      |      |      |      |       |      |
| Damtjern                    | 011-5559-L    | L110  | 2  | 13,4 |      | 5,0  |      | 1,00 |       |      |
| <b>Mjøsa</b>                |               |       |    |      |      |      |      |      |       |      |
| Bøvertunvatnet              | 002-29417-L   | L205  | 1  | 6,0  | 30   | 2,0  |      |      |       |      |
| Espedalsvatnet              | 002-267-L     | L205  | 1  | 7,9  | 162  | 1,2  |      |      |       |      |
| Furusjøen                   | 002-207-L     | L205  | 2  | 5,2  | 141  | 1,2  |      |      |       |      |
| Gjende                      | 002-147-L     | L304  | 7  | 6,7  | 149  | 1,0  | 0,00 | 0,62 |       |      |
| Harasjøen                   | 002-192-L     | L206  | 1  | 11,0 | 340  | 5,3  |      | 0,64 |       |      |
| Lesjaskogsvatnet, Lågen     | 002-119-2-L   | L205  | 1  | 5,1  | 162  | 1,0  |      |      |       |      |
| Mellsjøen                   | 002-286-L     | L205  | 3  | 9,7  | 168  | 3,5  |      | 0,54 |       |      |
| Mjøsa – Furnesfjorden       | 002-118-1-L-A | L105b | 11 | 5,3  | 550  | 2,1  | 0,03 | 0,62 |       |      |
| Mjøsa – Skreia              | 002-118-1-L-B | L105b | 11 | 4,5  | 486  | 1,8  | 0,02 | 0,66 | 41,3  | 0,66 |
| Nevelvatnet                 | 002-32981-L   | L206  | 3  | 14,2 | 178  | 4,9  |      |      |       |      |

|                                       |              |      |    |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------|--------------|------|----|------|------|------|------|------|------|------|
| Nord-Mesna                            | 002-250-L    | L206 | 3  | 9,7  | 274  | 3,0  | 0,00 | 0,82 |      |      |
| Næra                                  | 002-196-L    | L208 | 6  | 11,0 | 619  | 3,8  |      | 0,76 |      |      |
| Olstappen                             | 002-210-L    | L205 | 1  | 12,0 | 65   | 1,3  |      | 1,00 |      |      |
| Raudsjøen                             | 002-2499-L   | L205 | 1  | 10,0 | 190  | 2,3  |      |      |      |      |
| Reinsvatnet                           | 002-258-L    | L205 | 3  | 6,9  | 145  | 3,7  |      | 0,61 |      |      |
| Sandvatnet/Kaldfjorden/<br>Øyvatnet   | 002-32712-L  | L205 | 1  | 6,8  | 119  | 1,2  |      | 1,00 |      |      |
| Selsvatnet                            | 002-32256-L  | L207 | 2  | 27,2 | 280  | 10,8 | 1,56 | 0,37 | 53,2 | 0,67 |
| Sør-Mesna                             | 002-198-L    | L206 | 2  | 19,8 | 271  | 4,6  |      | 0,57 |      |      |
| Stavsjøen                             | 002-4478-L   | L109 | 3  | 42,1 | 1072 | 14,2 |      |      | -50  | 0,15 |
| Surtningen                            | 002-32299-L  | L207 | 2  | 8,6  | 242  | 1,7  | 0,01 | 0,95 | 54,2 | 0,66 |
| Øvre Sjedalsvatnet                    | 002-220-L    | L204 | 2  | 9,7  | 105  | 0,9  |      |      |      |      |
| <b>Morsa (Vansjø-Hobølvassdraget)</b> |              |      |    |      |      |      |      |      |      |      |
| Bindingsvatnet                        | 003-5572-L   | L106 | 7  | 13,0 | 332  | 7,2  | 0,01 | 0,63 |      |      |
| Langen                                | 003-294-L    | L106 | 7  | 15,3 | 396  | 9,8  | 0,03 | 0,61 |      |      |
| Mjær                                  | 003-292-L    | L106 | 11 | 18,8 | 625  | 11,7 | 0,42 | 0,50 |      |      |
| Sværsvatn/Sætertjern                  | 003-5488-L   | L106 | 9  | 14,7 | 452  | 8,0  | 0,01 | 0,82 |      |      |
| Sæbyvatnet                            | 003-295-L    | L106 | 11 | 36,4 | 1039 | 13,6 | 0,67 | 0,44 |      |      |
| Vansjø - Grepperødfjorden             | 003-291-4-L  | L108 | 6  | 32,1 | 790  | 24,1 | 0,19 | 0,32 |      |      |
| Vansjø - Storefjorden                 | 003-291-2-L  | L106 | 11 | 21,7 | 1101 | 7,2  | 0,36 | 0,52 |      |      |
| Vansjø - Vanemfjorden                 | 003-291-1-L  | L108 | 11 | 24,8 | 907  | 13,3 | 0,43 | 0,45 |      |      |
| Vågvann                               | 003-293-L    | L106 | 7  | 15,8 | 469  | 8,2  | 0,02 | 0,68 |      |      |
| <b>Randsfjorden</b>                   |              |      |    |      |      |      |      |      |      |      |
| Akksjøen                              | 012-608-L    | L205 | 1  | 10,0 | 120  | 1,9  |      |      |      |      |
| Bergstjern                            | 012-4742-L   | L109 | 1  | 15,8 | 1112 | 7,0  | 0,14 |      | -10  | 0,33 |
| Bråtåjern                             | 012-196447-L | L207 | 4  | 48,2 | 1352 | 24,6 | 0,31 | 0,22 | -40  | 0,18 |
| Bråtåtjernet                          | 012-4875-L   | L208 | 4  | 14,4 | 1252 | 6,3  | 0,57 | 0,69 | 0,0  | 0,38 |
| Breidtjernet                          | 012-4781-L   | L207 | 6  | 36,2 | 3117 | 8,1  | 0,21 | 0,64 |      |      |
| Elgsjøen                              | 012-4876-L   | L207 | 5  | 11,0 | 2198 | 5,0  | 0,71 |      | 20   | 0,52 |
| Elgtjernet                            | 012-4772-L   | L207 | 6  | 26,7 | 2779 | 6,7  | 0,07 | 0,54 |      |      |

|                    |              |       |    |      |      |      |       |      |      |      |
|--------------------|--------------|-------|----|------|------|------|-------|------|------|------|
| Falangtjern øvre   | 012-4833-L   | L208  | 5  | 33,4 | 1868 | 16,0 | 12,35 | 0,31 |      |      |
| Falangtjern, nedre | 012-4828-L   | L208  | 5  | 31,5 | 1845 | 16,5 | 13,19 | 0,24 | -50  | 0,15 |
| Glorudtjern        | 012-4814-L   | L207  | 3  | 14,5 | 1154 | 6,3  | 0,50  | 0,50 |      |      |
| Grunningen         | 012-4771-L   | L207  | 5  | 19,1 | 2928 | 5,6  | 0,11  | 0,61 |      |      |
| Hallomtjernet      | 012-4903-L   | L207  | 1* | 24,0 | 1602 |      | 0,11  | 0,50 | 0,0  | 0,38 |
| Høltjernet         | 012-4867-L   | L208  | 1  | 18,0 | 560  | 3,7  |       |      | 50   | 0,71 |
| Jarevatnet         | 012-557-L    | L109  | 5  | 13,3 | 2295 | 5,2  | 1,69  | 0,76 | 4,7  | 0,37 |
| Kalvsjøtjernet     | 012-4891-L   | L207  | 6  | 16,9 | 1250 | 4,7  | 0,16  | 0,66 | 22,2 | 0,54 |
| Karusputten        | 012-196501-L | L208  | 1* | 20,0 | 992  |      |       |      | 50   | 0,71 |
| Kjevlingen         | 012-4878-L   | L208  | 6  | 41,1 | 1340 | 14,2 | 0,15  |      | -25  | 0,25 |
| Korsrudtjernet     | 012-4850-L   | L207  | 3  | 9,4  | 428  | 2,1  | 0,25  | 0,73 |      |      |
| Krugerudtjernet    | 012-4849-L   | L207  | 5  | 8,0  | 923  | 1,7  | 0,02  |      | 30   | 0,60 |
| Kårstادتjern       | 012-4917-L   | L208  | 4  | 12,8 | 1068 | 3,5  | 0,03  | 0,75 | 12,5 | 0,45 |
| Langtjernet        | 012-4788-L   | L207  | 6  | 29,6 | 3382 | 8,7  | 0,05  | 0,51 |      |      |
| Lønntjern          | 012-196391-L | L207  | 2  | 11,3 | 1884 | 2,8  | 0,41  |      | 28,4 | 0,58 |
| Markatjernet       | 012-4892-L   | L208  | 4  | 16,1 | 804  | 5,5  | 0,04  | 0,73 | 0,0  | 0,38 |
| Nyborgtjernet      | 012-196502-L | L208  | 1  | 11,7 | 1272 | 2,4  | 0,11  | 0,70 | 52,2 | 0,75 |
| Oksetjern          | 012-196332-L | L208  | 5  | 32,1 | 887  | 19,5 | 0,01  | 0,49 | 0    | 0,38 |
| Omdalsvatnet       | 012-4915-L   | L207  | 1* | 7,0  | 227  |      |       |      | 50   | 0,71 |
| Orentjernet        | 012-4861-L   | L207  | 4  | 13,4 | 1456 | 5,0  | 0,29  | 0,60 | 25   | 0,56 |
| Raknerudtjernet    | 012-4832-L   | L207  | 4  | 30,2 | 1996 | 18,2 | 0,10  | 0,28 |      |      |
| Randsfjorden       | 012-523-L    | L105b | 4  | 4,9  | 443  | 1,8  | 0,00  | 0,69 | 48,7 | 0,70 |
| Rokotjernet        | 012-4838-L   | L207  | 5  | 17,2 | 750  | 7,7  | 0,34  | 0,47 | 63,3 | 0,79 |
| Skirstادتjern      | 012-4802-L   | L207  | 5  | 15,7 | 1223 | 6,3  | 0,75  | 0,52 |      |      |
| Stortjern          | 012-4762-L   | L207  | 4  | 25,9 | 1018 | 9,7  | 0,72  | 0,45 | 25,0 | 0,56 |
| Stortjernet        | 012-4910-L   | L207  | 3  | 14,1 | 662  | 3,3  | 0,02  | 0,70 | 58,3 | 0,78 |
| Sverigetjernet     | 012-4881-L   | L208  | 4  | 18,6 | 1288 | 7,4  | 0,16  | 0,64 | 0,0  | 0,38 |
| Trevatna           | 012-606-L    | L206  | 3  | 13,0 | 437  | 2,7  |       |      |      |      |
| Vassjøtjernet      | 012-4890-L   | L207  | 6  | 13,1 | 962  | 5,0  | 0,08  | 0,62 |      |      |
| Velotjernet        | 012-4865-L   | L207  | 4  | 13,0 | 1392 | 6,5  | 1,13  | 0,52 | 25   | 0,56 |

|                               |             |       |    |      |      |     |      |      |      |      |
|-------------------------------|-------------|-------|----|------|------|-----|------|------|------|------|
| Vesle Øyangen                 | 012-6906-L  | L205  | 3  | 6,4  | 302  | 2,2 | 0,00 |      |      |      |
| Østtjernet                    | 012-4837-L  | L207  | 3  | 24,7 | 1928 | 5,0 | 1,92 | 0,59 | 25   | 0,56 |
| Øyangen                       | 012-6896-L  | L205  | 2  | 13,7 | 512  | 3,9 | 0,01 |      |      |      |
| Øyskogtjernet                 | 012-4843-L  | L207  | 5  | 10,9 | 995  | 2,8 | 0,03 | 0,75 |      |      |
| <b>Røgden - Norsälven</b>     |             |       |    |      |      |     |      |      |      |      |
| Kjerkesjøen                   | 312-4013-L  | L206  | 1  | 11,3 | 234  | 1,5 | 0,00 | 0,92 |      |      |
| <b>Simoa</b>                  |             |       |    |      |      |     |      |      |      |      |
| Haglebuvatn                   | 012-17618-L | L205  | 11 | 8,2  | 205  | 1,8 |      | 0,90 |      |      |
| Solevatn                      | 012-520-L   | L105a | 1  | 8,5  | 258  | 2,4 |      |      |      |      |
| <b>Tyrifjorden</b>            |             |       |    |      |      |     |      |      |      |      |
| Skjærsjøen                    | 012-5052-L  | L206  | 2  | 10,0 | 307  | 1,8 | 0,04 | 0,92 | 52,6 | 0,57 |
| Steinsfjorden                 | 012-522-1-L | L109  | 11 | 12,4 | 305  | 6,1 | 1,01 | 0,64 | 24,0 | 0,56 |
| Tyrifjorden                   | 012-522-2-L | L105b | 5  | 6,5  | 405  | 1,2 | 0,00 | 0,94 | 46,7 | 0,69 |
| <b>Valdres</b>                |             |       |    |      |      |     |      |      |      |      |
| Aurdalsfjorden (Dokkafjorden) | 012-565-L   | L205  | 10 | 7,4  | 283  | 2,2 |      | 0,68 |      |      |
| Fløafjorden                   | 012-6817-L  | L205  | 5  | 6,3  | 261  | 2,9 |      | 0,62 |      |      |
| Hedalsfjorden                 | 012-32987-L | L205  | 3  | 7,6  | 254  | 1,6 |      |      |      |      |
| Heggefjorden                  | 012-580-L   | L205  | 9  | 6,7  | 318  | 1,6 |      | 0,91 |      |      |
| Helsingvatnet                 | 012-571-L   | L205  | 1  | 6,8  | 86   | 1,5 |      |      |      |      |
| Hovsfjorden                   | 012-33172-L | L205  | 4  | 7,1  | 297  | 1,6 |      |      |      |      |
| Reinsenvatnet                 | 012-33045-L | L202d | 7  | 8,3  | 203  | 2,0 |      |      |      |      |
| Sæbufjorden                   | 012-576-L   | L205  | 9  | 8,7  | 307  | 1,8 | 0,24 |      |      |      |
| Slidrefjorden                 | 012-516-L   | L205  | 9  | 6,5  | 227  | 1,7 |      | 0,90 |      |      |
| Strøndafjorden                | 012-515-L   | L205  | 10 | 6,2  | 261  | 2,3 | 0,10 | 0,74 |      |      |
| Tisleifjorden                 | 012-531-L   | L205  | 8  | 5,9  | 181  | 1,2 |      | 0,94 |      |      |
| Volbufjorden                  | 012-577-L   | L205  | 9  | 6,1  | 294  | 1,5 |      | 0,89 |      |      |
| Yddin                         | 012-616-L   | L205  | 7  | 7,4  | 228  | 1,8 |      |      |      |      |
| Øyangen                       | 012-534-L   | L205  | 2  | 5,4  | 192  | 1,2 |      | 0,99 |      |      |
| <b>Vannområde Oslo</b>        |             |       |    |      |      |     |      |      |      |      |

|                            |             |       |    |       |      |      |      |      |       |      |
|----------------------------|-------------|-------|----|-------|------|------|------|------|-------|------|
| Holmendammen               | 007-5306-L  | L109  | 8  | 21,1  | 1055 | 11,0 |      |      |       |      |
| Lutvannet                  | 006-2511-L  | L207  | 9  | 7,1   | 203  | 1,3  |      |      |       |      |
| Maridalsvannet             | 006-298-L   | L105b | 11 | 7,1   | 364  | 2,0  | 0,04 | 0,84 | 83,5  | 1,00 |
| Sandungen (store og vesle) | 006-304-L   | L205  | 9  | 7,3   | 303  | 2,2  |      |      |       |      |
| Østensjøvannet             | 006-2513-L  | L110  | 8  | 158,9 | 994  | 50,2 |      |      | -54,3 | 0,14 |
| <b>Øyeren</b>              |             |       |    |       |      |      |      |      |       |      |
| Øyeren Sør                 | 002-113-2-L | L107  | 9  | 10,4  | 484  | 3,4  | 0,02 | 0,88 | 66,7  | 0,82 |

**Tabell A2. Vestland:** Middelerverdier og tilstandsklasse (farge) for eutrofieringsparametere i hver innsjø for alle vannområder. Middelerverdiene er basert på alle tilgjengelige data fra perioden 2009-2020 i Vannmiljø, supplert med data fra NIVAs databaser.

| Vannområde og Vannforekomst (navn) | Vannforekomst-ID | Nasjonal vanntype | # År med klorofyll data 2009-2019 | Tot-P (µg/L) | Tot-N (µg/L) | Klorofyll a (µg/L) | Cyano-maks (mg/L) | Plante-plankton nEQR | Vann-planter (Tlc-verdi) | Vann-planter nEQR (Tlc) |
|------------------------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------------|-------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| <b>Hardanger</b>                   |                  |                   |                                   |              |              |                    |                   |                      |                          |                         |
| Bergsvatnet                        | 052-26869-L      | L105a             | 1                                 | 60,2         | 484          | 4,9                | 1,45              | 0,48                 |                          |                         |
| Granvinsvatnet                     | 052-2010-L       | L105a             | 1                                 | 10,1         | 192          | 2,4                |                   |                      |                          |                         |
| Tørvikvatnet                       | 052-26877-L      | L105a             | 1                                 | 12,2         | 410          | 2,5                | 0,03              | 0,74                 |                          |                         |
| <b>Indre Sogn</b>                  |                  |                   |                                   |              |              |                    |                   |                      |                          |                         |
| Eidsvatnet                         | 075-66233-L      | L102d             | 1                                 | 5,0          | 77           | 0,9                |                   |                      |                          |                         |
| <b>Nordfjord</b>                   |                  |                   |                                   |              |              |                    |                   |                      |                          |                         |
| Bergheimsvatnet                    | 087-29291-L      | L102d             | 3                                 | 8,6          | 161          | 1,5                | 0,01              | 1,00                 |                          |                         |
| Kjeldeflata-Tonningsleira          | 088-138622-L     | L108              | 1                                 | 14,0         | 5470         | 24,4               |                   |                      |                          |                         |
| <b>Nordhordland</b>                |                  |                   |                                   |              |              |                    |                   |                      |                          |                         |
| Bøtjørnet 2                        | 066-142824-L     | L105a             | 1                                 | 27,0         | 480          | 17,0               |                   |                      |                          |                         |
| Brakstadvatnet                     | 059-26475-L      | L105a             | 2                                 | 48,6         | 836          | 20,3               | 0,25              | 0,29                 |                          |                         |
| Dalevatnet                         | 059-176818-L     | L105a             | 1                                 | 48,0         | 940          | 60,0               |                   |                      |                          |                         |
| Eikelandsvatnet                    | 059-26461-L      | L105a             | 1                                 | 12,0         | 290          | 5,8                |                   |                      |                          |                         |
| Gjerdsvatnet                       | 066-176428-L     | L105a             | 2                                 | 31,0         | 695          | 7,8                |                   |                      |                          |                         |

|                                       |              |       |   |       |      |      |       |      |    |      |
|---------------------------------------|--------------|-------|---|-------|------|------|-------|------|----|------|
| Hallandsvatnet                        | 066-26329-L  | L206  | 2 | 18,1  | 891  | 9,2  | 0,83  | 0,36 |    |      |
| Hauglandsvatnet                       | 066-26288-L  | L106  | 1 | 29,0  | 410  | 31,0 |       |      |    |      |
| Hundvensvatnet                        | 065-26327-L  | L105a | 2 | 47,5  | 575  | 7,2  |       |      |    |      |
| Klebbakvatnet                         | 065-66155-L  | L105a | 2 | 49,5  | 810  | 28,5 |       |      |    |      |
| Klessvatnet                           | 066-26282-L  | L106  | 3 | 155,6 | 1210 | 10,2 | 64,15 | 0,14 |    |      |
| Lommetjørnet                          | 066-26284-L  | L105a | 2 | 114,6 | 950  | 10,0 | 29,23 | 0,31 |    |      |
| Mjøsvatnet                            | 066-26260-L  | L105a | 1 | 49,0  | 540  | 2,7  |       |      |    |      |
| Mykingsvatnet                         | 066-26300-L  | L106  | 1 | 29,0  | 420  | 54,0 |       |      |    |      |
| Nesvatnet                             | 066-26358-L  | L206  | 1 | 43,0  | 550  | 60,0 |       | 0,08 |    |      |
| Solevatnet                            | 066-26213-L  | L105a | 2 | 130,0 | 1010 | 3,1  |       | 0,89 |    |      |
| Vestvatnet                            | 066-26305-L  | L105a | 2 | 30,2  | 708  | 8,4  | 11,95 | 0,33 |    |      |
| Ystebøvatnet                          | 066-176457-L | L106  | 2 | 142,6 | 876  | 4,1  | 19,43 | 0,15 |    |      |
| Ølvatnet                              | 066-26360-L  | L206  | 2 | 9,2   | 226  | 3,3  |       | 0,55 | 52 | 0,56 |
| <b>Sunnfjord</b>                      |              |       |   |       |      |      |       |      |    |      |
| Digrenesvatnet                        | 084-1737-L   | L203c | 3 | 19,9  | 132  | 23,6 | 0,01  | 0,94 |    |      |
| Liavatnet                             | 084-28353-L  | L102d | 1 | 9,2   | 227  | 2,8  | 0,04  | 0,90 |    |      |
| Movatnet                              | 084-1733-L   | L102d | 3 | 7,3   | 157  | 1,7  | 0,01  | 0,98 |    |      |
| Standalsvatnet                        | 084-28343-L  | L102d | 2 | 5,2   | 226  | 3,0  | 0,02  | 0,84 |    |      |
| Storevatnet                           | 085-28288-L  | L106  | 4 | 12,2  | 200  | 9,1  | 0,04  | 0,65 |    |      |
| Viksdalsvatnet                        | 083-1648-L   | L102c | 1 | 6,4   | 72   | 1,6  |       |      |    |      |
| Åsvatnet                              | 084-1738-L   | L102c | 3 | 5,0   | 176  | 1,8  | 0,00  | 0,75 | 96 | 1,00 |
| <b>Sunnhordland</b>                   |              |       |   |       |      |      |       |      |    |      |
| Nesavatnet                            | 041-22482-L  | L105a | 1 | 15,5  | 423  | 4,0  | 0,05  | 0,38 |    |      |
| Opsangervatnet                        | 042-1488-L   | L202d | 1 | 6,3   | 396  | 0,9  | 0,16  | 0,91 |    |      |
| Storavatnet                           | 043-22224-L  | L107  | 2 | 10,1  | 671  | 6,6  | 0,00  | 0,52 | 19 | 0,45 |
| Storavatnet                           | 044-1492-L   | L102d | 2 | 10,7  | 428  | 4,2  |       |      |    |      |
| Vigdarvatnet                          | 041-1476-L   | L105a | 1 | 8,8   | 389  | 2,5  | 0,10  | 0,45 |    |      |
| <b>Vest</b>                           |              |       |   |       |      |      |       |      |    |      |
| Apeltunvatnet                         | 056-26851-L  | L105a | 1 | 24,8  | 795  | 5,2  | 0,25  |      |    |      |
| Birkelandsvatnet i Grimseidvassdraget | 056-26855-L  | L105a | 4 | 28,7  | 656  | 9,2  |       | 0,49 |    |      |
| Eikedalsvatnet                        | 055-26704-L  | L202d | 1 | 9,8   | 164  | 1,0  |       |      |    |      |
| Eikelundstjernet                      | 056-144300-L | L109  | 1 | 29,8  | 910  | 11,3 |       | 0,39 |    |      |



|  |              |       |   |      |      |      |      |      |  |
|--|--------------|-------|---|------|------|------|------|------|--|
| Frølandsvatnet                         | 055-26719-L  | L102c | 1 | 14,0 | 168  | 0,9  |      |      |  |
| Hauglandsvatnet                        | 055-26854-L  | L102d | 1 | 7,2  | 262  | 2,9  |      | 0,60 |  |
| Henangervatnet                         | 053-2042-L   | L105b | 8 | 8,8  | 256  | 4,9  |      | 0,54 |  |
| Hetleflot- og Gåssandvatnet            | 055-2056-L   | L105a | 1 | 8,0  | 328  | 2,5  |      | 0,62 |  |
| Iglevann                               | 056-144402-L | L202d | 1 | 43,2 | 740  | 23,9 | 0,00 |      |  |
| Jordalsvatnet                          | 056-26629-L  | L105a | 2 | 14,4 | 368  | 3,4  |      |      |  |
| Kalandsvatnet                          | 056-2057-L   | L105a | 1 | 10,8 | 477  | 1,6  | 0,00 | 0,76 |  |
| Kristianborgvannet                     | 056-26750-L  | L107  | 1 | 28,7 | 538  | 5,7  |      | 0,55 |  |
| Kvernavatnet (Storebø)                 | 054-27016-L  | L105a | 1 | 85,8 | 1173 | 3,5  |      | 0,83 |  |
| Langavatnet                            | 056-26819-L  | L105b | 2 | 13,8 | 738  | 4,7  |      |      |  |
| Langavatnet                            | 056-26553-L  | L105a | 1 | 25,2 | 549  | 4,0  | 0,25 | 0,34 |  |
| Liavatnet                              | 056-26581-L  | L107  | 1 | 18,5 | 470  | 7,4  |      | 0,42 |  |
| Mildevatnet                            | 056-144536-L | L106  | 1 | 13,8 | 353  | 4,4  |      | 0,57 |  |
| Nesttunvassdraget:<br>Birkelandsvatnet | 056-26823-L  | L205  | 1 | 19,0 | 388  | 3,7  | 0,03 |      |  |
| Nesttunvatnet                          | 056-66172-L  | L107  | 1 | 22,0 | 538  | 4,2  |      | 0,62 |  |
| Orrtuvatnet                            | 056-26765-L  | L202d | 1 | 21,7 | 738  | 2,1  | 0,01 | 0,52 |  |
| Skeievatnet                            | 056-26868-L  | L108  | 1 | 29,5 | 980  | 10,2 |      | 0,42 |  |
| Skogseidvatnet                         | 053-2043-L   | L105b | 8 | 9,3  | 276  | 5,0  |      | 0,54 |  |
| Skranevatnet                           | 056-26838-L  | L107  | 1 | 14,0 | 542  | 2,9  |      | 0,64 |  |
| Solheimsvannet                         | 056-26725-L  | L208  | 1 | 32,7 | 768  | 4,8  |      | 0,59 |  |
| Steinsvikvatnet                        | 056-144401-L | L108  | 1 | 24,7 | 1533 | 8,5  |      | 0,48 |  |
| Stendavatnet                           | 056-26887-L  | L105a | 1 | 16,3 | 571  | 3,3  | 0,11 | 0,36 |  |
| Storetveitvannet                       | 056-144263-L | L107  | 1 | 40,8 | 367  | 38,5 |      | 0,18 |  |
| Tveitavatnet                           | 055-26939-L  | L105b | 1 | 12,3 | 422  | 3,3  |      | 0,50 |  |
| Tveitevannet                           | 056-26747-L  | L107  | 1 | 13,5 | 767  | 6,1  |      | 0,52 |  |
| <b>Voss-Osterfjorden</b>               |              |       |   |      |      |      |      |      |  |
| Bergovatnet                            | 063-26212-L  | L202d | 1 | 6,9  | 116  | 1,0  |      |      |  |
| Borgovatnet                            | 060-26515-L  | L102d | 1 | 18,7 | 547  | 12,5 |      |      |  |
| Haukelandsvatnet                       | 061-2075-L   | L205  | 1 | 16,8 | 300  | 5,8  |      |      |  |
| Hjortelandsstemma                      | 061-26601-L  | L106  | 1 | 12,5 | 297  | 6,0  |      |      |  |
| Liavatnet                              | 064-26377-L  | L105a | 1 | 24,8 | 408  | 3,2  |      |      |  |
| Myrkaldsvatnet                         | 062-2091-L   | L201c | 1 | 7,8  | 116  | 1,3  |      |      |  |

---

|                  |               |       |   |      |     |     |      |      |    |      |
|------------------|---------------|-------|---|------|-----|-----|------|------|----|------|
| Tveitavatnet     | 064-26332-8-L | L105a | 1 | 24,2 | 325 | 3,1 |      |      |    |      |
| Vangsvatnet      | 062-2085-L    | L105a | 3 | 8,0  | 174 | 1,8 | 0,00 | 0,91 | 64 | 0,64 |
| <b>Ytre Sogn</b> |               |       |   |      |     |     |      |      |    |      |
| Espelandsvatn    | 080-1625-L    | L102d | 3 | 12,7 | 224 | 1,8 | 0,01 | 0,96 |    |      |
| Mølmesdalstjørna | 080-28864-L   | L103  | 2 | 10,5 | 166 | 1,1 | 0,00 | 1,00 |    |      |
| Tauningsvatnet   | 080-28801-L   | L102d | 1 | 5,2  | 249 | 1,8 |      |      |    |      |

## Vedlegg B. Trender.

**Tabell B1. Innsjøer med stigende eller avtagende trender for klorofyll og/eller total fosfor (Tot-P). Tilstanden for begge parameterne er også angitt.** Trender er angitt som stigende eller avtagende ( $p < 0.05$ ), svakt stigende eller svakt synkende ( $p = 0.05-0.2$ ) eller ingen ( $p > 0.2$ ). Innsjøer uten trender for begge parameterne er utelatt (men tilgjengelig i xls-fil). Klorofyll og Tot-P-konsentrasjoner ( $\mu\text{g/l}$ ) er middelverdier for alle år med data i perioden 2009-2020. Tilstandsklassen er angitt med farge, der blå er svært god, grønn er god, gul er moderat, oransje er dårlig og rød er svært dårlig tilstand.

| Vannregion og Vannområder                      | Innsjø (navn)         | Vannforekomst-ID | Vanntype | Antall år med data (2009-2020) | Klorofyll, $\mu\text{g/l}$ | Klorofyll trend | Tot-P, $\mu\text{g/l}$ | Tot-P trend     |
|--|-----------------------|------------------|----------|--------------------------------|----------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| <b>Innlandet/Viken inkl. Oslo</b>              |                       |                  |          |                                |                            |                 |                        |                 |
| Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøvassdraget | Gjersjøen             | 005-297-L        | L107     | 11                             | 4,3                        | ingen           | 15,2                   | ingen           |
|  | Kolbotnvann           | 005-5537-L       | L109     | 11                             | 23,4                       | svakt stigende  | 43,7                   | ingen           |
|  | Pollevann             | 005-5640-L       | L109     | 10                             | 6,7                        | svakt stigende  | 13,7                   | svakt stigende  |
|  | Tussetjern            | 005-5611-L       | L110     | 8                              | 10,2                       | svakt avtagende | 23,3                   | ingen           |
|  | Østensjøvann          | 005-5681-L       | L110     | 10                             | 32,7                       | ingen           | 83,0                   | svakt avtagende |
|  | Årungen               | 005-296-L        | L110     | 10                             | 16,2                       | avtagende       | 45,7                   | ingen           |
| Femund/Trysilvassdraget                        | Sølenesjøen           | 311-1354-L       | L205     | 4                              | 1,6                        | ingen           | 6,3                    | stigende        |
| Glomma-Sør for Øyeren                          | Ertevatnet            | 002-134-L        | L108     | 6                              | 20,0                       | ingen           | 40,1                   | avtagende       |
|  | Isesjøen              | 002-133-L        | L106     | 9                              | 12,1                       | avtagende       | 21,5                   | ingen           |
| Haldenvassdraget                               | Ara/Åremarksjøen      | 001-320-L        | L106     | 11                             | 6,4                        | ingen           | 17,0                   | avtagende       |
|  | Femsjøen              | 001-316-L        | L106     | 11                             | 3,3                        | svakt avtagende | 12,3                   | svakt avtagende |
|  | Hemnessjøen (Øgderen) | 001-327-L        | L108     | 11                             | 10,7                       | avtagende       | 21,5                   | svakt avtagende |
|  | Rødenessjøen          | 001-323-L        | L106     | 11                             | 4,8                        | ingen           | 17,9                   | avtagende       |
|  | Skulerudsjøen         | 001-324-L        | L108     | 11                             | 8,3                        | ingen           | 26,8                   | svakt avtagende |
| Indre Oslofjord Vest                           | Bondivannet           | 009-5509-L       | L109     | 5                              | 13,0                       | svakt avtagende | 18,0                   | stigende        |
|  | Padderudvannet        | 009-5521-L       | L109     | 5                              | 4,4                        | svakt stigende  | 14,2                   | ingen           |
|  | Rødbyvannet           | 010-309-L        | L106     | 4                              | 10,1                       | avtagende       | 16,2                   | ingen           |

|                 |                               |               |       |    |      |                 |      |                 |
|-----------------|-------------------------------|---------------|-------|----|------|-----------------|------|-----------------|
|                 | Stovivannet                   | 008-5354-L    | L107  | 4  | 9,6  | stigende        | 13,2 | ingen           |
|                 | Øvre Drengsrudvann            | 009-5518-L    | L109  | 4  | 6,1  | ingen           | 10,1 | svakt stigende  |
| Mjøsa           | Gjende                        | 002-147-L     | L304  | 7  | 1,0  | svakt stigende  | 6,7  | ingen           |
|                 | Mjøsa – Furnesfjorden         | 002-118-1-L-A | L105b | 11 | 2,1  | svakt stigende  | 5,3  | avtagende       |
|                 | Mjøsa-Skreia                  | 002-118-1-L-B | L105b | 11 | 1,8  | ingen           | 4,5  | svakt avtagende |
|                 | Næra                          | 002-196-L     | L208  | 6  | 3,8  | ingen           | 11,0 | svakt avtagende |
| Morsa           | Bindingsvatnet                | 003-5572-L    | L106  | 7  | 7,2  | avtagende       | 13,0 | stigende        |
|                 | Langen                        | 003-294-L     | L106  | 7  | 9,8  | svakt avtagende | 15,3 | ingen           |
|                 | Mjær                          | 003-292-L     | L106  | 11 | 11,7 | svakt avtagende | 18,8 | ingen           |
|                 | Sværsvatn/Sætertjern          | 003-5488-L    | L106  | 9  | 8,0  | ingen           | 14,7 | stigende        |
|                 | Sæbyvatnet                    | 003-295-L     | L106  | 11 | 13,6 | avtagende       | 36,4 | ingen           |
|                 | Vansjø - Grepperødfjorden     | 003-291-4-L   | L108  | 6  | 24,1 | svakt avtagende | 32,1 | ingen           |
|                 | Vansjø - Vanemfjorden         | 003-291-1-L   | L108  | 11 | 13,3 | ingen           | 24,8 | avtagende       |
| Randsfjorden    | Breidtjernet                  | 012-4781-L    | L207  | 6  | 8,1  | stigende        | 36,2 | ingen           |
|                 | Bråtåjern                     | 012-196447-L  | L207  | 4  | 24,6 | svakt stigende  | 48,2 | svakt stigende  |
|                 | Falangtjern, nedre            | 012-4828-L    | L208  | 5  | 16,5 | svakt avtagende | 31,5 | ingen           |
|                 | Kruggerudtjernet              | 012-4849-L    | L207  | 5  | 1,7  | ingen           | 8,0  | svakt stigende  |
|                 | Markatjernet                  | 012-4892-L    | L208  | 4  | 5,5  | ingen           | 16,1 | stigende        |
|                 | Randsfjorden                  | 012-523-L     | L105b | 4  | 1,8  | ingen           | 4,9  | svakt stigende  |
|                 | Stortjern                     | 012-4762-L    | L207  | 4  | 9,7  | stigende        | 25,9 | ingen           |
| Simoa           | Haglebuvatn                   | 012-17618-L   | L205  | 11 | 1,8  | ingen           | 8,2  | svakt stigende  |
| Tyrifjorden     | Tyrifjorden                   | 012-522-2-L   | L105b | 5  | 1,2  | avtagende       | 6,5  | ingen           |
| Valdres         | Aurdalsfjorden (Dokkafjorden) | 012-565-L     | L205  | 10 | 2,2  | svakt avtagende | 7,4  | ingen           |
|                 | Hovsfjorden                   | 012-33172-L   | L205  | 4  | 1,6  | svakt stigende  | 7,1  | ingen           |
|                 | Strøndafjorden                | 012-515-L     | L205  | 10 | 2,3  | svakt avtagende | 6,2  | ingen           |
|                 | Tisleifjorden                 | 012-531-L     | L205  | 8  | 1,2  | ingen           | 5,9  | stigende        |
|                 | Volbufjorden                  | 012-577-L     | L205  | 9  | 1,5  | svakt stigende  | 6,1  | ingen           |
| Vannområde Oslo | Holmendammen                  | 007-5306-L    | L109  | 8  | 11,0 | ingen           | 21,1 | svakt stigende  |
|                 | Sandungen (store og vesle)    | 006-304-L     | L205  | 9  | 2,2  | ingen           | 7,3  | svakt avtagende |

| Vestfold og Telemark |                   |             |       |    |       |                 |       |                 |
|----------------------|-------------------|-------------|-------|----|-------|-----------------|-------|-----------------|
| Aulivassdraget       | Grorudvannet      | 014-5859-L  | L105a | 9  | 11,48 | svakt stigende  | 9,59  | ingen           |
|                      | Ilestadvannet     | 014-5838-L  | L107  | 5  | 3,6   | svakt avtagende | 10,63 | ingen           |
| Horten-Larvik        | Borre vannet      | 013-312-L   | L109  | 12 | 19,5  | ingen           | 36,3  | svakt stigende  |
| Numedalslågen        | Askjemvatnet      | 015-5863-L  | L108  | 7  | 25,73 | svakt avtagende | 21,7  | ingen           |
|                      | Goksjø            | 015-378-L   | L108  | 8  | 21,51 | stigende        | 29,9  | ingen           |
| Tokke-Vinje          | Tveitevatnet      | 016-54-L    | L205  | 4  | 3,84  | svakt avtagende | 5,17  | svakt avtagende |
| Rogaland             |                   |             |       |    |       |                 |       |                 |
|                      | Edlandsvatnet     | 028-1546-L  | L105a | 4  | 3,7   | ingen           | 10,9  | svakt avtagende |
|                      | Frøylandsvatnet   | 028-1552-L  | L107  | 12 | 21,0  | avtagende       | 28,6  | avtagende       |
| Jæren                | Mosvatnet         | 028-20038-L | L106  | 4  | 3,5   | avtagende       | 12,9  | svakt avtagende |
|                      | Mosvatnet         | 029-19340-L | L107  | 5  | 18,5  | svakt avtagende | 36,4  | ingen           |
|                      | Stokkelandsvatnet | 029-19777-L | L107  | 4  | 9,7   | ingen           | 18,7  | avtagende       |
| Vestland             |                   |             |       |    |       |                 |       |                 |
| Vest                 | Henangervatnet    | 053-2042-L  | L105b | 8  | 4,91  | ingen           | 8,79  | avtagende       |
|                      | Skogseidvatnet    | 053-2043-L  | L105b | 8  | 5,04  | ingen           | 9,3   | svakt avtagende |

## NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

Økernveien 94 • 0579 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)