

Vannområde Glomma sør for Øyeren

► **Overvåking av innsjøer i Vannområde Glomma sør for Øyeren, 2024**



Oppdragsgiver: Vannområde Glomma sør for Øyeren
Oppdragsgivers kontaktperson: Maria Ystrøm Bislingen
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Trond Stabell
Fagansvarlig: Trond Stabell
Andre nøkkelpersoner: Ola Flæte Kristensen, Elise Finsrud Kirkebøen

Forord

I perioden fra mai til oktober 2024 ble det månedlig gjennomført innsamling av vannprøver for kjemisk - og biologisk analyse i 6 innsjøer i kommunene Indre Østfold, Enebakk, Rakkestad, Sarpsborg, Fredrikstad og Råde. Disse faller inn under vannområdet Glomma sør for Øyeren. I innsjøene ble mulig eutrofiering undersøkt. For å avdekke mulige påvirkninger ble det utført analyse av planteplankton. I tillegg ble konsentrasjonen av klorofyll a, total fosfor, total nitrogen og enkelte andre vannkjemiske analyser undersøkt.

Norconsult Norge AS har vært ansvarlig for prøvetakingen i innsjøene, koordinert av Ola Flæte Kristiansen. Elise Finsrud Kirkebøen, Frida Caroline Wivestad Tharaldsen og Gry Helen Tveite Olsen har også deltatt i prøvetakingen.

Hos Norconsult Norge har Trond Stabell hatt ansvaret for analyse av planteplankton og for rapporteringen. Lisa Nielsen har vært ansvarlig for kvalitetssikring. Oversiktsfigurer over lokaliteter og økologisk tilstand er lagd av Ruth Vingerhagen.

Forsidebildet er fra Ertevann. Alle foto er tatt av Norconsult Norge.

Norconsult ønsker først og fremst å takke vannområdekoordinator Maria Ystrøm Bislingen for et godt samarbeid gjennom hele prosjektperioden. En stor takk for lån av båt til: Merete Jacobsen (Lyseren), Jorunn Ellingsen Søther (Lundebyvannet), Anna Sara Söderlund Fjeld (Isesjøen), John Martin Snopestad (Ertevannet), Sarpsborg roklubb (Tunevannet) og Knut Magnar Brattvang (Skinnerflo). En takk også til alle andre som har vært involvert i prosjektet.



Trond Stabell

Sandvika, 7. februar 2025

J03	2025-02-07	Til bruk	Trond Stabell	Lisa Nielsen	Trond Stabell
B02	2025-01-31	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 Vannområde Glomma sør for Øyeren utført undersøkelser i 6 innsjøer innenfor kommunene Indre Østfold, Enebakk, Rakkestad, Sarpsborg, Fredrikstad og Råde.

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

Av de 6 innsjøene var det kun Lyseren som oppfylte miljømålet om minst *god* økologisk tilstand. Ilesjøen, Tunevann og Skinnerflo havnet i tilstandsklasse moderat, mens den økologiske tilstand ble vurdert til dårlig i Lundebyvann og Ertevann.

Oversikt over fastsatt økologisk tilstand i 2024 for innsjøene som inngikk i denne undersøkelsen.					
Kommune	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Indre Østfold / Enebakk		Lyseren		Lundebyvann	
Rakkestad				Ertevann	
Sarpsborg			Ilesjøen Tunevann		
Fredrikstad / Råde			Skinnerflo		

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	5
2	Metoder	6
2.1	Feltarbeid og analyser	6
2.2	Tilstandsvurdering	6
2.2.1	<i>Generelle prinsipper</i>	6
2.2.2	<i>Grenseverdier og EQR</i>	7
2.3	Utrekning av nEQR for kvalitetselementet <i>planteplankton</i>	9
3	Plankton i innsjøer	10
3.1	Sesongsuksesjon av planteplankton	10
3.2	Typisk suksesjonsmønster, næringsfattige innsjøer.	11
3.3	Typisk suksesjonsmønster, næringsrike innsjøer.	12
4	Lokaliteter og værforhold i 2023	13
4.1	Oversikt over innsjøene som inngår i undersøkelsen	13
4.2	Værforhold i 2024	14
5	Sjiktforhold og oksygeninnhold	16
5.1	Lyseren	16
5.2	Lundebyvann	17
5.3	Ertevann	18
5.4	Isesjøen	19
5.5	Tunevann	20
5.6	Skinnerflo	21
6	Vannkjemi	22
7	Resultater	25
7.1	Lyseren	25
7.2	Lundebyvann	27
7.3	Ertevann	29
7.4	Isesjøen	31
7.5	Tunevann	33
7.6	Skinnerflo	35
7.7	Oppsummering 2024 og utvikling i økologisk tilstand over tid	37
8	Referanser	40
	Vedlegg 1. Nedbørfelt	41
	Vedlegg 2. Artslister, planteplankton	43

1 Innledning

Norconsult har på oppdrag for Vannområde Glomma sør for Øyeren utført undersøkelser i totalt 6 innsjøer innenfor kommunene Indre Østfold, Enebakk, Rakkestad, Sarpsborg, Fredrikstad og Råde.

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, forsurening 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. Vannområdene 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 næringsalter, 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 seks ganger månedlig, i perioden mai – oktober. Dette oppfylder kravene til datamengde for vurdering av økologisk tilstand basert på kvalitetselementet planteplankton, slik som angitt i klassifiseringsveileder 02:2018 (Direktoratsgruppa, 2018).

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 Eurofins Environment Testing Norway.

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, forsurening 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 forsurening, 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 næringsstoffinnhold 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 beitebare alger eller cyanobakterier ofte bedre sine konkurransevilkår, noe som kan resultere i store oppblomstringer.

Kvalitetsparameteren 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 ferskvannsforkomster. 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 næringsalter, 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 planktonalgene 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 høydereion de ligger i, kalsiumkonsentrasjonen og innholdet av organisk materiale, benyttes klassegrenser etter såkalte NGIG-typer (*Northern Geographical Intercalibration Group*). I tabellene 2-1 – 2-3 vises grenseverdiene til kvalitetsparameteren 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.

- **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

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

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 L-N1.

Parameter	Referanseverdi	Maksimalverdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Total biomasse	0,28	6,00	< 0,64	0,64 – 1,04	1,04 – 2,35	2,35 – 5,33	> 5,33
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	3		< 6	6 – 9	9 - 18	18 - 36	> 36
Totalfosfor	6		< 10	10 – 17	17 – 26	26 – 42	> 42
Totalnitrogen	275		< 425	425 – 675	675 – 950	950 – 1425	> 1425

Tabell 2-2. Klassegrenser for vanntype L-N3.

Parameter	Referanseverdi	Maksimalverdi	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 2-3. Klassegrenser for vanntype L-N8.

Parameter	Referanseverdi	Maksimalverdi	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 $\text{cyano}_{\text{max}}$ er større enn nEQR-verdi fra 2), blir verdien fra 2) den endelige nEQR-verdien for kvalitetselementet.
Hvis nEQR for $\text{cyano}_{\text{max}}$ er mindre enn nEQR-verdi fra 2): Ta gjennomsnittet av nEQR-verdiene i 1) og 2) og nEQR-verdi for $\text{cyano}_{\text{max}}$.

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 $\text{cyano}_{\text{max}}$ 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 kapitlet 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 Sesongsuksessjon 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 blandingsjiktet.

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.

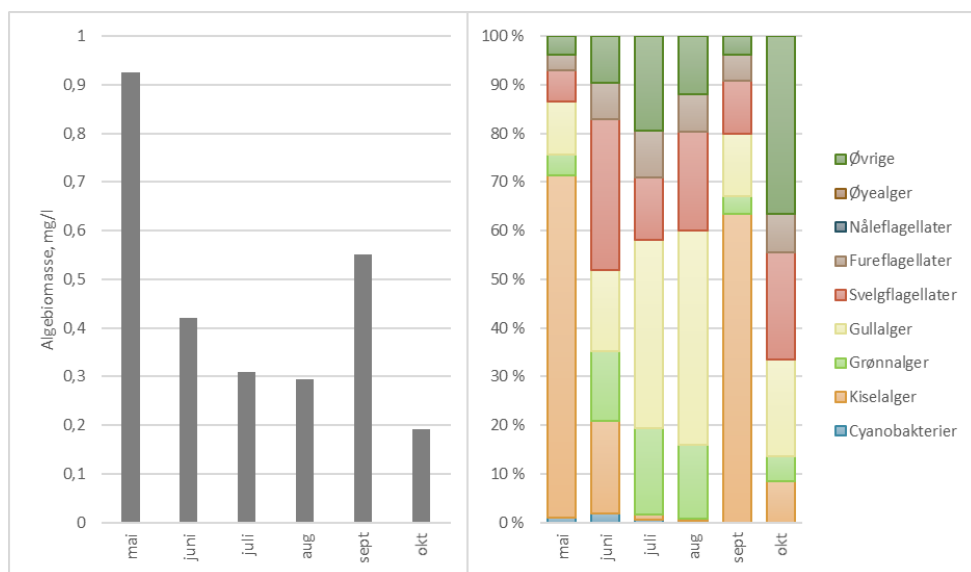
Høst

Utover høsten blir lysforholdene igjen dårlige. Vanntemperaturen avtar inntil vannmassene på nytt fullsirkulerer. Organisk materiale som har sunket ut fra blandingsjiktet 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 *høstoppblomstringen* 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.

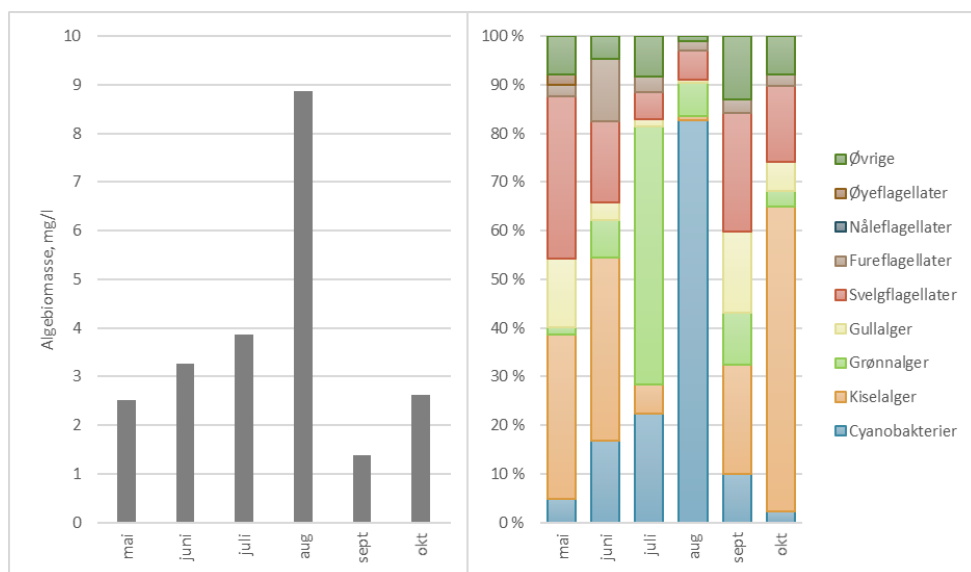
- Maksimal biomasse er sjelden over 1 mg/L, og den er alltid lav i sommerperioden.



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.

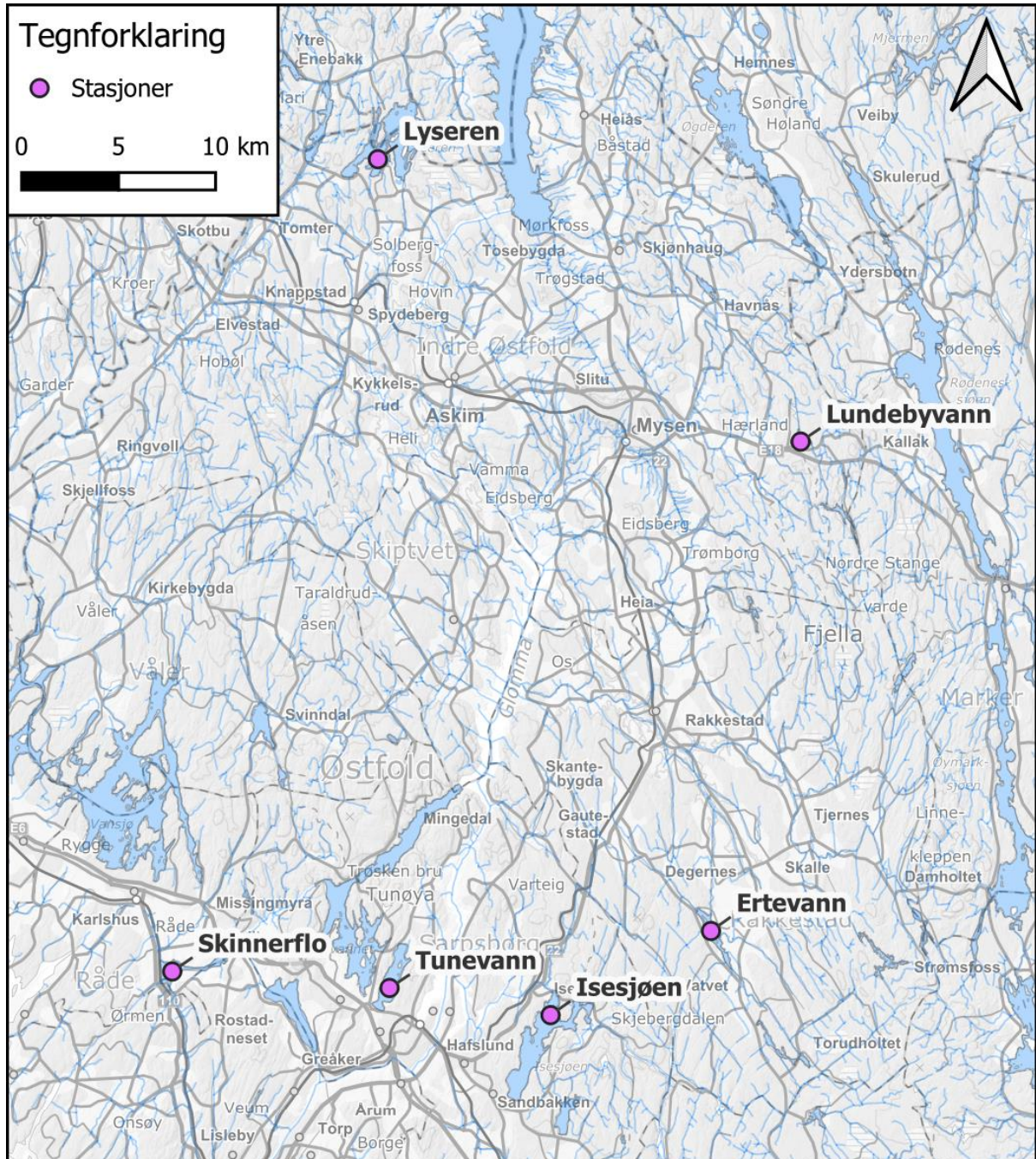


Figur 3-2. Eksempel på et typisk suksesjonsmønster av planteplankton i en næringsrik innsjø. Merk at skalering på y-aksen i venstre figur er annerledes enn i figur 3-1.

4 Lokalteter og værforhold i 2023

4.1 Oversikt over innsjøene som inngår i undersøkelsen

En oversikt over beliggenheten til alle innsjøene i denne undersøkelsen er vist i Figur 4-1.



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

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.

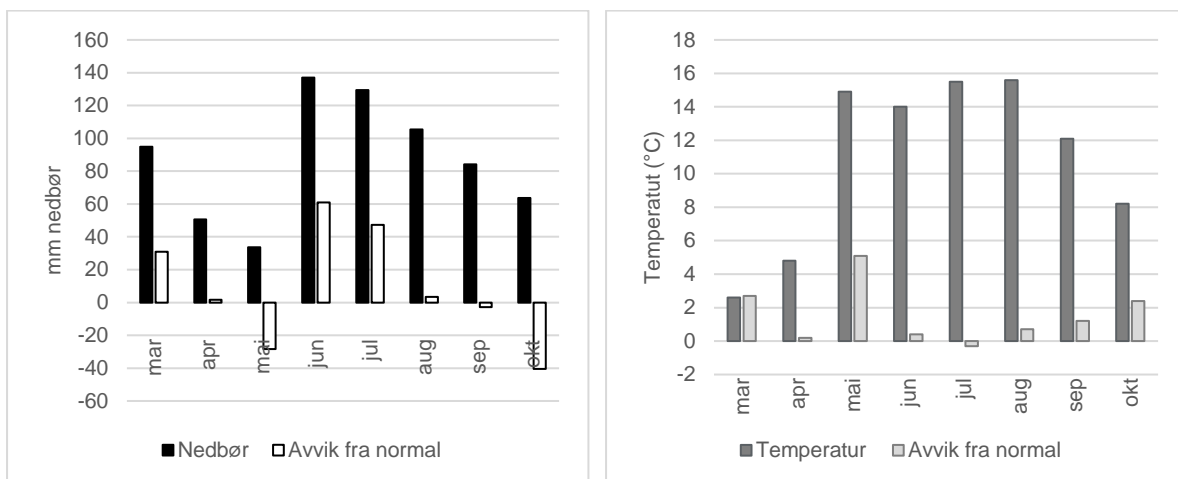
Variierende værforhold gir seg også utslag i nedbørfeltet. Som oftest er det fosfor som er den begrensende faktor for veksten til planteplankton i innsjøer. Skulle vi få en periode med mye nedbør og dermed høy tilførsel av næringsstoffer, og denne etterfølges av en solfylt og varm periode, kan det på 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 veksts sesongen 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). Vi har benyttet målestasjonen i Rakkestad², som ligger sentralt i undersøkelsesområdet, og som derfor bør være representativ for innsjøene som inngår her. 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.

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.

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



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

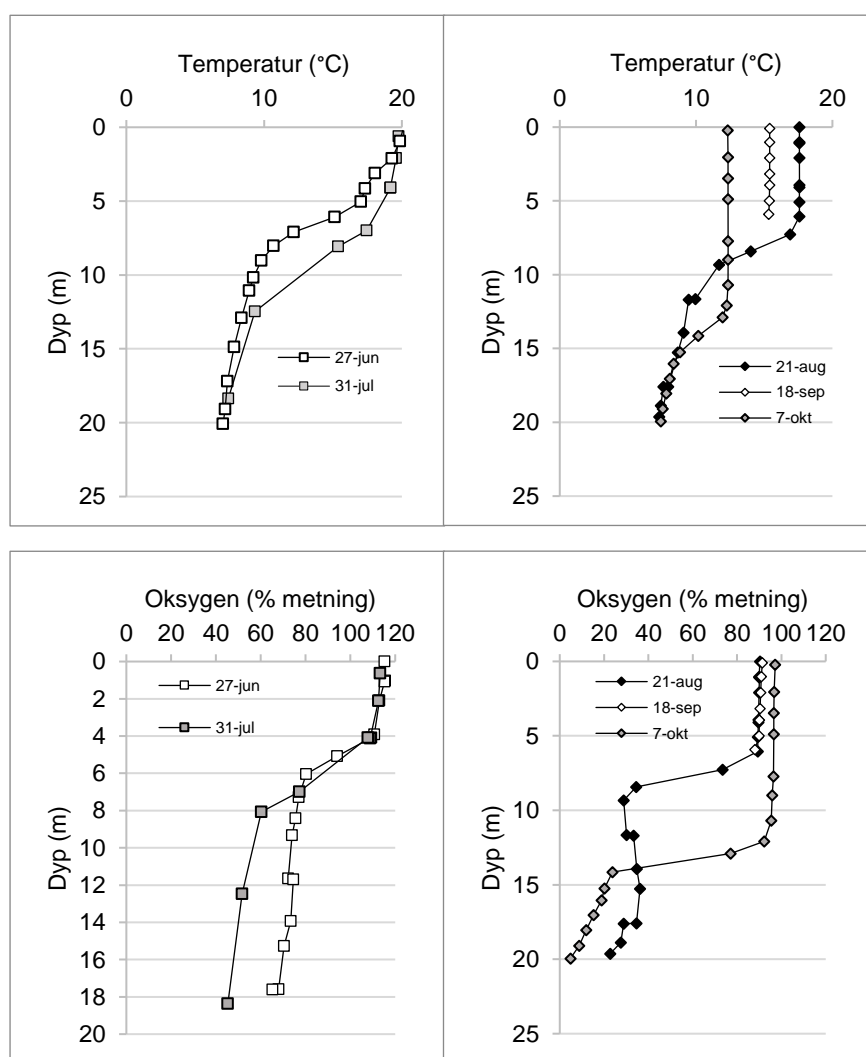


Figur 4-3. Lyseren, 14. mai 2024.

5 Sjiktningforhold og oksygeninnhold

5.1 Lyseren

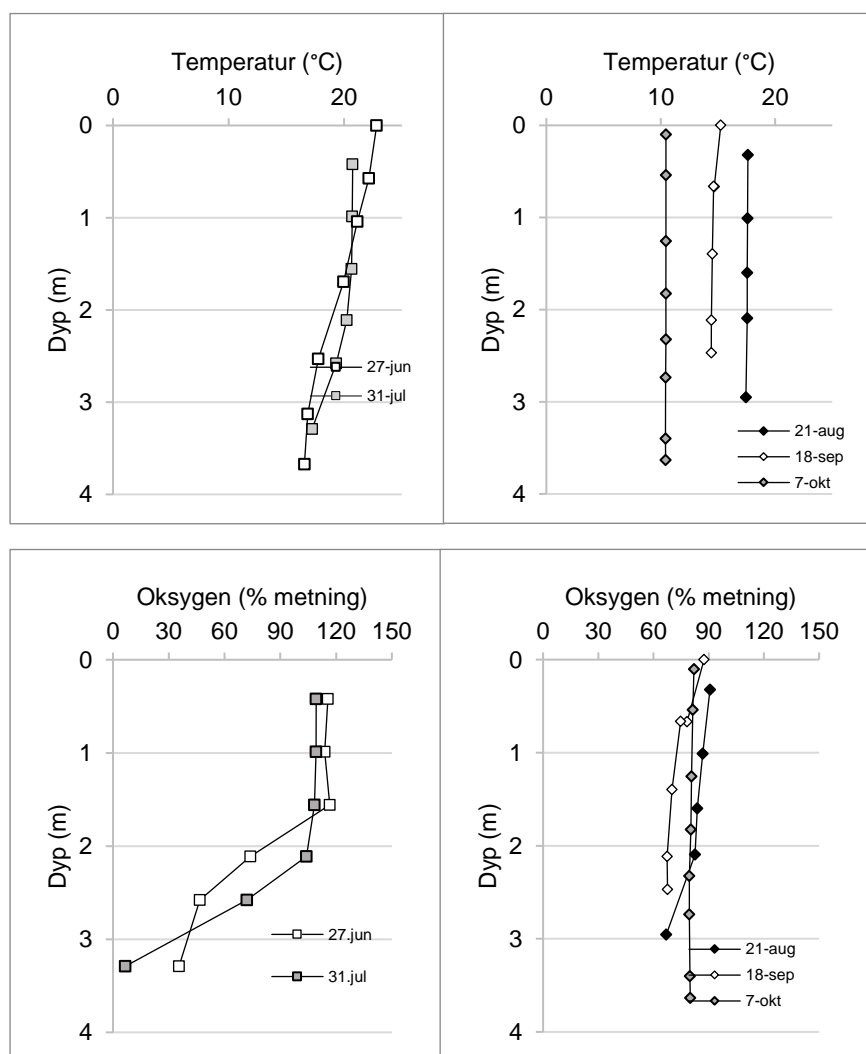
I slutten av juni var blandingsdypet i Lyseren på ca. 5 m, mens termoklinen strakk seg derfra og ned til ca. 10 m. Utover sommeren ble denne presset noe dypere. Ved prøvetakingen i oktober var det fortsatt ikke fullsirkulasjon, men en svak sjiktning fra ca. 15 meters dyp. På dette tidspunktet var oksygeninnholdet nær null nær sedimentoverflaten (figur 5-1). Det tilsier at det er en fare for en viss utlekking av fosfor fra sedimentene, men trolig bare fra et lite område av innsjøen, og kun helt mot slutten av stagnasjonsperioden. I september registrerte vi et oksygenminimum i termoklinen. Dette er ikke uvanlig, da det i dette området, på grunn av temperaturgradienten, skjer en oppbremsing av materialet som synker ut av epilimnion. Nedbrytning av dette materialet kan gi et slikt oksygenminimum.



Figur 5-1. Temperatur og oksygenforhold i Lyseren.

5.2 Lundebyvann

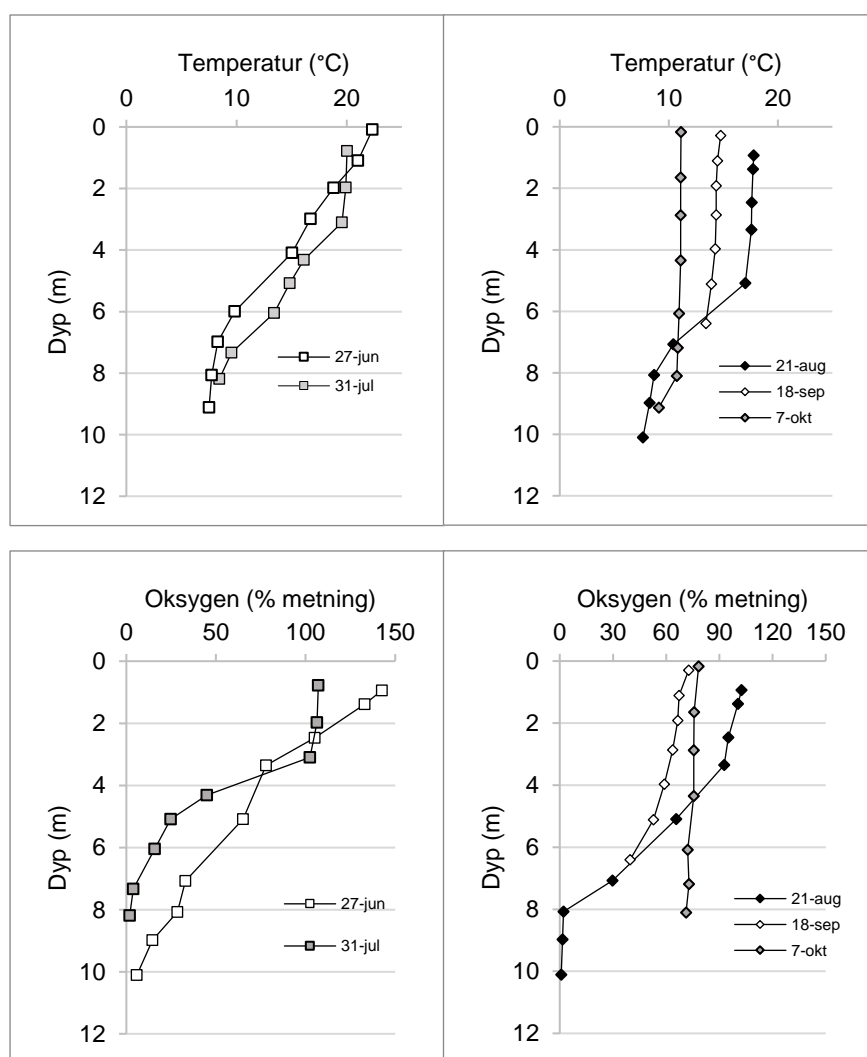
Lundebyvann er en grunn innsjø, og ut fra temperaturkurvene i figur 5-2 kan det se ut som den fullsirkulerer hele sesongen. Oksygenkurvene viser oss imidlertid at det ikke er tilfellet. Det var ikke noen markant termoklin, men selv et temperaturfall på kun ca. 1 °C per meter ga et kraftig avtak i oksygeninnholdet (figur 5-2). Ved målingen i juli var det nær oksygenfritt nær sedimentoverflaten, noe som tilsier at det i innsjøen tidvis er fare for utlekking av fosfor fra sedimentene. Likevel er det lite trolig at dette representerer noen betydelig fosforkilde i vekstperioden. Ved så høy temperatur som ca. 20 °C skal det svært lite ekstra energi til før innsjøen fullsirkulerer. Det tilsier at disse periodene med lite oksygen i bunnvannet vil være kortvarige. Det ser vi da også ved målingene i august og september. Dersom innsjøen islegges på vinteren, må vi imidlertid forvente at store deler av vannmassene blir helt anoksiske. Det kan føre til stor utlekking av fosfor som planteplankton kan utnytte til vekst med en gang isen forsvinner.



Figur 5-2. Temperatur og oksygenforhold i Lundebyvann.

5.3 Ertevann

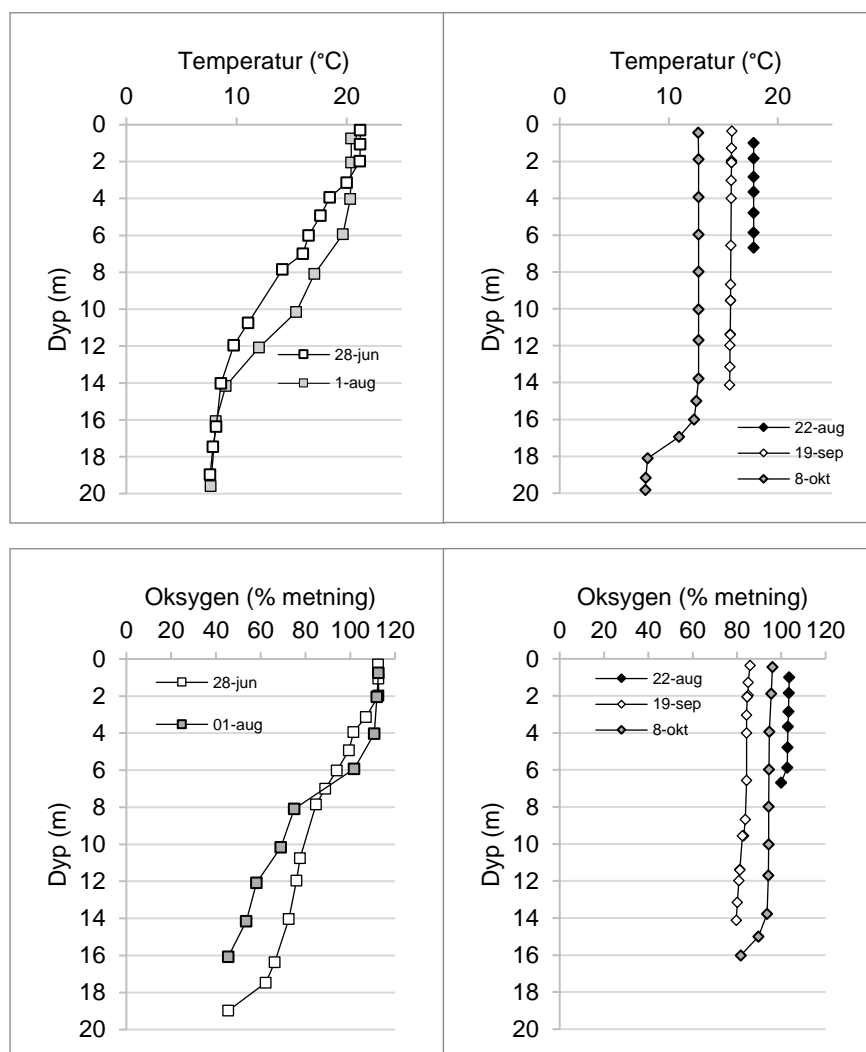
Ertevann er en lang, smal og vindeksponert innsjø med et maksimaldyp på noe over 10 meter. Temperaturprofilene indikerer at det ikke blir noen tydelig sjukning av vannmassene i perioder med mye vind, mens en slik utvikler seg under roligere forhold. Dette gjenspeiler seg også i den vertikale fordelingen av oksygen i innsjøen. Mot slutten av juni falt temperaturen gradvis helt fra overflaten og ned til ca. 7 m. Selv så tidlig i sesongen ser vi at oksygeninnholdet i de dypere vannlagene er lavt (figur 5-3). Det tilsier at det er betydelige mengder organisk materiale som tilføres sedimentene, og at dette nedbrytes raskt. Ved en mer stabil epilimnion, slik vi observerte i månedsskiftet juli/august, faller oksygeninnholdet mot null i de nederste par meterne mot sedimentoverflaten. Dette innebærer at det er betydelig risiko for at fosfor kan lekke ut fra sedimentene, såkalt intern gjødsling. Det kan bidra til at fosfortilførselen til vannmassene holdes på et høyt nivå selv ved en eventuell reduksjon av dette elementet fra nedbørfeltet.



Figur 5-3. Temperatur og oksygenforhold i Ertevann.

5.4 Ilesjøen

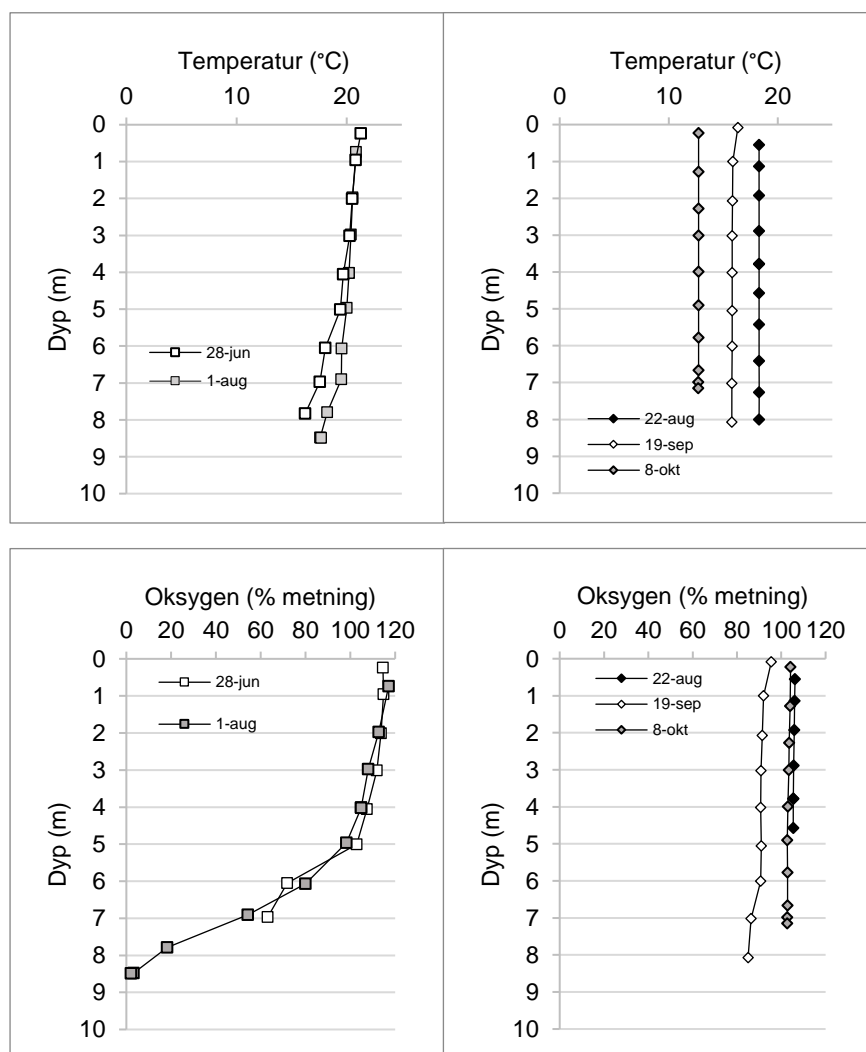
Temperatursjiktningen i Ilesjøen var svak, noe som forteller at innsjøen er vindeksponert. Fram til begynnelsen av august fant vi en jevn temperatur ned til 3-4 m. Deretter sank denne gradvis helt ned til 14 m. Det var altså bare vannmassene fra ca. 15 m og ned til bunnen som i denne perioden var upåvirket av vindpåvirkningen på overflaten. Dette reflekteres også i oksygeninnholdet. Metningen av oksygen holdt seg i denne perioden på noe over 100% i de øverste meterne, for deretter å synke gradvis ned mot bunnen. Nær sedimentoverflaten var imidlertid oksygenmetningen fortsatt over 40% (figur 5-4). Episoder med kraftig vind gjorde at innsjøen var nær ved å fullsirkulere allerede mot slutten av august. Intern gjødsling ved utlekking av fosfor fra sedimentene kan skje dersom oksygeninnholdet går ned mot null. Dette ser det ikke ut til å være fare for i løpet av sommerstagnasjonen i Ilesjøen.



Figur 5-4. Temperatur og oksygenforhold i Ilesjøen.

5.5 Tunevann

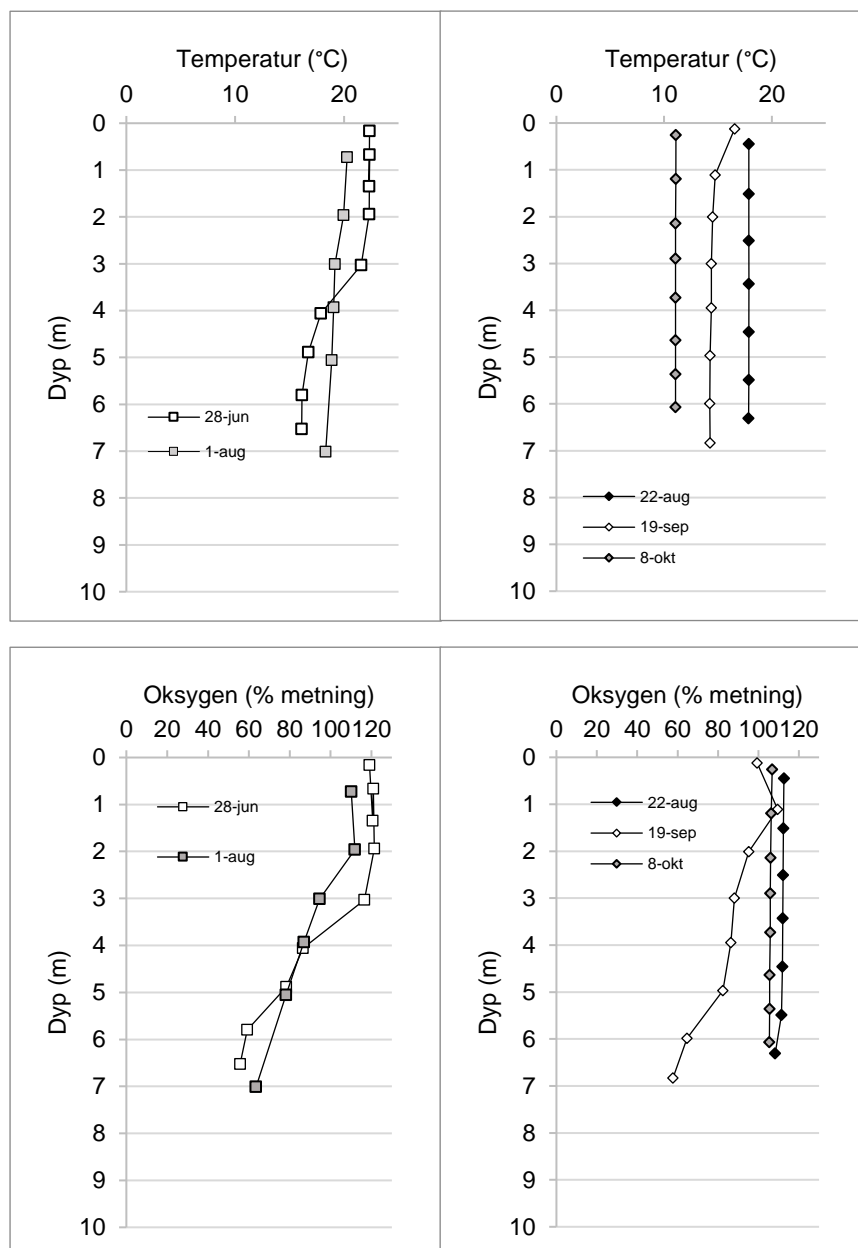
Tunevann er en relativt grunn innsjø, som samtidig er vindeksponert. I 2024 fullsirkulerte vannmassene i store deler av vekstsesongen. Fram til tidlig august registrerte vi en svak reduksjon i vanntemperatur dypere enn 5 meter. Dette var tilstrekkelig til at vannmassene under dette nivået lå i ro. Det ser vi ved at oksygeninnholdet falt kraftig i denne sonen. Tidlig i august lå dette nær null i de aller dypeste områdene (figur 5-5). Dette muliggjør utlekking av fosfor fra sedimentene, og vi kan derfor ikke utelukke at en andel av fosforet vi finner i innsjøen kan stamme fra interne kilder. Det ser imidlertid ut som dette bare kan skje i kortere episoder i innsjøen. Temperatursjiktningen er såpass svak at perioder med kraftigere vind er tilstrekkelig til at innsjøen fullsirkulerer. Da blir det på nytt fraktet oksygen til de dypeste vannlagene.



Figur 5-5. Temperatur og oksygenforhold i Tunevann.

5.6 Skinnerflo

Skinnerflo utgjør den vestligste delen av vannsystemet som oppstår etter at Glomma møter Tunøya. Dette er en grunn innsjø, og det etableres derfor ingen stabil temperatursjiktning gjennom vekstsesongen. Periodevis kunne vi i 2024 registrere noen temperaturforskjeller mellom overflaten og de dypeste vannmassene. I slutten av juni sirkulerte bare de øverste tre meterne av vannsøylen, noe som også resulterte i lavere oksygeninnhold dypere enn dette (figur 5-6). Trolig varer ikke slike perioder med sjiktete vannmasser lenge nok til at dypvannet blir helt oksygenfritt, eller slike episoder er sjeldne. I så fall vil ikke utlekking av fosfor fra sedimentene representere noe stort problem i innsjøen. Tilgangen på næringsstoffer for planteplankton vil derfor i hovedsak styres av tilførselen fra nedbørfeltet.



Figur 5-6. Temperatur og oksygenforhold i Skinnerflo.

6 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 mengde av organisk materiale (TOC), kalsium (Ca), total nitrogen (TOT-N), nitrat (NO₃-N), total fosfor (TOT-P) og klorofyll a (KLA)³.

Både vannfarge og TOC (*total organic carbon*) er mål på vannets innhold av organisk materiale. I analysen av disse skiller det ikke mellom det som produseres i innsjøen (autoktont materiale) og det som er tilført fra nedbørfeltet og atmosfæren (alloktont materiale). Konsentrasjon av kalsium i innsjøer er i hovedsak styrt av hvor kalkrik berggrunnen i nedbørfeltet er. Den naturlige bakgrunnstilførselen av næringsstoffer til vannforekomster vil avhenge av forholdene i nedbørfeltet. Både innhold av organisk materiale og kalsiuminnhold inngår etter gjeldende klassifiseringsveileder ved typifisering av innsjøer. I veilederen har ulike typer av innsjøer blitt gitt ulike klassegrenser. I denne undersøkelsen har alle innsjøene, unntatt Isesjøen og Lundebyvann, en kalsiumkonsentrasjon i nærheten av 5 mg/l (tabell 6-1). Det gjør at de ligger i nedre del av det som i klassifiseringsveilederen kalles *moderat kalkrike* innsjøer (4-20 mg Ca/l). Isesjøen og Lundebyvann betraktes som *kalkfattige* (1-4 mg Ca/l) innsjøer. I klassifiseringsveilederen betraktes innsjøer med fargetall > 30 mg Pt/l, eller TOC > 5 mg/l, som *humøse*, mens de med verdier under dette kategoriseres som *klare*.

Tabell 6-1. Konsentrasjon av organisk materiale, suspendert stoff og kalsium i 2024.

		Farge mg Pt/l	SS mg/l	SS (g) mg/l	TOC mg/l	Ca mg/l
Lyseren	<i>Middel</i>	19	1,2	< 1	5,9	4,4
	<i>Min</i>	17	< 1	< 1	5,6	4,1
	<i>Maks</i>	22	2,1	< 1	6,2	4,6
	<i>n</i>	6	6	6	6	6
Lundebyvann	<i>Middel</i>	99	2,9	< 1	13	3,9
	<i>Min</i>	75	< 1	< 1	9,8	3,6
	<i>Maks</i>	120	6,7	< 1	15	4,1
	<i>n</i>	6	6	6	6	6
Ertevann	<i>Middel</i>	105	5,0	1,9	14	6,1
	<i>Min</i>	82	2,7	< 1	11	4,8
	<i>Maks</i>	120	7,2	2,6	16	7,0
	<i>n</i>	6	6	6	6	6
Isesjøen	<i>Middel</i>	67	2,3	1,0	10	2,9
	<i>Min</i>	56	< 1	< 1	8,8	2,8
	<i>Maks</i>	74	4,0	< 1	11	3,2
	<i>n</i>	6	6	6	6	6
Tunevann	<i>Middel</i>	13	3,6	< 1	7,2	5,1
	<i>Min</i>	12	< 1	< 1	6,5	4,6
	<i>Maks</i>	15	5,8	< 1	8,3	5,5
	<i>n</i>	6	6	6	6	6
Skinnerflo	<i>Middel</i>	42	7,9	5,9	6,0	6,6
	<i>Min</i>	25	4,6	2,8	4,6	6,0
	<i>Maks</i>	52	11	8,7	7,6	7,2
	<i>n</i>	6	6	6	6	6

³ Alle enkeltmålinger er importert til portalen Vannmiljø, og kan hentes ut der. Nitritt (NO₂) og ortofosfat (PO₄) ble også målt, men er lite relevant i denne sammenheng og omtales ikke i rapporten. Data for disse parameterne er imidlertid også å finne i portalen Vannmiljø.

Både Lundebyvann og Ertevann har et meget høyt fargetall, som forteller at humusinnholdet er høyt. Det innebærer av vannet ofte vil framstå som brunt eller til og med rødbrunt. Verdiene for Isesjø og Skinnerflo er ikke like høye, men fortsatt langt over grenseverdien på 30 mg Pt/l, og anses derfor også som humøse innsjøer. Både Lyseren og Tunevann hadde en konsentrasjon av organisk materiale (TOC) nær, eller noe over grenseverdien på 5 mg/l. Imidlertid hadde de begge et fargetall klart lavere enn 30 mg Pt/l (tabell 6-1). Begge må sies å ligge i grenseområdet mellom klare og humøse innsjøer. I slike tilfeller skal man velge den innsjøtypen som har de strengeste klassegrensene, og både Lyseren og Tunevann betegnes derfor som *klare*.

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. 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 hadde et relativt lavt innhold av partikler. Unntaket er særlig Skinnerflo, der gløderesten viser at en stor del av det suspenderte materialet besto av uorganiske partikler (figur 6-1). Slike forhold finner vi spesielt i innsjøer som er påvirket av tilførsel fra isbreer, men også i områder der det er mye leire. Grunne innsjøer vil ofte også periodevis ha høyt innhold av partikler på grunn av oppvirvling av sedimenter ved kraftig vind. Etter perioder med kraftig nedbør vil vi ofte registrere et høyt innhold av partikler i alle typer av innsjøer.

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 middelverdien gjennom vekstsesongen for forholdet TOT-N/TOT-P er lavere enn 20 (på vektbasis).

Tabell 6-2. Konsentrasjon av total nitrogen, nitrat, total fosfor og klorofyll A 2024. * Målingene av total fosfor i juni viste i en del innsjøer urealistisk høye verdier. Verdiene for denne måneden er derfor utelatt i alle innsjøene.

		TOT-N µg /l	NO ₃ -N µg /l	TOT-P µg /l	TOT-N/TOT-P *	KLA µg /l
Lyseren	Middel	268	27	15	48	5,4
	Min	200	< 5	3	18	4,5
	Maks	430	100	54	92	6,6
	n	6	6	6	5	6
Lundebyvann	Middel	443	54	31	26	28
	Min	300	< 5	13	18	5,1
	Maks	610	180	92	34	86
	n	6	6	6	5	6
Ertevann	Middel	1358	698	28	50	23
	Min	950	430	24	39	6
	Maks	2000	1000	31	83	52
	n	6	6	6	5	6
Isesjøen	Middel	498	160	16	33	14
	Min	420	110	10	28	4,3
	Maks	600	190	19	42	24
	n	6	6	6	5	6
Tunevann	Middel	388	10	21	19	12
	Min	350	< 5	16	15	9,0
	Maks	470	42	31	20	15
	n	6	6	6	5	6
Skinnerflo	Middel	488	258	36	21	21
	Min	230	68	18	13	9,0
	Maks	710	450	76	31	27
	n	6	6	6	5	6

Bortsett fra i Ertevang må konsentrasjonen av nitrogen i alle innsjøene sies å være relativt lav, og både i Tunevang og Skinnerflo ser vi at TOT-N/TOT-P forholdet i gjennomsnitt ligger nær grensen på 20, der nitrogenbegrensning kan forekomme (tabell 6-2). Svært lave nitratkonsentrasjoner kan også indikere at nesten alt av tilgjengelig nitrogen er oppbrukt. Dette registrerte vi i sommerperioden i både Lyseren og Lundebyvang, mens konsentrasjonen av nitrat lå under deteksjonsgrensen på $5 \mu\text{g NO}_3\text{-N}$ i Tunevang i hele perioden juni – september.

I Lyseren, Lundebyvang og Skinnerflo ble det i juni målt en konsentrasjon av total fosfor på $50\text{-}100 \mu\text{g/l}$. Dette var langt høyere enn noen av de andre fosformålingene i disse innsjøene. Innholdet av suspendert stoff var ikke unormalt høyt på dette tidspunkt, så det ser ikke ut til at det skyldtes store mengder fosfor knyttet til partikler. Likevel er det ikke usannsynlig at disse høye verdiene hadde sammenheng med den kraftige nedbøren i området et par uker før prøvetakingen. I gjennomsnitt var konsentrasjonen av total fosfor på $15\text{-}20 \mu\text{g/l}$ i Lyseren, Isesjøen og Tunevang, mens den lå på omtrent det dobbelte i Lundebyvang, Ertevang og Skinnerflo (tabell 6-2).



Figur 6-1. Skinnerflo, 15. mai 2024.

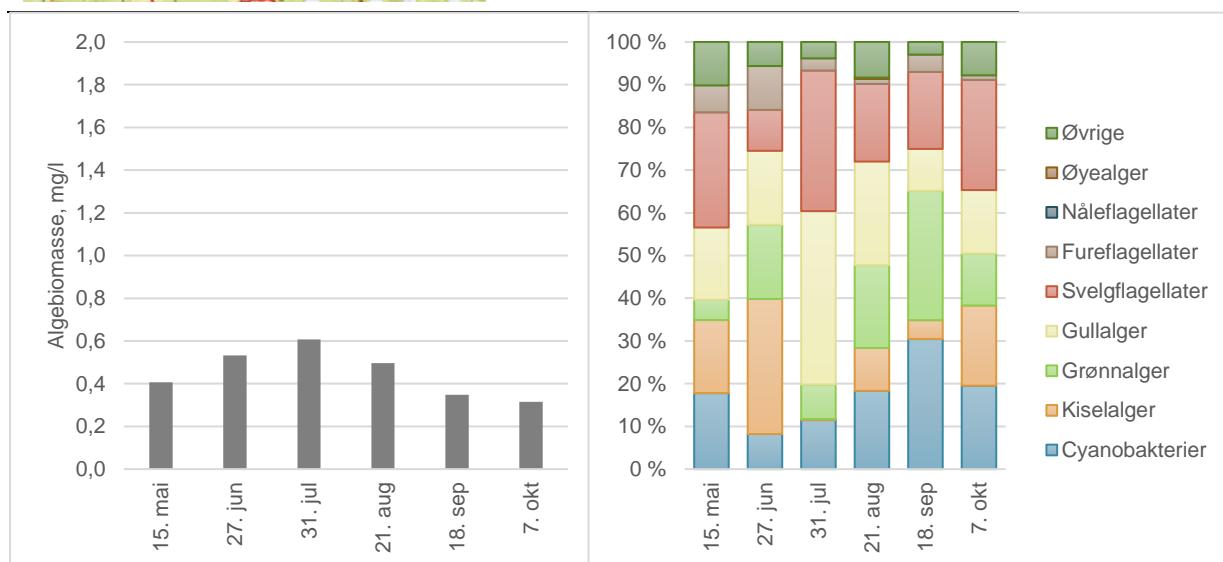
7 Resultater

7.1 Lyseren

Resultater fra 2024 for alle komponenter som inngår i beregningen av tilstand i Lyseren etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 7-1. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplankton ved hver prøvetaking.



Lokalitet: Lyseren
 UTM 32: 618500, 6618500
 Kommune: Indre Østfold, Enebakk
 Areal (km²): 7,27
 Vannmiljø ID: 002-30704
 Vann-nett-ID: 002-137-L
 Vannstype: L107: Moderat kalkrik, klar
 NGIG type: L-N1



Dato	Tot - N (µg/l)	Tot - P (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
2024-05-15	430	8	4,5	0,41	2,47	0,07	
2024-06-27	200	54	4,7	0,53	2,27	0,04	
2024-07-31	230	3	6,6	0,61	2,25	0,07	
2024-08-21	230	5	5,8	0,50	2,40	0,09	
2024-09-18	250	14	5,6	0,35	2,61	0,11	
2024-10-07	270	8	5,1	0,31	2,42	0,06	
Gjennomsnitt	268	15	5,4	0,45	2,40		
nEQR	1,00	0,63	0,82	0,91	0,63	0,87	0,75

Figur 7-1. Vurdering av tilstand i Lundebyvann ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Den nordre delen av Lyseren ligger i Enebakk kommune, mens den søndre ligger i Indre Østfold. Innsjøen har et areal på 7,3 km², et kalsiuminnhold like over 4 mg/l og en vannfarge på ca. 20 mg Pt/l

(tabell 6-1). Innsjøen befinner seg under marin grense (162 moh.), og havner dermed inn under innsjøtype L107 (lavland, moderat kalkrik, klar). Dette gir klassegrenser etter NGIG-type L-N1.

Lyseren er en relativt stor innsjø, med et overflateareal på 7,3 km². Gitt denne størrelsen, må et nedbørfelt på 28,5 km² sies å være relativt lite. Det strekker seg fra Holttjern i nord, Langtjern i øst, og myrområdet Langmosan i sør-vest (se vedlegg 1). Nedbørfeltet domineres av skog (ca. 75%), mens andelen dyrket mark er på noe over 10% (Nevina, 2025).

Forekomsten av planteplankton var temmelig jevn gjennom hele vekstsesongen med en biomasse i intervallet 0,30-60 mg/l, og et gjennomsnitt på 0,45 mg/l. Dette er lavt for denne innsjøtypen, og begge delindeksene for biomassen av planteplankton (biomasse og klorofyll a) indikerte en *svært god* tilstand (figur 7-1). Mange cyanobakterier har potensial til å danne store oppblomstringer. I tillegg kan de produsere toksiner. Slike cyanobakterier anses derfor som problemarter, og i Lyseren finnes det mange slike. I 2024 observerte vi representanter av cyanobakterier fra bl.a. slektene *Dolichospermum*, *Aphanizomenon*, *Microcystis* og *Planktothrix*. Ingen av dem hadde stor forekomst i 2024, men gitt de rette forholdene, og tilstrekkelig med næringsstoffer, kan en eller flere av dem danne store bestander. Disse bidro til at indeksen for artssammensetning (PTI) havnet i nedre ende av tilstandsklasse *god*, og det trakk også kvalitetselementet planteplankton som helhet ned til *god* tilstand (figur 7-1).

Som gjennomsnitt for sesongen var fosforkonsentrasjonen på 15 µg/l. Dette gjennomsnittet inkluderer imidlertid en unormalt høy verdi i juni. Sees det bort fra denne ble gjennomsnittet på 8 µg/l. Det er tilstrekkelig lavt til at sannsynligheten for store oppblomstringer av cyanobakterier er liten. Med disse cyanobakteriene i systemet, er det likevel særdeles viktig å holde fosfortilførselen av fosfor nede. Dersom den bare øker noe over det nivået vi fant i 2024, er det betydelig risiko for at det tidvis kan oppstå større eller mindre oppblomstringer av problematiske cyanobakterier.

Nitrogeninnholdet i innsjøen er meget lavt. Siden nitrogenforbindelser er lett løselige i vann, og dermed vanskelig å holde tilbake, indikerer det at det drives god gjødselplanlegging på jordbruksarealene rundt innsjøen. Samlet ble den økologiske tilstanden i Lyseren i 2024 vurdert til *god* (tabell 7-1).

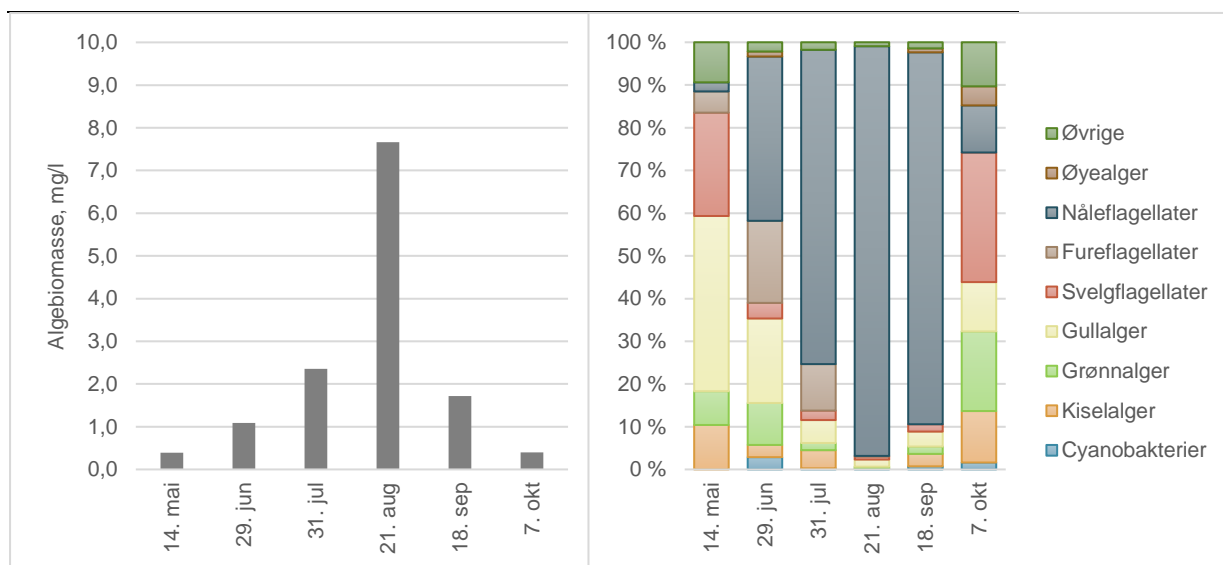
Tabell 7-1. Lyseren, vurdering av økologisk tilstand, 2024				
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		G		0,75
Total fosfor (µg/l)	15	G	0,39	0,63
Total nitrogen (µg/l)	268	SG	1,00	1,00
Totalvurdering eutrofiering				0,63
Totalvurdering for vannforekomsten				0,63

7.2 Lundebyvann

Resultater fra 2024 for alle komponenter som inngår i beregningen av tilstand i Lundebyvann etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 7-2. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Lokalitet: Lundebyvann
 UTM 32: 640291, 6603851
 Kommune: Indre Østfold
 Areal (km²): 0,430
 Maksimaldyp: 5,5 m
 Vannmiljø ID: 002-38236
 Vann-nett-ID: 002-3360-L
 Vanntype: L106: Kalkfattig, humøs
 NGIG type: L-N3a



Dato	Tot - N (µg/l)	Tot - P (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
2024-05-14	410	13	9,8	0,39	2,14		
2024-06-29	300	92	14	1,09	2,52	0,03	
2024-07-31	380	16	27	2,35	2,88	0,01	
2024-08-21	490	28	86	7,66	2,93	0,01	
2024-09-18	470	19	26	1,72	2,90	0,01	
2024-10-07	610	18	5,1	0,40	2,54	0,01	
Gjennomsnitt	443	31	28	2,27	2,65		
nEQR	0,82	0,39	0,23	0,38	0,36	0,96	0,33

Figur 7-2. Vurdering av tilstand i Lundebyvann ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Lundebyvann (også kalt Lundebytjern) er en liten innsjø i Indre Østfold. Den har et areal på kun 0,43 km², men nedbørfeltet er på hele 21 km². Dette ligger i all hovedsak sør og øst for innsjøen, og inkluderer mange mindre tjern og vann, inklusiv Moentjernet i øst og Steinsvannet i sør (se vedlegg 1). Ser vi på hele nedbørfeltet, utgjøres ca. 80% av skog, mens dyrket mark utgjør ca. 10% (Nevina, 2025).

En stor andel av landbruksområdene ligger imidlertid innenfor 3 km fra innsjøen, i hovedsak mot øst og avgrenset av E18 i sør.

Store deler av nedbørfeltet til Lundebyvann ligger i kalkfattige områder, og med et kalsiuminnhold i underkant av 4 mg/l anses innsjøen som kalkfattig. Innholdet av humusstoffer er imidlertid meget høyt, og i 2024 målte vi i gjennomsnitt et fargetall på 100 mg Pt/l. Med en beliggenhet 158 moh. faller Lundebyvann innenfor innsjøtypen L106 (lavland, kalkfattig, humøs), som gir klassegrenser etter NGIG-type L-N3.

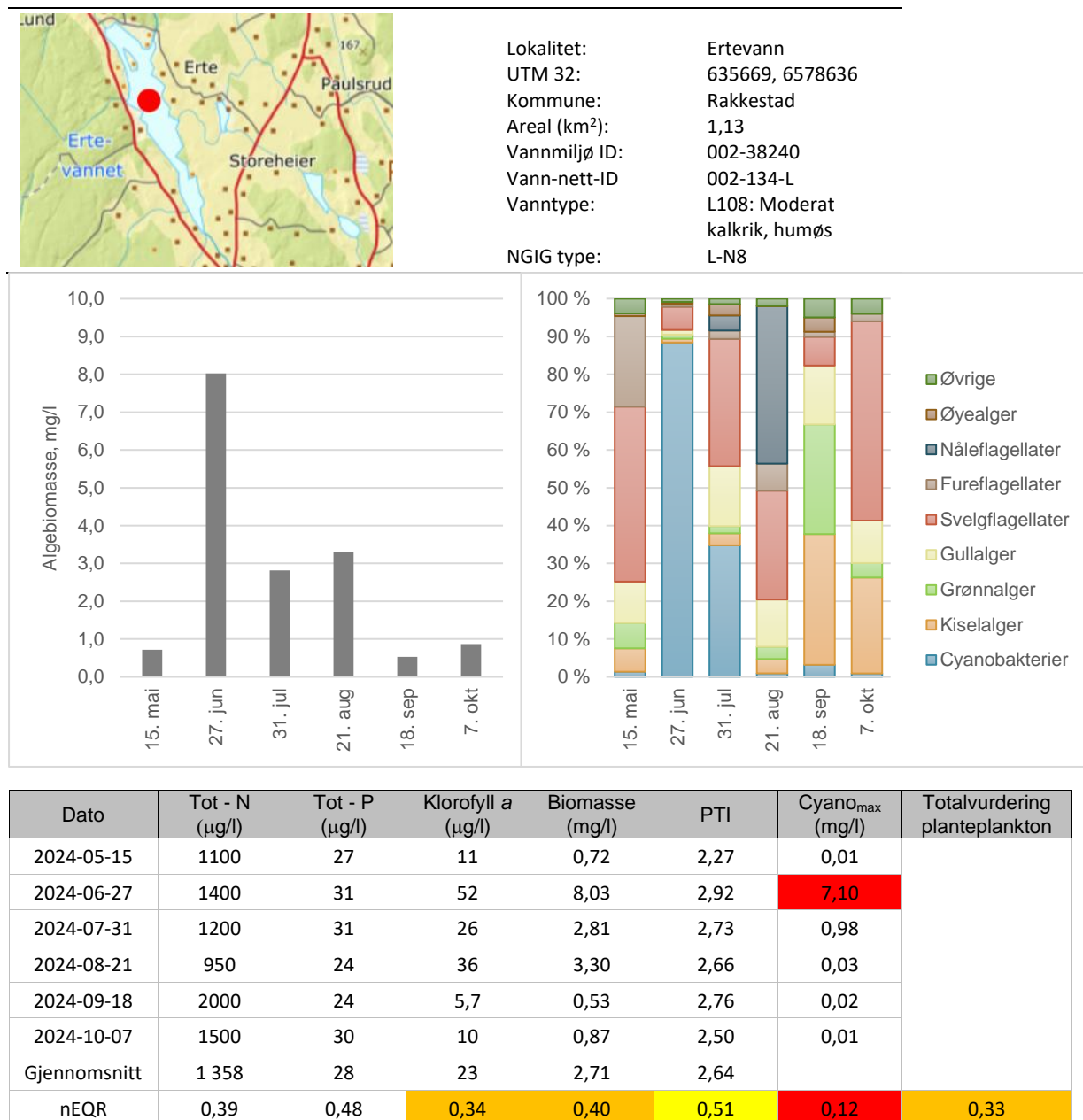
I små tjern og innsjøer på Østlandet med høy vannfarge finner vi ofte nåleflagellaten *Gonyostomum semen*. Dette er en stor art, som karakteriseres som en problemalge. Den er ikke giftproduserende, slik mange cyanobakterier er, men ved irritasjon skyter den ut små celleorganeller kalt trichocyster. Dersom konsentrasjonen av *Gonyostomum* er høy, kan dette føre til kløe ved for eksempel bading, og noen kan også få allergiske reaksjoner. Eksplosjonen av trichocyster utsondrer også slim, som kan skape problemer i filtreringsanlegg. Siden *Gonyostomum* er stor til å være en alge (50-100 µm), og har en kraftig svømmetråd (flagell), har det blitt vist at den kan ha vertikale vandringar i vannsøylen. Dette kan både bidra til å hindre beiting fra dyreplankton, og gi bedre vekst dersom konsentrasjonen av næringsstoffer er høyere i dypere sjikt av innsjøen. Ved gjennomgang av alle data for *G. semen* i portalen Vannmiljø, fant vi likevel at forekomsten av også denne arten var sterkt knyttet til fosforkonsentrasjonen i innsjøene. Det var ikke registrert store oppblomstringer i vannforekomster hvor gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor var lavere enn 15 µg/l (Stabell, upubl., se figur 7-6).

Lundebyvann oppfyller alle kriteriene for at *G. semen* skal trives der, og det gjør den da også. I og med at fosforkonsentrasjonen er så høy som ca. 30 µg/L, er det også grunnlag for å understøtte store oppblomstringer. Slike forekommer nesten hvert år i denne innsjøen. I 2024 registrerte vi den høyeste biomassen av planteplankton i august. Da var denne på nesten 8 mg/l, og *G. semen* utgjorde på det tidspunkt ca. 96 % av totalbiomassen. Både gjennomsnittlig biomasse gjennom vekstsesongen og indeks for artssammensetning ga *dårlig* tilstand (figur 7-2), og den økologiske tilstanden i 2024 ble også satt til *dårlig* (tabell 7-2).

Tabell 7-2. Lundebyvann, vurdering av økologisk tilstand, 2024				
Kvalitetsэлемент	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		D		0,33
Total fosfor (µg/l)	31	D	0,19	0,39
Total nitrogen (µg/l)	443	SG	0,62	0,82
Totalvurdering eutrofiering				0,33
Totalvurdering for vannforekomsten				0,33

7.3 Ertevann

Resultater fra 2024 for alle komponenter som inngår i beregningen av tilstand i Ertevann etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 7-3. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 7-3. Vurdering av tilstand i Ertevann ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Ertevann er en smal, langstrakt innsjø i Rakkestad kommune med et overflateareal på 1,1 km². Nedbørfeltet er på hele 97 km², og ligger i hovedsak sør for innsjøen. Det strekker seg nesten ned til Bunessjøen i sør, og til Nordre Hivann i øst. Dette området drenerer til Vatvetelva, som er den klart største tilførselselva til Ertevann (se vedlegg 1). En mindre del av nedbørfeltet ligger nord for innsjøen, og vann herfra tilføres Ertevann via Øverbybekken (figur 7-4). Nedbørfeltet domineres av skog (ca. 70 %) og dyrket mark (ca. 22 %) (Nevina, 2025). Med et kalsiuminnhold på ca. 6 mg/l, og en vannfarge på ca. 100 mg Pt/l, er Ertevann moderat kalkrik og humøs. Med en beliggenhet 102 moh., faller den inn

under innsjøtype L108. Dette er innsjøtypen hvor den naturlige bakgrunnstilførselen av næringsstoffer forventes å være størst, og NGIG-type L-N8 har de «snilleste» klassegrensene i klassifiseringsveilederen.

Konsentrasjonen av total fosfor ble som gjennomsnitt for vekstsesongen i 2024 målt til noe under 30 µg/l. For innsjøtypen som Ertevang tilhører tilsier det en *moderat* tilstand, men det er like fullt et nivå som er tilstrekkelig til å understøtte store oppblomstringer av planteplankton. I Ertevang finner vi flere cyanobakterier som er kjent for å kunne danne slike oppblomstringer, blant andre slektene *Dolichospermum* og *Aphanizomenon*. Nåleflagellaten *Gonyostomum semen* finnes også i innsjøen, men denne ser aldri ut til å dominere i Ertevang. Det er det heller cyanobakterier som gjør, de senere årene særlig representanter fra slekten *Dolichospermum*. Også i 2024 fikk vi en oppblomstring av *Dolichospermum*. Den maksimale biomassen av planteplankton ble registrert i juni, og cyanobakterier utgjorde da hele 90% av totalbiomassen. Det er uvanlig at en oppblomstring fra denne slekten kommer så tidlig som i juni, vanligvis observerer vi det på sensommeren. Årsaken til at den slo til så tidlig i 2024 er ganske sikkert at mye sol og høy vanntemperatur allerede i mai (figur 5-3). Svelgflagellater utgjorde en stor andel av planteplanktonet i mai og oktober, men på det tidspunktet var totalbiomassen lav. I august var det en ikke ubetydelig forekomst av nåleflagellaten *G. semen*, men allerede i september var forekomsten av denne svært lav.

Det ble i 2024 gjort analyse av blant annet total fosfor de viktigste tilførselskildene til Ertevang; Vatvetelva og Øverbybekken. I Vatvetelva var den gjennomsnittlige konsentrasjonen på 26 µg/l, altså omtrent det samme som i innsjøen, mens den i Øverbybekken (figur 7-4) var vesentlig høyere med 78 µg/l⁴. Disse tilløpene er trolig de viktigste fosforkildene til innsjøene, men et prøvefiske i 2024 tyder også på at intern gjødsling fra fisk, primært mort, også kan representere en betydelig kilde til fosfor i vannmassene (Harborg og Pettersen, 2024). Det samme kan direkte utlekking fra sedimentene på grunn av oksygenmangel nær sedimentoverflaten se figur 5-3).



Figur 7-4 Øverbybekken, nær innløpet til Ertevang

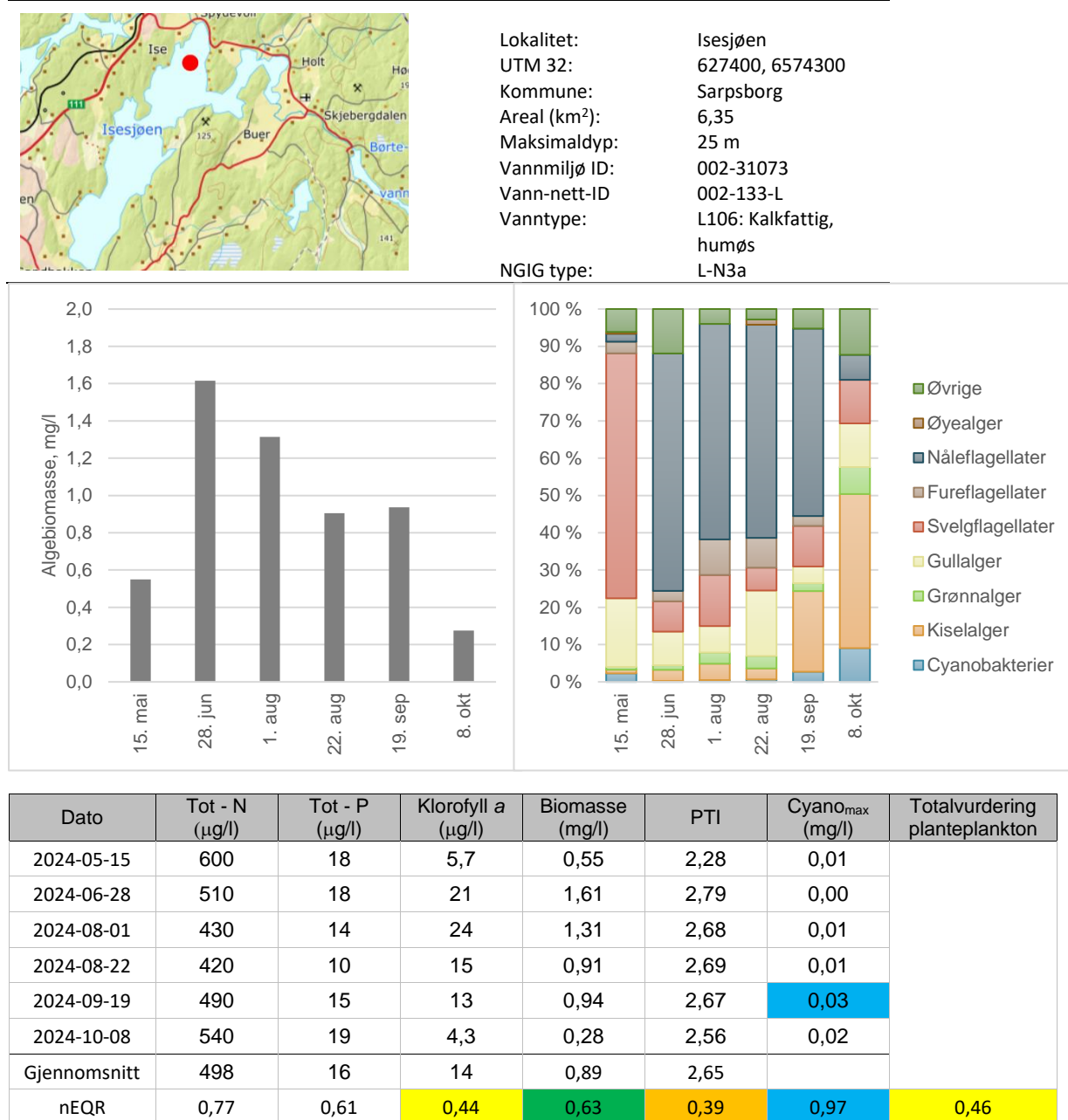
Den økologiske tilstanden i Ertevang for 2024 ble satt til *dårlig* (tabell 7-3).

Tabell 7-3. Ertevang, vurdering av økologisk tilstand, 2024				
Kvalitetsselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		D		0,33
Total fosfor (µg/l)	28	M	0,25	0,48
Total nitrogen (µg/l)	1358	D	0,24	0,39
Totalvurdering eutrofiering				0,33
Totalvurdering for vannforekomsten				0,33

⁴ Data fra Vatvetelva (002-56191) og Øverbybekken (002-56190) er importert til portalen Vannmiljø, og kan finnes der.

7.4 Isesjøen

Resultater fra 2024 for alle komponenter som inngår i beregningen av tilstand i Isesjøen etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 7-5. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



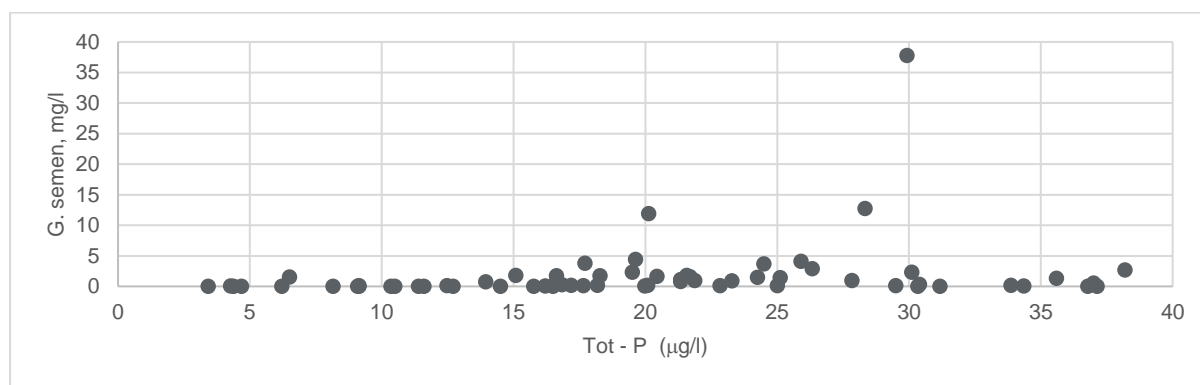
Figur 7-5. Vurdering av tilstand i Isesjøen ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Isesjøen ligger 38 moh. i Sarpsborg kommune og har et areal på 6,4 km². Nedbørfeltet til innsjøen ligger i all hovedsak i sør og øst, og er på 141 km² (se vedlegg 1). Andelen dyrket mark er på ca. 10 %, mens skog dominerer med ca. 80 %. Store deler av nedbørfeltet i sør drenerer til Isesjøen via Buerelva. Før denne når Isesjøen passerer mange innsjøer, bla. Rokkevann, Bergsjøen og Børtevann. Disse vil fange opp og sedimentere mye av tilførslene som når dit. Tilførsler av næringsstoffer til elver og bekker i

nærområdet til Isesjøen vil derfor ha størst innvirkning på vannkvaliteten der. Vi finner en god del landbruksvirksomhet rundt innsjøen, og på vestsiden av den ligger det også en golfbane.

Store deler av nedbørfeltet har en kalkfattig berggrunn, og kalsiumkonsentrasjonen i Isesjøen er på kun ca. 3 mg/l. Det er såpass lavt at selve Isesjøen også karakteriseres som *kalkfattig* (1-4 mg/l). Vannfargen i innsjøen ble i 2024 målt til ca. 65 mg Pt/l, som helt klart viser at Isesjøen er å betrakte som *humøs*. Den havner dermed inn under innsjøtype L106 (lavland, kalkfattig, humøs), som gir klassegrenser etter NGIG-type L-N3.

Svelgflagellater dominerte samfunnet av planteplankton i mai, og kiselalger i oktober, mens nåleflagellaten *Gonyostomum semen* utgjorde mesteparten (50-60%) av totalbiomassen i resten av vekstsesongen. Som beskrevet under omtalen av Lundebyvann (avsnitt 7.2) er dette en problemart, og for Isesjøen er forekomsten kanskje spesielt bekymringsfull fordi innsjøen benyttes som drikkevannskilde. Biomassen av denne arten var imidlertid aldri over 1 mg/l, som for de fleste forhold er et akseptabelt nivå. Konsentrasjonen av total fosfor var i 2024 i gjennomsnitt på 16 µg/l, som trolig er tilstrekkelig lavt til at vi ikke vil få store oppblomstringer av denne arten (figur 7-6). Figur 7-6 viser imidlertid at det er særdeles viktig å holde konsentrasjonen av fosfor godt under 20 µg/l for å unngå slike oppblomstringer.



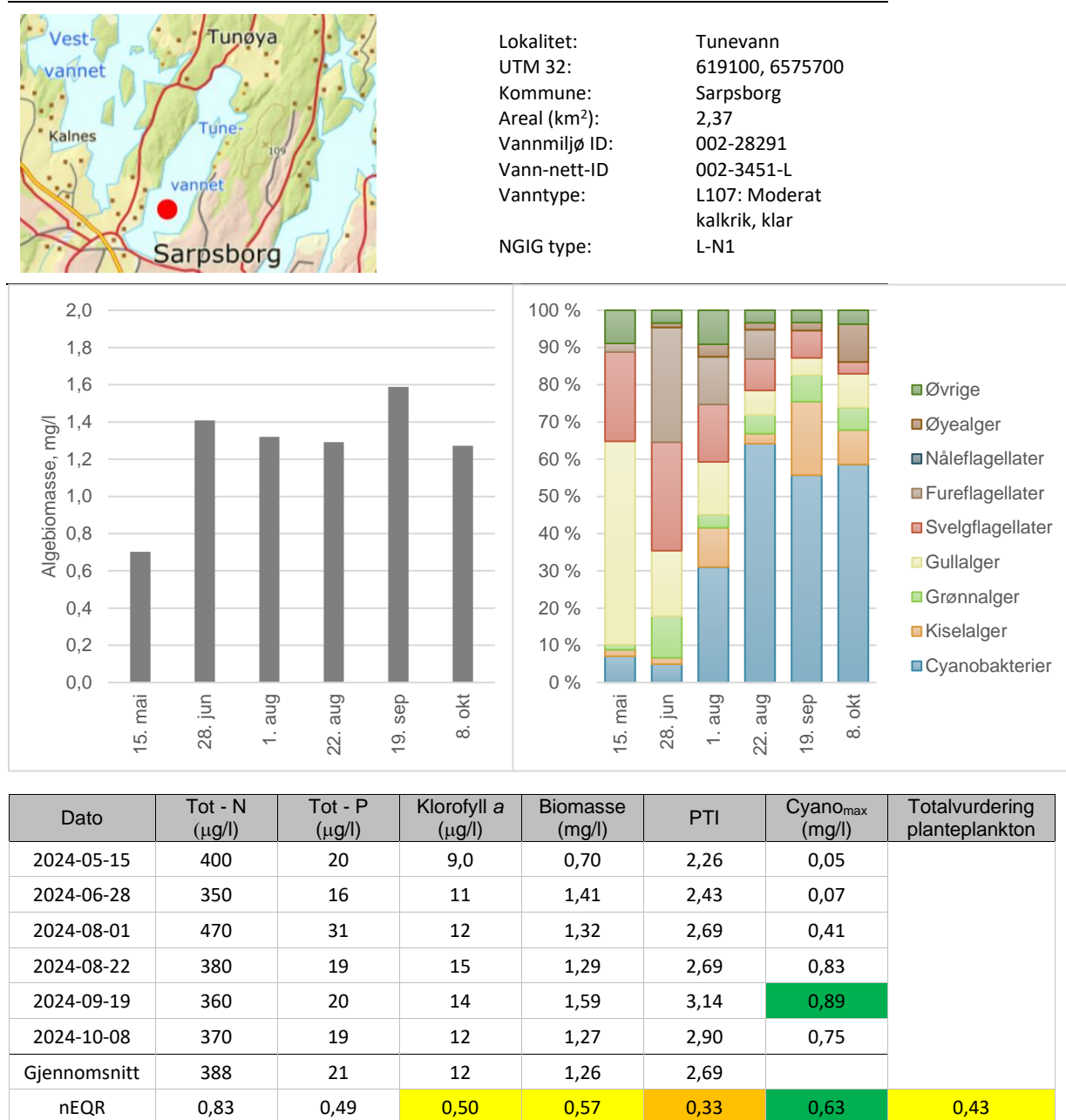
Figur 7-6. Maksimal forekomst av algen *Gonyostomum semen* i vekstsesongen (mai-oktober) mot konsentrasjon av total fosfor (Tot-P). Data er hentet fra portalen Vannmiljø, og inneholder alle innsjøer hvor arten er observert og det samtidig er gjort målinger av fosforkonsentrasjon. Det er ingen definisjon på når vi har en oppblomstring, men en konsentrasjon av *G. semen* på over 2 mg/l begynner å bli høyt.

Både forekomsten av planteplankton, estimert som biomasse i mikroskop, og konsentrasjonen av total fosfor ga nEQR-verdier i nedre del av tilstandsklasse *god*. Den store andelen av *G. semen* resulterte i en høy verdi i indeksen for artssammensetning (PTI), noe som ga *dårlig* tilstand for denne komponenten (figur 7-5). For kvalitetselementet planteplankton samlet, ble den økologiske tilstanden i 2024 vurdert til moderat (tabell 7-4).

Tabell 7-4. Isesjøen, vurdering av økologisk tilstand, 2024				
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		M		0,46
Total fosfor (µg/l)	16	G	0,33	0,61
Total nitrogen (µg/l)	498	G	0,55	0,77
Totalvurdering eutrofiering				0,46
Totalvurdering for vannforekomsten				0,46

7.5 Tunevann

Resultater fra 2024 for alle komponenter som inngår i beregningen av tilstand i Tunevann etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 7-7. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 7-7. Vurdering av tilstand i Tunevann ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Tunevann ligger i Sarpsborg kommune, og er den største innsjøen på Tunøya som ikke har direkte kontakt med vannveiene fra Glomma. Den har et areal på 2,4 km² og ligger 40 moh. Med beliggenhet på en øy, har den naturlig nok et svært lite nedbørfelt. Med et areal på kun 6,3 km², er dette mindre enn 3 ganger arealet til selve innsjøen (se vedlegg 1). Av dette utgjør skog ca. 70 % og dyrket mark ca. 15 % (Nevina, 2025).

Av innsjøene som inngår i denne undersøkelsen har Tunevann den laveste verdien for vannfarge. I 2024 ble denne i gjennomsnitt målt til 13 mg Pt/l. Det betyr at i perioder med lite planteplankton, vil Tunevann framstå som en innsjø med meget klart vann. Kalsiuminnholdet ligger på ca. 5 mg/l, og innsjøen havner dermed i innsjøtype L107 (lavland, moderat kalkrik, klar). Økologisk tilstand skal da vurderes etter klassegrensene til NGIG-type L-N1.

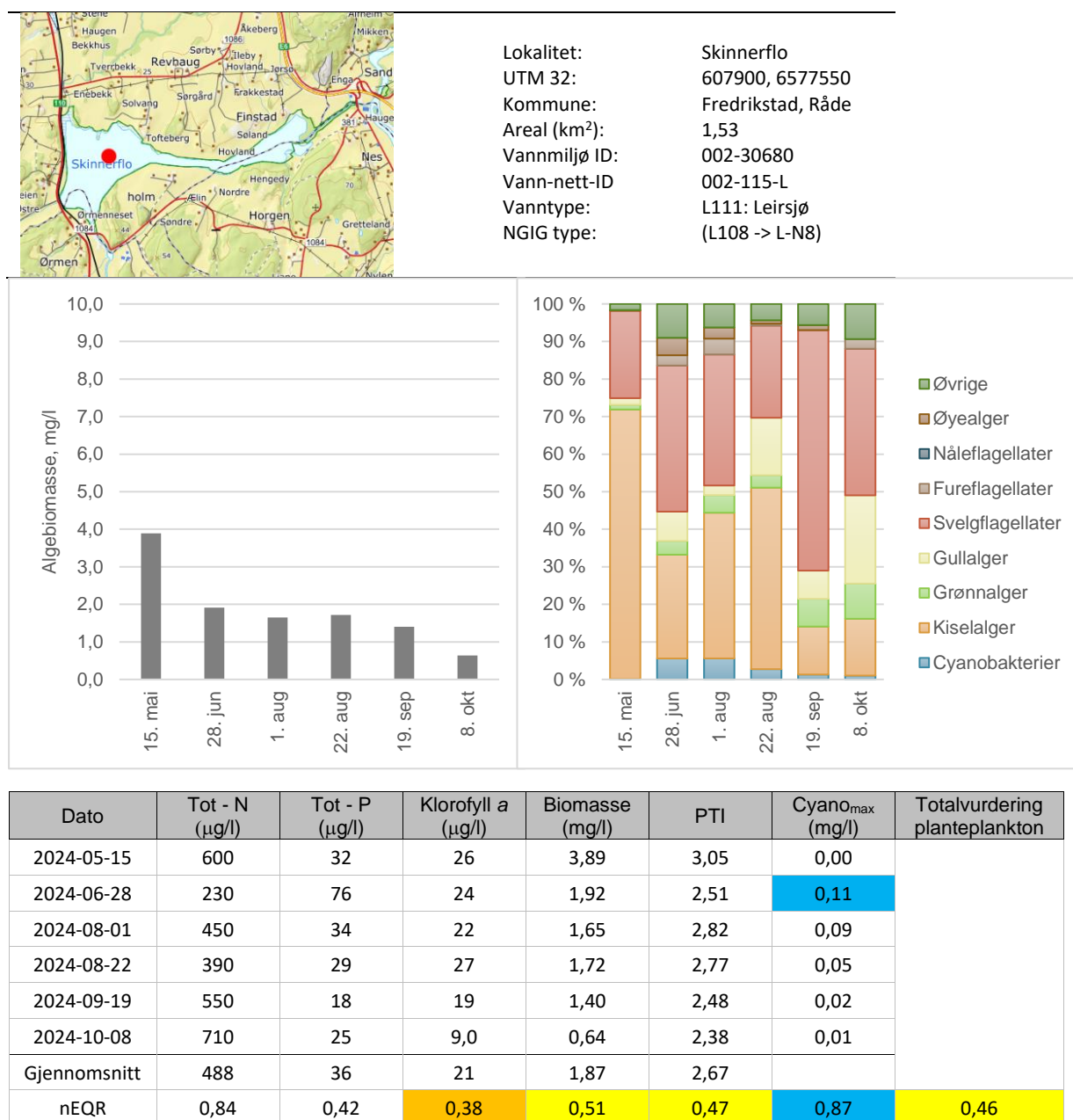
Vi kjenner fra tidligere undersøkelser at det er et godt utvalg av cyanobakterier i Tunevannet. Mange av disse er kjent for å kunne danne store oppblomstringer, og flere av dem kan være giftproduserende. Dette representerer et betydelig problem for innsjøen. Med mange ulike slike arter vil det oftere være gunstige forhold for en eller flere av dem, og med tilstrekkelig med næringsstoffer i systemet vil vi da hyppig få større eller mindre oppblomstringer. I slike lokaliteter er det helt avgjørende å holde tilførselen av fosfor på et lavt nivå. Det vil variere fra innsjø til innsjø hvor lavt denne må ligge, men hvis gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon gjennom vekstsesongen er under 15 µg/l, vil størrelsen og hyppigheten på slike oppblomstringer ganske sikkert avta. Ved konsentrasjoner lavere enn 10 µg/l er det meget sjelden at vi ser oppblomstringer som er såpass store at de representerer et problem.

Også i 2024 registrerte vi mange cyanobakterier i Tunevannet, blant andre slektene *Aphanizomenon*, *Dolichospermum*, *Microcystis*, *Planktolyngbya* og *Planktothrix*. Det var imidlertid ingen av dem som på noe tidspunkt oppnådde særlig høy biomasse. I september utgjorde cyanobakteriene *Snowella lacustris*, *Microcystis wesenbergii* og *Planktolyngbya limnetica* til sammen ca. halvparten av totalbiomassen (figur 7-7). Av disse var *S. lacustris* den mest dominante, og denne arten produserer ikke toksiner. Totalbiomassen av planteplankton lå i mesteparten av sesongen i overkant av 1 mg/l. Det er lavere enn vanlig i denne innsjøen, og gir en nEQR-verdi for biomasse helt i øvre sjikt av tilstandsklassen *moderat*. Med en rekke ulike problemarter i systemet ga indeksen for artssammensetning *dårlig* tilstand. Det er verdt å merke seg at den maksimale forekomsten av cyanobakterier var såpass lav at den komponenten kom ut med *god* tilstand. Samlet kom kvalitetselementet planteplankton ut med en *moderat* tilstand. Dette var i overensstemmelse med det konsentrasjonen av fosfor viste. Forholdet mellom nitrogen og fosfor var lavere enn 20 i Tunevann, og siden nitrogen dermed antas å kunne være begrensende element for veksten av planteplankton, skal den parameteren også tas med i tilstandsvurderingen (se kap. 6 og tabell 6-2). Med en gjennomsnittlig konsentrasjon av total nitrogen på godt under 400 µg/l, tilsier denne parameteren imidlertid en *svært god* tilstand. Den økologiske tilstanden i Tunevann i 2024 ble dermed styrt av mengden og sammensetningen av planteplanktonet, og endte på *moderat* (tabell 7-7).

Tabell 7-5. Tunevann, vurdering av økologisk tilstand, 2024				
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		M		0,43
Total fosfor (µg/l)	21	M	0,29	0,49
Total nitrogen (µg/l)	388	SG	0,71	0,82
Totalvurdering eutrofiering				0,43
Totalvurdering for vannforekomsten				0,43

7.6 Skinnerflo

Resultater fra 2024 for alle komponenter som inngår i beregningen av tilstand i Skinnerflo etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 7-8. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 7-8. Vurdering av tilstand i Skinnerflo ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Skinnerflo er en relativt liten innsjø som ligger på grensen mellom Råde og Fredrikstad kommune. Den er i tillegg grunn. Nedbørfeltet er på ca. 40 km² (se vedlegg 1), og domineres av skog (ca. 45%) og dyrket mark (ca. 45%) (Nevina, 2025). I øst strekker dette seg til Glomma, mens området i nord drenerer til Seuteelva. Denne fortsetter som Seuteelva også etter utløpet fra Skinnerflo, og innsjøen kan nesten sees på som en stor utposing av denne elva. Innsjøen ligger omtrent på havnivå, og fra elva passerer E6 nord for innsjøen, og til den når sjøen, er det vertikale fallet svært lite. Sammenliknet med de øvrige innsjøene i denne undersøkelsen, er Skinnerflo svært annerledes. Vi mener likevel at det også her går

an å gjøre en vurdering av påvirkning av næringssalter til innsjøen ved å benytte kvalitetselementet planteplankton.

I 2024 målte vi en kalsiumkonsentrasjon i overkant av 6 mg/l, mens fargetallet i gjennomsnittet var på 45 mg Pt/l. Ut fra dette skulle innsjøen havne i type L108 (lavland, moderat kalkrik, humøs). På grunn av at den er grunn, og fordi det er mye leire i nedbørfeltet, vil innsjøen tidvis ha et høyt partikkelinnhold og være meget turbid. I portalen vannmiljø kategoriseres den derfor som en *leirsjø* (innsjøtype L111). Skal vi benytte kvalitetselementet planteplankton mener vi innsjøtype L108 er den nærmeste, noe som gir klassegrenser etter NGIG-type L-N8.

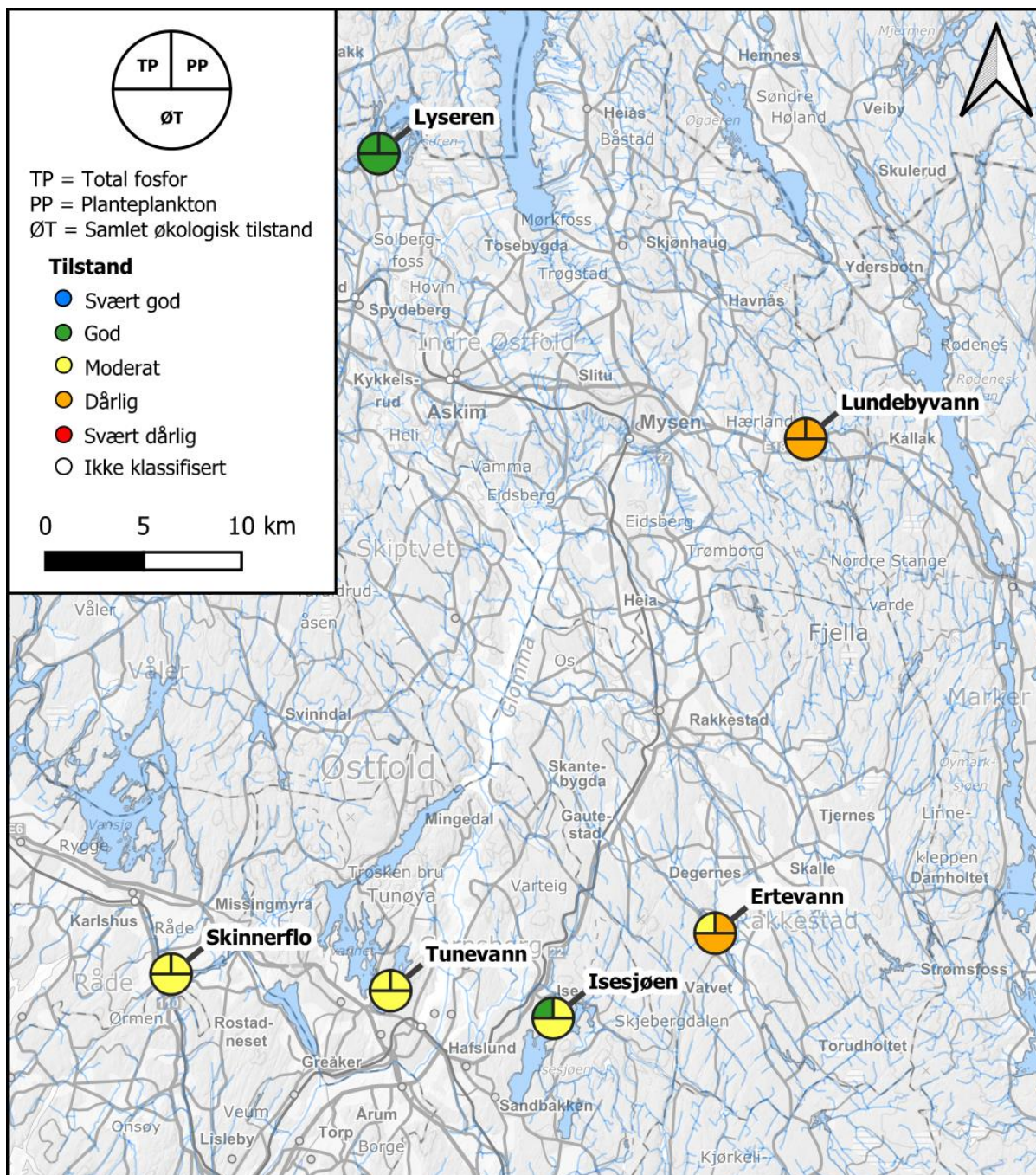
Samfunnet av planteplankton var et helt annet i Skinnerflo enn vi fant i noen av de andre innsjøene i denne undersøkelsen. Gjennom hele vekstsesongen var det kiselalger og svelgflagellater som dominerte. Av kiselalgene var *Aulacoseira italica* den mest dominante. Dette er en art som er klart vanligst i næringsrike innsjøer. Av svelgflagellater var det slekten *Cryptomonas* som utgjorde det vesentlige av biomassen (figur 7-8). Dette er en svært vanlig slekt, som finnes i alle typer innsjøer. Vi observerte også cyanobakterier, blant andre slektene *Aphanizomenon* og *Planktothrix*. Forekomsten av disse var imidlertid svært lav.

I og med at innsjøen er liten og grunn, og både innløpselv og utløpselv er ganske store, skulle man forvente at vannets oppholdstid i Skinnerflo er meget lav. Det er imidlertid ikke nødvendigvis tilfellet, nettopp fordi høydeforskjellen mellom innsjøen og utløpet til sjøen er minimal. Tidvis kan vannutskiftningen da være dårlig. Vi ser da også at det er et normalt utviklet samfunn av planteplankton vi finner i innsjøen. Dette finner vi ikke i rennende vann, i og med at vannbevegelsen der er raskere enn veksten til planktonalgene. I 2024 fant vi at delindekser både for biomasse, artssammensetning (PTI) og total fosfor indikerte en *moderat* tilstand. Til tross for at usikkerheten vil være større i slike grunne leirsjøer enn i vanlige innsjøer, styrker dette sannsynligheten for at *moderat* er den korrekte tilstandsklassen for Skinnerflo i 2024 (tabell 7-6).

Tabell 7-6. Skinnerflo, vurdering av økologisk tilstand, 2024				
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		M		0,46
Total fosfor (µg/l)	36	M	0,20	0,42
Total nitrogen (µg/l)	488	SG	0,67	0,88
Totalvurdering eutrofiering				0,46
Totalvurdering for vannforekomsten				0,46

7.7 Oppsummering 2024 og utvikling i økologisk tilstand over tid

Figur 7-9 oppsummerer økologisk tilstand i 2024 for de seks undersøkte innsjøene i denne undersøkelsen.



Figur 7-9. Oppsummering av økologisk tilstand i 2024 for de undersøkte innsjøene i vannområde Glomma sør for Øyeren.

I tabell 7-7 har vi samlet resultatene for alle komponentene som inngår i kvalitetselementet planteplankton. Denne viser at nEQR-verdiene for artssammensetning (PTI) var lavere enn de for biomasse og klorofyll *a* i Lyseren, Isesjøen og Tunevann. Det forteller at vi her har en artssammensetning som består av en eller flere arter som er problematiske, og som under gitte betingelser kan gi oppblomstringer. Med en fosforkonsentrasjon som vi vanligvis finner i Lyseren er ikke større oppblomstringer særlig sannsynlige, men i Tunevann har vi tidligere registrert slike mange ganger. Nåleflagellaten *Gonyostomum semen* er vanlig i Isesjøen, og hovedårsaken til at PTI får en høy verdi der. Imidlertid har vi verken i 2024 eller tidligere år sett store oppblomstringer av denne arten i Isesjøen, men det gir ingen garanti for at det ikke kan skje i framtiden. For å oppnå en god vannkvalitet og god økologisk tilstand i innsjøer med et slikt samfunn av planteplankton, er det helt avgjørende å holde fosfortilførselen til innsjøen nede.

Tabell 7-7. Oppsummering av normaliserte EQR – verdier (nEQR), og endelig tilstandsklasse ut fra kvalitetselementet planteplankton. PTI = indeks for artssammensetning. SG = Svært god, G = God, M = Moderat, D = Dårlig, SD = Svært dårlig. Enheter: Klorofyll *a* i µg/l, biomasse og cyano_{max} i mg/l, PTI og klasse er uten enhet.

Innsjø	Klorofyll <i>a</i>		Biomasse		PTI		Cyano _{max}		Klasse	
	Status	nEQR	Status	nEQR	Status	nEQR	Status	nEQR	Status	nEQR
Lyseren	SG	0,82	SG	0,91	G	0,63	SG	0,87	G	0,75
Lundebyvann	D	0,23	D	0,38	D	0,36	SG	0,96	D	0,33
Ertevann	D	0,34	D	0,40	M	0,51	SD	0,12	D	0,33
Isesjøen	M	0,44	G	0,63	D	0,39	SG	0,97	M	0,46
Tunevann	M	0,50	M	0,57	D	0,33	G	0,63	M	0,43
Skinnerflo	D	0,38	M	0,51	M	0,47	SG	0,87	M	0,46

I overvåkingsprogrammet til vannområde Glomma sør for Øyeren har alle innsjøene, unntatt Skinnerflo, blitt undersøkt hvert år de seneste 10 årene. I dette programmet ligger Skinnerflo inne med overvåking hvert tredje år. På grunn av endringer i værforhold fra år til år, vil det alltid være en viss variasjon i hva slags resultat man får. For klassifisering av tilstand benyttes derfor data for siste 6-års periode i portalen Vann-nett. For å registrere en utviklingstrend så tidlig som mulig er det en stor fordel med hyppige undersøkelser, og ideelt sett hvert år.

I tabell 7-8 framgår beregnet økologisk tilstand for hvert år i perioden 2014-2024.

Som den eneste innsjøen i denne undersøkelsen oppfyller Lyseren kravet til minst god økologisk tilstand nesten hvert år. Også i 2022 indikerte kvalitetselementet planteplankton at dette kravet var oppfylt, men da ble endelig tilstandsvurdering trukket ned til moderat på grunn av forhøyet konsentrasjon av fosfor. Lundebyvann og Ertevann har nesten hvert år ligget i tilstandsklasse dårlig. Dette skyldes periodevis høy eller svært høy biomasse av henholdsvis cyanobakterier i Ertevann og av nåleflagellaten *Gonyostomum* i Lundebyvann. Skal disse unngås må fosfortilførselen til innsjøene bli lavere enn den er i dag. Isesjøen og Skinnerflo ser ut til å ligge stabilt i tilstandsklassen moderat.

Tabell 7-8. Oppsummering av normaliserte EQR-verdier (nEQR), og endelig tilstandsklasse ut fra kvalitetselementet planteplankton i perioden 2014 – 2023. Forkortelser som i Tabell 12. * nEQR verdi styrt av støttparameteren total fosfor. ** Gjennomsnitt av resultat fra søndre og nordre stasjon i innsjøen.

Innsjø	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Lyseren		0,52 (M)	0,75 (G)	0,90 (SG)	0,70 (G)	0,82 (SG)	0,76 (G)	0,79 (G)	0,51* (M)	0,85 (SG)	0,63* (G)
Lundebyvann	0,11 (SD)	0,22 (D)	0,23 (D)	0,25 (D)	0,23 (D)	0,24 (D)	0,35 (D)	0,32 (D)	0,44 (M)	0,40 (D)	0,33 (D)
Ertevann	0,42 (M)	0,43 (M)	0,50 (M)	0,25 (D)	0,28 (D)	0,42 (M)	0,26 (D)	0,33 (D)	0,22 (D)	0,25 (D)	0,33 (D)
Isesjøen	0,31 (D)	0,37 (D)	0,49 (M)*	0,51 (M)**	0,48 (M)**	0,51 (M)**	0,48 (M)	0,55 (M)	0,58 (M)	0,49 (M)	0,46 (M)
Tunevann	0,17 (SD)	0,32 (D)	0,24 (D)	0,25 (D)**	0,28 (D)**	0,36 (D)**	0,41 (M)	0,41 (M)	0,39 (D)	0,37 (D)	0,43 (M)
Skinnerflo	0,42 (M)	0,44 (M)			0,24 (D)			0,44 (M)			0,46 (M)

Den eneste innsjøen hvor vi i perioden fra 2014-2024 kan se en ganske tydelig forbedring, er i Tunevann. Fortsatt er tilstanden der ikke så god som ønskelig, men de fem høyeste nEQR-verdiene har kommet i de fem siste årene. Tunevann ligger per i dag i grenseområdet mellom *moderat* og *dårlig* tilstand, mens den i perioden 2014-2019 befant seg i midtre eller nedre del av tilstandsklassen *dårlig*. I 2014 var forekomsten av planteplankton så høy at den økologiske tilstanden ble vurdert til *svært dårlig*. Fortsatt er det mye igjen før denne innsjøen vil oppfylle kravet om *god* tilstand, men de tiltak som har blitt foretatt de siste 10 årene, ser ut til å ha hatt en viss positiv effekt.

8 Referanser

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

Harborg, H. R. & Pettersen, S.S. (2024). Prøvefiske i Ertevannet: Økologisk tilstand og tiltak. Semesteroppgave, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

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

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

Vedlegg 1. Nedbørfelt



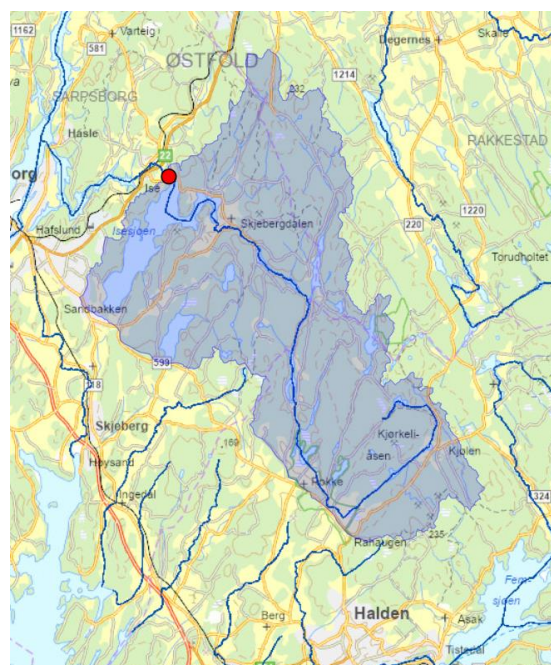
Figur V 1-1. Nedbørfelt, Lyseren



Figur V 1-2. Nedbørfelt, Lundebyvann



Figur V 1-3. Nedbørfelt, Ertevann



Figur V 1-4. Nedbørfelt, Isesjøen



Figur V 1-5. Nedbørfelt, Tunevann



Figur V 1-6. Nedbørfelt, Skinnerflo

Vedlegg 2. Artslister, planteplankton

	2024-05-15	2024-06-27	2024-07-31	2024-08-21	2024-09-18	2024-10-07
Ertevann						
Cyanobakterier						
Anathece sp.	5,7	38,3	6,3	11,6	13,5	1,6
Aphanizomenon flos-aquae		117,5	40,9	19,5	3,4	
Dolichospermum macrosporum		6927,2				
Dolichospermum sp.			931,6			
Limnothrix sp.	1,5	15,5				
Snowella lacustris						0,9
Snowella septentrionalis						5,5
Woronichinia naegeliana	2,6					
Fureflagellater						
Ceratium furcoides			27,0	55,2		
Gymnodinium (<12)					7,1	
Gymnodinium (12-20)				59,1		
Parvodinium inconspicuum	25,1					
Parvodinium umbonatum	4,9	25,7	35,8	18,5		17,2
Peridiniopsis penardiforme	141,6					
Peridinium sp.		39,7				
Peridinium willei				104,1		
Grønnalger						
Ankyra judayi				3,1		
Chlamydomonas (<12)		1,8				
Closterium acutum	3,6			0,5	5,5	5,8
Coccale, koloni, m/gel, ubest.	5,5	26,8				
Coccale, solitær, m/gel, ubest.	2,5	11,4	10,8	62,3	1,3	
Coccale, solitær, u/gel, ubest.	32,0	33,5	18,7	11,0	98,3	11,8
Coelastrum astroideum					6,1	
Coelastrum sphaericum			14,8			
Crucigenia tetrapedia			4,0	16,8	7,1	13,8
Elakatothrix sp.	0,6	3,5				
Gyromitus cordiformis					8,7	
Monoraphidium arcuatum		1,1				
Monoraphidium dybowskii				2,1		
Oocystis parva				4,6	15,1	
Oocystis submarina				0,8		0,6
Pseudopediastrum boryanum		6,7				
Scenedesmus ecornis	4,1	1,4	4,9	2,5	2,3	1,2
Scenedesmus quadricauda				3,4	8,6	
Gullalger						
Bicosoeca planctonica		0,7	0,6		2,0	
Chrysidiastrum catenatum			22,0			
Chrysococcus minutus	0,7	1,7	1,4	14,8	0,6	3,8
Chrysococcus sp.			1,0		1,9	
Chrysophyceae (4-8)	32,1	82,4	45,8	22,3	8,4	
Chrysophyceae (>8)	29,2	12,4	48,8	24,5	16,7	8,1
Dinobryon bavaricum			1,2			
Dinobryon divergens				1,6		
Dinobryon sociale			30,8			
Mallomonas (<24)	8,9			63,1		23,6
Mallomonas caudata					11,5	56,0
Ochromonas sp.	7,4		14,1	2,7	6,3	5,7
Pseudopedinella sp.		2,7	6,0		28,8	
Synura uvella			265,6	283,3		
Uroglenopsis americana			8,7		6,0	
Kiselalger						
Asterionella formosa		1,4		2,4		
Aulacoseira alpigena	43,7	45,2	8,9	18,8	42,4	52,9
Aulacoseira italica		19,6	71,4	103,0	137,9	158,4
Cyclotella (<12)			7,3			5,8
Tabellaria fenestrata			1,5			
Tabellaria flocculosa		2,5			2,1	
Ulnaria (<60)		11,6		1,0		
Urosolenia longiseta	0,6					2,5
Nåleflagellater						
Gonyostomum semen			112,0	1373,7		
Svelgflagellater						
Chroomonas sp.				65,4		
Cryptomonas (<24)	159,5	276,2	460,2	286,7	6,7	140,8

Cryptomonas (24-32)	100,6	198,2	349,0	380,9	6,4	205,1
Cryptomonas (>32)	10,4	12,0	84,1	47,1	22,5	100,2
Katablepharis ovalis			4,3	7,5		
Plagioselmis sp.	61,4	5,4	48,7	163,1	4,5	10,0
Øvrige						
Choanozoa	1,5	4,7		0,9	3,2	
Chrysochromulina parva			4,0			8,0
Picoplankton	20,8	8,8	16,3	6,2	5,3	12,2
Ubestemt (2-4)	5,6	55,6	20,2	56,6	17,6	14,2
Øyealger						
Lepocinclis oxyuris					12,6	
Phacus curvicauda	5,1					
Trachelomonas volvocina		37,0	84,2	2,6	7,4	
Totalbiomasse (µg/l)	717,0	8028,5	2812,9	3303,0	527,9	865,6

	2024-05-15	2024-06-28	2024-08-01	2024-08-22	2024-09-19	2024-10-08
Isestjøen N						
Cyanobakterier						
Anathece sp.	12,6	3,4	4,2	5,9	20,7	2,8
Aphanizomenon flos-aquae			2,2			
Merismopedia tenuissima		0,8				
Woronichinia naegeliana					4,8	22,2
Fureflagellater						
Ceratium furcoides				29,9	24,8	
Ceratium hirundinella			42,1			
Gymnodinium (<12)	12,3		14,8	10,1		
Gymnodinium (12-20)		6,3	11,0	13,2		
Gymnodinium (>20)	4,8	11,5	8,3	19,3		
Parvodinium umbonatum			21,8			
Peridinium cinctum		27,4	27,5			
Grønnalger						
Botryococcus braunii				11,4		
Chlamydomonas (<12)			2,7	1,8		
Closterium acutum				4,2	2,0	
Coccale, koloni, m/gel, ubest.		7,3	3,9			
Coccale, solitær, m/gel, ubest.					1,3	4,5
Coccale, solitær, u/gel, ubest.		6,2	8,4	2,0	1,9	11,3
Crucigenia tetrapedia		1,0			5,0	
Elakatothrix sp.				3,2		
Kirchneriella sp.				4,3		
Monoraphidium arcuatum					0,9	
Monoraphidium contortum					3,1	
Monoraphidium dybowskii	3,5	1,3	2,8	3,4		
Monoraphidium griffithii			3,8			
Monoraphidium komarkovae			3,4			
Oocystis parva		3,9				
Oocystis submarina	0,6		2,5			
Scenedesmus ecornis			3,6		0,8	3,1
Scenedesmus planctonicus			8,5			
Scenedesmus quadricauda					4,7	1,0
Gullalger						
Chromulina sp.				1,2		1,0
Chrysiasterium catenatum	10,4					
Chrysococcus minutus	0,6	1,2	3,3	0,6	4,5	0,4
Chrysococcus sp.	1,0	0,9			0,9	1,6
Chrysophyceae (4-8)	14,9	12,4	18,0	29,7	17,2	15,1
Chrysophyceae (>8)		8,0	11,2	53,1	16,5	9,0
Dinobryon bavaricum			3,6			
Dinobryon borgei		1,1				
Dinobryon divergens	0,4		0,5			
Mallomonas (<24)	54,4					
Mallomonas caudata				56,0		4,2
Ochromonas sp.	3,8	2,9	5,3	14,1	2,9	1,0
Pseudopedinella sp.	10,7		8,6	4,2		
Spiniferomonas sp.	5,1					
Synura uvella		106,0				
Uroglenopsis americana		13,3	42,7			
Kiselalger						
Acanthoceras zachariasii				2,9		

Aulacoseira alpigena	4,1	6,1	4,7		178,7	39,5
Aulacoseira italica		6,1	9,9	6,5	18,9	61,1
Cyclotella (<12)		6,7		14,7		
Cyclotella (12-20)			35,2			
Tabellaria fenestrata	1,2	29,3	6,8			
Tabellaria flocculosa						13,0
Ulnaria (<60)	0,1				4,1	
Urosolenia longiseta			1,2	2,6	0,9	0,1
Nåleflagellater						
Gonyostomum semen	11,8	1028,3	759,6	517,5	470,6	18,5
Svelgflagellater						
Cryptomonas (<24)	63,0	41,8	67,8	12,5	48,3	10,6
Cryptomonas (24-32)	193,4	61,3	82,0	30,6	19,5	10,4
Cryptomonas (>32)	46,5		14,6		9,6	
Katablepharis ovalis	5,0	2,9	5,9			
Plagioselmis sp.	53,4	25,2	9,7	12,5	24,6	11,2
Øvrige						
Choanozoa		0,7	1,6	2,0	0,8	
Chrysochromulina parva		4,1	1,2			0,9
Picoplankton	15,2	11,4	18,4	12,8	16,9	15,8
Ubestemt (2-4)	18,6	176,2	31,3	10,7	31,5	17,1
Øyealger						
Lepocinclis oxyuris				12,8		
Trachelomonas volvocina	2,6					
Totalbiomasse (µg/l)	549,8	1614,9	1314,5	905,6	936,1	275,1

	2024-05-14	2024-06-27	2024-07-31	2024-08-21	2024-09-18	2024-10-07
Lundebyvann						
Cyanobakterier						
Anathece sp.		8,0	2,0	11,6	12,5	6,5
Merismopedia tenuissima			0,8			
Snowella lacustris		17,3	3,3			
Woronichinia naegeliana		6,2				
Fureflagellater						
Ceratium furcoides		28,3	139,3			
Ceratium hirundinella			31,5			
Gymnodinium (<12)	9,0		8,1			
Gymnodinium (12-20)	10,6	18,5	4,8			
Gymnodinium (>20)		162,8	60,5			
Parvodinium inconspicuum			12,0			
Parvodinium umbonatum				11,0		
Grønnalger						
Acutodesmus acutiformis						0,3
Ankyra judayi	1,7					
Botryococcus braunii		16,4				
Chlamydomonas (>12)			10,8			
Closterium acutum				1,9		9,8
Coccale, koloni, m/gel, ubest.	2,0	32,1				25,8
Coccale, solitær, m/gel, ubest.	8,9	1,2	3,8	2,1		2,9
Coccale, solitær, u/gel, ubest.	11,3	11,5	5,7	14,0	15,1	10,5
Crucigenia tetrapedia		4,3	6,1			18,9
Gyromitus cordiformis				7,9	8,2	
Monoraphidium dybowskii	5,5	7,4	2,4			
Monoraphidium griffithii	1,8	0,8	0,4			
Mucidosphaerium pulchellum		27,9				
Oocystis parva					4,7	
Oocystis submarina		5,6				
Paramastix conifera			10,1			
Scenedesmus arcuatus						1,1
Scenedesmus ecornis					1,7	5,7
Gulgrønnalger						
Gloeobotrys limneticus		1,4				
Gullalger						
Bicosoeca planctonica						0,5
Bitrichia chodatii	1,8			2,0		
Chromulina sp.			1,0	1,0		0,8
Chrysiaster catenatum	17,1		13,4			
Chrysococcus minutus	31,2	10,2	1,6	3,5	1,1	0,8
Chrysococcus sp.	0,8	4,8			0,9	
Chrysoikis skujae	1,1					

Chrysophyceae (4-8)	15,1	8,8	28,8	35,5	11,8	21,9
Chrysophyceae (>8)		24,7			23,0	7,3
Dinobryon acuminatum	1,2					
Dinobryon bavaricum	11,9	2,7				
Dinobryon borgei	0,8					
Dinobryon divergens			11,0			
Mallomonas (<24)	37,1	136,9	19,8	13,9		9,8
Mallomonas akrokomos		6,3				
Mallomonas caudata					5,0	
Ochromonas sp.	1,2	3,3	5,6	6,1	7,3	3,0
Pseudopedinella sp.	36,8	12,7	11,6	7,6	7,8	2,2
Synura uvella			33,5	59,4		
Uroglenopsis americana	5,5	5,3			3,1	
Kiselalger						
Asterionella formosa		3,8				
Aulacoseira alpigena	28,1			1,7		11,9
Aulacoseira italica	1,9	8,9	76,9		18,2	29,7
Cyclotella (<12)						4,1
Cyclotella (12-20)		17,2				
Eunotia zasuminensis			1,1			
Tabellaria fenestrata	2,1		20,2	5,5	31,8	
Tabellaria flocculosa	5,8					
Ulnaria (<60)			0,8			
Urosolenia eriensis			1,3			
Urosolenia longiseta	3,1	1,2		4,4		2,8
Nåleflagellater						
Gonyostomum semen	8,4	419,6	1732,4	7351,0	1495,7	44,3
Svelgflagellater						
Cryptomonas (<24)	10,7	20,6	24,9	7,3	12,7	34,4
Cryptomonas (24-32)	54,8	5,9	15,0	33,0	4,7	41,5
Cryptomonas (>32)	11,2					40,2
Katablepharis ovalis	8,7	2,1	1,9	1,8	2,0	1,3
Plagioselmis sp.	9,9	11,3	10,6	11,9	10,1	4,7
Øvrige						
Choanozoa	0,7	3,2		0,9		
Chrysochromulina parva					2,1	
Picoplankton	9,4	4,3	22,1	25,4	8,9	10,8
Ubestemt (2-4)	26,9	14,5	19,3	44,2	13,6	30,6
Øyealger						
Lepocinclis oxyuris		10,3				
Trachelomonas volvocina		2,5			15,8	18,0
Totalbiomasse (µg/l)	393,9	1090,9	2354,7	7664,6	1717,7	402,3

	2024-05-14	2024-06-27	2024-07-31	2024-08-21	2024-09-18	2024-10-07
Lyseren						
Cyanobakterier						
Anathece sp.		3,5	3,2	20,1	31,9	6,7
Aphanizomenon flos-aquae					10,2	
Chroococcus minutus			8,6	7,1	0,8	2,9
Dolichospermum flos-aquae				11,2		
Dolichospermum planctonicum	50,9	16,4				13,9
Dolichospermum sigmoideum			4,4	28,8	9,1	
Microcystis aeruginosa					3,8	
Microcystis wesenbergii						4,8
Planktothrix sp.		12,5				12,0
Snowella lacustris		1,1	20,2	5,4		10,2
Woronichinia naegeliana	21,4	10,3	33,3	18,5	50,4	11,1
Fureflagellater						
Ceratium hirundinella		36,7				
Gymnodinium (<12)	6,9	3,1		5,7	14,1	3,4
Gymnodinium (12-20)		7,9				
Gymnodinium (>20)			6,6			
Parvodinium inconspicuum		5,5				
Parvodinium umbonatum		1,5	10,7			
Peridinium willei	18,7					
Grønnalger						
Ankyra judayi						0,4
Botryococcus braunii	6,1	16,8	15,9	30,7	24,4	10,6
Coccale, koloni, m/gel, ubest.	0,9	50,5	1,0	22,7	31,0	2,0
Coccale, solitær, m/gel, ubest.		4,5	9,7	4,3	17,1	

Coccale, solitær, u/gel, ubest.	12,2	14,7	1,8	22,1	14,7	5,4
Cosmarium sp.		1,2	3,1		3,8	
Crucigenia tetrapedia				1,9	3,3	4,7
Desmodesmus denticulatus			0,7			
Elakatothrix sp.						0,4
Eudorina elegans						12,7
Monoraphidium dybowskii				2,0		1,5
Monoraphidium griffithii			1,0			
Oocystis parva					9,0	
Oocystis submarina				0,6		
Quadrigula pfitzeri			13,1	6,8		
Scenedesmus ecornis				2,5		
Scenedesmus planctonicus				2,2		
Spondylosium planum		4,0	2,1			
Staurastrum chaetoceras		1,0	0,8	0,6	2,2	
Staurastrum paradoxum						0,5
Gullalger						
Bitrichia chodatii				1,3		
Chromulina sp.			1,4	0,7		0,4
Chrysidiastrum catenatum		6,5	17,5			
Chrysococcus minutus	4,6	0,8		7,4	0,4	14,8
Chrysococcus sp.	2,0				0,5	
Chrysophyceae (4-8)	8,0	5,2	73,8		3,9	9,9
Chrysophyceae (>8)	6,7	6,7	25,6	25,2	3,7	11,4
Dinobryon bavaricum	3,4		0,8	1,8		
Dinobryon borgei		0,6				
Dinobryon divergens		6,8	4,3	4,7		
Dinobryon sociale			2,4			
Kephyrion sp.	1,6					
Mallomonas (<24)			16,1			
Mallomonas akrokomos			1,3			7,5
Mallomonas caudata		55,3	30,4		23,8	
Ochromonas sp.	3,4	0,7	1,9	5,3	1,9	0,6
Pseudopedinella sp.	8,5		12,3	16,8		0,7
Stichogloea doederleinii		3,1	0,4			0,8
Synura uvella	19,2		6,8	47,0		
Uroglenopsis americana	11,4	6,4	51,0	10,2		0,6
Kiselalger						
Asterionella formosa	0,4					
Aulacoseira alpigena	1,1					
Aulacoseira italica	23,7					
Cyclotella (<12)	4,2	7,8		6,7		
Cyclotella (12-20)	12,9	87,2				5,0
Fragilaria crotonensis						12,4
Tabellaria fenestrata	24,4	73,3	1,4	43,1	14,5	39,9
Ulnaria (>120)					0,6	1,9
Urosolenia longiseta	2,8				0,3	
Svelgflagellater						
Cryptomonas (<24)	44,2	29,8	46,3	6,6	41,2	27,2
Cryptomonas (24-32)	30,4	11,3	44,1	41,4	14,6	19,3
Cryptomonas (>32)	28,5		64,6			17,4
Katablepharis ovalis			1,6			
Plagioselmis sp.	6,4	10,0	43,3	42,3	7,0	17,3
Øvrige						
Choanozoa	0,8		0,5	1,1		
Chrysochromulina parva	4,0	4,5	0,8	6,7		
Picoplankton	14,7	13,1	12,9	8,5	2,9	10,7
Ubestemt (2-4)	21,7	12,4	9,2	25,0	7,5	13,9
Øyealger						
Trachelomonas volvocina				1,7		
Totalbiomasse (µg/l)	406,0	532,6	606,9	496,8	348,4	314,7

	2024-05-15	2024-06-28	2024-08-01	2024-08-22	2024-09-19	2024-10-08
Skinnerflo						
Cyanobakterier						
Anathece sp.	4,4	101,9	18,6	28,4	18,4	2,1
Aphanizomenon flos-aquae			4,1			
Aphanocapsa sp.				11,5		
Limnothrix sp.		5,0		7,2		4,5
Planktothrix prolifica			26,3			
Snowella septentrionalis			43,2			
Fureflagellater						
Gymnodinium (<12)		34,0				
Parvodinium umbonatum		10,0		8,8		16,5
Peridinium sp.		8,6	69,6			
Grønnalger						
Ankistrodesmus fusiformis			4,7	0,7		
Ankyra judayi			1,4			
Chlamydomonas (<12)			1,3		19,8	5,3
Chlamydomonas (>12)	0,9					
Closterium acutum				1,1	0,7	
Coccale, koloni, m/gel, ubest.	5,6	28,2	46,0		4,2	
Coccale, solitær, m/gel, ubest.	0,7			1,7		8,2
Coccale, solitær, u/gel, ubest.	31,1	14,8	2,2	19,4	57,0	45,8
Desmodesmus denticulatus					14,2	
Desmodesmus opoliensis				19,3		
Golenkinia radiata	2,2					
Koliella sp.			0,2	4,4		
Micractinium pusillum			13,4			
Monoraphidium arcuatum				3,8		
Monoraphidium contortum	5,7	11,5		6,9		0,7
Monoraphidium griffithii	2,7					
Mucidosphaerium pulchellum					6,6	
Oocystis submarina					1,4	
Paulschulzia tenera		15,7				
Tetrademus dimorphus			7,8			
Gullalger						
Bitrichia chodatii				3,9		
Chromulina sp.			2,2		4,7	0,8
Chrysidiastrum catenatum		10,7				
Chrysococcus minutus		0,9		9,0	0,8	0,7
Chrysococcus sp.	2,2	3,5	12,5	3,2		1,2
Chrysophyceae (4-8)	11,7	84,5	11,0	89,7	32,2	15,9
Chrysophyceae (>8)	24,3		11,9	43,0		51,1
Dinobryon bavaricum			1,3			
Dinobryon borgei	0,9					
Dinobryon sociale	1,6					
Mallomonas (<24)	15,1			73,6	17,3	18,7
Mallomonas akrokomos		22,2		18,8		2,8
Mallomonas caudata						47,6
Ochromonas sp.	5,9	6,1	3,5	3,7		3,3
Pseudopedinella sp.	7,2	12,6		7,0	18,7	8,1
Synura uvella				11,5	31,5	
Uroglenopsis americana		8,8				
Kiselalger						
Acanthoceras zachariasii		13,3	22,5	39,5		
Asterionella formosa	13,7	4,8	46,9	1,3	0,7	
Aulacoseira alpigena				10,6		1,5
Aulacoseira granulata			82,7	14,0		
Aulacoseira italica	2772,8	55,1	406,2	670,4	153,2	49,3
Belonastrum berlinensis		1,3	15,0	10,4		
Cyclotella (<12)		11,2	13,5	21,2		
Cyclotella (12-20)	1,8			19,8	3,3	
Diatoma tenue			1,5	3,9		
Tabellaria fenestrata		25,9		8,2	14,3	
Ulnaria (<60)	3,8	71,1	11,3	8,9	0,2	2,2
Ulnaria (60-120)		132,4	20,8	3,1	0,5	
Ulnaria (>120)		197,6		2,8	2,3	38,5
Ulnaria ulna		11,5	17,1	15,5		5,3
Urosolenia eriensis			1,7	2,1		
Urosolenia longiseta	2,2	5,2			5,0	
Svelgflagellater						
Chroomonas sp.	8,1					
Cryptomonas (<24)	202,9	339,0	200,9	107,1	183,1	81,6
Cryptomonas (24-32)	405,8	204,7	212,4	54,5	327,1	94,6
Cryptomonas (>32)	248,3	51,0	126,2	179,9	303,8	52,5

Katablepharis ovalis		8,6		3,1		
Plagioselmis sp.	41,8	141,6	35,3	77,7	85,7	20,9
Øvrige						
Choanozoa	0,6	1,9				
Chrysochromulina parva	1,9	1,0	13,0		1,2	
Picoplankton	26,0	40,1	17,1	33,8	13,5	27,7
Ubestemt (2-4)	35,4	129,8	73,2	41,3	64,5	32,3
Øyealger						
Euglena sp.	4,4	89,0				
Lepocinclis oxyuris					18,9	
Trachelomonas volvocina	1,9		49,0	15,4		
Totalbiomasse (µg/l)	3893,8	1915,0	1647,8	1720,7	1404,8	639,8

	2024-05-15	2024-06-28	2024-08-01	2024-08-22	2024-09-19	2024-10-08
Tunevann						
Cyanobakterier						
Anathece sp.	7,1	13,0	247,4	85,2	82,7	60,7
Aphanizomenon flos-aquae				10,6	8,8	10,7
Chroococcus minutus			22,0			
Dolichospermum sigmoideum	36,1		12,5		14,5	49,4
Dolichospermum spiroides		16,1		13,8		
Microcystis aeruginosa						24,2
Microcystis wesenbergii		36,7	36,1	70,5	246,0	165,2
Planktolyngbya limnetica		3,9	16,1	26,2	208,2	170,9
Planktothrix sp.				4,9		12,1
Snowella lacustris			6,7	485,0	224,3	240,9
Snowella septentrionalis	6,4					
Woronichinia compacta				127,6	44,3	
Woronichinia naegeliana			68,9	5,1	56,4	11,9
Fureflagellater						
Ceratium furcoides			30,3	80,2		
Ceratium hirundinella		324,1	77,7			
Gymnodinium (<12)				21,1		
Gymnodinium (12-20)			12,0			
Gymnodinium (>20)		87,9	25,8			
Gyrodinium helveticum	16,2					
Peridinium cinctum		22,6	23,1			
Grønnalger						
Ankyra judayi			1,0			
Botryococcus braunii		33,4				14,9
Closterium acutum		14,2	13,6	11,4		9,9
Coccale, koloni, m/gel, ubest.	5,6	55,1	10,4	4,9		10,6
Coccale, solitær, m/gel, ubest.		5,0			10,5	2,8
Coccale, solitær, u/gel, ubest.		30,9		7,7		13,1
Cosmarium sp.	1,5					
Crucigenia tetrapedia						9,3
Desmodesmus denticulatus			5,3			
Elakatothrix sp.		1,1				
Monoraphidium contortum	1,4					
Monoraphidium dybowskii		2,3	1,2		1,1	
Monoraphidium komarkovae	0,9					
Oocystis parva			11,8	4,4	78,2	
Oocystis rhomboidea		6,3				2,5
Oocystis submarina		2,1				
Pseudopediastrium boryanum						5,5
Scenedesmus ecornis			1,0			2,0
Scenedesmus quadricauda				16,1		
Staurastrum chaetoceras					7,0	6,3
Stauridium tetras				19,9		
Staurodesmus dejectus		6,1				
Staurodesmus incus			2,0		15,8	
Gulgrønnalger						
Gloeobotrys limneticus		7,4	29,1	2,8		
Gullalger						
Chrysidiastrum catenatum						6,3
Chrysococcus minutus	0,9	4,8	1,6	4,6	0,6	
Chrysococcus sp.	3,4	1,0		1,7		
Chrysophyceae (4-8)	29,9	21,1	38,8	16,4	5,3	20,1
Chrysophyceae (>8)	17,4	26,1		32,6	34,1	15,0
Dinobryon bavaricum	259,8	2,1	2,3			2,7

Dinobryon divergens						0,6
Dinobryon sociale	59,0	5,4				
Mallomonas (<24)			21,7	17,8	28,8	
Mallomonas akrokomos		15,2	4,4	2,1		
Mallomonas caudata			90,7			68,2
Mallomonas tonsurata		35,1	21,5			
Ochromonas sp.	3,1		6,2	10,7	3,1	
Pseudopedinella sp.	10,3	7,5			2,7	2,6
Synura uvella		104,1				
Uroglenopsis americana		26,2				
Kiselalger						
Asterionella formosa	7,4	14,1			30,3	7,0
Aulacoseira alpigena					14,1	68,3
Aulacoseira granulata			1,8		241,6	
Aulacoseira italica				11,4	27,4	28,6
Cyclotella (<12)			11,5	9,3		11,7
Cyclotella (12-20)	4,8		20,1			
Cyclotella (>20)				5,2		
Fragilaria crotonensis		10,3	91,4	8,7		
Tabellaria fenestrata			4,7			
Tabellaria flocculosa			9,9			
Ulnaria (<60)						1,8
Svelgflagellater						
Cryptomonas (<24)	15,5	235,9	31,8	29,3	27,8	15,0
Cryptomonas (24-32)	117,9	145,0	48,4	63,4	19,7	18,7
Cryptomonas (>32)	7,9				44,3	
Katablepharis ovalis		4,1	4,7		9,7	3,1
Plagioselmis sp.	27,2	25,8	118,9	16,5	15,1	3,6
Øvrige						
Choanozoa	1,1	4,4		0,8	1,6	
Chrysochromulina parva		11,8	36,1	6,0	0,7	3,6
Picoplankton	13,6	3,8	16,9	13,8	18,4	6,8
Ubestemt (2-4)	47,9	20,6	38,4	19,8	31,8	37,2
Øyealger						
Trachelomonas volvocina		16,6	44,4	24,4	34,1	129,1
Totalbiomasse (µg/l)	702,3	1409,3	1320,2	1292,0	1588,9	1273,0