

Haldenvassdraget vannområde

► Tilstandsvurdering av innsjøer i Haldenvassdraget etter kvalitetselementet planteplankton

Oppdragsnr.: 5202703 Dokumentnr.: 01 Versjon: J03 Dato: 2025-05-15



Oppdragsnr.: 5202703 Dokumentnr.: 01 Versjon: J03

Oppdragsgiver: Haldenvassdraget vannområde
Oppdragsgivers kontaktperson: Lars Kristian Selbekk
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Trond Stabell
Fagansvarlig: Trond Stabell
Andre nøkkelpersoner: Lisa Nielsen, Ruth Vingerhagen

Forord

Dette oppdraget er gitt av Haldenvassdraget vannområde.

Hovedformålet med undersøkelsen har vært å klassifisere tilstanden i innsjøer etter kvalitetselementet *planteplankton*. Til dette har det blitt utført målinger av klorofyll *a* og kvantitative analyser av planteplanktonet. Vannkjemiske støtteparametere har også blitt analysert.

Det ble i perioden mai – oktober 2024 tatt 10 prøver for analyse av planteplankton og 10 prøver for vannkjemi i følgende innsjøer: Bjørkelangen, Hemnessjøen, Skulerudsjøen, Rødenessjøen, Aremarksjøen og Femsjøen.

Hos Norconsult er det Trond Stabell som har analysert planteplankton og som har hatt hovedansvaret for rapporteringen. Lisa Nielsen har vært ansvarlig for kvalitetssikring. Kartene er laget av Ruth Vingerhagen. Vannkjemiske analyser er utført av ALS Laboratory Group Norway AS. Kontaktpersoner for oppdragsgiver har vært Lars Kristian Selbekk, leder for Haldenvassdraget vannområde.

Prøvetaking er utført av Johan Bergerud på vegne av Utmarksforvaltningen

Forsidebilde er fra Bjørkelangen, og er tatt av Lars Kristian Selbekk.

Vi ønsker å takke alle for godt samarbeid underveis.



Trond Stabell

Sandvika, 15. mai 2025

J03	2025-05-15	Til bruk	Trond Stabell	Lisa Nielsen	Trond Stabell
B02	2025-04-29	Utkast til gjennomsyn	Trond Stabell	Lisa Nielsen	Trond Stabell
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Norconsult Norge AS har på oppdrag for Haldenvassdraget vannområde utført undersøkelser i 6 innsjøer innenfor kommunene Aurskog-Høland, Indre Østfold, Marker, Aremark og Halden.

Økologisk tilstand i innsjøene ble vurdert ved bruk av kvalitetselementet *planteplankton*, samt vannkjemiske støtteparametere knyttet til eutrofiering.

Av de 6 innsjøene var det kun Femsjøen som oppfylte miljømålet om minst *god* økologisk tilstand. Forekomsten av planteplankton i de øvrige innsjøene tilsa også *god* tilstand, bortsett fra i Aremarksjøen der denne var *moderat*. Fosforinnholdet var imidlertid såpass høyt både i Bjørkelangen, Skulerudsjøen, Hemnessjøen og Rødenessjøen at det trakk den økologiske tilstanden ned til *moderat* også i disse innsjøene.

Oversikt over fastsatt økologisk tilstand i 2024 for innsjøene som inngikk i denne undersøkelsen.					
Kommune	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Aurskog-Høland			Bjørkelangen Skulerudsjøen		
Aurskog Høland / Indre Østfold			Hemnessjøen		
Marker			Rødenessjøen		
Aremark			Aremarksjøen		
Halden		Femsjøen			

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	6
2	Metoder	7
2.1	Feltarbeid og analyser	7
2.2	Tilstandsvurdering	7
2.2.1	<i>Generelle prinsipper</i>	7
2.2.2	<i>Grenseverdier og EQR</i>	8
2.3	Utregning av nEQR for kvalitetselementet <i>planteplankton</i>	10
3	Plankton i innsjøer	11
3.1	Sesongsuksesjon av planteplankton	11
3.2	Typisk suksesjonsmønster, næringsfattige innsjøer.	13
3.3	Typisk suksesjonsmønster, næringsrike innsjøer.	13
4	Lokaliteter og værforhold i 2024	15
4.1	Oversikt over innsjøene som inngår i undersøkelsen	15
4.2	Værforhold i 2024	16
5	Vannkjemi	18
6	Resultater	20
6.1	Bjørkelangen	21
6.2	Hemnessjøen	23
6.3	Skulerudsjøen	25
6.4	Rødenessjøen	27
6.5	Aremarksjøen	29
6.6	Femsjøen	31
6.7	Oppsummering 2024 og utvikling i tilstand over tid	33
7	Referanser	36

1 Innledning

Norconsult har på oppdrag for Haldenvassdraget vannområde utført undersøkelser i totalt 6 innsjøer innenfor kommunene Aurskog-Høland, Indre Østfold, Marker, Aremark og Halden.

Selv uten noen form for menneskelig aktivitet vil alle vannforekomster få tilførsler av organisk materiale og elementer som fosfor, nitrogen, svovel, ulike metaller, osv. Denne naturlige bakgrunnstilførselen gir et livsgrunnlag for mikroorganismer, alger, planter og dyr. Dersom et slikt miljø påvirkes, f.eks. ved økt tilførsel av enkelte stoffer, kan forekomst, mengdeforhold og artssammensetningen endre seg. I tilfeller der slike påvirkninger fører til markante endringer i det naturlige økosystemet, vil vi si at den økologiske tilstanden har blitt dårligere. I innsjøer kan slike påvirkninger f.eks. være knyttet til eutrofiering, forsuring eller tilførsel av tungmetaller.

Det gjeldende klassifiseringssystemet for vurdering av økologisk tilstand i vannforekomster baserer seg på å kvantifisere graden av påvirkning. Primært gjøres dette ved å se på biologiske parametere hvor responsen på ulike typer påvirkninger er kjent. Disse suppleres med vannkjemiske parametere. På bakgrunn av resultatene vurderes påvirkningsgrad, og den økologiske tilstanden i vannforekomsten kategoriseres som enten *svært god*, *god*, *moderat*, *dårlig* eller *svært dårlig* (Direktoratsgruppa, 2018). Norge er tilsluttet EU's rammedirektiv for vann. Dette ble 15. desember 2006 tatt inn i Norsk lovverk som «vannforskriften». I løpet av første ordinære planperiode 2015 – 2021 skulle vannforskriftens mål om minst *god* økologisk tilstand være oppnådd for alle vannforekomster i Norge. For å få innsikt i om dette målet er nådd, må det gjennomføres overvåking av miljøtilstanden i vannforekomstene. Vannregionmyndighetene utviklet nye plandokumenter for perioden 2022 – 2027.

Det har vært sentralt i denne undersøkelsen å avdekke graden av eutrofiering i innsjøene. Eutrofiering innebærer økt forekomst av planteplankton som resultat av økt tilførsel av næringssalter, og da primært fosforholdige forbindelser. Dette kan vi undersøke ved å se på samfunnet av planteplankton direkte ved analyse i mikroskop. Da får vi informasjon både om den totale biomassen av planteplankton og om artssammensetningen. Vannkjemiske parametere er også analysert. Konsentrasjonen av total fosfor er spesielt interessant i så måte, siden den representerer en støtteparameter for planteplankton i vurderingen av økologisk tilstand.

Biologiske og kjemiske rådata som er innsamlet og analysert i dette prosjektet er tilgjengelige i portalen Vannmiljø.

2 Metoder

2.1 Feltarbeid og analyser

Gjennom sesongen ble det i innsjøene tatt prøver 10 ganger i perioden mai – oktober. Det eneste unntaket var Hemnessjøen, der prøveserien 8. juli ikke kunne gjennomføres. Dette mer enn oppfylder kravene til datamengde for vurdering av økologisk tilstand basert på kvalitetselementet planteplankton, slik som angitt i klassifiseringsveileder 02:2018 (Direktoratsgruppa, 2018). Kravet er månedlig prøvetaking i denne perioden, og med flere prøver fra sommerperioden får vi i denne undersøkelsen enda bedre innsikt i utviklingen av planteplanktonet i den delen av sesongen som er av størst interesse.

Prøver for planteplankton ble samlet på 30 ml brune glassflasker og konservert med 0,3 ml (ca. 1%) Lugols løsning. Et volum på 3 – 10 ml ble sedimentert ved bruk av Utermöhls metode (Tikkanen & Willén, 1992). Planktonalgene ble bestemt til art, slekt eller gruppe. Enkelte taksa ble inndelt i ulike størrelseskategorier.

Vannkjemiske analyser har blitt utført av ALS Laboratory Group Norway AS

2.2 Tilstandsvurdering

2.2.1 Generelle prinsipper

Etter den gjeldende klassifiseringsveilederen kan økologisk tilstand i en innsjø settes ut fra ulike typer påvirkning. Disse er: Eutrofiering, organisk belastning, forsuring og miljøgiftpåvirkning, samt hydromorfologiske påvirkninger. Det er viktig å være oppmerksom på at den økologiske tilstanden til en innsjø fastsettes etter prinsippet om «verste styrer». Undersøkes både påvirkningene eutrofiering og forsuring, er det den påvirkningen som gir dårligst resultat som er styrende for fastsettelse av den økologiske tilstanden. I denne undersøkelsen undersøkes kun en påvirkning; eutrofiering. Da er det avgjørende å være klar over at resultatet er knyttet til denne påvirkningen alene. Dersom andre påvirkninger også hadde blitt undersøkt, kunne resultatene ha blitt annerledes.

Akkurat som mellom ulike påvirkninger, benyttes prinsippet om «verste styrer» *innad* i hver påvirkning dersom påvirkningen kan vurderes ut fra flere forskjellige *parametere*. I innsjøer kan eutrofipåvirkning etter gjeldende klassifiseringsveileder vurderes ved bruk av parameterne planteplankton eller vannplanter. Benyttes begge deler er det i utgangspunktet den som kommer dårligst ut som styrer tilstandsvurderingen («verste styrer»), men i denne undersøkelsen ble kun planteplankton analysert. I tillegg finnes imidlertid ulike fysisk-kjemiske støtteparametere. Dersom de biologiske parameterne gir *svært god* eller *god* tilstand, kan tilstanden nedgraderes dersom støtteparametere gir dårligere tilstand. En slik nedgradering kan ikke gi dårligere økologisk tilstand enn *moderat*. I innsjøer er den gjennomsnittlige konsentrasjonen av total fosfor den vanligste støtteparameteren.

Eksempel 1: Planteplankton gir *svært god* tilstand, mens total fosfor gir *moderat* tilstand. Økologisk tilstand nedgraderes av støtteparameteren og fastsettes til *moderat*.

Eksempel 2: Planteplankton gir *moderat* tilstand og total fosfor *dårlig* tilstand. Økologisk tilstand blir da fastsatt til *moderat*. Dette fordi støtteparametere ikke påvirker tilstandsvurderingen når en biologisk parameter viser dårligere tilstand enn *god*.

Den matematisk beregnede økologiske tilstanden kan overstyres av ekspertvurdering dersom resultatet av ulike grunner virker urimelig. I eksempel 1 kan høye fosforverdier (som gir *moderat* tilstand) for eksempel skyldes kraftig nedbør i forkant av et par av prøvetakingene. Fosforet vil da i hovedsak være bundet til partikler, og dermed være lite tilgjengelig for opptak av planteplankton. I en del slike tilfeller kan det virke urimelig å trekke tilstandsvurderingen helt ned til *moderat*, og en ekspertvurdering kan heller lande på *god* tilstand.

Eutrofiering defineres av Institutt for biovitenskap, Universitetet i Oslo som: «Gradvis økning av næringssaltinnhold i vann, med derav følgende oppblomstring av alger, plankton og andre organismer med høy biomasseproduksjon.»¹. I innsjøer er det i all hovedsak fosfor som er begrensende næringsstoff for algevekst. I praksis vil altså eutrofiering av en innsjø innebære en økning i fosfortilførselen med dertil økende forekomst av planteplankton. I en slik utvikling vil også store, lite beitbare alger eller cyanobakterier ofte bedre sine konkurransevilkår, noe som kan resultere i store oppblomstringer.

Kvalitetselementet planteplankton omfatter både biomasse og artssammensetning av planteplankton. I og med at dette er små, hurtigvoksende organismer, responderer de raskt på endringer i vekstvilkårene. Ved analyse av planteplankton får vi altså direkte informasjon om den parameteren eutrofiering først og fremst handler om. Etter vår erfaring er også indeksene som er utviklet for å fastsette eutrofipåvirkning ut fra mengde og sammensetning av planteplankton meget gode og pålitelige.

2.2.2 Grenseverdier og EQR

Den gjeldende klassifiseringsveilederen (veileder 02:2018, revidert 2020) gir informasjon om aktuelle analyser for å vurdere tilstanden i ferskvannsføremønstre. I denne finnes også grenseverdier for inndeling i ulike kvalitetsklasser (Direktoratsgruppa, 2018).

Klassifiseringssystemet tar hensyn til vanntype ved klasseinndelingen. Områder med ulik geologi har ulik bakgrunnstilførsel av mineraler og næringssalter, og selv uten noen menneskelig påvirkning vil vannforekomstene framstå forskjellig både med hensyn til kjemiske- og biologiske parametere. I stedet for å benytte målte verdier som utgangspunkt for klassifiseringen, benyttes derfor heller *avviket* fra en definert referansetilstand. Dette forholdstallet mellom målt verdi og referanseverdi kalles økologisk kvalitetskvotient (ecological quality ratio, EQR), og varierer fra 0 til 1, der 1 er best.

Ved klassifisering normaliseres EQR – verdiene (nEQR) for de ulike parametere på en slik måte at klassegrensene for nEQR alltid blir 0.8, 0.6, 0.4 og 0.2. For mer utdypende forklaring om EQR-verdier og normalisering av disse, henvises det til nevnte veileder (Direktoratsgruppa, 2018)

Forekomsten av planteplankton oppgis noen steder som total biomasse, andre steder som totalt biovolum. I klassifiseringsveilederen benyttes betegnelsen biovolum, men med enheten mg/l, som ikke er en volumenhet. Dette kan virke forvirrende, men tettheten til planktonalgenes settes normalt til 1,0 mg/mm³. Bruk av både mg/l og mm³/l vil dermed gi samme verdi. Siden enheten i veilederen er oppgitt i mg/l, benytter vi betegnelsen biomasse heller enn biovolum.

Etter at innsjøtype er fastsatt ut fra hvilke høyderegion de ligger i, kalsiumkonsentrasjonen og innholdet av organisk materiale, benyttes klassegrenser etter såkalte NGIG-typer (*Northern Geographical Intercalibration Group*). I tabellene 2-1 – 2-2 vises grenseverdiene til kvalitetselementet planteplankton for de innsjøtypene som er relevante i denne undersøkelsen. Disse parameterne er: Total biomasse av planteplankton, indeks for artssammensetning (PTI), biomasse av cyanobakterier (Cyano_{max}) og klorofyll *a*. Enhetene i disse tabellene er: mg/l for total biomasse og cyano_{max}, og µg/l for klorofyll *a*, totalfosfor og totalnitrogen. PTI er uten enhet.

¹ <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/e/eutrofiering.html>

- **Total biomasse:** Ved bruk av omvendt mikroskop beregnes antall og volum av alle observerte arter. Individuelle biomasser summeres, og med en antatt tetthet på 1,0 mg/mm³ gir dette den totale biomassen av planteplankton i prøven.
- **Klorofyll a:** Planteplankton inneholder klorofyll. Dette kan ekstraheres ved bruk av f.eks. metanol, etanol eller aceton. I spektrofotometer måles absorbansen av prøven ved utvalgte bølgelengder, og innholdet av klorofyll a beregnes ved bruk av en formel.
- **PTI:** Hver art er gitt en PTI-verdi ut fra hvor vanlig den er å treffe på i næringsfattige eller næringsrike innsjøer. Denne verdien multipliseres med den andelen arten utgjør av totalbiomassen. Dette gjøres for hver art, og summen av disse produktene gir prøvens PTI-score.
- **Cyano_{max}:** Den høyest registrerte biomassen av cyanobakterier gjennom sesongen.

Tabell 2-1. Klassegrenser for vanntype L108 (NGIG type: L-N3).

Parameter	Referanse- verdi	Maksimal- verdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Total biomasse	0,30	6,00	< 0,60	0,60 – 1,00	1,00 – 2,00	2,00 – 4,60	> 4,60
PTI	2,09	4,00	< 2,26	2,26 – 2,43	2,43 – 2,60	2,60 – 2,86	> 2,86
Cyano _{max}	0,00	10,00	< 0,16	0,16 – 1,00	1,00 – 2,00	2,00 – 5,00	> 5
Klorofyll a	2,7		< 5,4	5,4 – 9,0	9,0 - 16	16 - 32	> 32
Totalfosfor	6		< 11	11 – 16	16 – 30	30 – 55	> 55
Totalnitrogen	275		< 475	475 – 650	650 – 1075	1075 – 1775	> 1775

Tabell 2-2. Klassegrenser for vanntype L106 (NGIG type: L-N8).

Parameter	Referanse- verdi	Maksimal- verdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Total biomasse	0,34	7,00	< 0,77	0,77 – 1,24	1,24 – 2,66	2,66 – 6,03	> 6,03
PTI	2,22	4,00	< 2,29	2,39 – 2,56	2,56 – 2,73	2,73 – 3,07	> 3,07
Cyano _{max}	0,00	10,00	< 0,16	0,16 – 1,00	1,00 – 2,00	2,00 – 5,00	> 5
Klorofyll a	3,5		< 7	7 – 10,5	10,5 – 20	20 – 40	> 40
Totalfosfor	7		< 13	13 – 20	20 – 39	39 – 65	> 65
Totalnitrogen	325		< 550	550 – 775	775 – 1325	1325 – 2025	> 2025

For total biomasse av planteplankton, artssammensetning (PTI) og maksimal forekomst av cyanobakterier (cyano_{max}) regnes EQR ut etter formelen:

$$EQR = \frac{\text{Observert verdi} - \text{maksimalverdi}}{\text{Referanseverdi} - \text{maksimalverdi}}$$

Det er ikke satt noen maksimalverdi for klorofyll a. EQR fastsettes da ved:

$$EQR (Kl. a) = \frac{\text{Referanseverdi}}{\text{Observert verdi}}$$

Dersom de biologiske parameterne gir *god* eller *svært god* økologisk tilstand kan vannkjemiske støtteparametere som totalfosfor eller vannregionspesifikke stoffer nedgradere den endelige klassifiseringen til *moderat* etter regler gitt i avsnitt 3.5.5 (trinn 3) i klassifiseringsveilederen.

Totalnitrogen er også en støtteparameter i vurderingen av eutrofiering. Siden det er fosfor som vanligvis er begrensende faktor for vekst av planteplankton, blir imidlertid denne som regel ikke inkludert i klassifiseringen. Det skal bare gjøres dersom man kan anta nitrogenbegrensning, noe som primært forekommer i svært næringsrike vannforekomster (Direktoratsgruppa, 2018).

2.3 Utregning av nEQR for kvalitetselementet *planteplankton*

Utregning av normalisert EQR-verdi (nEQR) for kvalitetselementet *planteplankton* som helhet gjøres på følgende måte:

- 1) Ta gjennomsnittet av nEQR for klorofyll *a* og for nEQR for totalbiomasse av planteplankton. Gjennomsnittet benyttes fordi disse to analysene begge er et mål på mengden av planteplankton.
- 2) Artssammensetningen, uttrykt som PTI-verdi, skal tas med i betraktning. Ta derfor gjennomsnittet av nEQR verdi i 1) og nEQR-verdi for PTI.
- 3) Hvis nEQR for cyano_{max} er større enn nEQR-verdi fra 2), blir verdien fra 2) den endelige nEQR-verdien for kvalitetselementet.
Hvis nEQR for cyano_{max} er mindre enn nEQR-verdi fra 2): Ta gjennomsnittet av verdien i 1), PTI-verdien og nEQR-verdi for cyano_{max}.

Et eksempel:

Parameter	nEQR
Klorofyll <i>a</i>	0,70
Biomasse, planteplankton	0,66
PTI	0,84
Cyanomax	0,56

$$1. (0,70 + 0,66)/2 = 0,68$$

$$2. (0,68 + 0,84)/2 = 0,76$$

$$3. \text{Cyanomax} < 0,76, \text{ derfor: } (0,68 + 0,84 + 0,56)/3 = 0,69$$

I dette tilfellet blir altså endelig nEQR for kvalitetselementet *planteplankton* på 0,69. Dersom nEQR-verdien for cyano_{max} hadde vært større enn 0,76 ville den ikke blitt inkludert i beregningen. Endelig nEQR-verdi hadde da blitt stående på 0,76.

En nEQR – verdi på 0,69 gir tilstandsklasse *god*. Dersom tilstanden ut fra kvalitetselementet *planteplankton* blir *god* eller *svært god*, vil den endelige tilstanden kunne nedgraderes dersom nEQR for en støtteparameter (f.eks. totalfosfor eller tungmetaller) er lavere. Dersom vi i eksempelet over hadde hatt en nEQR-verdi for totalfosfor på f.eks. 0,53, ville dette blitt styrende. Den endelige nEQR-verdien ville da blitt 0,53, og den økologiske tilstanden *moderat*. Støtteparametere kan uansett ikke nedgradere tilstanden lenger enn til *moderat*. Dersom den økologiske tilstanden ut fra de biologiske analysene allerede er *moderat* eller dårligere, får altså støtteparametere ingen innvirkning på klassifiseringen uansett hva disse viser.

3 Plankton i innsjøer

I dette kapittelet skisserer vi en typisk biomasseutvikling av planteplankton gjennom vekstsesongen i henholdsvis næringsfattige og næringsrike innsjøer (avsnitt 3.1 – 3.3). Det kan være nyttig å ha disse mønstrene klart for seg før vi i senere kapittel ser på resultatene fra de undersøkte innsjøene.

3.1 Sesongsuksesjon av planteplankton

Vinter

I vinterperioden er både vanntemperatur og lysinnstråling lav, noe som fører til at veksthastigheten til planteplankton er svært lav.

Mange innsjøer er islagt. Dersom det i tillegg er et lag med snø på isen, kan lystilførselen under isen være tilnærmet null. Vannmassene vil da ligge helt i ro, og det tilføres ikke oksygen hverken fra fotosyntese eller fra atmosfæren.

Organisk materiale som gjennom forrige sesong har sunket ned til bunnen vil i løpet av vinteren brytes ned. Denne prosessen krever oksygen og frigjør næringssalter. Dersom det ikke tilføres oksygen til bunnvannet, og det er en kombinasjon av mye organisk materiale og en lang isleggingsperiode, kan alt oksygen i vannmassene like over sedimentoverflaten forbrukes. Dette gir *reduserende forhold*, som drastisk øker løseligheten til fosforholdige salter. Under slike forhold vil vi ved målinger registrere en svært høy konsentrasjon av fosfat i bunnvannet.

Vår

Etter isgang vil vannmassene varmes opp. Så lenge temperaturen er lav skal det lite vindpåvirkning til for å blande vannmassene. Innsjøen er inne i en periode med *fullsirkulasjon*. Planktonalger er svært små, og selv om lysinnstrålingen kan være sterk, vil lysforholdene for en enkelt algecelle likevel være dårlige, særlig i dypere innsjøer. Dette fordi algecellen bare i en kort periode er nær overflaten. Næringssalter som gjennom vinteren er frigjort i bunnvannet blandes nå inn i vannmassene pga. sirkulasjonen. Næringsforholdene er derfor gjerne gode, mens vanntemperaturen fortsatt er lav.

Under slike betingelser med lite lys, lav vanntemperatur og relativt høy konsentrasjon av bl.a. fosfor, er det vanligvis arter innenfor gruppen av kiselalger som vokser raskest. Disse vil da dominere samfunnet av planteplankton, og svært ofte danne det vi kaller en *våroppblomstring*.

Vannets tetthet avtar med økende temperatur, men *forskjellen* i tetthet pr. grad øker etter hvert som temperaturen stiger. Det betyr at det er mye større tetthetsforskjell på vannmasser med en temperatur på f.eks. 19 °C og 20 °C enn det er mellom vannmasser på henholdsvis 4 °C og 5 °C. Med økende vanntemperatur skal det dermed stadig mer energi til for å få vannmassene til å fullsirkulere. Selv i vindeksponerte innsjøer lar dette seg ikke lenger gjøre når temperaturen stiger opp mot 10 °C. Innsjøen blir da termisk sjiktet, og det vil nå bare være de øverste meterne av vannmassene som sirkulerer. Vi kan gjerne definere dette som overgangen til *sommerperioden*.

Sommer

I denne perioden vil både lysinnstråling og vanntemperatur være høy, og med permanent sjiktete vannmasser har vi nå fysisk sett en svært stabil periode. Våroppblomstringen av planteplankton har kollapset som et resultat av at alt av tilgjengelige næringssalter er brukt opp, pga. økt beitetrykk fra dyreplankton som nå også har rukket å vokse opp, eller pga. temperatursjiktningen som gir økt tap via sedimentasjon ut av

blandingssonen. For kiselalger er det gjerne en kombinasjon av disse faktorene som er årsak til at populasjonen bryter sammen. Mesteparten av fosforet i vannet er nå bundet opp i biomassen av planteplanktonet, og trekkes dermed ut av de øvre vannmassene når disse algene dør og synker ut av blandingssjiktet.

Like etter at vannmassene utvikler en temperatursjiktning får vi derfor gjerne en fase hvor det er lite alger og hvor vannet er mye klarere enn ellers. Dette fenomenet er såpass vanlig at vi gjerne kaller det for *klarvannsfasen*. Vanligvis vil denne inntreffe en eller annen gang i løpet av juni.

Nå går vi inn i den perioden som kanskje er den mest interessante. På grunn av den termiske sjiktningen vil tilførsler av næringssalter fra sedimentene, såkalte *interne kilder*, være svært begrenset. Skal biomassen av planteplankton nå øke igjen, vil det kreve tilførsel av næringssalter utenifra, altså *ekstern tilførsel* fra bekker, elver og diffus avrenning.

Det er dermed utviklingen av planktonsamfunnet gjennom sommerperioden som gir oss best innsikt i omfanget av eksterne tilførsler av næringssalter til innsjøen. Dersom slike tilførsler er veldig begrenset, vil biomassen av planteplankton holde seg lav. Tilføres derimot store mengder næringssalter vil forekomsten av alger øke raskt, siden lys- og temperaturforholdene er gode.

I en situasjon med gode lysforhold, høy vanntemperatur og god tilgang på næringssalter vil det ofte være en eller flere arter av grønnalger som dominerer samfunnet av planteplankton. Disse artene er imidlertid nokså bra føde for dyreplankton, og denne beitingen bidrar ofte til å holde den totale algebiomassen på et akseptabelt nivå.

En del cyanobakterier, noen fureflagellater, nåleflagellaten *Gonyostomum semen*, og enkelte andre arter omtales gjerne som problemarter. Fellestrekket for disse artene er at de er store og dermed lite beitebare for dyreplankton. Selv om de vokser langsomt, kan de derfor ha tilnærmet eksponentiell vekst. Hvis forholdene ligger til rette, og vekstsesongen er lang nok, kan en eller noen ganger flere av dem overta dominansen i samfunnet av planteplankton. På grunn av den lave veksthastigheten, skjer dette vanligvis på sensommeren eller høsten.

Hvis arter av denne typen først er til stede, kan totalbiomassen bli mye høyere enn normalt. Uten særlige tap kan de bare fortsette å vokse til de har utnyttet alt av fosfor i vannmassene. Til slutt vil praktisk talt alt fosfor være bygget inn i algecellene, og svært lite er tilgjengelig for ytterligere vekst. På et tidspunkt vil det ikke være nok næringssalter til en ytterligere deling, og hele populasjonen kollapser.

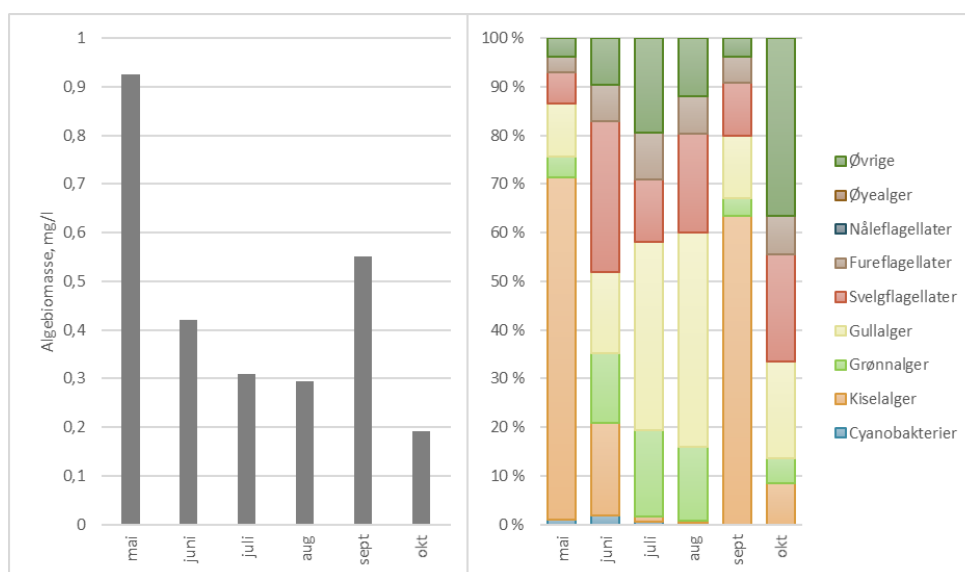
En del cyanobakterier har gassblærer i cellene, og når de dør kan de i første omgang heller flyte opp enn å synke til bunns. Algeoppblomstringen blir da veldig synlig ved at det dannes klumper av alger eller et malingsliknende belegg i overflaten.

Høst

Utover høsten blir lysforholdene igjen dårlige. Vanntemperaturen avtar inntil vannmassene på nytt fullsirkulerer. Organisk materiale som har sunket ut fra blandingssjiktet i løpet av sommeren, har blitt nedbrutt i dypet på samme måte som i vinterperioden. Fullsirkulasjonen på høsten vil derfor på nytt frakte næringssalter inn i vannmassene, og vi kan få en type oppblomstring som vi hadde på våren. Ofte vil det være samme art som dominerer her som under våroppblomstringen, men denne *høstopplomstringen* er typisk noe mindre. Deretter vil forekomsten av planteplankton avta pga. stadig dårligere lysforhold.

3.2 Typisk suksesjonsmønster, næringsfattige innsjøer.

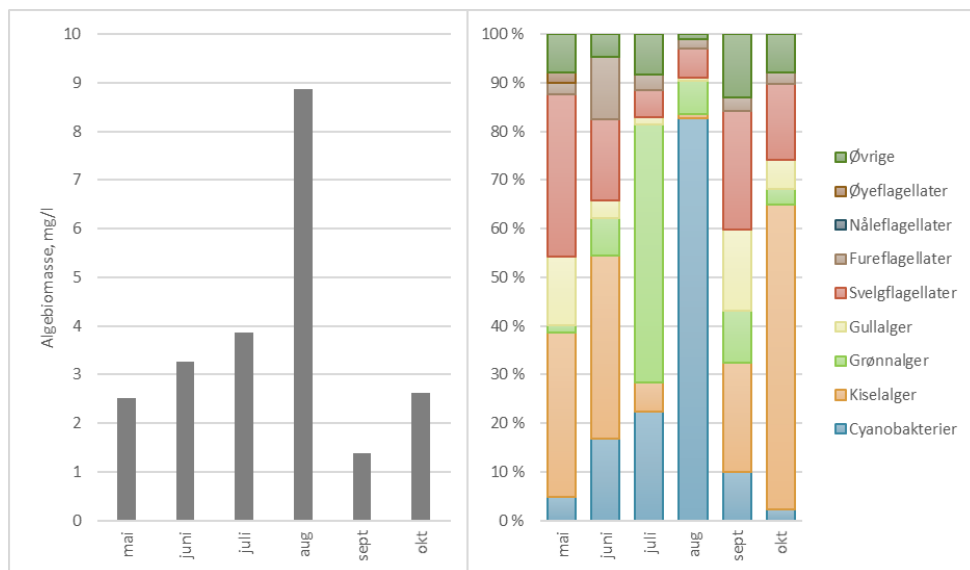
- Med en månedlig prøvetakingsfrekvens er det umulig å vite hvor nær toppen man treffer i vår- og høstoppblomstringen. Ofte vil vi derfor ikke registrere noen topp der. I eksempelet under ser vi hvordan det kan se ut dersom prøvetakingen skjer i nærheten av en slik topp (figur 3-1, venstre del). Maksimal biomasse på høsten påtreffes ofte i siste halvdel av september eller første halvdel av oktober.
- Dominans av kiselalger under vår- og høstoppblomstring (figur 3-1, høyre del). Ellers et godt sammensatt samfunn, gjerne med små, lett beitebare arter. Gullalger utgjør ofte en stor andel av totalbiomassen.
- Maksimal biomasse er sjelden over 1 mg/L, og den er alltid lav i sommerperioden.



Figur 3-1. Eksempel på et typisk suksesjonsmønster av planteplankton i en næringsfattig innsjø.

3.3 Typisk suksesjonsmønster, næringsrike innsjøer.

- Mest sannsynlig har det vært en våroppblomstring, men her har i tilfelle planktonprøven blitt tatt i forkant eller i etterkant av oppblomstringen (figur 3-2, venstre del).
- Grønnalger dominerer i juli. Langsomtvoksende cyanobakterier med små tap («problemalge») bygger seg opp (figur 3-2, høyre del).
- Stor oppblomstring av cyanobakterie i august. Her vet vi heller ikke hvor nær biomassetoppen vi treffer. Uten denne problemalgen i systemet ville mest sannsynlig dominansen til grønnalgene ha fortsatt, men da uten en slik kraftig topp i august.
- Etter kollaps av en oppblomstring trekkes næringsalter ut av systemet, og vi får en periode med mye mindre alger. I dette eksempelet skjer det i september.

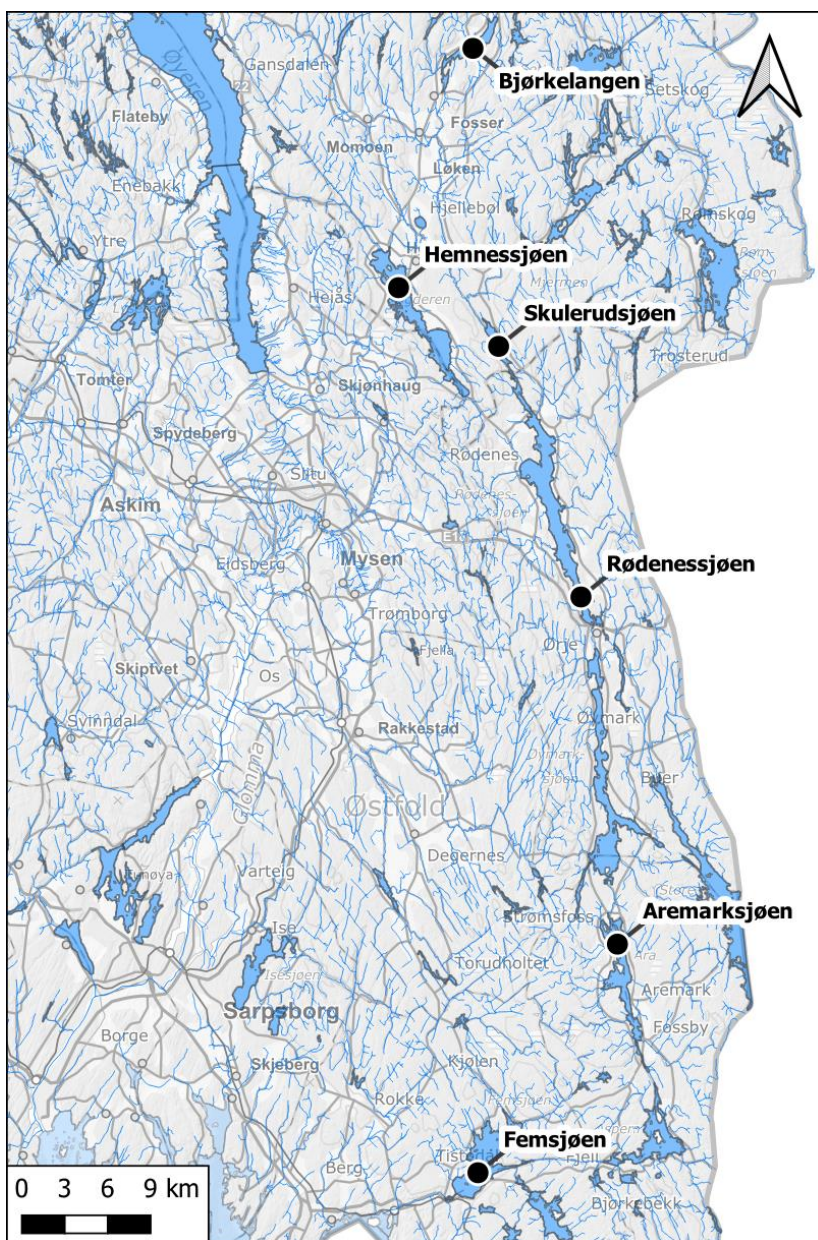


Figur 3-2. Eksempel på et typisk suksesjonsmønster av planteplankton i en næringsrik innsjø. Merk at skalering på y-aksen i venstre figur er annerledes enn i figur 3-1.

4 Lokalteter og værforhold i 2024

4.1 Oversikt over innsjøene som inngår i undersøkelsen

I denne undersøkelsen inngikk innsjøer i Haldenvassdraget med beliggenhet i kommunene Aremark, Aurskog-Høland, Halden, Indre Østfold og Marker. Det ble tatt prøver for analyse av planteplankton fra følgende innsjøer: Bjørkelangen, Hemnessjøen, Skulerudsjøen, Aremarksjøen, Rødenessjøen og Femsjøen. Oversikt over innsjøtype og beliggenhet er vist i figur 4-1 og tabell 4-1.



Figur 4-1. Oversiktskart over innsjøene som inngår i denne undersøkelsen.

Tabell 4-1. Oversikt over innsjøene i denne undersøkelsen. Koordinater: UTM32

Innsjø	Innsjøtype	Vannmiljø-ID	Y-koordinat	X-koordinat
Bjørkelangen	L108	001-27839	6637200	641900
Hemnessjøen	L108	001-29656	6620450	636700
Skulerudsjøen	L108	001-38238	6616341	643694
Rødenessjøen	L106	001-31086	6598800	649450
Aremarksjøen	L106	001-28281	6574500	652000
Femsjøen	L106	001-30733	6558500	642250

4.2 Værforhold i 2024

Om forekomsten av en planktonalge eller cyanobakterie øker eller synker over en gitt tidsperiode er avhengig av dens netto vekstrate, det vil si vekstraten minus tapsraten. Som beskrevet i forrige kapittel, er det mange ulike faktorer som påvirker vekst og tap hos planteplankton, og disse faktorene kan endre seg mye på kort tid. En solfylt dag kan etterfølges av skyet vær, en tørr periode kan avløses av dager med kraftig regn. I tillegg kan temperatur, beitetrykk, sjiktningsforhold, parasittisme, og flere andre miljøfaktorer forandre seg fra en dag til den neste. Siden de fleste artene av planteplankton har en størrelse på bare 0,002 – 0,05 mm, vokser de raskt. Det er den hurtige veksten og de raskt skiftende konkurranseforholdene som gjør at vi ofte finner svært mange arter, og at det bare unntaksvis er enkeltarter som klarer å dominere planktonsamfunnet. Disse forholdene gjør at det tidlig på sesongen er umulig å forutsi hvordan planktonsamfunnet i en gitt innsjø vil utvikle seg videre gjennom sommeren og høsten. Det vi imidlertid vet er at i gjennomsnitt får vi høyere biomasse av planteplankton jo mer næringsstoffer de har tilgjengelig.

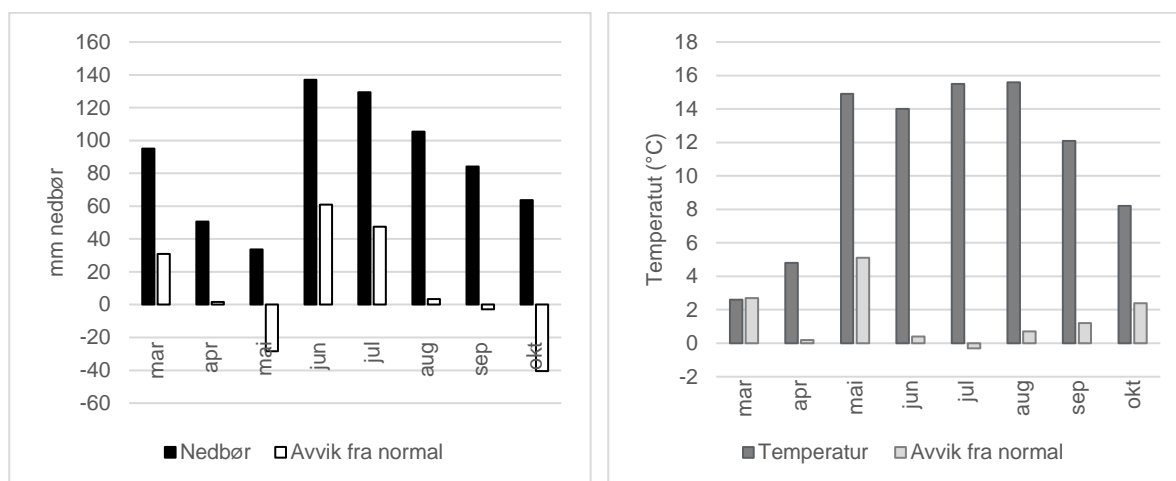
Variierende værforhold gir seg også utslag i nedbørfeltet. Som oftest er det fosfor som er den begrensende faktor for veksten til planteplankton i innsjøer. Skulle vi få en periode med mye nedbør og dermed høy tilførsel av næringsstoffer, og denne etterfølges av en solfylt og varm periode, kan det på kort tid gi en kraftig økning i biomassen av planteplankton. Motsatt vil en kald sommer med mye skyet vær gjerne gi lavere biomasse enn vanlig.

April er muligens den måneden hvor vi i denne delen av landet kan si at vekstsesongen for planteplankton starter. I denne fasen var værforholdene i 2024 svært nær normalen (figur 4-2). Det er likevel gjerne først i mai at veksten kommer i gang for fullt. Denne måneden var svært varm, og temmelig nedbørfattig (figur 4-3). I værtjenesten yr.no ser det ut til å være Rakkestad som er den nærmeste målestasjonen som har detaljert informasjon om temperatur og nedbør ². Denne målestasjonen ligger sentralt i undersøkelsesområdet på en nord-sør akse, men noe vest for Haldenvassdraget. Likevel antar vi at temperatur- og nedbørforhold her er tilstrekkelig representative for innsjøene som inngår i denne undersøkelsen. Allerede i perioden 1.-5. mai ble det på denne stasjonen registrert en maksimaltemperatur på 20-23 °C, og i to-ukers perioden 13.-28. mai lå denne kontinuerlig i intervallet 21-25 °C. For måneden som helhet var temperaturen hele 5 °C over normalen, mens nedbørmengden var ca. halvparten av det normale. Dette kan ha medført en veldig hurtig temperatursjiktning av vannmassene, noe som igjen fort kan gi en litt annerledes artssammensetning av planteplanktonet enn det som er vanlig tidlig på sesongen.

² <https://www.yr.no/nb/historikk/tabell/1-48055/Norge/%C3%98stfold/Rakkestad/Rakkestad?q=2024>

Sommermånedene juni og juli var nedbørrike i 2024, men uten perioder med ekstremnedbør. Vi hadde en meget nedbørrik periode fra 8. til 14. juni, hvor det totalt falt ca. 80 mm regn. I juli var det tre dager med en nedbørmengde per døgn på over 10 mm; 8/7 (12 mm), 23/7 (24 mm) og 27/7 (22 mm). Total nedbørmengde var nær normalen i august og september. I disse månedene kom det mest regn i periodene 23.-24. august (totalt 34 mm) og 10.-11. september (totalt 35 mm). Til tross for relativt mye nedbør, kom denne altså nokså spredt. Det ga vekslende forhold med regn og sol, noe som normalt gir gunstige vekstvilkår for planteplankton. Jevn nedbør gir stadig tilførsel av næringsstoffer fra nedbørfeltet til innsjøene, og i periodene med sol har planktonalger og cyanobakterier næring som kan benyttes til rask vekst.

Planteplankton er små organismer, og det er mange biotiske og abiotiske faktorer som påvirker deres netto vekstrate. Det er derfor vanskelig å forutsi hvordan de responderer på ulike temperatur- og nedbørforhold. Til tross for mindre nedbør enn normalt i mai, og mer enn normalt i juni og juli, vurderer vi likevel 2024 som et gunstig år for å vurdere den økologiske tilstanden i innsjøene ved bruk av kvalitetselementet *planteplankton*. Vi hadde ingen lange tørkeperioder, eller episoder med ekstremnedbør. Mye nedbør i sommerperioden vil ha gitt noe større avrenning enn normalt, men det bør også ha gitt noe færre soltimer enn vanlig. I sum vil det trolig gi en mengde og artssammensetning av planteplankton som er i god overensstemmelse med den generelle tilførselen av næringsstoffer.



Figur 4-2. Rakkestad. Sum nedbør og gjennomsnittlig temperatur per måned i 2024.

5 Vannkjemi

Ved undersøkelse av i hvilken grad innsjøer er påvirket av næringsstoffer, såkalt eutrofiering, er det biomasse og artssammensetning av planteplankton som er de viktigste parameterne for fastsettelse av økologisk tilstand. Likevel kan det i tolkningen av slike biologiske data være nyttig å ha informasjon om andre fysisk-kjemiske parametere. I tillegg har det stor egenverdi å ha kjennskap til den generelle vannkjemien i en vannforekomst. I denne undersøkelsen ble det tatt vannprøver for analyse av vannfarge, suspendert stoff (SS), gløderest (SS (g)), total nitrogen (TOT-N), total fosfor (TOT-P) og klorofyll a (KLA)³.

Vannfarge er et mål på vannets innhold av organisk materiale. I analysen av denne skiller det ikke mellom det som produseres i innsjøen (autoktont materiale) og det som er tilført fra nedbørfeltet og atmosfæren (alloktont materiale). Den naturlige bakgrunnstilførselen av næringsstoffer til vannforekomster vil avhenge av forholdene i nedbørfeltet.

Tabell 5-1. Konsentrasjon av organisk materiale (fargetall), suspendert stoff, total fosfor, total nitrogen og klorofyll i 2024.

		Farge mg Pt/l	SS mg/l	SS (g) mg/l	TOT-P µg/l	TOT-N µg/l	KLA µg/l
Bjørkelangen	<i>Middel</i>	123	6,7	5,0	30*	1566	6,7
	<i>Min</i>	90	3,5	2,2	4	990	3,5
	<i>Maks</i>	169	10	8,0	64	2000	10
	<i>n</i>	10	10	9	8	10	10
Hemnessjøen	<i>Middel</i>	37	4,2	2,6	23	789	8,6
	<i>Min</i>	24	2,9	1,5	4	610	5,3
	<i>Maks</i>	42	7,1	3,8	47	1200	13
	<i>n</i>	9	9	8	8	9	9
Skulerudsjøen	<i>Middel</i>	98	4,2	3,0	25*	1057	7,3
	<i>Min</i>	71	2,8	2,1	6	730	2,2
	<i>Maks</i>	131	5,9	4,3	45	1400	14
	<i>n</i>	10	10	9	8	10	10
Rødenessjøen	<i>Middel</i>	84	2,3	2,3	19	1058	5,8
	<i>Min</i>	69	1,2	1,2	4	820	1,5
	<i>Maks</i>	87	5,5	3,7	47	1500	11
	<i>n</i>	10	8	8	9	10	10
Aremarksjøen	<i>Middel</i>	77	3,6	2,4	21	1037	9,1
	<i>Min</i>	51	1,9	1,1	7	680	3,4
	<i>Maks</i>	84	5,1	3,5	50	1900	21
	<i>n</i>	10	10	8	9	10	10
Femsjøen	<i>Middel</i>	78	2,3	1,5	15	1016	4,5
	<i>Min</i>	53	1,5	1,1	4	840	1,3
	<i>Maks</i>	87	3,2	2,3	38	1300	10
	<i>n</i>	10	10	9	9	10	10

*En unaturlig høy fosforverdi (300 µg/l i Bjørkelangen og 850 µg/l i Skulerudsjøen) er fjernet, og dermed ikke inkludert i beregningene.

I klassifiseringsveilederen er grenseverdien mellom *klare* og *humøse* innsjøer satt ved et gjennomsnittlig fargetall på 30 mg Pt/l (Direktoratsgruppa, 2018). Alle innsjøene i denne undersøkelsen har et høyere fargetall enn dette, men to innsjøer skilte seg likevel ut. Hemnessjøen hadde i 2024 klart lavest innhold av organisk materiale, mens dette var langt høyere i Bjørkelangen enn i de øvrige innsjøene.

Mengden suspendert stoff (SS) inngår ikke som parameter ved tilstandsklassifisering, men den forteller oss noe om partikkelinnholdet i vannmassene. Ved å gløde det suspenderte stoffet fjernes alt organisk materiale.

³ Alle enkeltmålinger er importert til portalen Vannmiljø, og kan hentes ut der.

Den parameteren som gjerne kalles gløderest (SS (g)), forteller oss hvor mye av det suspenderte stoffet som var uorganisk. Fra tabell 6-1 ser vi at de fleste innsjøene som inngår i denne undersøkelsen som gjennomsnitt hadde et innhold av suspendert materiale i området 2,5-4 mg/l, som må anses som middels høyt. Unntaket var igjen Bjørkelangen hvor dette lå i underkant av 7 mg/l.

Kombinasjon med høy vannfarge og et relativt høyt innhold av suspendert materiale vil medføre at lysforholdene i innsjøene ikke er optimale. Dette gjelder spesielt for Bjørkelangen. Med meget høy vannfarge og høyt partikkelinnhold, vil lysforholdene i Bjørkelangen generelt være meget dårlige. Dette ble bekreftet i felt ved at siktedyp ble målt til å ligge på kun 0,4 – 1,0 meter. Vi utelukker ikke at veksten til planteplankton tidvis kan være lysbegrenset på grunn av dette, og at vi får mindre planteplankton per fosforenhet enn vi ville fått dersom vannet hadde vært klarere.

Næringsstoffene nitrogen og fosfor er elementer som planteplankton trenger for å vokse. I norske innsjøer er det vanligvis fosfor som er vekstbegrensende stoff, men det forekommer også at nitrogen har denne posisjonen. I klassifiseringsveilederen angis det at total nitrogen kun skal inngå i klassifiseringen dersom vannforekomstene er nitrogenbegrenset, og at dette kan skje dersom middelveidien gjennom vekstsesongen for forholdet TOT-N/TOT-P er lavere enn 20 (på vektbasis). I innsjøene som inngikk i denne undersøkelsen lå forholdstallet TOT-N/TOT-P i intervallet 35-70. Dette tilsier at vannets innhold av nitrogen ikke innvirker på veksten til planteplanktonet, og dette elementet tas dermed ikke med i vurderingen av økologisk tilstand.

Konsentrasjonen av klorofyll a inngår som en komponent i kvalitetselementet planteplankton. Total fosfor er en støtteparameter til dette kvalitetselementet, og kan også påvirke fastsettelsen av den økologiske tilstanden. Disse parameterne inngår derfor også i tabellene for hver enkelt innsjø i kapittel 6.

6 Resultater

Innsjøtype må være kjent for å benytte korrekte grenseverdier. Denne informasjonen har vi for hver innsjø hentet fra portalen Vann-nett. De tre øverste innsjøene i vassdraget; Bjørkelangen, Hemnessjøen og Skulerudsjøen har en kalsiumkonsentrasjon i intervallet 4-20 mg/l, og regnes som moderat kalkrike. De er alle humøse (fargetall > 30 mg Pt/l) og de ligger i høyderegionen lavland (< 200 moh.). Dette gir vanntype L108, og ved tilstandsklassifisering skal da NGIG type L-N8 benyttes. De tre nederste innsjøene; Rødenessjøen, Aremarksjøen og Femsjøen ligger også i lavlandet og er humøse, men kalkinnholdet her er lavere slik at de betegnes som kalkfattige (kalsiumkonsentrasjon < 4 mg/l). Disse havner da i vanntype L106, og får noe strengere klassegrenser etter NGIG type L-N3.

Kategorien «Øvrige» i figurene som viser biomasse og sammensetning av planteplankton i dette kapittelet, består i all hovedsak av picoplankton (alger < 2 µm) og små flagellater (2 - 4 µm). I noen av innsjøene var det i enkelte prøver et beskjedent innslag av gulgrønnalger (Xanthophyceae). Disse er også inkludert i kategorien «Øvrige».

I denne undersøkelsen ble det tatt 10 prøver gjennom sesongen, mens det tradisjonelle for vurdering av økologisk tilstand er 6. Dette ga i de fleste innsjøene mulighet til å følge utviklingen av både totalbiomasse av planteplankton og artssammensetning på en noe bedre måte enn vanlig.

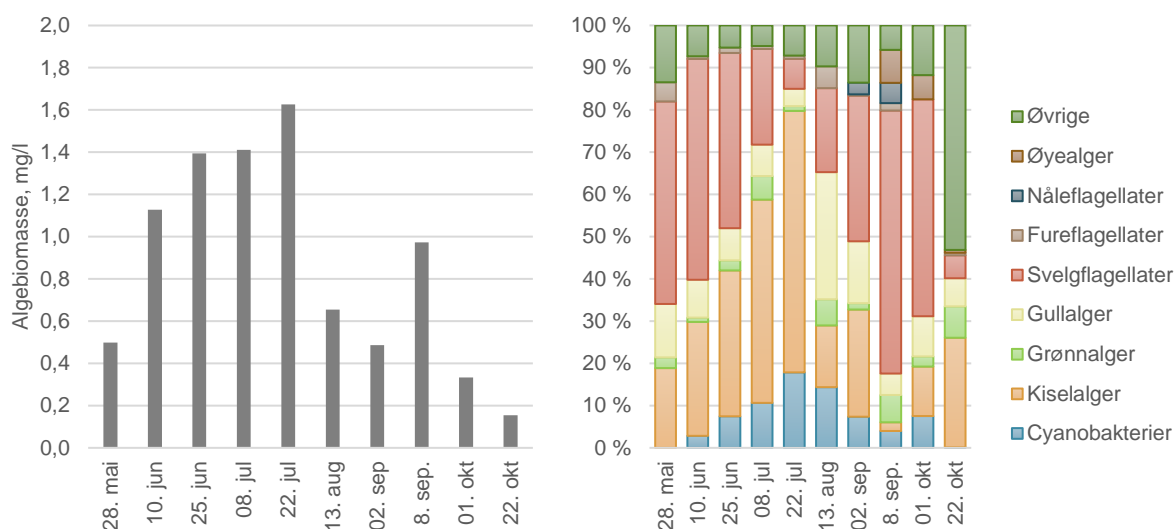
Total fosfor er en støtteparameter ved beregning av økologisk tilstand etter kvalitetselementet *planteplankton*. nEQR-verdier for total fosfor har derfor ikke blitt gitt noen fargekode i tabellene nedenfor, slik de biologiske komponentene i dette kvalitetselementet har. Denne støtteparameteren kan nedgradere tilstanden, men ikke oppgradere den. Nedgradering kan imidlertid kun skje i de tilfellene der kvalitetselementet *planteplankton* gir enten *god* eller *svært god* tilstand.

I løpet av sesongen registrerte vi to unormalt høye verdier av total fosfor; 300 µg/l i Bjørkelangen den 28. mai, og 850 µg/l i Skulerudsjøen den 18. september. Vi kjenner ikke grunnen til de høye verdiene, men vi antar at de ikke er representative for fosforinnholdet i innsjøen på disse tidspunktene. De er derfor utelatt ved beregning av gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor for sesongen.

6.1 Bjørkelangen



Lokalitet: Bjørkelangen
 UTM 32 V: 641900, 6637200
 Kommune: Aurskog-Høland
 Areal: 3,379 km²
 Vannmiljø ID: 001-27839
 Vann-nett-ID: 001-330-L
 Vannstype: L108: Moderat kalkrik, humøs
 NGIG type: L-N8



Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll <i>a</i> (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
28.05.2024	300	5,6	0,50	2,36		
10.06.2024	23	11	1,13	2,29	0,03	
25.06.2024	27	11	1,39	2,35	0,10	
08.07.2024	21	13	1,41	2,52	0,15	
22.07.2024	4	13	1,63	2,60	0,29	
13.08.2024	24	5,0	0,66	2,74	0,09	
02.09.2024	34	4,0	0,49	2,77	0,04	
18.09.2024	45	10	0,97	2,51	0,04	
01.10.2024		3,4	0,33	2,48	0,03	
22.10.2024	64	1,7	0,15	2,44	0,00	
Gjennomsnitt	30	7,8	0,87	2,51		
nEQR		0,74	0,76	0,66	0,77	0,71

Figur 6-1. Vurdering av tilstand i Bjørkelangen ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Bjørkelangen er en relativt stor innsjø, med et overflateareal på 3,4 km². Nedbørfeltet er på 273 km², som er meget stort for en innsjø av denne størrelsen. Det strekker seg helt fra Dragsjøhaugen i Nes i nord, og inkluderer blant andre innsjøene Floen og Tævsjøen. De nordlige delene av nedbørfeltet består i hovedsak av skog. Det er en del dyrket mark nær innsjøen, langs Lierelva, som er den største tilløpselva, og i områdene nær Finstadbru og Aurskog. Totalt utgjør dyrket mark ca. 15% av nedbørfeltets areal, mens skog utgjør noe over 70% (Nevina, 2025).

Biomassen av planteplankton økte gradvis fra første prøvetaking i slutten av mai og fram til siste halvdel av juli. I denne perioden var svelgflagellater og kiselalger de dominerende gruppene av planteplankton. Fra en maksimal biomasse på ca. 1,6 mg/l i juli, falt denne til under det halve i august, og biomassen av planteplankton var langt lavere i siste halvdel av vekstsesongen enn den første halvdel. Vi observerte cyanobakterier fra blant andre slektene *Dolichospermum*, *Aphanizomenon*, *Planktothrix* og *Microcystis*. Dette er cyanobakterier som alle kan skape problemer ved at de produserer toksiner, og ved at de kan danne store oppblomstringer. I 2024 holdt imidlertid biomassen av disse seg på et så lavt nivå at de ikke representerte noe problem. Alle delindeksene i kvalitetselementet planteplankton ga dermed *god* økologisk tilstand.

Konsentrasjonen av total fosfor ble målt til hele 300 µg/l i mai. Dette er urealistisk høyt, og vi antar det skyldes en kontaminering av prøven, eller at en fosforholdig partikkel som et fragment av en plante tilfeldigvis kom med i prøvevolumet. Uansett grunn, mener vi denne målingen bør ekskluderes. Gjennomsnittet av de øvrige målingene ga en verdi på 30 µg/l. Dette er et relativt høyt nivå for norske innsjøer, og tilstrekkelig til å kunne understøtte store oppblomstringer av planteplankton. En slik konsentrasjon av total fosfor tilsier en *moderat* tilstand.

Leirdekningsgraden i nedbørfeltet er på 25%, og målinger av suspendert stoff tyder på at det ofte er et høyt innhold av uorganiske partikler i vannmassene (se tabell 5-1). Disse partiklene kan inneholde fosfor som inkluderes i målingen av total fosfor, men som ikke er tilgjengelig for algevekst. Dette kan være en grunn til at fosforinnholdet var mye høyere enn forekomsten av planteplankton skulle tilsi. En annen mulig grunn til et nokså lavt innhold av planteplankton, kan være at veksten til alger og cyanobakterier tidvis var begrenset av lys heller enn av fosfor. Kombinasjonen med meget høy vannfarge og høyt innhold av partikler, gir dårlige lysforhold. Dette ble også registrert i felt ved at siktedypet gjennom sesongen ble målt til kun 0,4-1,0 meter.

Total fosfor er en støtteparameter til kvalitetselementet planteplankton. Dersom konsentrasjonen er høy kan det indikere et potensial for en høy biomasse av planteplankton, selv om det ikke gir seg utslag i det hvert år. Så lenge de biologiske parameterne havner i tilstandsklasse *svært god* eller *god*, skal den økologiske tilstanden i slike tilfeller nedgraderes til *moderat* (Direktoratsgruppa, 2018). Den økologiske tilstanden i Bjørkelangen for 2024 blir derfor satt til *moderat*.

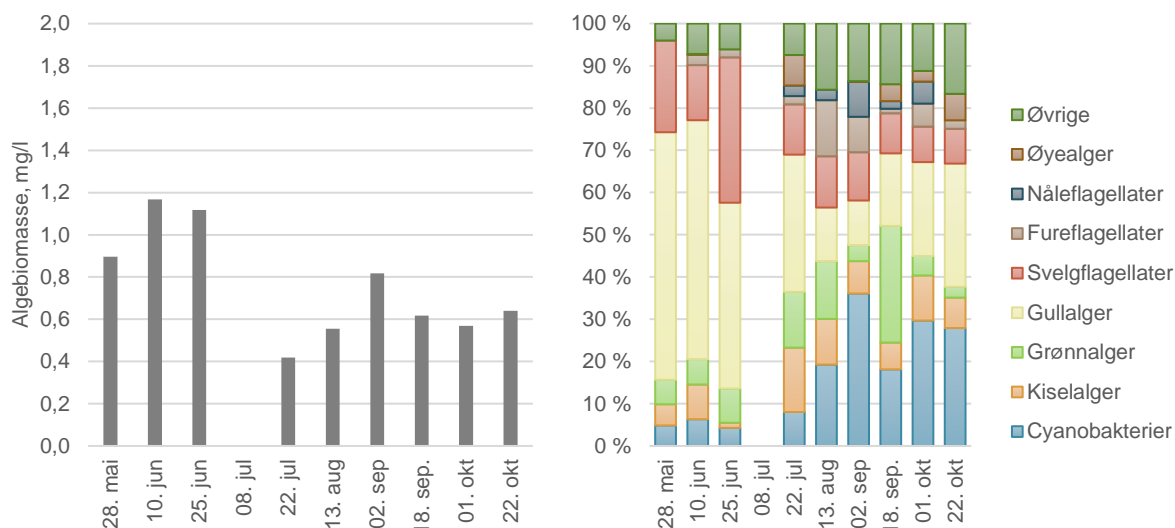
Tabell 6-1. Bjørkelangen, vurdering av økologisk tilstand, 2024

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		G		0,71
Total fosfor (µg/l)	30	M	0,23	0,46
Total nitrogen (µg/l)	1556	D	0,21	0,31
Totalvurdering eutrofiering				0,50
Totalvurdering for vannforekomsten				0,50

6.2 Hemnessjøen



Lokalitet: Hemnessjøen
 UTM 32 V: 636700, 6620450
 Kommune: Aurskog Høland / Indre Østfold
 Areal: 12,657 km²
 Maksdyp: 35 m
 Vannmiljø ID: 001-29656
 Vann-nett-ID: 001-327-L
 Vanntype: L108: Moderat kalkrik, humøs
 N GIG type: L-N8



Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll <i>a</i> (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
28.05.2024	47	8,8	0,90	2,30	0,04	
10.06.2024	25	13	1,17	2,40	0,07	
25.06.2024	20	10	1,12	2,57	0,05	
08.07.2024						
22.07.2024	4	5,3	0,42	2,66	0,03	
13.08.2024	11	8,3	0,56	2,37	0,11	
02.09.2024	16	8,0	0,82	2,52	0,29	
18.09.2024	22	7,2	0,62	2,38	0,11	
01.10.2024		9,0	0,57	2,55	0,17	
22.10.2024	38	7,9	0,64	2,58	0,18	
Gjennomsnitt	23	8,6	0,76	2,48		
nEQR		0,69	0,81	0,69	0,77	0,72

Figur 6-2. Vurdering av tilstand i Hemnessjøen ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Hemnessjøen, også kalt Øgderen, er en stor, langstrakt innsjø som i hovedsak ligger i Aurskog Høland kommune, men hvor den søndre delen ligger i Indre Østfold. Innsjøen har et areal på 12,7 km², mens nedbørfeltet er på 89 km². Nedbørfeltet ligger i et relativt smalt område rundt innsjøen, og i nord et belte rundt Dalselva, som er den viktigste tilførselselva til innsjøen. Totalt utgjør dyrket mark i underkant av 20% av nedbørfeltets areal, mens skog utgjør ca. 65% (Nevina, 2025).

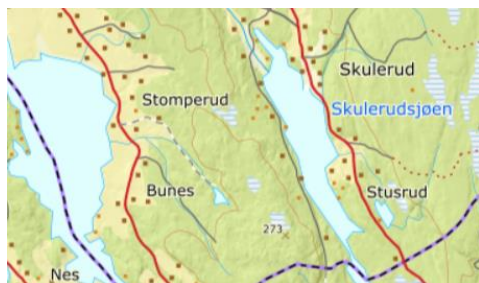
Hemnessjøen er den eneste innsjøen i denne undersøkelsen som ikke ligger direkte nedstrøms utløpet fra Bjørkelangen. Den ligger heller noe lenger vest, og får kontakt med resten av vassdraget ved at Hemneselva først renner ut i Bråtevannet. Utløpet herfra går sammen med Hafsteinelva og renner videre østover som Kroknelva til denne møter Hølandselva. Hølandselva kommer fra Bjørkelangen, og renner videre nedover til Skulerudsjøen. Denne geografiske adskillelsen er trolig hovedårsaken til at Hemnessjøen skiller seg ut både ved å ha både et lavere fargetall og en lavere konsentrasjon av nitrogen enn de øvrige innsjøene (se tabell 5-1).

Biomassen av planteplankton lå temmelig stabilt gjennom sesongen, men med et minimum midt på sommeren. I gjennomsnitt for sesongen var denne i underkant av 0,8 mg/l, som må anses som temmelig lavt for en innsjø med denne vanntypen. Artssammensetningen i første del av sesongen var typisk for det vi finner i næringsfattige innsjøer, med dominans av gullalger og svelgflagellater. Biomassen var imidlertid på sitt høyeste i denne perioden, i hovedsak på grunn av en mindre oppblomstring av en gullalge innenfor slekten *Synura*. Utover sommeren og høsten var det et betydelig innslag av cyanobakterier. Forekomsten av disse kom likevel aldri opp på et nivå som representerer et problem. At slekter som *Dolichospermum* og *Aphanizomenon* finnes i systemet, gjør likevel at det er behov for økt oppmerksomhet. Dersom noen av disse får gunstige betinger over tid, kan de bli dominerende i systemet, og da er det bare lav tilgang på fosfor som kan hindre en større oppblomstring. Vi registrerte også en lav forekomst av nåleflagellaten *Gonyostomum semen*. Denne karakteriseres også som en problemalge, men ikke på grunn av produksjon av toksiner, som er et av problemene med mange cyanobakterier. *G. semen* produserer imidlertid slim, og ved stor forekomst kan den forårsake kløe eller allergiske reaksjoner ved bading.

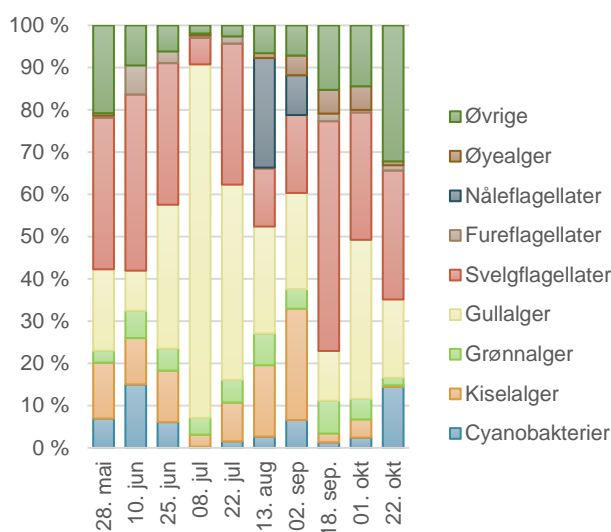
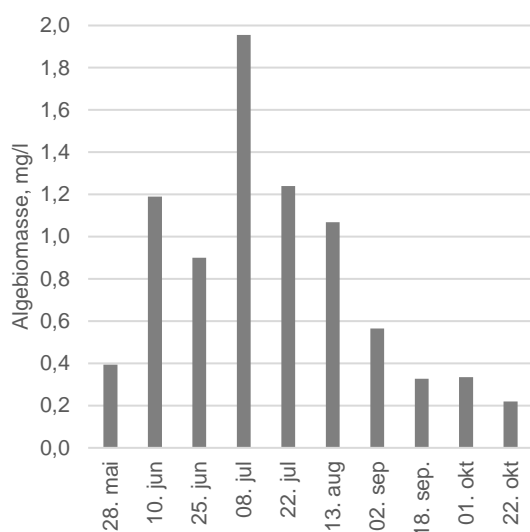
Kvalitetselementet planteplankton kom samlet ut med *god* tilstand (figur 6-2), men en forhøyet konsentrasjon av fosfor trakk den økologiske tilstanden for 2024 ned til *moderat* (tabell 6.-2).

Tabell 6-2. Hemnessjøen, vurdering av økologisk tilstand, 2024				
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		G		0,72
Total fosfor (µg/l)	23	M	0,31	0,55
Total nitrogen (µg/l)	789	M	0,41	0,59
Totalvurdering eutrofiering				0,55
Totalvurdering for vannforekomsten				0,55

6.3 Skulerudsjøen



Lokalitet: Skulerudsjøen
 UTM 32 V: 643694, 6616341
 Kommune: Marker, Aurskog-Høland
 Areal: 1,824 km²
 Maksdyp: 17 m
 Vannmiljø ID: 001-31238
 Vann-nett-ID: 001-324-L
 Vanntype: L108: Moderat kalkrik, humøs
 N GIG type: L-N8



Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll <i>a</i> (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
28.05.2024	45	6,2	0,39	2,39	0,03	
10.06.2024	24	10	1,19	2,52	0,18	
25.06.2024	30	5,8	0,90	2,50	0,05	
08.07.2024	22	12	1,95	2,88	0,01	
22.07.2024	6	11	1,24	2,60	0,02	
13.08.2024	18	14	1,07	2,88	0,03	
02.09.2024	24	4,4	0,56	2,80	0,04	
18.09.2024	850	3,6	0,33	2,35	0,00	
01.10.2024		3,6	0,34	2,50	0,01	
22.10.2024	31	2,2	0,22	2,40	0,03	
Gjennomsnitt	25	7,3	0,82	2,58		
nEQR		0,78	0,78	0,57	0,80	0,68

Figur 6-3. Vurdering av tilstand i Skulerudsjøen ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Sør for hovedbassenget i Bjørkelangen ligger Botnersjøen og Fossersjøen. Herfra renner Hølandselva sørover. Der Hølandselva krysser Hemnesveien møter den utløpselva fra Hemnessjøen, før den renner videre til den når Skulerudsjøen. Hølandselva er den klart største tilførselselva til Skulerudsjøen, som betyr at denne innsjøen påvirkes av forholdene i både Bjørkelangen og Hemnessjøen.

Biomasseforløpet av planteplankton i 2024 fulgte et mønster som vi gjerne ser i noe næringsrike innsjøer, med et maksimum i sommerperioden (se avsnitt 3.3). Den maksimale biomassen for vekstsesongen ble registrert tidlig i juli, og skyldtes en oppblomstring av gullalger fra slekten *Synura*. I de øvrige prøvene så vi et godt sammensatt samfunn av planteplankton, med svelgflagellater som den største gruppen. Denne gruppen inneholder alger som er lett beitebare for dyreplankton. Dette er gunstig ved at biomassen dermed holdes nede, og energien fra primærproduksjonen transporteres effektivt oppover i næringskjedene. Av planteplankton som blir karakterisert som problematiske, fant vi beskjedne mengder av cyanobakterier fra blant andre slektene *Dolichospermum*, *Aphanizomenon* og *Planktothrix*. Nåleflagellaten *Gonyostomum semen* ble også registrert i prøver fra august og september, men forekomsten av denne var også lav.

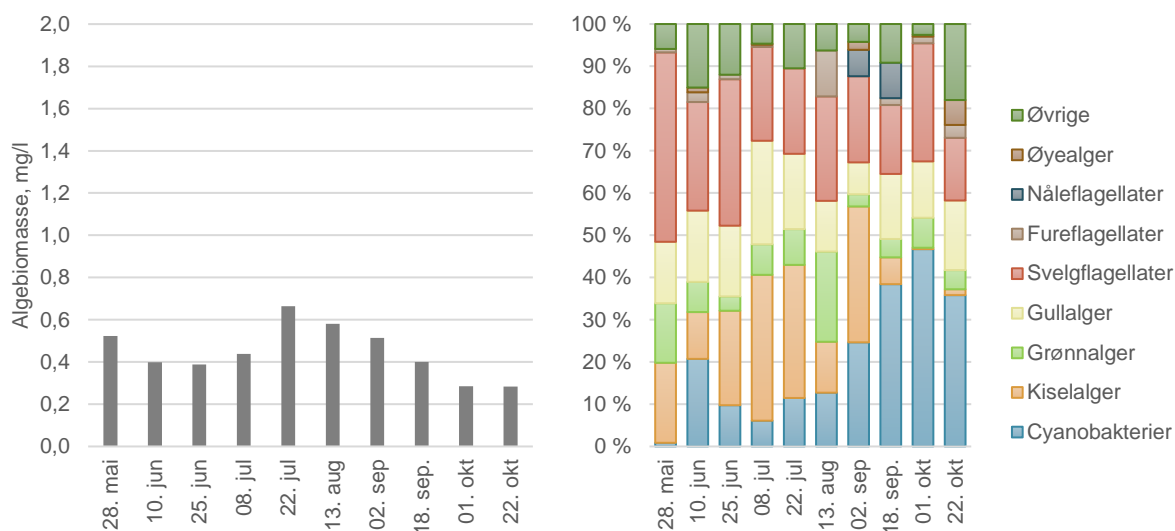
Komponentene i kvalitetselementet planteplankton som er knyttet til biomasse kom ut med *god* tilstand, mens indeks for artssammensetning havnet i øvre del av tilstandsklassen *moderat*. Samlet for kvalitetselementet planteplankton ble tilstanden likevel *god* (figur 6-3). Konsentrasjonen av total fosfor var i gjennomsnitt på nivå med det vi fant i Bjørkelangen og Hemnessjøen. I september ble det målt en svært høy verdi (850 µg/l). Vi vet ikke hva årsaken til dette var, men den er urealistisk høy, og er ikke inkludert i beregningen av den gjennomsnittlige fosforkonsentrasjonen. Likevel ble denne på et nivå som tilsier *moderat* tilstand. Fosforinnholdet trekker derfor den endelige tilstandsvurderingen for Skulerudsjøen i 2024 ned til *moderat* (tabell 6-3).

Tabell 6-3. Skulerudsjøen, vurdering av økologisk tilstand, 2024				
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		G		0,68
Total fosfor (µg/l)	25	M	0,28	0,52
Total nitrogen (µg/l)	1057	M	0,31	0,47
Totalvurdering eutrofiering				0,52
Totalvurdering for vannforekomsten				0,52

6.4 Rødenessjøen



Lokalitet: Rødenessjøen
 UTM 32 V: 649450, 6598800
 Kommune: Marker
 Areal: 15,976 km²
 Maksimaldyp: 50 m
 Vannmiljø ID: 001-31086
 Vann-nett-ID: 001-323-L
 Vannstype: L106: Kalkfattig, humøs
 N GIG type: L-N3



Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll <i>a</i> (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
28.05.2024	47	5,5	0,52	2,24	0,00	
10.06.2024	24	4,5	0,40	2,46	0,08	
25.06.2024	19	4,1	0,39	2,47	0,04	
08.07.2024	20	5,2	0,44	2,26	0,03	
22.07.2024	4	9,1	0,66	2,51	0,08	
13.08.2024	8	8,9	0,58	2,49	0,07	
02.09.2024	15	11	0,51	2,67	0,13	
18.09.2024	16	4,4	0,40	2,80	0,15	
01.10.2024		3,4	0,28	2,82	0,13	
22.10.2024	16	1,5	0,28	2,94	0,10	
Gjennomsnitt	19	5,8	0,45	2,57		
nEQR		0,77	0,90	0,44	0,81	0,64

Figur 6-4. Vurdering av tilstand i Rødenessjøen ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

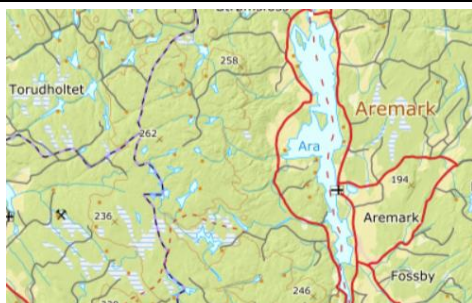
Strengt tatt er Skulerudsjøen og Rødenessjøen samme innsjø. Mellom bassengene er det imidlertid et smalt sund som gjør av vannutskiftningen mellom dem blir lav. I dette sundet ligger to øyer; Geitøya og Fossøya. Av disse er Fossøya den største, og det er særlig denne som hindrer vannutvekslingen ved at det bare er en elveliknende passasje på begge sider av øya. Mens Skulerudsjøen har et overflateareal på ca. 2 km², er dette på 16 km² for Rødenessjøen. I tillegg til at bassenget er vesentlig større, introduseres også mer kalkfattige bergarter i nedbørfeltet, slik at kalsiuminnholdet i Rødenessjøen er noe lavere. Det ligger fortsatt på ca. 4 mg/l, som representerer grensen mellom kalkfattige innsjøer og moderat kalkrike. Siden det ved tvil skal velges den vanntypen som har de strengeste klassegrensene, karakteriseres innsjøen i portalen Vann-nett som kalkfattig.

Artssammensetningen av planteplankton var i 2024 temmelig lik i Rødenessjøen som det vi fant i Skulerudsjøen. Totalbiomassen var imidlertid gjennomgående lavere, og vi så her ingen oppblomstring fra gullalge-slekten *Synura*, slik vi hadde i Skulerudsjøen. Vi fant også de samme cyanobakteriene, og i omtrent samme mengde. Siden totalbiomassen var lavere i Rødenessjøen, utgjorde denne gruppen dermed en større prosentvis andel av planktonsamfunnet. Dette resulterte i at indeksen for artssammensetning (PTI), ga en høy verdi, tilsvarende *moderat* tilstand. Biomassen av planteplankton, estimert ved analyse i mikroskop og ved analyse av vannets innhold av klorofyll a, så ut til å ligge i grenseområdet mellom *god* og *svært god* tilstand. Samlet for kvalitetselementet planteplankton, ga dette *god* tilstand (figur 6-4).

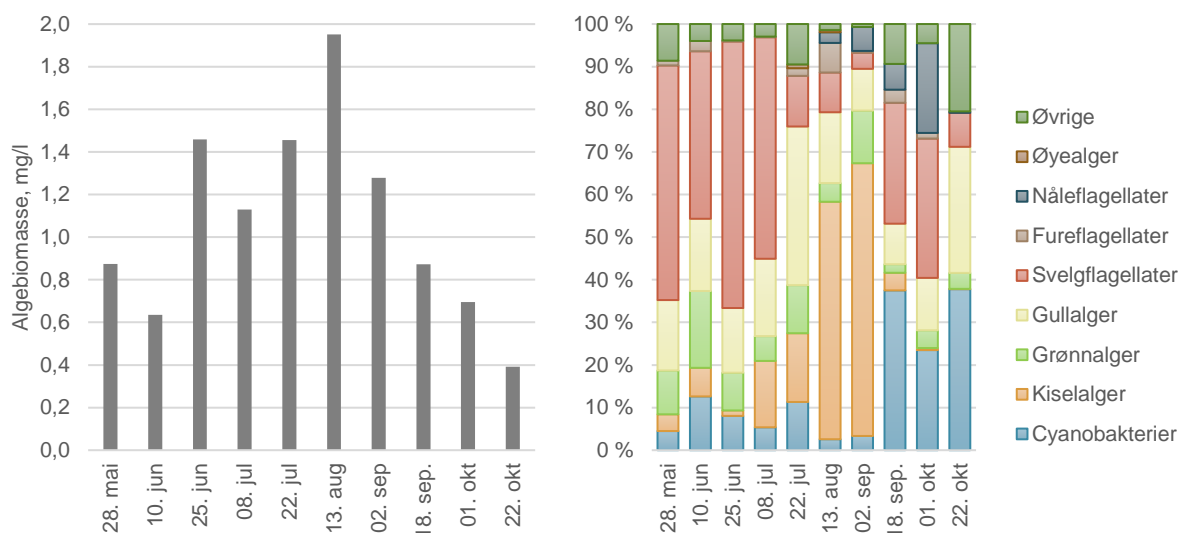
Konsentrasjonen av total fosfor var noe lavere i Rødenessjøen enn i Skulerudsjøen, men fortsatt høyere enn grenseverdien til *god* tilstand. Også i Rødenessjøen ble dermed den økologiske tilstanden trukket ned til *moderat* av støtteparameteren total fosfor (tabell 6-4).

Tabell 6-4. Rødenessjøen, vurdering av økologisk tilstand, 2024				
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		G		0,64
Total fosfor (µg/l)	19	M	0,32	0,54
Total nitrogen (µg/l)	1058	M	0,31	0,47
Totalvurdering eutrofiering				0,54
Totalvurdering for vannforekomsten				0,54

6.5 Aremarksjøen



Lokalitet: Aremarksjøen
 UTM 32 V: 652000, 6574500
 Kommune: Aremark
 Areal: 7,464 km²
 Maksimaldyp: 39,5 m
 Vannmiljø ID: 001-28281
 Vann-nett-ID: 001-320-L
 Vanntype: L106: Kalkfattig, humøs
 N GIG type: L-N3



Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll <i>a</i> (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
28.05.2024	42	3,4	0,87	2,25	0,04	
10.06.2024	23	5,5	0,64	2,30	0,08	
25.06.2024	50	6,7	1,46	2,33	0,12	
08.07.2024	18	7,4	1,13	2,34	0,06	
22.07.2024	7	11	1,46	2,51	0,16	
13.08.2024	12	21	1,95	2,48	0,05	
02.09.2024	14	16	1,28	2,46	0,04	
18.09.2024	9	8,1	0,87	2,71	0,33	
01.10.2024		7,9	0,69	2,72	0,16	
22.10.2024	17	4,4	0,39	2,91	0,15	
Gjennomsnitt	21	9,1	1,07	2,50		
nEQR		0,59	0,59	0,52	0,76	0,55

Figur 6-5. Vurdering av tilstand i Aremarksjøen ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Den sørlige enden av Rødenessjøen ligger ved tettstedet Ørje. Herfra renner Ørjeelva sørover et lite stykke før den når Øymarksjøen. Utløpselva fra Øymarksjøen kalles Strømselva, som renner ut i Aremarksjøen ved Strømsfoss. Aremarksjøen, også kalt Ara, har et areal på 7,5 km², og er som de ovenforliggende innsjøene smal og langstrakt i nord-sør retningen.

Også i Aremarksjøen, var svelgflagellater en viktig gruppe av planteplankton, men her dominerte de bare fram til prøvetakingen i begynnelsen av juli. I august fikk vi et betydelig innslag av kiselalger, i all hovedsak representert ved arten *Tabellaria fenestrata*. I siste del av sesongen fikk vi et mer variert samfunn av planteplankton, men her med et betydelig innslag av cyanobakterier. Små mengder av nåleflagellaten *Gonyostomum semen* ble også registrert i denne perioden (figur 6-5).

Totalbiomassen av planteplankton lå gjennomgående noe høyere i Aremarksjøen enn i de øvrige innsjøene i denne undersøkelsen. Bortsett fra tidlig vår og sen høst, var denne over 1 mg/l, med et maksimum på nær 2 mg/l midt i august. Dette er fortsatt ikke et veldig høyt nivå, men en gjennomsnittlig biomasse i overkant av 1 mg/l, tilsier en *moderat* tilstand, om enn helt på grensen til *god*. Med et innslag av både cyanobakterier og nåleflagellaten *Gonyostomum semen* i høstprøvene, ble indeksverdien for artssammensetning (PTI) trukket opp til en verdi som også indikerer *moderat* tilstand.

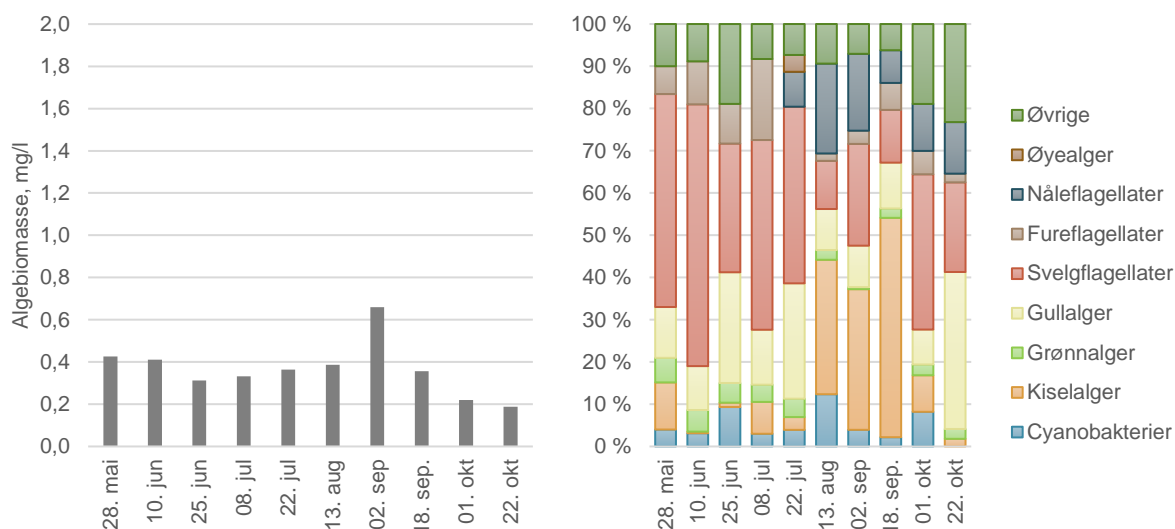
Konsentrasjonen av total fosfor var i Aremarksjøen som i Rødenessjøen på nær 20 µg/l. Av alle innsjøene i denne undersøkelsen, var Aremarksjøen dermed den eneste hvor både kvalitetselementet planteplankton og konsentrasjonen av total fosfor viste *moderat* tilstand (tabell 6-5).

Tabell 6-5. Aremarksjøen, vurdering av økologisk tilstand, 2024				
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		M		0,55
Total fosfor (µg/l)	21	M	0,28	0,49
Total nitrogen (µg/l)	1037	M	0,31	0,48
Totalvurdering eutrofiering				0,50
Totalvurdering for vannforekomsten				0,50

6.6 Femsjøen



Lokalitet: Femsjøen
 UTM 32 V: 642250, 6558500
 Kommune: Halden
 Areal: 10,726 km²
 Maksimaldyp: 55 m
 Vannmiljø ID: 001-30733
 Vann-nett-ID: 001-316-L
 Vanntype: L106: Kalkfattig, humøs
 N GIG type: L-N3



Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
28.05.2024	38	3,4	0,43	2,32	0,02	
10.06.2024	18	4,3	0,41	2,26	0,01	
25.06.2024	13	2,7	0,31	2,19	0,03	
08.07.2024	16	3,1	0,33	2,23	0,01	
22.07.2024	4	3,3	0,36	2,49	0,01	
13.08.2024	15	7,6	0,39	2,59	0,05	
02.09.2024	12	10	0,66	2,44	0,03	
18.09.2024	10	6,1	0,36	2,40	0,01	
01.10.2024		2,8	0,22	2,34	0,02	
22.10.2024	10	1,3	0,19	2,25	0,02	
Gjennomsnitt	15	4,5	0,37			
nEQR		0,84	0,96	0,69	0,94	0,80

Figur 6-6. Vurdering av tilstand i Femsjøen ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Sør for Aremarksjøen finner vi innsjøen Aspern. Utløpselva fra Aspern kalles Stenselva, og renner rett vestover til den når Femsjøen. Femsjøen er med et overflateareal på nær 11 km² en stor innsjø. I tillegg har den et maksimaldyp på hele 55 meter, og er med det den dypeste av innsjøene som inngår i denne undersøkelsen.

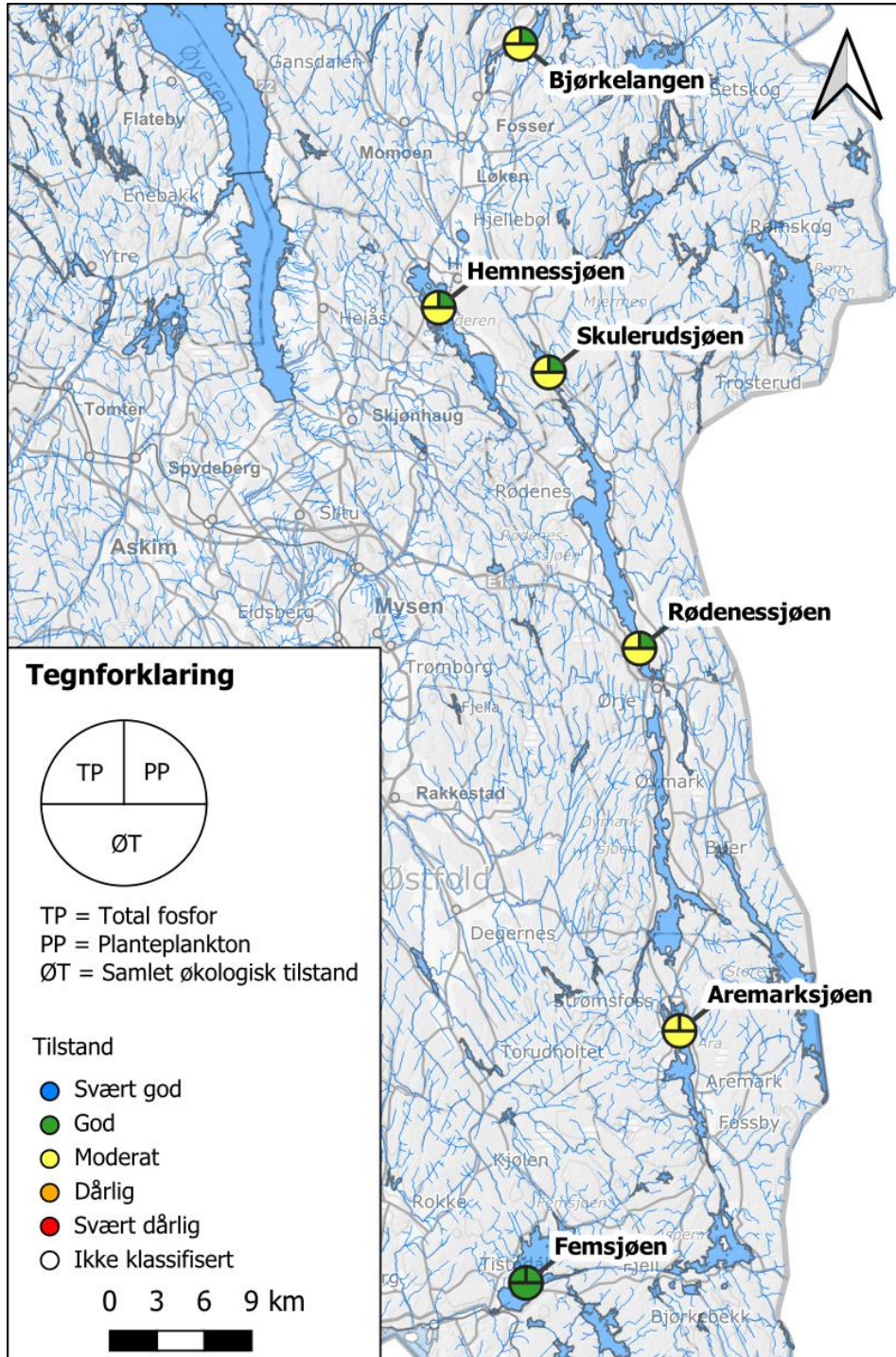
Som gjennomsnitt for sesongen var totalbiomassen av planteplankton i underkant av 0,4 mg/l. For vanntypen som Femsjøen tilhører, tilsier det en *svært god* tilstand. Artssammensetningen var også god. Svelgflagellater dominerte store deler av sesongen, men vi hadde også et betydelig innslag av gullalger, og også av kiselalger i august og september. Forekomsten av cyanobakterier var meget lav. Av andre arter som karakteriseres som problemarter, fant vi nåleflagellaten *Gonyostomum semen* i siste halvdel av vekstsesongen. Den utgjorde inntil 20% av totalbiomassen, men med en lav totalbiomasse må vi fortsatt si at forekomsten av denne var lav (figur 6-6). Ingen av disse artene, som med gode næringsforhold har vist at de kan skape dårlige forhold i innsjøer, representerte i 2024 noe problem for vannkvaliteten i Femsjøen.

Mens delindeksene for biomasse ga *svært god* tilstand, kom indeksen for artssammensetning (PTI) ut med *god* tilstand. Samlet for kvalitetselementet planteplankton, ga det en nEQR-verdi akkurat på grensen mellom *god* og *svært god* tilstand (figur 6-6). I slike tilfeller er det dårligste tilstandsklasse som blir gjeldende. For Femsjøen ville den økologiske tilstanden for 2024 uansett bli satt til *god*, i og med at en gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor på 15 µg/l helt tydelig faller inn i denne klassen (tabell 6-6).

Tabell 6-6. Femsjøen, vurdering av økologisk tilstand, 2024				
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		G		0,80
Total fosfor (µg/l)	15	G	0,40	0,63
Total nitrogen (µg/l)	1016	M	0,32	0,49
Totalvurdering eutrofiering				0,63
Totalvurdering for vannforekomsten				0,63

6.7 Oppsummering 2024 og utvikling i tilstand over tid

Figur 6-7 oppsummerer økologisk tilstand i 2024 for de seks undersøkte innsjøene i denne undersøkelsen.



Figur 6-7. Oppsummering av økologisk tilstand i 2024 for de undersøkte innsjøene i Haldenvassdraget vannområde.

I tabell 6-7 har vi samlet resultatene for alle komponentene som inngår i kvalitetselementet planteplankton. Ved fastsettelse av tilstandsklasse for 2024 har vi i denne tabellen tatt hensyn til støtteparameteren total fosfor. Dette året ga total fosfor lavere nEQR-verdi enn kvalitetselementet planteplankton i alle innsjøene, og i fire av dem (Bjørkelangen, Hemnessjøen, Skulerudsjøen og Rødenessjøen) resulterte dette i en nedgradering fra tilstandsklasse *god* til tilstandsklasse *moderat*.

Tabell 6-7. Oppsummering av normaliserte EQR – verdier (nEQR), og fastsatt økologisk tilstandsklasse for 2024. PTI = indeks for artssammensetning. SG = Svært god, G = God, M = Moderat, D = Dårlig, SD = Svært dårlig. Enheter: Klorofyll a i $\mu\text{g/l}$, biomasse og $\text{cyano}_{\text{max}}$ i mg/l , PTI og klasse er uten enhet. For alle innsjøene ga total fosfor lavere nEQR-verdi enn planteplankton. nEQR for kvalitetselementet planteplankton er angitt i parentes.

Innsjø	Klorofyll a		Biomasse		PTI		Cyano _{max}		Klasse	
	Status	nEQR	Status	nEQR	Status	nEQR	Status	nEQR	Status	nEQR
Bjørkelangen	G	0,74	G	0,76	G	0,66	G	0,77	M	0,50 (0,71)
Hemnessjøen	G	0,69	SG	0,81	G	0,69	G	0,77	M	0,55 (0,72)
Skulerudsjøen	G	0,78	G	0,78	M	0,57	G/SG	0,80	M	0,52 (0,68)
Rødenessjøen	G	0,77	SG	0,90	M	0,44	SG	0,81	M	0,54 (0,64)
Aremarksjøen	M	0,59	M	0,59	M	0,52	G	0,76	M	0,50 (0,55)
Femsjøen	SG	0,84	SG	0,96	G	0,69	SG	0,94	G	0,63 (0,80)

Av innsjøene som inngår i denne undersøkelsen, er det Bjørkelangen som ligger øverst i Haldenvassdraget. Her var konsentrasjonen av total nitrogen på ca. 1,5 mg/l. Hemnessjøen ligger ikke direkte nedstrøms Bjørkelangen, og her var denne konsentrasjonen på ca. 0,8 mg/l. I alle de andre innsjøene; Skulerudsjøen, Rødenessjøen, Aremarksjøen og Femsjøen, var den gjennomsnittlige konsentrasjonen av total nitrogen forbløffende lik. I alle fant vi denne til å ligge like i overkant av 1 mg/l. Som nevnt i kapittel 5, vil ikke nitrogen påvirke vurderingen av økologisk tilstand i disse innsjøene. Det er imidlertid mye fokus på nitrogenavrenning til marine områder i og med at nitrogen der ofte er begrensende for algeveksten. Ser vi derfor likevel på tilstandsklassen for nitrogen, kom den parameteren i 2024 ut med *moderat* tilstand i alle innsjøene, bortsett fra i Bjørkelangen, der den ga *dårlig* tilstand.

Konsentrasjonen av total fosfor kan gi en indikasjon om hvor høy biomasse av planteplankton det er næringsgrunnlag for i innsjøen. Andre vekst- og tapsfaktorer, som værforhold og forekomsten av beitere på planteplankton, påvirker hvor stor andel av det maksimale potensialet for biomasse av planteplankton vi får ut i et gitt år. Dette er hovedgrunnen til at den økologiske tilstanden nedgraderes dersom forholdene ser bra ut med hensyn på planteplankton, men dårligere med hensyn på fosfor. Fosfor er ikke giftig, og det representerer ikke noe problem i seg selv. Det er effekten av fosforet i form av en forhøyet mengde av planteplankton vi er bekymret for. Et problem i denne sammenheng er at vi aldri vet hvor stor andel av det målte fosforet som er tilgjengelig for vekst. Vi så for eksempel i Bjørkelangen at det er betydelige mengder uorganiske partikler i vannet. Disse vil inneholde fosfor, men det er bundet så sterkt til partiklene at alger eller cyanobakterier ikke er i stand til å nyttiggjøre seg dette. Ved å sammenlikne resultater fra samme innsjø over tid, mener vi derfor det er mer hensiktsmessig å se på resultatet ut fra mengde og artssammensetning av planteplankton alene, og ikke på økologisk tilstand, i og med at denne ofte blir styrt av konsentrasjonen av total fosfor.

I tabell 6-8 har vi samlet alle resultatene for kvalitetselementet planteplankton i perioden fra 2017-2024. I løpet av denne perioden kan det se ut som det først og fremst er forholdene i Bjørkelangen som har forbedret seg. Tilstanden basert på planteplanktonet har her oppfylt kravet til minst *god* tilstand de tre siste årene, mens den ikke gjorde det i noen av årene i perioden 2017-2021. Dette er helt klart positivt, men vi tør ikke si med sikkerhet at denne forbedringen er reell. Vi ser ingen tydelig avtagende trend i fosforkonsentrasjon i denne perioden. Det finnes i tillegg i innsjøen mange ulike arter av cyanobakterier som har evne til å danne store oppblomstringer. Dermed kan vi ikke utelukke at resultatet er tilfeldig, ved at konkurransevilkårene for cyanobakterier tilfeldigvis har vært dårligere de tre siste årene. Lysforholdene i innsjøen kan også være dårlige på grunn av høy vannfarge og betydelige mengder suspenderte partikler i vannmassene. Dette vil gi dårligere algevekst. Begge disse parameterne er påvirket av nedbørforholdene. I 2024 hadde vi mye nedbør gjennom sommeren, men denne fordelte seg jevnt over en lengre periode. Det kan ha resultert i at vi dette året mer eller mindre konstant hadde høy vannstand i tilførselsbekkene til innsjøen, noe som i neste omgang ga dårlige lysforhold i store deler av vekstsesongen. Over tid vil slike forhold jevne seg ut, så dersom vi ser tilsvarende gode resultater i Bjørkelangen også de kommende 2-3 årene, kan vi med større grad av sikkerhet fastslå at innsjøen er inne i en positiv utvikling.

I de øvrige innsjøene kan vi ikke se noen tydelig trend i løpet av perioden 2017-2024. Hemnessjøen, Skulerudsjøen, Rødenessjøen og Aremarksjøen kommer nesten alltid ut med *god* tilstand vurdert ut fra mengde og sammensetning av planteplankton alene. Forholdene er alltid best i Femsjøen, hvor kvalitetselementet planteplankton alltid har oppfylt kravet om minst *god* tilstand. Det er likevel verdt å merke seg at både i Aremarksjøen og Femsjøen registrerte vi de dårligste forholdene i denne tidsperioden i 2024. Mest sannsynlig er dette tilfeldig, men det er likevel et funn som bør vies ekstra oppmerksomhet de neste årene.

Sett under ett mener vi det er relativt høy sannsynlighet for at forholdene i undersøkelsesområdet har blitt noe bedre, men at denne forbedringen er begrenset til den øvre delen av vassdraget (tabell 6-8).

Tabell 6-8. Oppsummering av normaliserte EQR-verdier (nEQR), og tilstandsklasse ut fra kvalitetselementet planteplankton i perioden 2017 – 2024. Forkortelser som i tabell 6-7.

Innsjø	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Bjørkelangen	0,46 (M)	0,26 (D)	0,43 (M)	0,50 (M)	0,60 (M)	0,65 (G)	0,81 (SG)	0,71 (G)
Hemnessjøen	0,63 (G)	0,69 (G)	0,68 (G)	0,68 (G)	0,62 (G)	0,76 (G)	0,63 (G)	0,72 (G)
Skulerudsjøen	0,70 (G)	0,50 (M)	0,70 (G)	0,64 (G)	0,63 (G)	0,74 (G)	0,83 (SG)	0,68 (G)
Rødenessjøen	0,73 (G)	0,60 (M)	0,76 (G)	0,74 (G)	0,69 (G)	0,76 (G)	0,65 (G)	0,64 (G)
Aremarksjøen	0,62 (G)	0,66 (G)	0,63 (G)	0,69 (G)	0,61 (G)	0,65 (G)	0,65 (G)	0,55 (M)
Femsjøen	0,84 (SG)	0,83 (SG)	0,85 (SG)	0,85 (SG)	0,82 (SG)	0,91 (SG)	0,91 (SG)	0,80 (G)

7 Referanser

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

NEVINA (2025, mars.). nevina.nve.no. Hentet fra Nevina: <https://nevina.nve.no/>

Tikkanen, T., & Willén, T. (1992). Växtplanktonflora. Naturvårdsverket.