

Glomma sør for Øyeren

Overvåking av innsjøer i vannområde Glomma sør for Øyeren

2025

Oppdragsnr.: 52403982 Dokumentnr.: 02 Revisjon: J03 Dato: 2026-02-26



Oppdragsgiver:	Glomma sør for Øyeren
Oppdragsgivers kontaktperson:	Maria Ystrøm Bislingen
Rådgiver:	Norconsult Norge AS
Oppdragsleder:	Trond Stabell
Fagansvarlig:	Trond Stabell
Andre nøkkelpersoner:	Elise Finsrud Kirkebøen, Admir Velic, Ruth Vingerhagen

Forord

I perioden fra mai til oktober 2025 ble det månedlig gjennomført innsamling av vannprøver for kjemisk - og biologisk analyse i 6 innsjøer i kommunene Indre Østfold, Rakkestad, Sarpsborg og Halden. 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 Elise Finsrud Kirkebøen. Admir Velic, Trygve Leigland Njaa og Lisa Nielsen 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 ved utløpet av Stomperudbekken/Blytjernbekken. Alle foto er tatt av Norconsult Norge AS.

Norconsult Norge AS 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 Sæther (Lundebyvannet), Anna Sara Söderlund Fjeld (Isesjøen) og John Martin Snopestad (Ertevannet). En takk også til alle andre som har vært involvert i prosjektet.



Trond Stabell

Sandvika, 26. februar 2026

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
A01	9. feb 2026	Internt utkast	Trond Stabell	Lisa Nielsen	Trond Stabell
B02	11. feb 2026	Til gjennomsyn	Trond Stabell	Lisa Nielsen	Trond Stabell
J03	26. feb 2026	Til bruk	Trond Stabell	Lisa Nielsen	Trond Stabell

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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, Rakkestad, Sarpsborg og Halden.

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

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

Oversikt over fastsatt økologisk tilstand i 2025 for innsjøene som inngikk i denne undersøkelsen.

Kommune	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Indre Østfold		Lyseren		Lundebyvann	
Rakkestad					Ertevann
Sarpsborg			Isesjøen	Tunevann	
Halden			Rokkevann		

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	5
2.	Metoder	6
	Feltarbeid og analyser	6
	Tilstandsvurdering	6
	Generelle prinsipper	6
	Grenseverdier og EQR	7
	Utrekning av nEQR for kvalitetselementet <i>planteplankton</i>	9
3.	Plankton i innsjøer	10
3.1	Sesongsuksessjon av planteplankton	10
3.2	Typisk suksessjonsmønster, næringsfattige innsjøer.	12
3.3	Typisk suksessjonsmønster, næringsrike innsjøer.	12
4.	Lokaliteter og værforhold i 2025	14
	Oversikt over innsjøene som inngår i undersøkelsen	14
	Værforhold i 2025	15
5.	Sjikttingsforhold og oksygeninnhold	17
	Lyseren	17
	Lundebyvann	18
	Ertevann	19
	Isesjøen	20
	Tunevann	21
	Rokkevann	22
6.	Vannkjemi	23
7.	Resultater	26
7.1	Lyseren	26
7.2	Lundebyvann	28
7.3	Ertevann	30
7.4	Isesjøen	33
7.5	Tunevann	36
7.6	Rokkevann	38
7.7	Oppsummering 2025 og utvikling i økologisk tilstand over tid	40
8	Referanser	43
	Vedlegg 1. Nedbørfelt	44

1 Innledning

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

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

Det gjeldende klassifiseringssystemet for vurdering av økologisk tilstand i vannforekomster baserer seg på å kvantifisere graden av påvirkning. Primært gjøres dette ved å se på biologiske parametere hvor responsen på ulike typer påvirkninger er kjent. Disse suppleres med vannkjemiske parametere. På bakgrunn av resultatene vurderes påvirkningsgrad, og den økologiske tilstanden i vannforekomsten kategoriseres som enten *svært god*, *god*, *moderat*, *dårlig* eller *svært dårlig* (Miljødirektoratet, 2026). 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

Feltarbeid og analyser

Gjennom sesongen ble det i innsjøene tatt prøver seks ganger månedlig, i perioden mai – oktober. Dette oppfyller kravene til datamengde for vurdering av økologisk tilstand basert på kvalitetselementet planteplankton, slik som angitt i klassifiseringsveileder 02:2018 (Miljødirektoratet, 2026).

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.

Tilstandsvurdering

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

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

Grenseverdier og EQR

Den gjeldende klassifiseringsveilederen gir informasjon om aktuelle analyser for å vurdere tilstanden i ferskvannsforekomster. I denne finnes også grenseverdier for inndeling i ulike kvalitetsklasser (Miljødirektoratet, 2026).

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

Ved klassifisering normaliseres EQR – verdiene (nEQR) for de ulike parametere på en slik måte at klassegrensene for nEQR alltid blir 0.8, 0.6, 0.4 og 0.2. For mer utdypende forklaring om EQR-verdier og normalisering av disse, henvises det til nevnte veileder (Miljødirektoratet, 2026).

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 høyderegion de ligger i, kalsiumkonsentrasjonen og innholdet av organisk materiale, benyttes klassegrenser etter såkalte NGIG-typer (*Northern Geographical Intercalibration Group*). I tabellene 2-1 – 2-3 vises grenseverdiene til kvalitetselementet planteplankton for de innsjøtypene som er relevante i denne undersøkelsen. Disse parameterne er: Total biomasse av planteplankton, indeks for artssammensetning (PTI), biomasse av cyanobakterier (Cyano_{max}) og klorofyll *a*. Enhetene i disse tabellene er: mg/l for total biomasse og cyano_{max}, og µg/l for klorofyll *a*, totalfosfor og totalnitrogen. PTI er uten enhet.

- **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.

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

- **Klorofyll a:** Planteplankton inneholder klorofyll. Dette kan ekstraheres ved bruk av f.eks. metanol, etanol eller aceton. I spektrofotometer måles absorpsjonen av prøven ved utvalgte bølgelengder, og innholdet av klorofyll a beregnes ved bruk av en formel.
- **PTI:** Hver art er gitt en PTI-verdi ut fra hvor vanlig den er å treffe på i næringsfattige eller næringsrike innsjøer. Denne verdien multipliseres med den andelen arten utgjør av totalbiomassen. Dette gjøres for hver art, og summen av disse produktene gir prøvens PTI-score.
- **Cyano_{max}:** Den høyest registrerte biomassen av cyanobakterier gjennom sesongen.

Tabell 2-1. Klassegrenser for vanntype L-N1. Relevant for Lyseren og Tunevann.

Parameter	Referanse-verdi	Maksimal-verdi	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. Relevant for Lundebyvann, Isesjøen og Rokkevann,

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

Tabell 2-3. Klassegrenser for vanntype L-N8. Relevant for Ertevann.

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

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

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

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

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

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

Totalnitrogen er også en støtteparameter i vurderingen av eutrofiering. Siden det er fosfor som vanligvis er begrensende faktor for vekst av planteplankton, blir imidlertid denne som regel ikke inkludert i klassifiseringen. Det skal bare gjøres dersom man kan anta nitrogenbegrensning, noe som primært forekommer i svært næringsrike vannforekomster (Miljødirektoratet, 2026).

Utgregning av nEQR for kvalitetselementet *planteplankton*

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

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

Et eksempel:

Parameter	nEQR
Klorofyll <i>a</i>	0,70
Biomasse, planteplankton	0,66
PTI	0,84
Cyano _{maks}	0,56

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

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

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

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

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

3. Plankton i innsjøer

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

3.1 Sesongsuksesjon av planteplankton

Vinter

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

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

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

Vår

Etter isgang vil vannmassene varmes opp. Så lenge temperaturen er lav skal det lite vindpåvirkning til for å blande vannmassene. Innsjøen er inne i en periode med *fullsirkulasjon*. Planktonalger (og cyanobakterier) er svært små, og selv om lysinnstrålingen kan være sterk, vil lysforholdene for en enkelt algecelle likevel være dårlige, særlig i dypere innsjøer. Dette fordi algecellen bare i en kort periode er nær overflaten. Næringssalter som gjennom vinteren er frigjort i bunnvannet blandes nå inn i vannmassene pga. sirkulasjonen. Næringsforholdene er derfor gjerne gode, mens vanntemperaturen fortsatt er lav. Under slike betingelser med lite lys, lav vanntemperatur og relativt høy konsentrasjon av bl.a. fosfor, er det vanligvis arter innenfor gruppen av kiselalger som vokser raskest. Disse vil da dominere samfunnet av planteplankton, og svært ofte danne det vi kaller en *våroppblomstring*.

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

Sommer

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

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

Like etter at vannmassene sjiktes får vi derfor gjerne en fase hvor det er lite planteplankton 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 planteplankton 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 biomassen av planteplankton på et akseptabelt nivå.

En del cyanobakterier, noen fureflagellater, nåleflagellaten *Gonyostomum semen*, og enkelte andre arter omtales gjerne som problemarter. Mange cyanobakterier produserer toksiner, mest vanlig microcystin. Blir konsentrasjonen av slike toksiner tilstrekkelig høy, vil det redusere bruksområdene til vannet. Fellestrekket for disse problemartene, 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 cellene, 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.

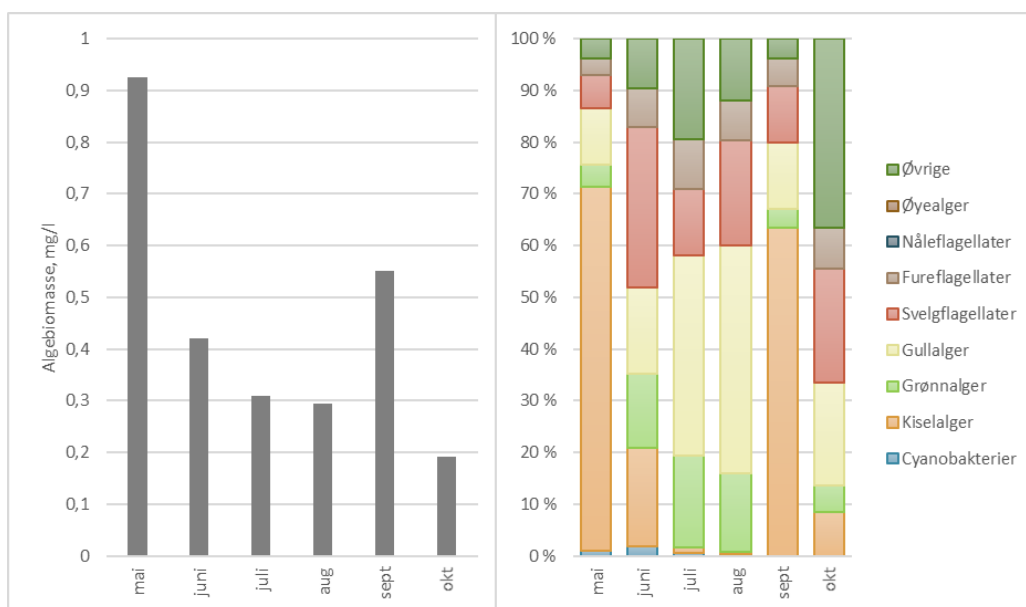
En del cyanobakterier har gassblærer i cellene, og når de dør kan de i første omgang heller flyte opp enn å synke til bunns. Oppblomstringen blir da veldig synlig ved at det dannes klumper av cyanobakterier, eller et malingsliknende belegg i overflaten.

Høst

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

3.2 Typisk suksesjonsmønster, næringsfattige innsjøer.

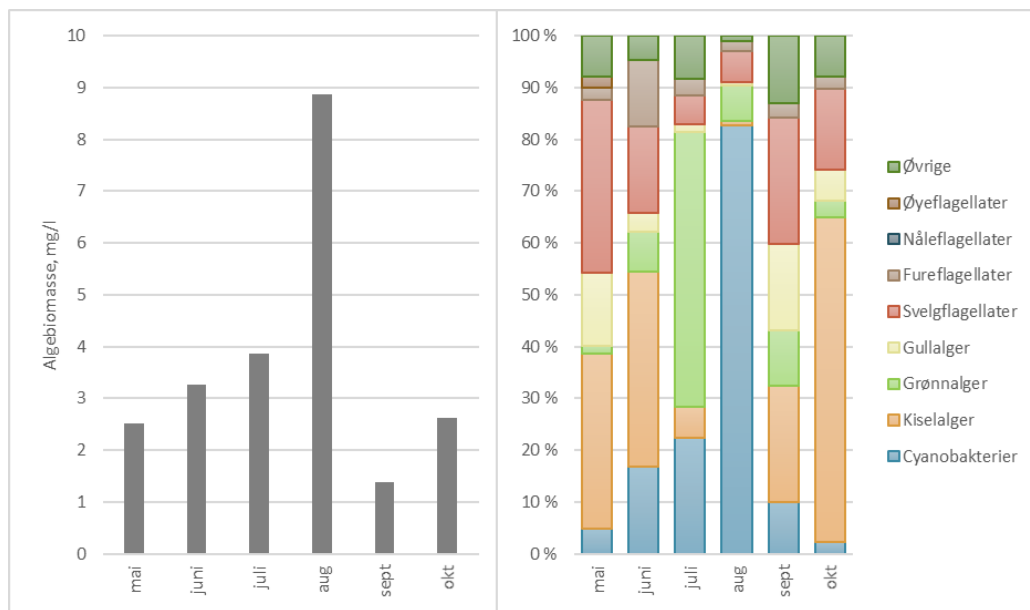
- Med en månedlig prøvetakingsfrekvens er det umulig å vite hvor nær toppen man treffer i vår- og høstoppblomstringen. Ofte vil vi derfor ikke registrere noen topp der. I eksempelet under ser vi hvordan det kan se ut dersom prøvetakingen skjer i nærheten av en slik topp (figur 3-1, venstre del). Maksimal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



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

3.3 Typisk suksesjonsmønster, næringsrike innsjøer.

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

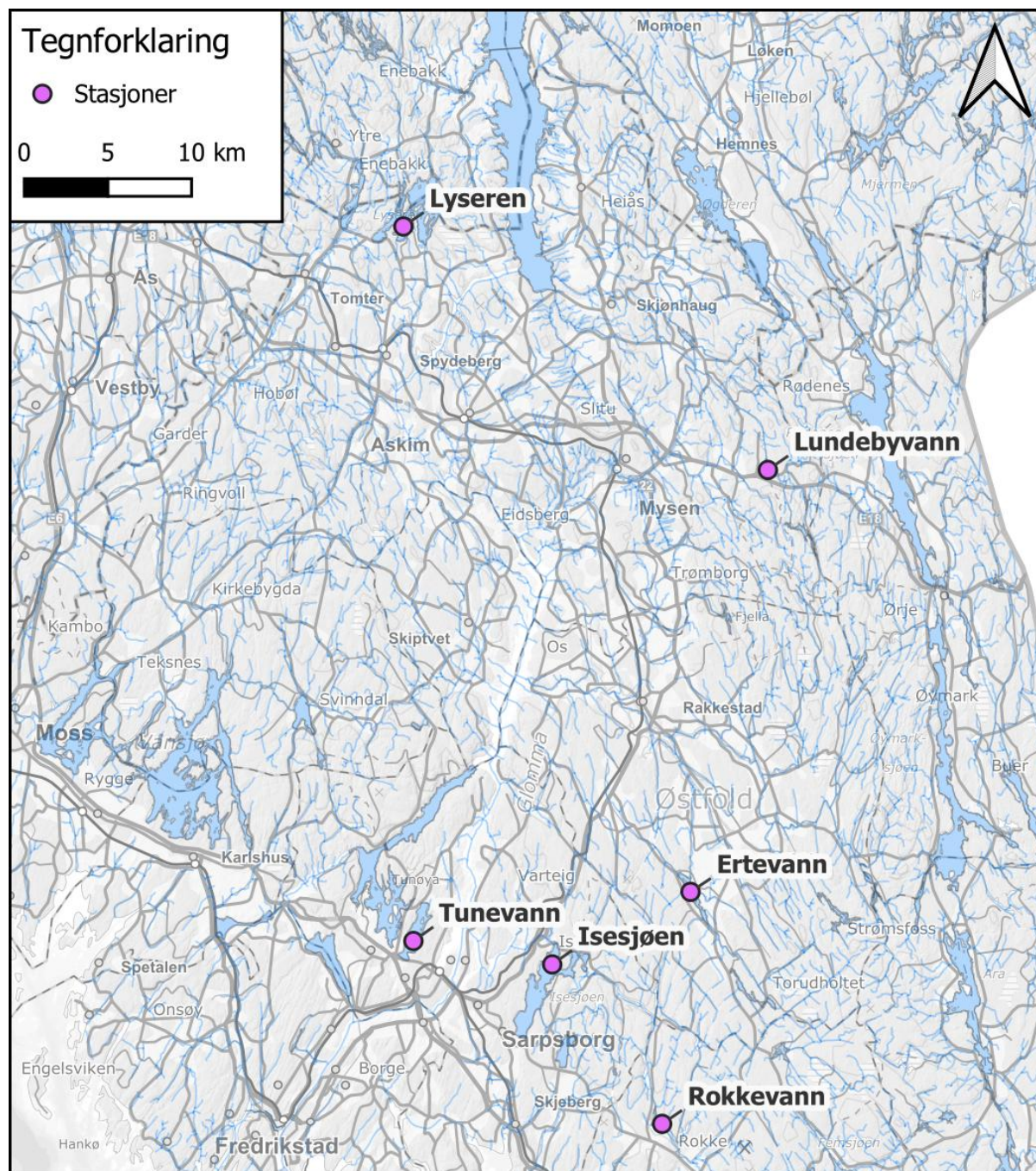


Figur 3-2. Eksempel på et typisk suksesjonsmønster av planteplankton i en næringsrik innsjø. Merk at skalering på y-aksen i venstre figur er annerledes enn i figur 3-1.

4. Lokalteter og værforhold i 2025

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.

Værforhold i 2025

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.

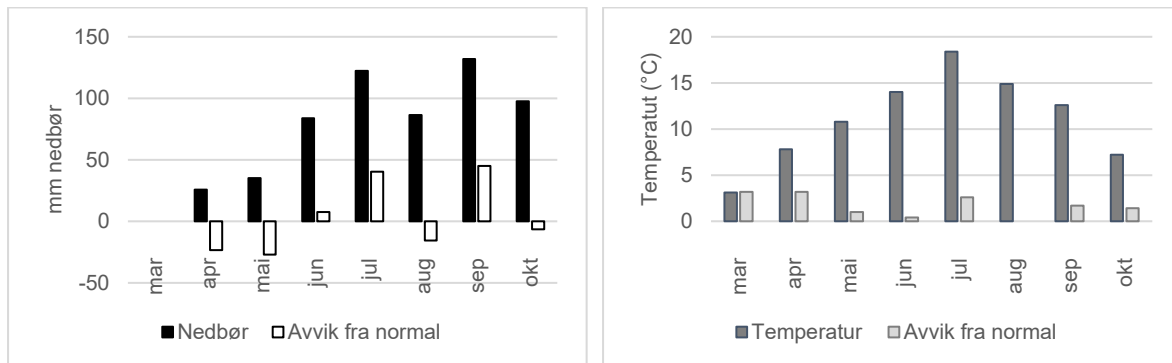
Varierende værforhold gir seg også utslag i nedbørfeltet. Som oftest er det fosfor som er den begrensende faktor for veksten til planteplankton i innsjøer. Skulle vi få en periode med mye nedbør og dermed høy tilførsel av næringsstoffer, og denne etterfølges av en solfylt og varm periode, kan det på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

April er muligens den måneden hvor vi i denne delen av landet kan si at vekstsesongen for planteplankton starter. I 2025 var senvinter og tidlig vår usedvanlig varm, og i april var nedbørmengden bare halvparten av det normale, mens temperaturen lå 3 grader høyere enn normalen (figur 4-2). Det er likevel gjerne først i mai at veksten kommer i gang for fullt. Denne måneden var marginalt varmere enn normalen, men også mai var meget nedbørfattig. Vi har benyttet målestasjonen i Rakkestad, som ligger sentralt i undersøkelsesområdet, og som derfor bør være representativ for innsjøene som inngår her. I april var maksimaltemperaturen over 15 °C i hele 10 dager, og tre av disse var allerede i perioden 1-3. april. I mai ble det registrert temperaturer i området 20-24 °C i perioden 13-21. mai (unntatt 17. mai).

Mens juni og august i 2025 var svært like normalen både med hensyn til temperatur og nedbør, var både juli og september nedbørrike. Kraftigst nedbør ble registrert 8. juli og 29. juli, med nær 30 mm pr. døgn, samt på dagene 16. og 17. september hvor det samlet kom ca. 50 mm nedbør.

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. En uvanlig tidlig vår, slik vi hadde i 2025, vil gjøre at vekstsesongen for planteplankton starter tidligere enn normalt. Det kan resultere i en annen utvikling av artssammensetningen enn vanlig. I innsjøer hvor det er vanlig med oppblomstring av cyanobakterier på sensommeren, kan en oppblomstring under slike forhold komme mye tidligere. Vi kan også få en tidlig oppblomstring av grønnalger i stedet. Disse vil da trekke ut store mengder av næringsstoffer fra vannmassene, og dermed gjøre at vi får en lavere forekomst av cyanobakterier enn normalt.

Til tross for mindre nedbør enn normalt i april og mai, og mer enn normalt i juli og september, vurderer vi 2025 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 midt i sommerperioden vil ha gitt noe større avrenning enn normalt, men det bør også ha gitt noe færre soltimer enn vanlig. I sum vil det trolig gi en mengde og artssammensetning av planteplankton som er i god overensstemmelse med den generelle tilførselen av næringsstoffer.

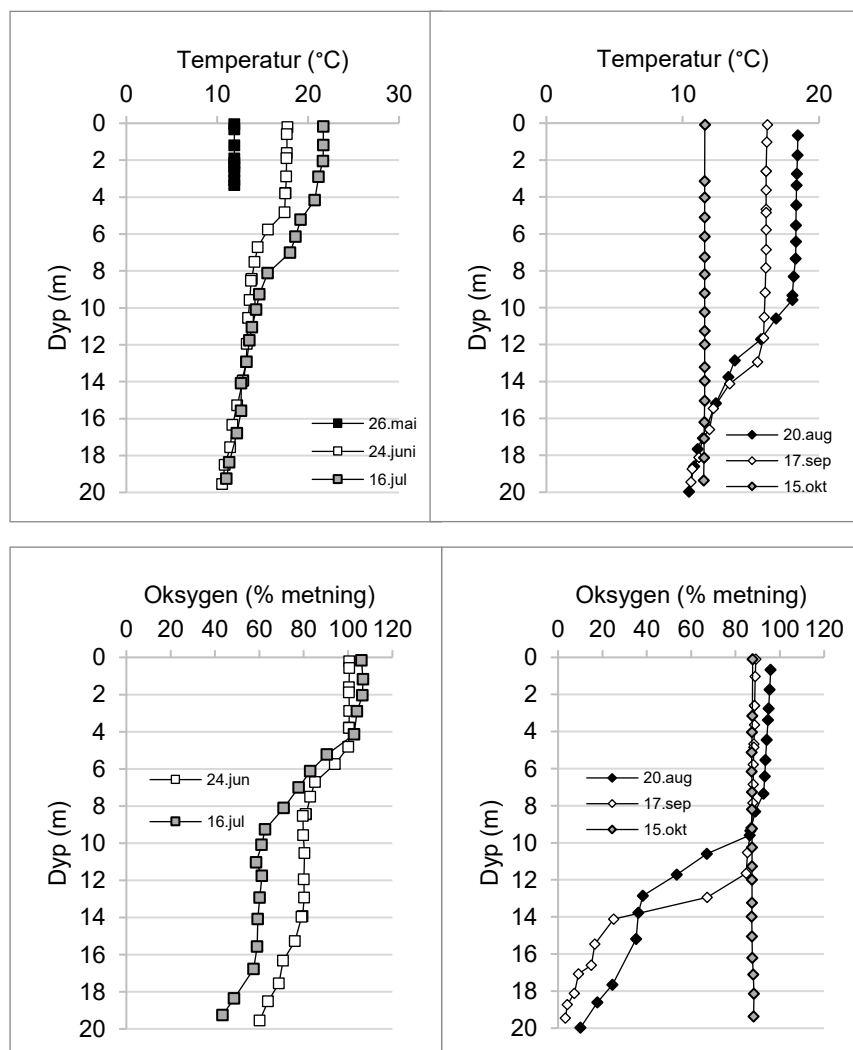


Figur 4-2. Rakkestad. Sum nedbør og gjennomsnittlig temperatur per måned i 2025.

5. Sjuktningsforhold og oksygeninnhold

Lyseren

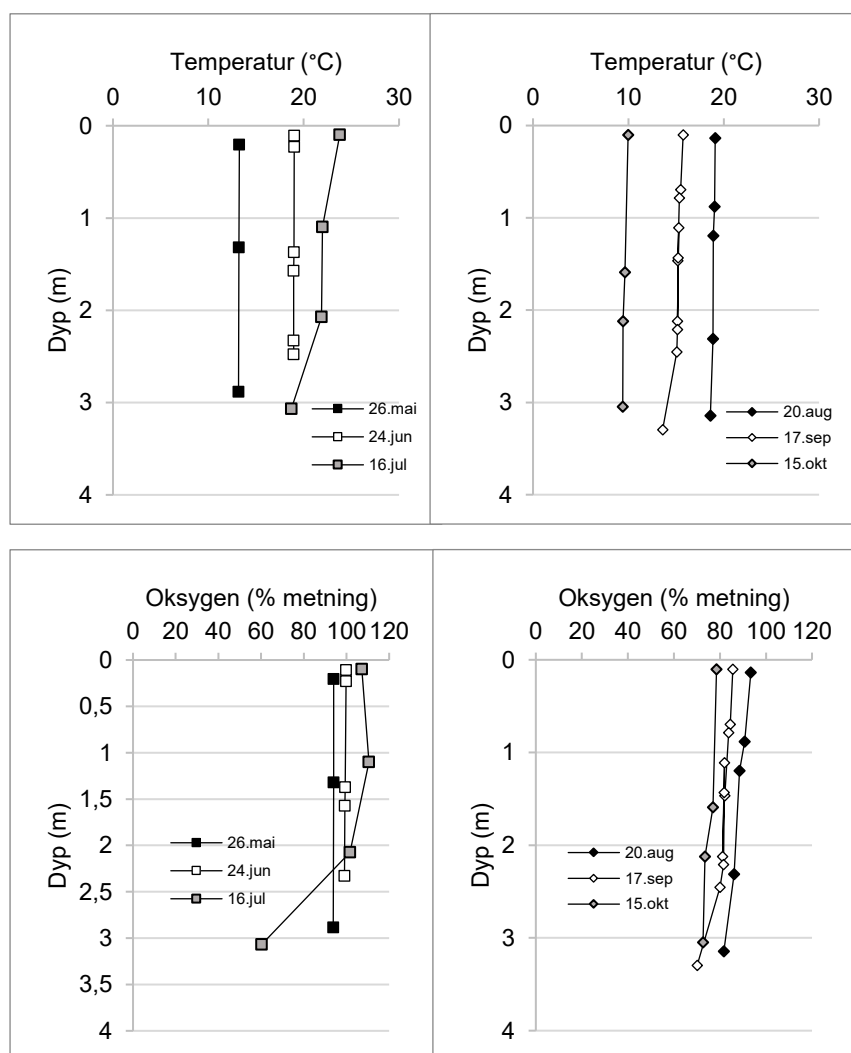
I slutten av juni var blandingsdypet i Lyseren på ca. 5 m, mens termoklinen strakk seg derfra og ned til ca. 10 m. Utover høsten ble denne presset dypere, og lå på 9-14 m i august/september. Ved prøvetakingen i oktober var det fullsirkulasjon i innsjøen. Vi registrerte et minimum i oksygeninnholdet i september, som da var 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 den perioden hvor vi har en termisk sjukning.



Figur 5-1. Temperatur og oksygenforhold i Lyseren.

Lundebyvann

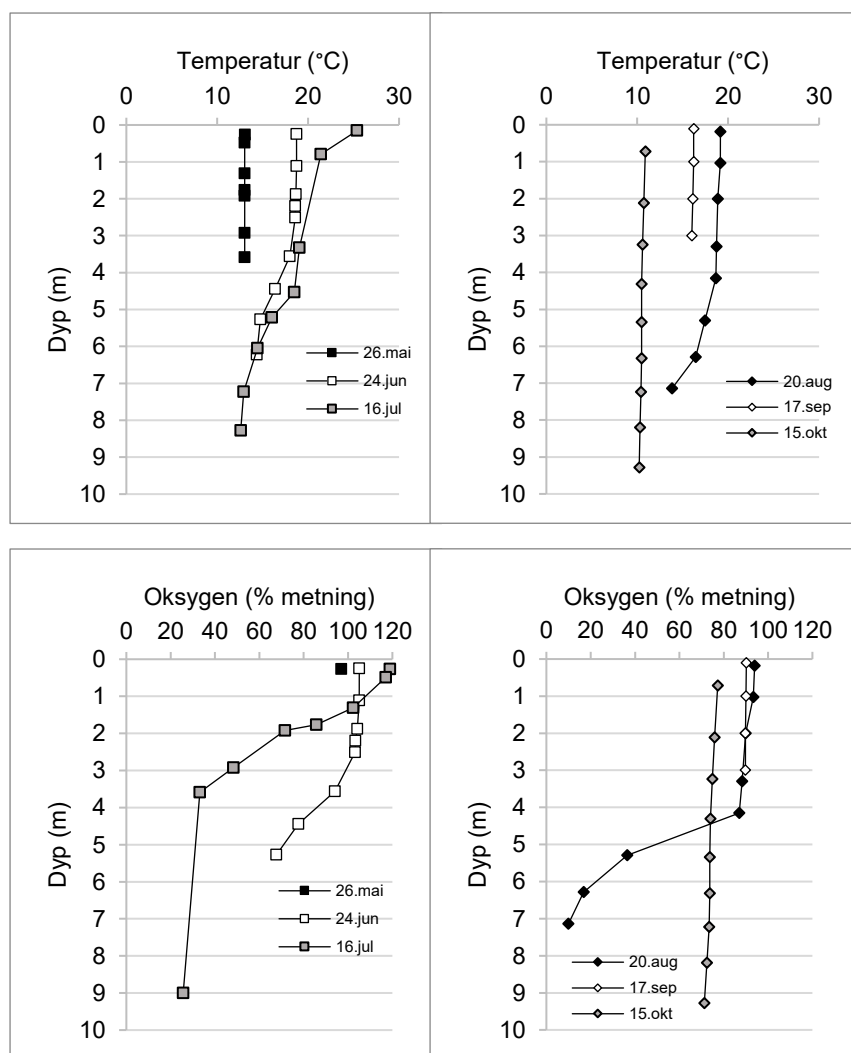
Lundebyvann er en grunn innsjø, og ut fra temperaturkurvene i figur 5-2 kan det se ut som den fullsirkulerer hele sesongen. Oksygenkurvene viser oss imidlertid at det ikke alltid er tilfellet. Det var ikke noen markant termoklin, men selv et temperaturfall på kun ca. 1 °C per meter i juli ga et kraftig avtak i oksygeninnholdet (figur 5-2). Ved denne 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 de øvrige seriene av oksygenmålinger. Dersom innsjøen islegges på vinteren, må vi imidlertid forvente at store deler av vannmassene blir helt oksygenfrie. 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.

Ertevann

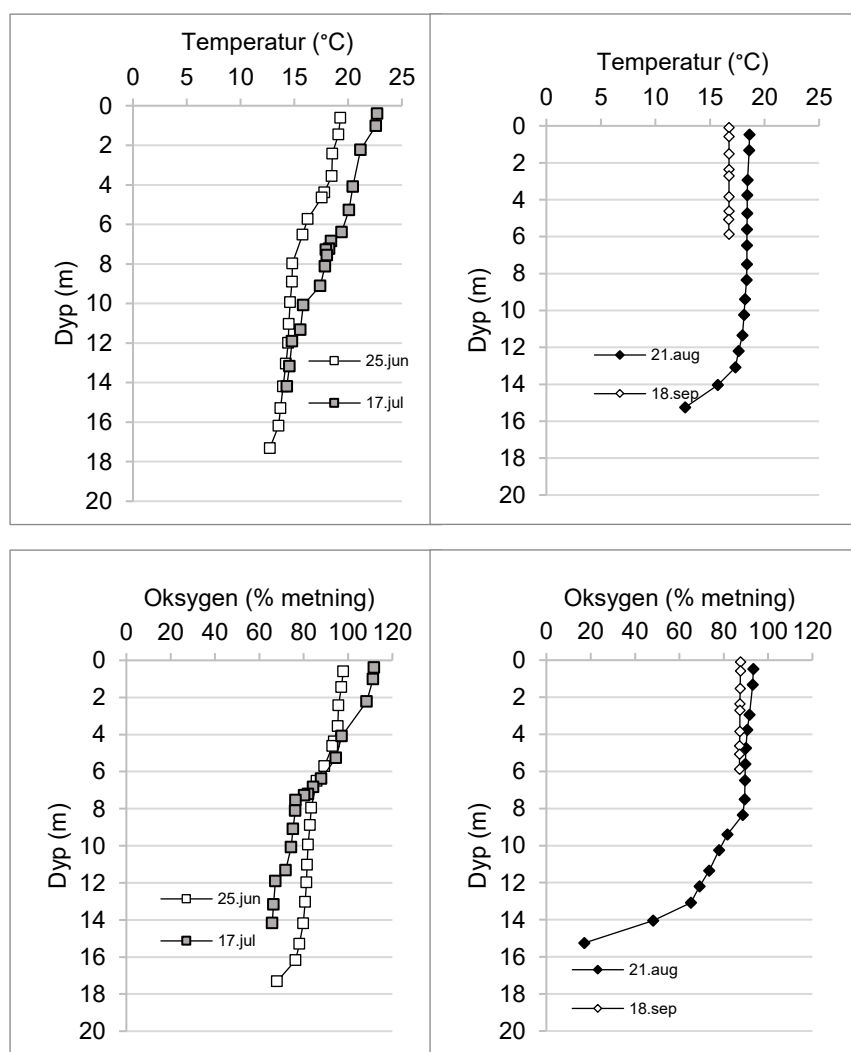
Ertevann er en lang, smal og vindeksponert innsjø med et maksimaldyp på noe over 10 meter. Temperaturprofilene indikerer at det ikke blir noen tydelig sjiktning av vannmassene i perioder med mye vind, mens en slik utvikler seg under roligere forhold. Dette gjenspeiler seg også i den vertikale fordelingen av oksygen i innsjøen. I juli falt temperaturen gradvis fra overflaten og ned til ca. 7 m. I juli og august var oksygeninnholdet i de dypere vannlagene lavt (figur 5-3). Det tilsier at det er betydelige mengder organisk materiale som tilføres sedimentene, og at dette nedbrytes raskt. Dette innebærer at det er betydelig risiko for at fosfor i sommerperioden 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.

Isesjøen

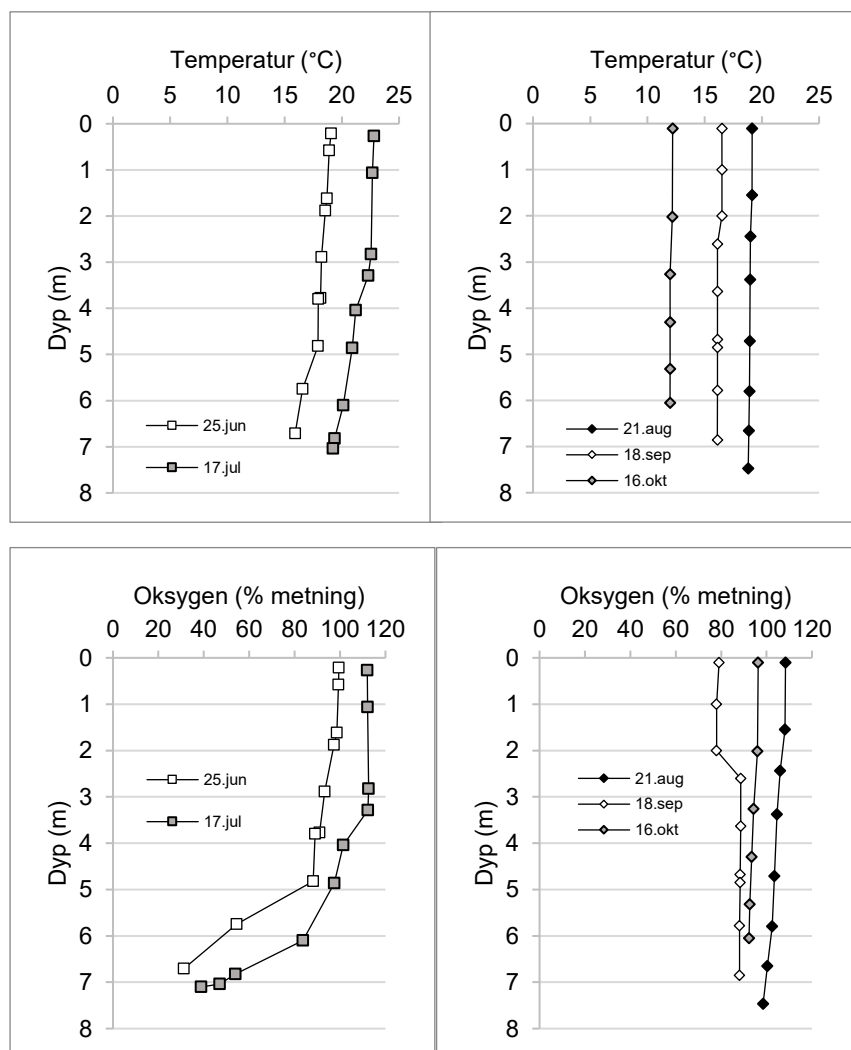
Temperatursjiktningen i Isesjøen var svak, noe som forteller at innsjøen er vindeksponert. Fram til begynnelsen av august fant vi at temperaturen sank gradvis ned til 10-12 m. Det var altså bare vannmassene fra ca. 12 m og ned til bunnen som i denne perioden var upåvirket av vindpåvirkningen på overflaten. 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 til ca. 8 m, og holdt seg relativt konstant med ca. 60% oksygenmetning dypere enn 8 m. I august var temperaturen jevn ned til ca. 12 m, men konsentrasjonen av oksygen begynte å synke noe fra ca. 8 m. I dypvannet fant vi nå et oksygenminimum, men fortsatt var oksygenmetningen på ca. 20% (figur 5-4). 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 Isesjøen.



Figur 5-4. Temperatur og oksygenforhold i Isesjøen.

Tunevann

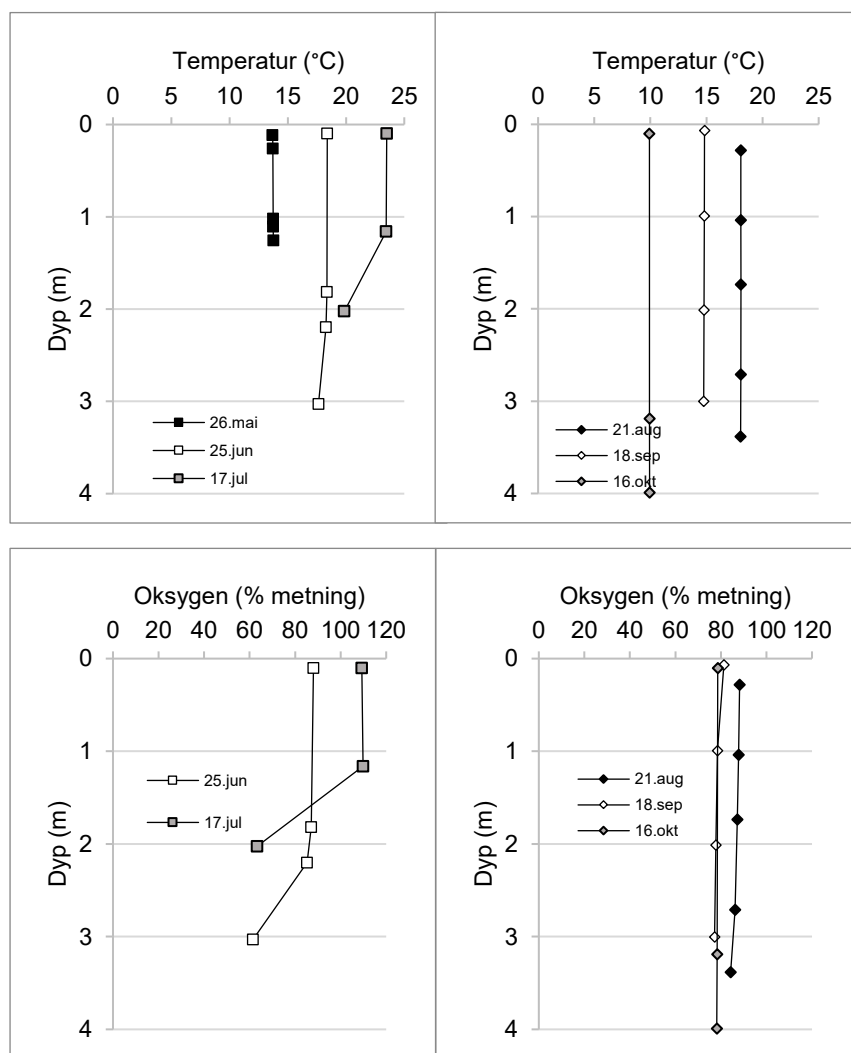
Tunevann er en relativt grunn innsjø, som samtidig er vindeksponert. I 2025 fullsirkulerte vannmassene i store deler av vekstsesongen. Fram til tidlig august registrerte vi en svak reduksjon i vanntemperatur dypere enn 5 meter. Dette var tilstrekkelig til at vannmassene under dette nivået lå i ro. Det ser vi ved at oksygeninnholdet falt kraftig i denne sonen, men oksygenmetningen holdt seg hele tiden over 30% (figur 5-5). Dette tilsier at utlekking av fosfor fra sedimentene er lite sannsynlig. 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.

Rokkevann

Rokkevann er en grunn innsjø, og ut fra temperaturkurvene i figur 5-6 kan det se at den fullsirkulerer store deler av sesongen. Oksygenkurvene i juni og juli viser oss at det kan være kortvarige sjiktninger i vannmassene. Det var ikke noen markant termoklin, men selv en veldig svak reduksjon i temperatur mot bunnen kan gi et relativt betydelig avtak i oksygeninnholdet (figur 5-6). Oksygenkonsentrasjonen er imidlertid fortsatt relativt høy, som tilsier at i perioder med mye vind vil innsjøen fullsirkulere også i sommerperioden. Det er dermed ikke noen stor fare for utlekking av fosfor fra sedimentene på grunn av oksygensvinn. 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 5-6. Temperatur og oksygenforhold i Rokkevann.

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)².

Både vannfarge og TOC (*total organic carbon*) er mål på vannets innhold av organisk materiale. I analysen av disse skilles 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 en kalsiumkonsentrasjon nær 4 mg/l, som er definert som grensen mellom *kalkfattige* og *moderat kalkrike* innsjøer. Av disse er Lundebyvann, Isesjøen og Rokkevann i portalen Vann-nett angitt som *kalkfattige* (< 4 mg Ca/l), mens de øvrige karakteriseres som *moderat kalkrike* (4-20 mg Ca/l). 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 2025.

		Farge mg Pt/l	SS mg/l	SS (g) mg/l	TOC mg/l	Ca mg/l
Lyseren	<i>Middel</i>	17	1,9	< 1	5,6	4,1
	<i>Min</i>	14	1,0	< 1	5,2	4,0
	<i>Maks</i>	20	2,8	< 1	6,0	4,2
	<i>n</i>	6	5	5	6	6
Lundebyvann	<i>Middel</i>	92	3,7	< 1	11	4,1
	<i>Min</i>	74	2,9	< 1	9,3	3,7
	<i>Maks</i>	140	5,2	< 1	16	4,7
	<i>n</i>	6	6	6	6	6
Ertevann	<i>Middel</i>	87	7,7	2,9	14	6,2
	<i>Min</i>	77	4,6	< 1	8,8	4,8
	<i>Maks</i>	120	16	4,0	19	7,7
	<i>n</i>	6	6	6	6	6
Isesjøen	<i>Middel</i>	67	6,7	4,0	10	2,9
	<i>Min</i>	58	< 1	< 1	9,1	2,5
	<i>Maks</i>	75	21	17	11	3,2
	<i>n</i>	6	6	6	6	6
Tunevann	<i>Middel</i>	13	3,9	1,4	6,5	4,8
	<i>Min</i>	11	2,2	< 1	5,9	4,6
	<i>Maks</i>	15	6,7	2,2	7,2	5,0
	<i>n</i>	6	6	6	6	6
Rokkevann	<i>Middel</i>	114	5,1	2,1	14	3,8
	<i>Min</i>	86	2,4	< 1	11	3,4
	<i>Maks</i>	140	9	5,6	16	4,4
	<i>n</i>	6	5	5	6	6

² Nitritt (NO₂) og ortofosfat (PO₄) ble også målt, men er lite relevant i denne sammenheng og omtales ikke i rapporten. Som for de øvrige analysene er imidlertid data for disse parameterne å finne i portalen Vannmiljø.

Både Lundebyvann, Ertevann og Rokkevann har et meget høyt fargetall, som forteller at humusinnholdet er høyt. Det innebærer at vannet ofte vil framstå som brunt eller til og med rødbrunt. Verdiene for Isesjø er ikke like høye, men fortsatt langt over grenseverdien på 30 mg Pt/l, og anses derfor også som en humøs innsjø. 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 var særlig prøven tatt i mai i Isesjøen, og i mindre grad tilsvarende prøve i Rokkevann. I begge tilfeller viser gløderesten at en stor del av det suspenderte materialet besto av uorganiske partikler. 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).

Bortsett fra i Ertevann og Rokkevann må konsentrasjonen av nitrogen i alle innsjøene sies å være relativt lav, og både i Tunevann og Lundebyvann 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 hele sommerperioden (juni-august) i Lyseren, mens konsentrasjonen av nitrat lå under deteksjonsgrensen på 5 $\mu\text{g NO}_3\text{-N}$ i Tunevann i mai og i Ertevann i juli.

Av de undersøkte innsjøene var konsentrasjonen av total fosfor klart lavest i Lyseren, med et gjennomsnitt for sesongen på 11 $\mu\text{g/l}$. I Lundebyvann, Isesjø og Tunevann lå denne konsentrasjonen på ca. 25 $\mu\text{g/l}$, mens den i Rokkevann og Ertevann var godt over 30 $\mu\text{g/l}$ (tabell 6-2).

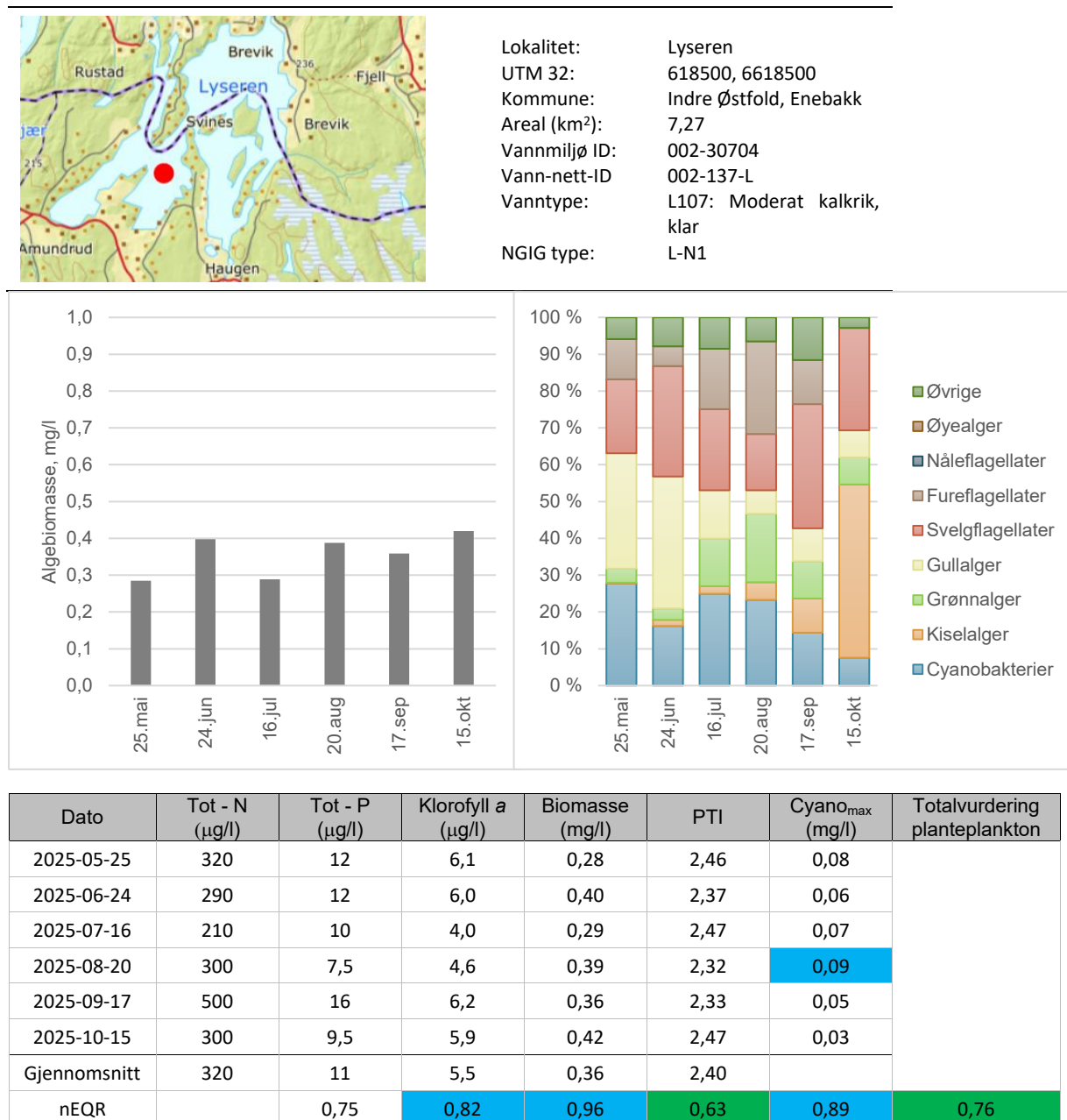
Tabell 6-2. Konsentrasjon av total nitrogen, nitrat, total fosfor og klorofyll a2025. * Målingene av total fosfor i juni viste i en del innsjøer urealistisk høye verdier. Verdiene for denne måneden er derfor utelatt i alle innsjøene.

		TOT-N µg /l	NO ₃ -N µg /l	TOT-P µg /l	TOT-N/TOT-P *	KLA µg /l
Lyseren	Middel	320	18	11	29	5,5
	Min	210	< 5	7,5	28	4,0
	Maks	500	53	16	31	6,2
	n	6	6	6	6	6
Lundebyvann	Middel	537	90	27	20	24
	Min	310	< 5	22	14	3,1
	Maks	760	160	30	25	55
	n	6	6	6	6	6
Ertevann	Middel	1683	902	43	40	35
	Min	1200	370	33	36	4,6
	Maks	2200	1600	53	42	120
	n	6	6	6	6	6
Isesjøen	Middel	627	243	25	25	12
	Min	570	180	20	29	6,5
	Maks	720	370	37	19	18
	n	6	6	6	6	6
Tunevann	Middel	465	24	26	18	14
	Min	340	< 5	18	19	7,7
	Maks	610	56	29	21	29
	n	6	6	6	6	6
Rokkevann	Middel	862	251	33	26	18
	Min	570	74	24	24	2,8
	Maks	1100	410	38	29	46
	n	6	6	6	6	6

7. Resultater

7.1 Lyseren

Resultater fra 2025 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.



Figur 7-1. Vurdering av tilstand i Lyseren 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. Nedbørfeltet domineres av skog (ca. 75%), mens andelen dyrket mark er på noe over 10% (Nevina, 2026).

Forekomsten av planteplankton var uvanlig jevn gjennom hele vekstsesongen med en biomasse i intervallet 0,30-0,40 mg/l, og et gjennomsnitt på 0,36 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 2025 observerte vi representanter av cyanobakterier fra bl.a. slektene *Dolichospermum*, *Aphanizomenon* og *Planktothrix*. Ingen av dem hadde stor forekomst i 2025, 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 11 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 tilførselen av fosfor nede. Dersom den bare øker noe over det nivået vi fant i 2025, er det betydelig risiko for at det tidvis kan oppstå større eller mindre oppblomstringer av problematiske cyanobakterier.

Nitrogeninnholdet i innsjøen er lavt. I hele sommerperioden (juni-august) var nitratkonsentrasjonen < 5 µg/l, noe som forsvaret at nitrogen inkluderes i tilstandsvurderingen av innsjøen. 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 2025 vurdert til *god* (tabell 7-1).

Tabell 7-1. Lyseren, vurdering av økologisk tilstand, 2025

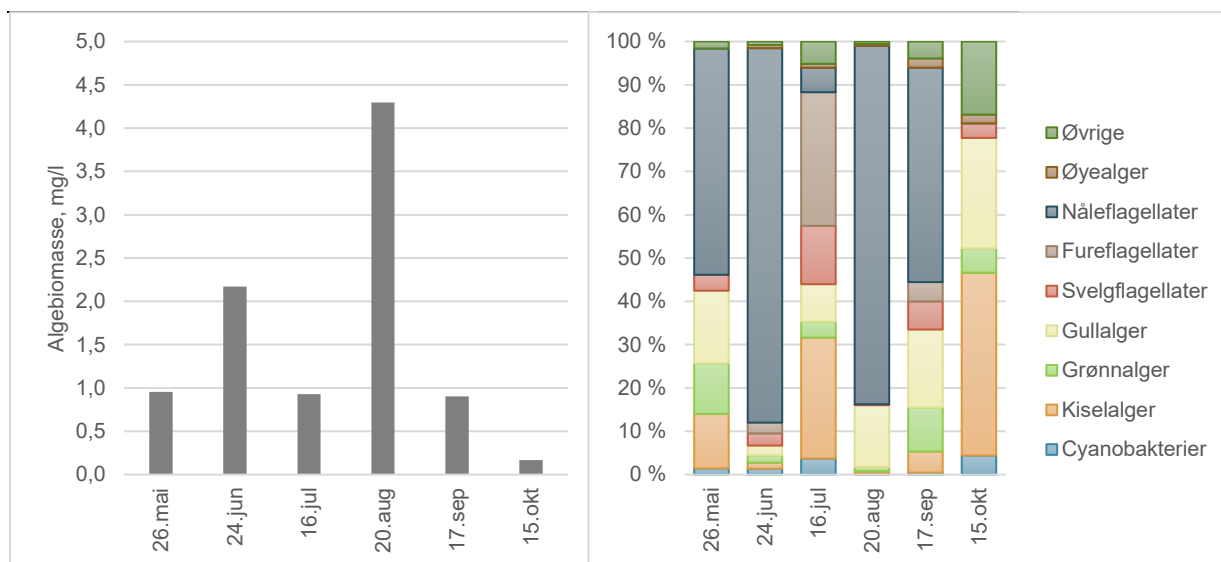
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		G		0,76
Total fosfor (µg/l)	11	G	0,54	0,75
Total nitrogen (µg/l)	320	SG	0,86	0,92
Totalvurdering eutrofiering				0,75
Totalvurdering for vannforekomsten				0,75 (G)

7.2 Lundebyvann

Resultater fra 2025 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
2025-05-26	510	30	13	0,96	2,70	0,01	
2025-06-24	490	25	55	2,17	2,89	0,03	
2025-07-16	310	22	22	0,93	2,51	0,03	
2025-08-20	400	24	28	4,30	2,88	0,01	
2025-09-17	750	29	25	0,90	2,74	0,00	
2025-10-15	760	30	3,1	0,17	2,83	0,01	
Gjennomsnitt	537	27	24,4	1,57	2,76		
nEQR		0,43	0,26	0,49	0,28	0,96	

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, inklusive Moentjernet i øst og Steinsvannet i sør. Ser vi på hele

nedbørfeltet, utgjøres ca. 80% av skog, mens dyrket mark utgjør ca. 10% (Nevina, 2026). 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 på ca. 4 mg/l anses innsjøen som kalkfattig. Innholdet av humusstoffer er imidlertid meget høyt, og i 2025 målte vi i gjennomsnitt et fargetall i underkant av 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 vandring 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 7-7).

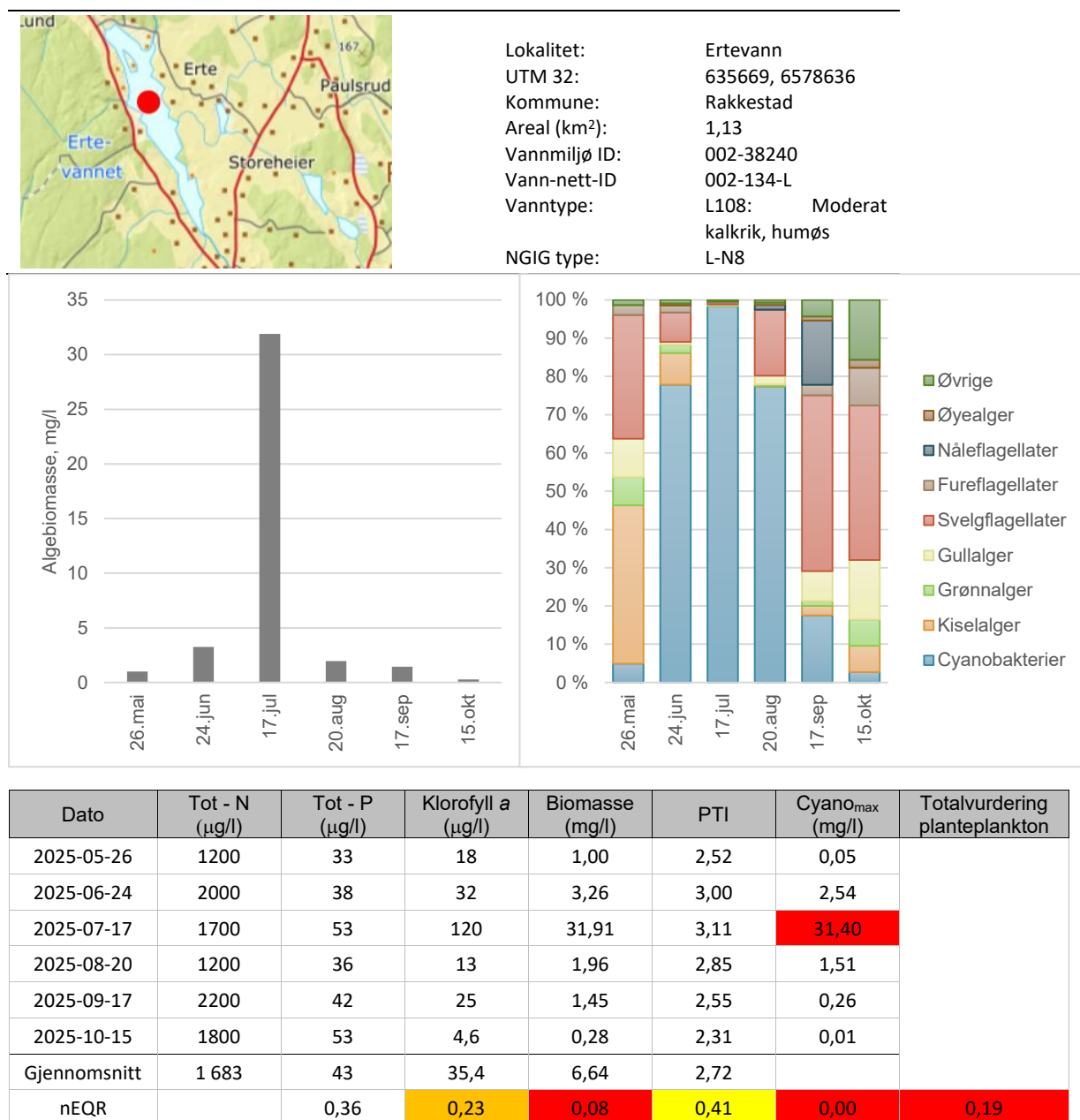
Lundebyvann oppfyller alle kriteriene for at *G. semen* skal trives der, og det gjør den da også. I og med at fosforkonsentrasjonen er så høy som ca. 30 µg/L, er det også grunnlag for å understøtte store oppblomstringer. Slike forekommer nesten hvert år i denne innsjøen. I 2025 registrerte vi den høyeste biomassen av planteplankton i august. Da var denne på over 4 mg/l, og *G. semen* utgjorde på det tidspunkt ca. 85 % av totalbiomassen. Gjennomsnittlig biomasse gjennom vekstsesongen ga *moderat* tilstand, mens både innhold av klorofyll *a* og indeks for artssammensetning indikerte *dårlig* tilstand (figur 7-2). Samlet ble den økologiske tilstanden i 2025 *dårlig* (tabell 7-2).

Tabell 7-2. Lundebyvann, vurdering av økologisk tilstand, 2025

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		D		0,33
Total fosfor (µg/l)	27	M	0,24	0,43
Total nitrogen (µg/l)	537	G		0,71
Totalvurdering eutrofiering				0,33
Totalvurdering for vannforekomsten				0,33 (D)

7.3 Ertevann

Resultater fra 2025 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. En mindre del av nedbørfeltet ligger nord for innsjøen, og vann herfra

tilføres Ertevang via Øverbybekken (figur 7-4). Nedbørfeltet domineres av skog (ca. 70 %) og dyrket mark (ca. 22 %) (Nevina, 2026). Med et kalsiuminnhold på ca. 6 mg/l, og en vannfarge på ca. 90 mg Pt/l, er Ertevang 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 i vekstsesongen 2025 målt til 30-50 µg/l, med et gjennomsnitt på 43 µg/l. Dette er høyt, og for innsjøtypen som Ertevang tilhører tilsier det en *dårlig* tilstand, og er helt klart 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. Oppblomstring av cyanobakterier fra slekten *Dolichospermum* er vanlig i innsjøen. I 2025 fikk vi en særdeles kraftig oppblomstring av *Dolichospermum*, med en totalbiomasse i juli på over 30 mg/l. Slike oppblomstringer varer sjelden mer enn et par uker, og med en så høy verdi som vi registrerte i juli, er det sannsynlig at prøvetakingen tilfeldigvis ble foretatt nær toppen av denne oppblomstringen. Cyanobakterier dominerte også i juni og august, mens på våren og høsten var sveltflagellater den dominerende gruppen av planteplankton i innsjøen (figur 7-3). På det tidspunktet var imidlertid totalbiomassen relativt lav. I september var det en viss forekomst av nåleflagellaten *G. semen*, men i oktober-prøven ble denne arten ikke registrert.

Det ble i 2025 gjort analyse av blant annet total fosfor i de viktigste tilførselskildene til Ertevang; Vatvetelva, Øverbybekken og Stomperudbekken. I Vatvetelva var den gjennomsnittlige konsentrasjonen på 40 µg/l, altså omtrent det samme som i innsjøen, mens den i Øverbybekken (figur 7-4) og Stomperudbekken var vesentlig høyere med henholdsvis 100 µg/l og 150 µg/l³. Disse tilløpene er trolig de viktigste fosforkildene til innsjøene. 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. 17. september, høy vannstand

Den økologiske tilstanden i Ertevang for 2025 ble satt til *svært dårlig* (tabell 7-3).

³ Data fra Vatvetelva (002-56191), Øverbybekken (002-56190) og Stomperudbekken (Blytjernbekken) (002-126340) er importert til portalen Vannmiljø, og kan finnes der.

Tabell 7-3. Ertevann, vurdering av økologisk tilstand, 2025

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		SD		0,19
Total fosfor (µg/l)	43	D	0,16	0,36
Total nitrogen (µg/l)	1683	D	0,19	0,28
Totalvurdering eutrofiering				0,19
Totalvurdering for vannforekomsten				0,19 (D)



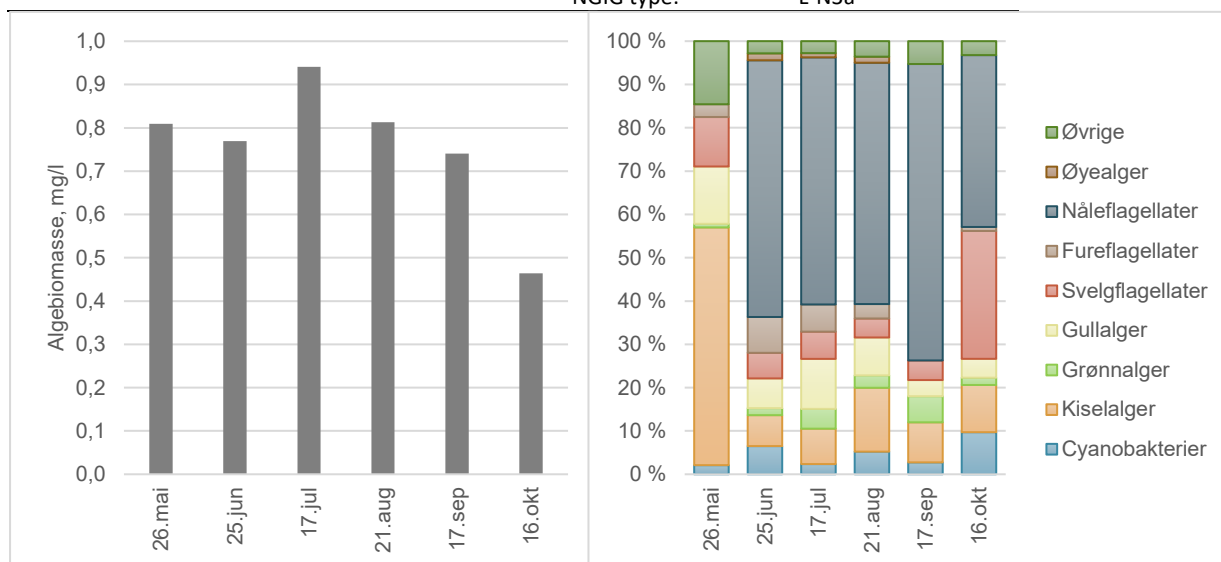
Figur 7-5. Vatvetelva, nær innløpet til Ertevann. 17. september, høy vannstand

7.4 Ilesjøen

Resultater fra 2025 for alle komponenter som inngår i beregningen av tilstand i Ilesjøen etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 7-6. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Lokalitet: Ilesjøen
UTM 32: 627400, 6574300
Kommune: Sarpsborg
Areal (km²): 6,35
Maksimaldyp: 25 m
Vannmiljø ID: 002-31073
Vann-nett-ID: 002-133-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
2025-05-26	720	37	10	0,81	2,27	0,02	
2025-06-25	650	27	15	0,77	2,75	0,05	
2025-07-07	570	20	18	0,94	2,72	0,02	
2025-08-21	580	23	14	0,81	2,75	0,04	
2025-09-17	640	22	11	0,74	2,91	0,02	
2025-10-16	600	22	6,5	0,46	2,72	0,05	
Gjennomsnitt	627	25	12	0,76	2,69		
nEQR		0,44	0,47	0,72	0,33	0,94	0,47

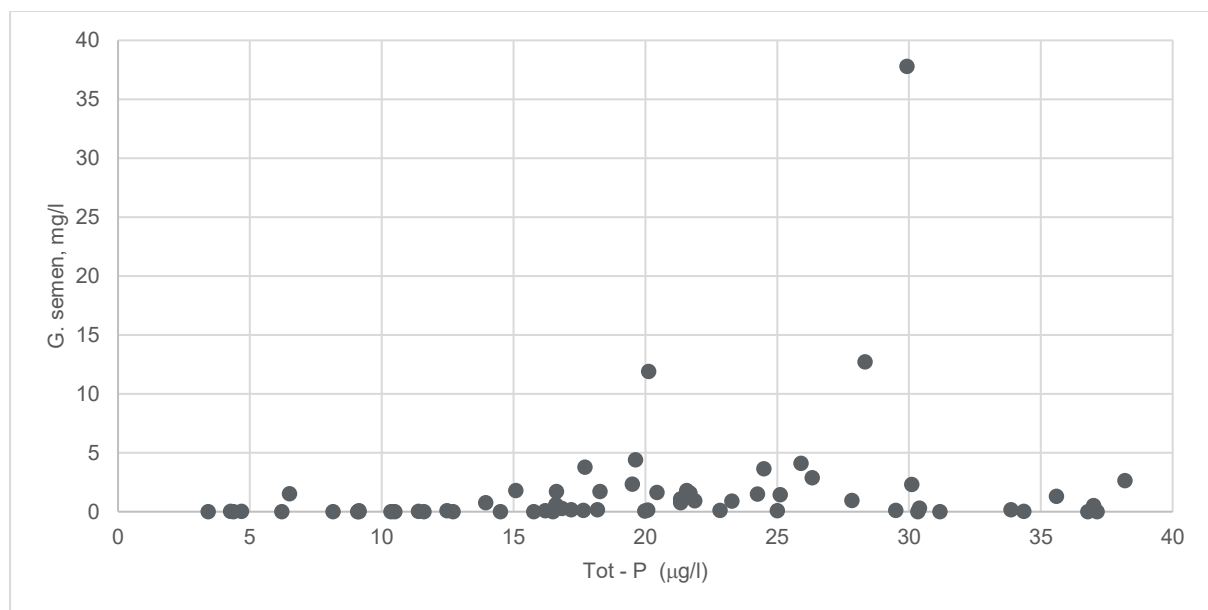
Figur 7-6. Vurdering av tilstand i Ilesjøen ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Ilesjøen 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. Andelen dyrket mark er på ca. 10 %, mens skog dominerer med ca. 80 %. Store deler av nedbørfeltet i sør drenerer til Ilesjøen via Buerelva. Før denne når Ilesjøen 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 2025 målt til ca. 70 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.

Kiselalger fra slekten *Tabellaria* dominerte samfunnet av planteplankton i mai, mens nåleflagellaten *Gonyostomum semen* utgjorde mesteparten (50-70%) 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 0,5 mg/l, som et akseptabelt nivå. Konsentrasjonen av total fosfor var i 2025 i gjennomsnitt på 25 µg/l, som i utgangspunktet skulle være tilstrekkelig til å understøtte oppblomstringer av denne arten (figur 7-7). Figur 7-7 viser at det er viktig å holde konsentrasjonen av fosfor godt under 20 µg/l for å unngå slike oppblomstringer. Vi har imidlertid over flere år sett at forekomsten av planteplankton i Isesjøen er klart lavere enn konsentrasjonen av fosfor skulle tilsi. Det indikerer at en stor andel av fosforet vi måler er på en form som er lite tilgjengelig for algevekst.



Figur 7-7. 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.

Forekomsten av planteplankton, estimert som biomasse i mikroskop, tilsa en *god* økologisk tilstand. Både konsentrasjonen av klorofyll *a* og total fosfor ga imidlertid nEQR-verdier i tilstandsklassen moderat (figur 7-6). 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 7-6). Samlet ble den økologiske tilstanden i 2025 vurdert til *moderat* (tabell 7-4).

Tabell 7-4. Isesjøen, vurdering av økologisk tilstand, 2025

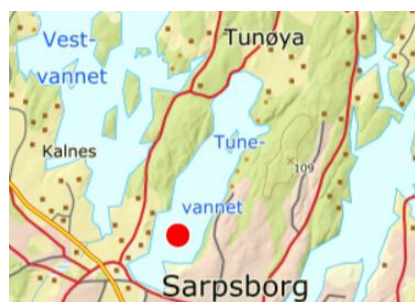
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		M		0,47
Total fosfor (µg/l)	25	M	0,24	0,44
Total nitrogen (µg/l)	627	G	0,44	0,62
Totalvurdering eutrofiering				0,47
Totalvurdering for vannforekomsten				0,47 (M)



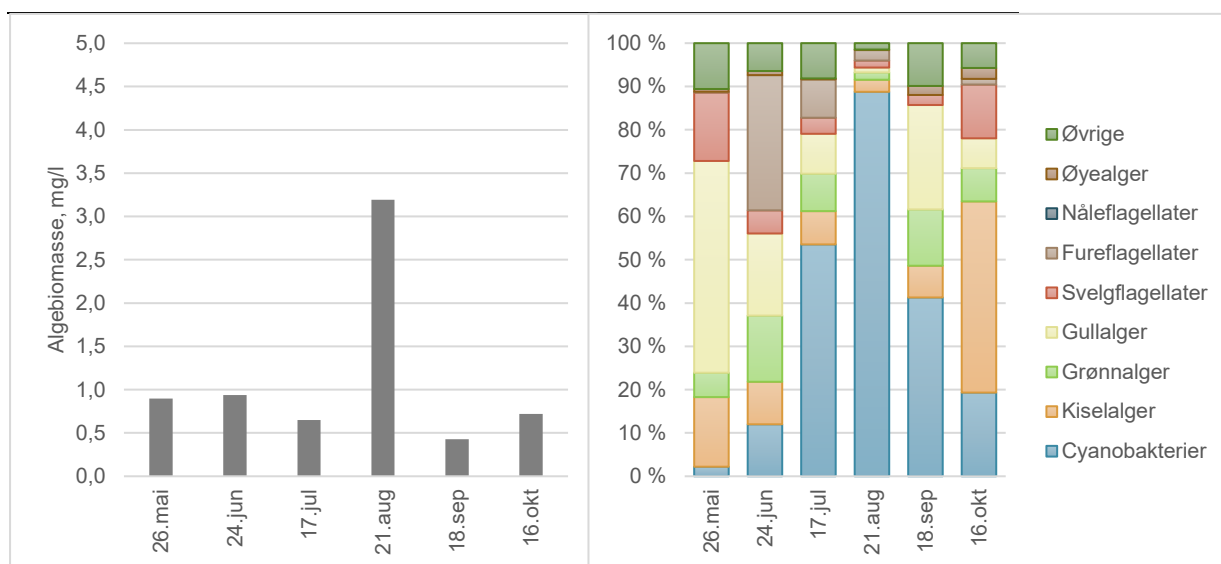
Figur 7-8. Isesjøen, 18. september

7.5 Tunevann

Resultater fra 2025 for alle komponenter som inngår i beregningen av tilstand i Tunevann etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 7-9. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Lokalitet: Tunevann
 UTM 32: 619100, 6575700
 Kommune: Sarpsborg
 Areal (km²): 2,37
 Vannmiljø ID: 002-28291
 Vann-nett-ID: 002-3451-L
 Vanntype: 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
2025-05-26	390	25	12	0,90	2,31	0,02	
2025-06-24	380	29	13	0,94	2,52	0,11	
2025-07-07	340	18	7,8	0,65	3,04	0,35	
2025-08-21	480	28	29	3,19	3,24	2,83	
2025-09-18	610	29	7,7	0,43	2,98	0,18	
2025-10-16	590	27	12	0,72	2,70	0,14	
Gjennomsnitt	465	26	13,6	1,14	2,80		
nEQR		0,40	0,47	0,56	0,25	0,34	0,37

Figur 7-9. 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. Av dette utgjør skog ca. 70 % og dyrket mark ca. 15 % (Nevina, 2026).

Av innsjøene som inngår i denne undersøkelsen har Tunevann den laveste verdien for vannfarge. I 2025 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.

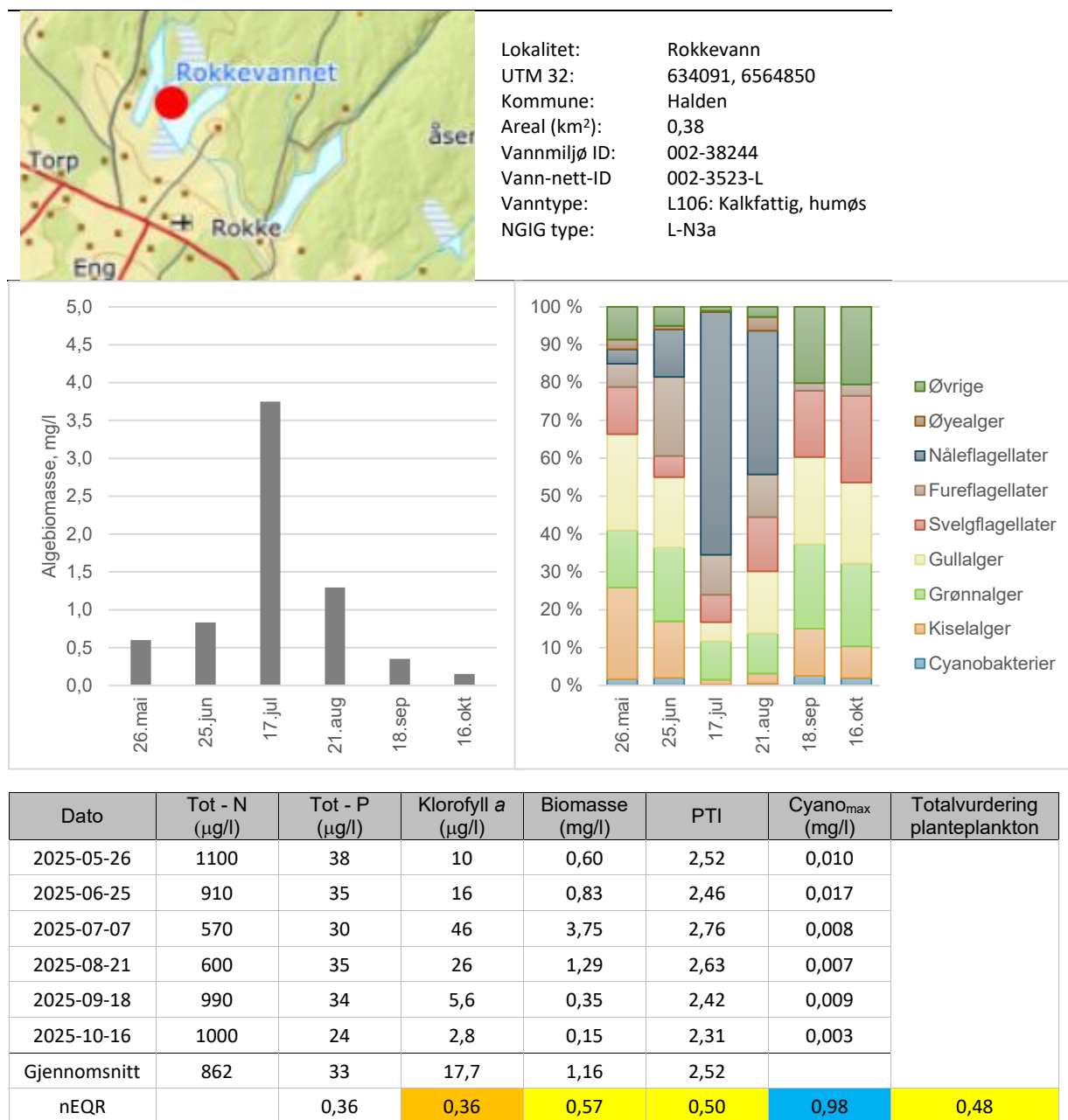
Også i 2025 registrerte vi mange cyanobakterier i Tunevannet, blant andre slektene *Aphanizomenon*, *Dolichospermum*, *Microcystis*, *Planktolyngbya* og *Planktothrix*. Av disse hadde *Planktolyngbya* en mindre oppblomstring i august med en biomasse på nær 1,5 mg/l, og totalbiomassen av planteplankton var da på noe over 3 mg/l. Cyanobakterier utgjorde da ca. 90% av biomassen. Også i juli og september var cyanobakterier den dominerende gruppen. Unntatt i august lå totalbiomassen imidlertid godt under 1 mg/l, som må betraktes som lavt til denne innsjøen å være. Det ga en nEQR-verdi for biomasse i øvre slikt av tilstandsklassen *moderat*. Med en rekke ulike problemarter i systemet ga indeksen for artssammensetning *dårlig* tilstand. Samlet kom kvalitetselementet planteplankton ut med en *dårlig* tilstand, men med en nEQR-verdi helt i øvre slikt av denne tilstandsklassen. Dette var i overensstemmelse med det konsentrasjonen av fosfor viste, hvor nEQR-verdi lå akkurat på grensen mellom *dårlig* og *moderat* tilstand. 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 tabell 6-2). Med en gjennomsnittlig konsentrasjon av total nitrogen på 465 µg/l, tilsier denne parameteren *god* tilstand. Den økologiske tilstanden i Tunevann ble dermed i stor grad styrt av sammensetningen av planteplanktonet, og endte for 2025 på *dårlig* (tabell 7-5).

Tabell 7-5. Tunevann, vurdering av økologisk tilstand, 2025

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		D		0,37
Total fosfor (µg/l)	26	D	0,23	0,40
Total nitrogen (µg/l)	465		0,59	0,75
Totalvurdering eutrofiering				0,37
Totalvurdering for vannforekomsten				0,37 (D)

7.6 Rokkevann

Resultater fra 2025 for alle komponenter som inngår i beregningen av tilstand i Rokkevann etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 7-10. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 7-10. Vurdering av tilstand i Rokkevann ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Rokkevann er en liten og grunn innsjø som ligger i Halden kommune. Nedbørfeltet er likevel på hele 37 km², og domineres av skog (ca. 78%) og dyrket mark (ca. 11%) (Nevina, 2026). I sør og sørøst strekker dette seg ned til Seterbukollen og Høyåsen, like nord for Femsjøen, mens nedbørfeltet i nord går opp til Delingsmyra og Ramntjernet.

I 2025 målte vi en kalsiumkonsentrasjon i underkant av 4 mg/l, mens fargetallet i gjennomsnittet var på 114 mg Pt/l. Ut fra disse målingene er det liten tvil om at innsjøen tilhører vanntype L103 (lavland, kalkfattig, humøs), som gjør at tilstandsvurdering skal gjøres etter NGIG-type L-N3.

I tidligere undersøkelser ble det både i 2016 og i 2022 observert en tendens til oppblomstring av nåleflagellaten *Gonyostomum semen* i Rokkevann, og denne arten utgjorde begge årene en stor andel av planteplanktonet i månedene juli, august og september. I 2019 observerte vi også denne nåleflagellaten, men da i mindre mengder, mens grønnalger da var dominerende. I 2025 var det igjen en mindre oppblomstring av *G. semen*, med en maksimal biomasse i juli i overkant av 2 mg/l, mens totalbiomassen da var nær 4 mg/l. På våren (mai-juni) og høsten (september-oktober) lå totalbiomassen av planteplankton godt under 1 mg/l. Forekomsten av cyanobakterier var meget lav, noe som ser ut til å være et karakteristisk trekk for innsjøen (figur 7-10). Både biomassen av planteplanktonet og indeksen for artssammensetning (PTI) ga i 2025 *moderat* tilstand, som også ble den fastsatte tilstanden i Rokkevann i 2025 vurdert ut fra kvalitetselementet planteplankton (tabell 7-6).

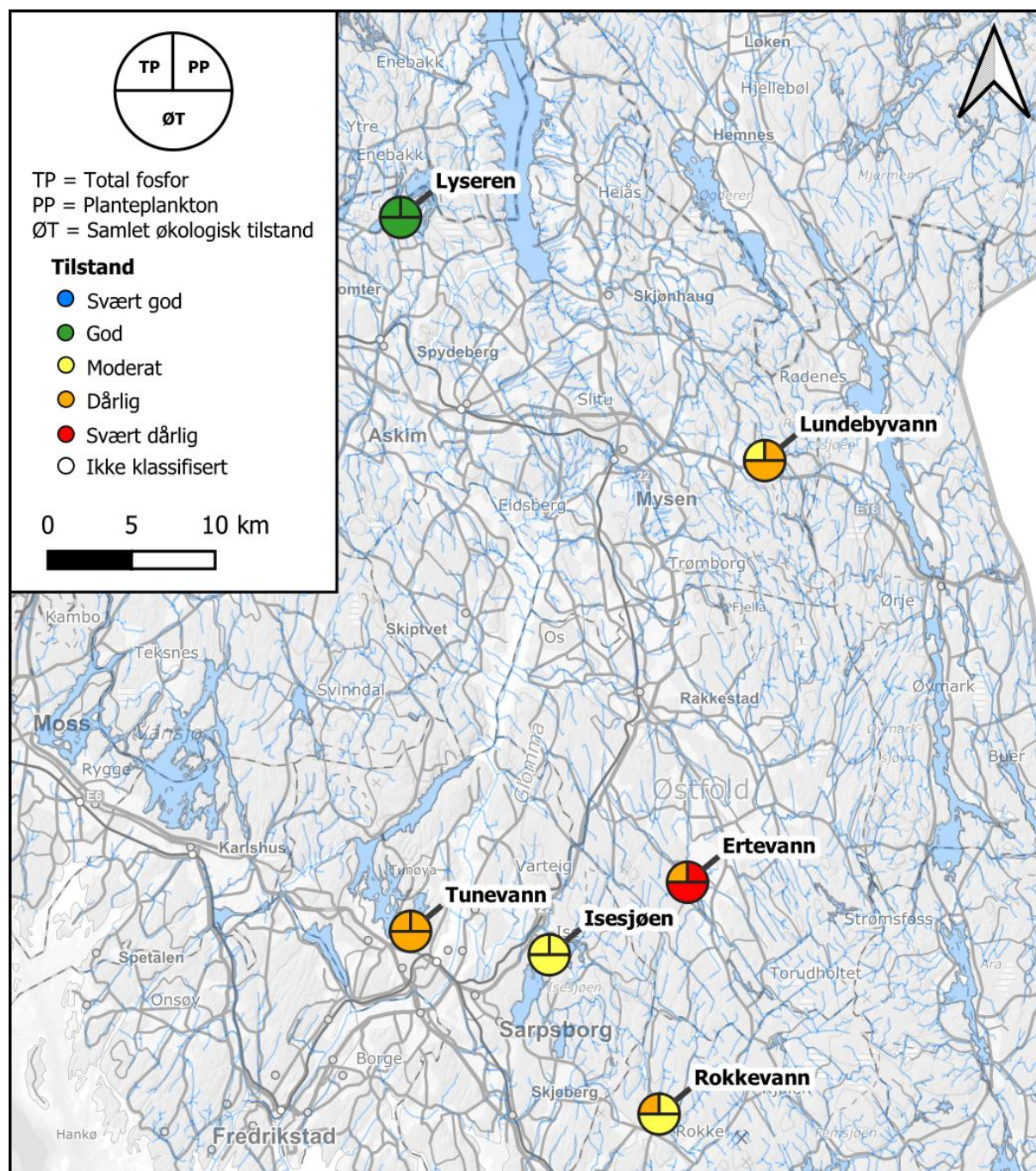
Konsentrasjonen av total fosfor i Rokkevann var gjennomgående høy, med et gjennomsnitt på 33 µg/l i vekstsesongen, noe som tilsier *dårlig* tilstand. Tilstandsvurderingen ut fra forekomst av planteplankton var vesentlig bedre enn ut fra fosforkonsentrasjonen, noe som indikerer at en betydelig andel av det målte fosforet var lite tilgjengelig for algevekst. I og med at tilstanden vurdert ut fra biologiske parametere var dårligere enn *god*, påvirkes imidlertid ikke den økologiske tilstanden av støtteparameteren total fosfor, og for 2025 settes denne dermed til *moderat* (tabell 7-6).

Tabell 7-6. Rokkevann, vurdering av økologisk tilstand, 2025

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		M		0,48
Total fosfor (µg/l)	33	D	0,18	0,36
Total nitrogen (µg/l)	862	M	0,32	0,48
Totalvurdering eutrofiering				0,48
Totalvurdering for vannforekomsten				0,48 (M)

7.7 Oppsummering 2025 og utvikling i økologisk tilstand over tid

Figur 7-11 oppsummerer økologisk tilstand i 2025 for de seks undersøkte innsjøene i denne undersøkelsen.



Figur 7-11. Oppsummering av økologisk tilstand i 2025 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 2025 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 $\mu\text{g/l}$, biomasse og $\text{cyano}_{\text{max}}$ i mg/l , PTI og klasse er uten enhet.

Innsjø	Klorofyll <i>a</i>		Biomasse		PTI		Cyan _{max}		Klasse	
	Status	nEQR	Status	nEQR	Status	nEQR	Status	nEQR	Status	nEQR
Lyseren	SG	0,82	SG	0,96	G	0,63	SG	0,89	G	0,76
Lundebyvann	D	0,26	M	0,49	D	0,28	SG	0,96	D	0,33
Ertevann	D	0,23	SD	0,08	M	0,41	SD	0,00	SD	0,19
Isesjøen	M	0,47	G	0,72	D	0,33	SG	0,94	M	0,47
Tunevann	M	0,47	M	0,56	D	0,25	D	0,34	D	0,37
Rokkevann	D	0,36	M	0,57	M	0,50	SG	0,98	M	0,48

I overvåkingen i vannområde Glomma sør for Øyeren har alle innsjøene, unntatt Rokkevann, blitt undersøkt hvert år de seneste 10 årene. I dette programmet ligger Rokkevann 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 2014-2025.

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. I 2025 ble den registrert som svært dårlig i Ertevann. Dette kan være noe tilfeldig avhengig av hvor prøvetakingen treffer under store oppblomstringer. Likevel ser tendensen ut til å gå i retning av lavere nEQR-verdier over tid i Ertevann, som altså tilsier en negativ utviklingstrend. Oppblomstringene i disse innsjøene 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 ser ut til å ligge stabilt i tilstandsklassen moderat, mens Rokkevann

vanligvis ser ut til å befinne seg i nedre del av denne tilstandsklassen, og enkelte år helt ned mot *dårlig* tilstand (tabell 7-8).

Tabell 7-8. Oppsummering av normaliserte EQR-verdier (nEQR), og endelig tilstandsklasse ut fra kvalitetselementet planteplankton i perioden 2014 – 2025. Forkortelser som i Tabell 7-7. * nEQR verdi styrt av støtteparameteren total fosfor. ** Gjennomsnitt av resultat fra søndre og nordre stasjon i innsjøen.

Innsjø	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
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)	0,75 (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)	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)	0,19 (SD)
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)	0,47 (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)	0,37 (D)
Rokkevann			0,41 (M)			0,44 (M)			0,39 (D)			0,48 (M)

Den eneste innsjøen hvor vi i perioden fra 2014-2025 kan se en ganske tydelig forbedring, er i Tunevann. Fortsatt er tilstanden der ikke så god som ønskelig, men nEQR-verdiene lå i alle årene i seneste 6-års perioden (2020-2025) høyere enn noen av nEQR verdiene i forrige 6-års periode (2014-2019). 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 12 årene, ser ut til å ha hatt en viss positiv effekt.

Forholdene i Lundebyvann har i seneste 6-års periode ligget i øvre del av tilstandsklassen *dårlig*, eller i grenseområdet mellom *dårlig* og *moderat* tilstand. Det betyr at innsjøen fortsatt er langt unna å oppfylle kravet om *god* økologisk tilstand, men også i denne innsjøen ligger alle nEQR-verdiene i perioden 2020-2025 høyere enn de gjorde i perioden 2014-2019. Dette tilsier at det også i Lundebyvann har vært en viss forbedring av vannkvaliteten i løpet av de siste 10-12 årene.

8 Referanser

Miljødirektoratet (2026 09. februar): Veileder for klassifisering av miljøtilstand i kyst- og ferskvann. Veileder for klassifisering av miljøtilstand i kyst- og ferskvann. Klassifisering av miljøtilstand i kyst- og ferskvann - Vannportalen

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

NEVINA. (2026, januar.). nevina.nve.no. Hentet fra Nevina: <https://nevina.nve.no/>

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

Vedlegg 1. Nedbørfelt



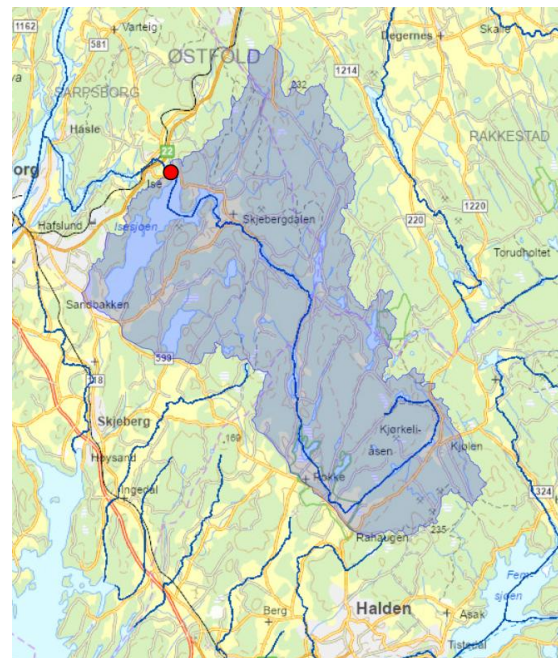
Figur V 1-1. Nedbørfelt, Lyseren



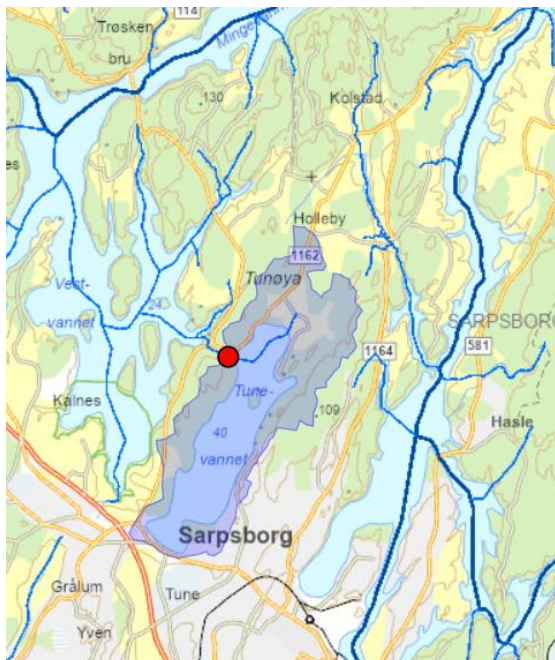
Figur V 1-2. Nedbørfelt, Lundebyvann



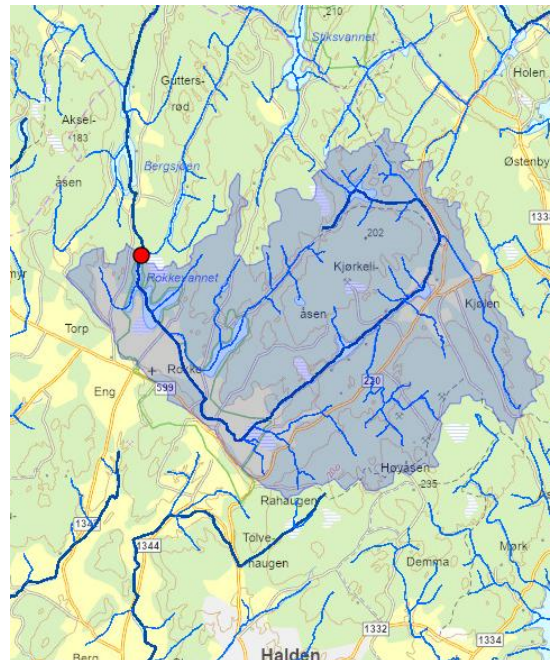
Figur V 1-3. Nedbørfelt, Ertevann



Figur V 1-4. Nedbørfelt, Isesjøen



Figur V 1-5. Nedbørfelt, Tunevann



Figur V 1-6. Nedbørfelt, Rokkevann