

Vannområde Glomma sør for Øyeren

► **Klassifisering av innsjøer i Vannområde Glomma sør for Øyeren etter kvalitetselementet planteplankton**

Datarapport 2022

Oppdragsnr.: 5208872 Dokumentnr.: 04 Versjon: J02 Dato: 2023-01-17



Oppdragsgiver: Vannområde Glomma sør for Øyeren
Oppdragsgivers kontaktperson: Maria Ystrøm Bislingen
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Trond Stabell
Fagansvarlig: Trond Stabell
Andre nøkkelpersoner: Leif Simonsen

Forord

Dette oppdraget er gitt av Vannområde Glomma sør for Øyeren.

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

Det ble tatt månedlige prøver i perioden fra mai til månedsskiftet september/oktober i følgende innsjøer: Lyseren, Lundebyvann, Ertevann, Skjeklesjøen, Rokkevann, Isesjøen og Tunevann.

Hos Norconsult er det Trond Stabell som har analysert planteplankton og som har hatt hovedansvaret for rapporteringen. Leif Simonsen har vært ansvarlig for kvalitetssikring. Anna Stabell har bidratt med å lage figurer og tabeller. Vannkjemiske analyser er utført av Eurofins Environment Testing Norway AS. Kontaktpersoner for oppdragsgiver har vært Maria Ystrøm Bislingen, leder for Vannområde Glomma sør.

Prøvetaking er utført av COWI AS.

Forsidebildet er av Skjeklesjøen, og er tatt av Ole-Håkon Heier.

Vi ønsker å takke alle for godt samarbeid underveis.



Trond Stabell

Sandvika, 17. januar 2023

J02	2023-01-17	Til bruk	Trond Stabell	Leif Simonsen	Trond Stabell
B01	2023-01-15	Til ettersyn	Trond Stabell	Leif Simonsen	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.

► Innhold

1	Lokaliteter	4
2	Metoder	4
3	Tilstandsvurdering	6
4	Plankton i innsjøer	8
4.1	Sesongsuksesjon av planteplankton	8
4.2	Typisk suksesjonsmønster, næringsfattige innsjøer.	10
4.3	Typisk suksesjonsmønster, næringsrike innsjøer.	10
5	Resultater	11
5.1	Lyseren	12
5.2	Lundebyvann	13
5.3	Ertevann	14
5.4	Skjeklesjøen	15
5.5	Rokkevann	16
5.6	Isesjøen	17
5.7	Tunevann	18
5.8	Oppsummering	19
6	Referanser	23

1 Lokalteter

I denne undersøkelsen inngikk innsjøene Lyseren i Indre Østfold kommune og Enebakk kommune, Lundebyvann i Indre Østfold kommune, Ertevann og Skjeklesjøen i Rakkestad kommune, Isesjøen og Tunevannet i Sarpsborg kommune, og Rokkevann som ligger i Halden kommune. Oversikt over innsjøtype og beliggenhet er vist i tabell 1 og figur 1.

Tabell 1. Oversikt over innsjøene i denne undersøkelsen. Koordinater for vannlokaliteter: UTM32

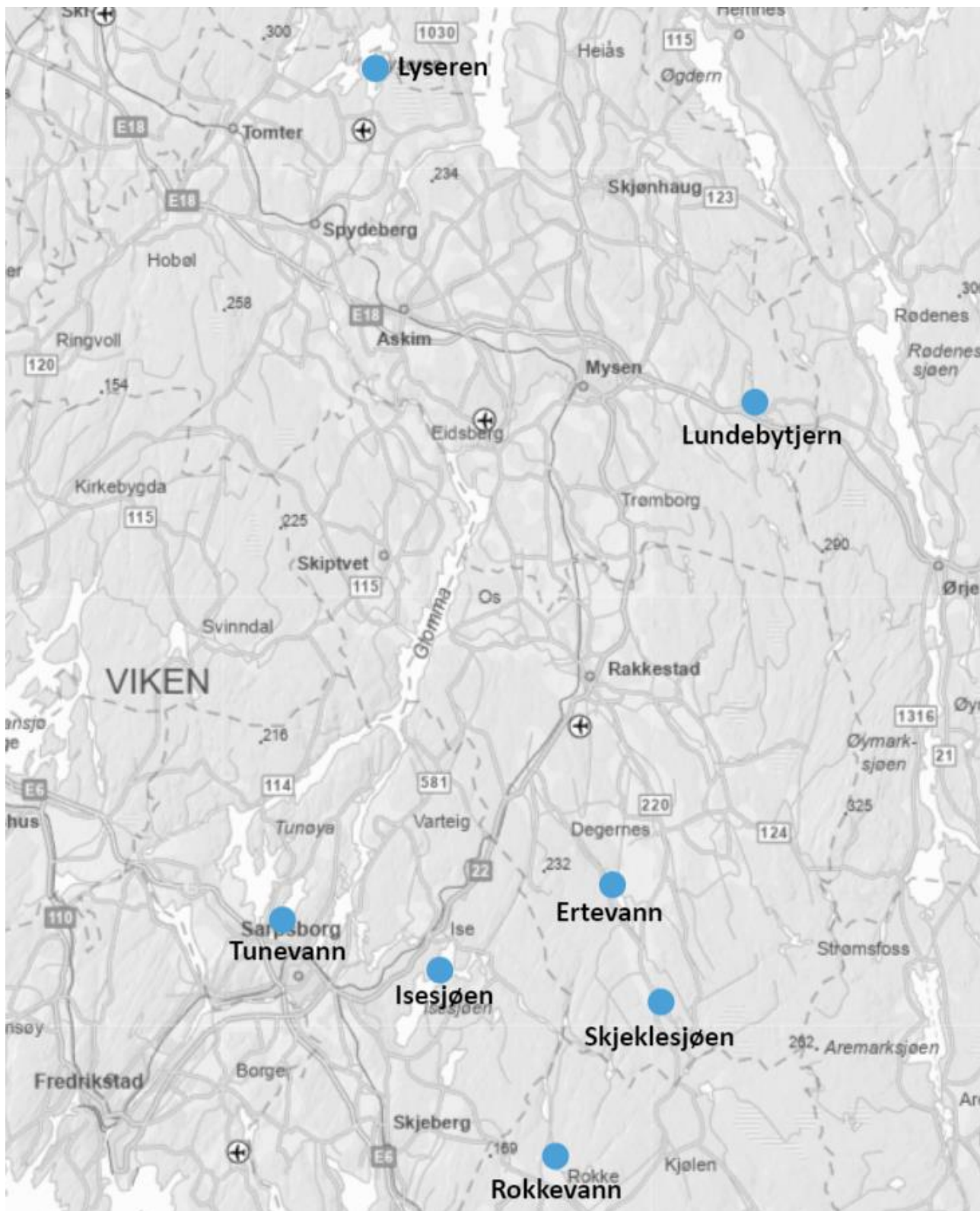
Innsjø	Norsk innsjøtype	NGIG-type	Vannmiljø-ID	Y-koordinat	X-koordinat
Lyseren	L108	L-N8	002-30704	6618400	618500
Lundeby tjern (Lundebyvann)	L106	L-N3a	002-38236	6603851	640291
Ertevann	L108	L-N8	002-38240	6578636	635669
Skjeklesjøen	L106	L-N3a	002-38241	6573151	638693
Rokkevann	L106	L-N3a	002-38244	6564850	634091
Isesjøen	L106	L-N3a	002-31073	6574300	627400
Tunevann	L107	L-N1	002-28291	6575700	619100

2 Metoder

Innsamling av vannprøver, analyse av klorofyll a og planteplankton ble utført etter standard metoder, som beskrevet i overvåkingsveilederen (Direktoratsgruppa, overvåkingsgruppa, 2009).

Ved analyse av planteplankton ble det i de fleste tilfeller benyttet to ulike volumer for hver prøve. Så lite som 3 ml ble sedimentert i det ene kammeret. Dette ble gjort for lettere å se alle små arter, og for å kunne gå gjennom et større areal av bunnplaten. For telling av større arter og arter med lavere forekomst, ble 10 ml prøve sedimentert.

Totalt ble det tatt månedlige prøver i perioden fra mai til og med månedsskiftet september/oktober.



Figur 1. Beliggenhet til innsjøene i denne undersøkelsen.

3 Tilstandsvurdering

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

Klassifiseringssystemet tar hensyn til vassdragstype ved klasseinndelingen. Områder med ulik geologi har ulik bakgrunnstilførsel av næringssalter, og selv uten noen menneskelig påvirkning ville 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, Vanndirektivet 2018).

Forekomsten av planteplankton oppgis noen steder som total biomasse, andre steder som totalt biovolum. I klassifiseringsveilederen benyttes biovolum, men enheten mg/l. Dette kan virke forvirrende, men tettheten til planktonalgene settes normalt til 1,0 mg/mm³ som betyr at algenes biovolum i mm³ blir identisk med deres biomasse i mg. Siden enheten i veilederen er oppgitt i mg/l, benyttes her betegnelsen biomasse heller enn biovolum.

I tabellene 2 – 5 vises grenseverdiene som er satt for de relevante innsjøtypene i denne undersøkelsen for de ulike parameterne som inngår i kvalitetselementet *planteplankton*. Disse parameterne er: Total biomasse av planteplankton, indeks for artssammensetning (PTI), biomasse av cyanobakterier (Cyano_{max}) og klorofyll a.

Tabell 2. Klassegrenser for total biomasse (mg/l) av planteplankton i innsjøtypene som var relevante i denne undersøkelsen.

Innsjøtype	Referanse-verdi	Maksimal-verdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
L106	0,30	6,00	< 0,60	0,60 – 1,00	1,00 – 2,00	2,00 – 4,60	> 4,60
L107	0,28	6,00	< 0,64	0,64 – 1,04	1,04 – 2,35	2,35 – 5,33	> 5,33
L108	0,34	7,00	< 0,77	0,77 – 1,24	1,24 – 2,66	2,66 – 6,03	> 6,03

Tabell 3. Klassegrenser for artssammensetning av planteplankton uttrykt i form av indeksverdien PTI.

Innsjøtype	Referanse-verdi	Maksimal-verdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
L106 / L107	2,09	4,00	< 2,26	2,26 – 2,43	2,43 – 2,60	2,60 – 2,86	> 2,86
L108	2,22	4,00	< 2,39	2,39 – 2,56	2,56 – 2,73	2,73 – 3,07	> 3,07

Tabell 4. Klassegrenser for maksimal biomasse (mg/l) av cyanobakterier (Cyano_{max}).

Innsjøtype	Referanse-verdi	Maksimal-verdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Alle	0,00	10,00	< 0,16	0,16 – 1,00	1,00 – 2,00	2,00 – 5,00	> 5

For komponentene total biomasse, PTI og 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:

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

Referanseverdi og klassegrenser for klorofyll a er gitt i tabell 5.

Tabell 5. Klassegrenser for klorofyll a (µg/l).

Innsjøtype	Referanse-verdi	Maksimal-verdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
L106	2,7		< 5,4	5,4 - 9	9 - 16	16 - 32	> 32
L107	3		< 6	6 - 9	9 - 18	18 - 36	> 36
L108	3,5		< 7	7 – 10,5	10,5 - 20	20 - 40	> 40

4 Plankton i innsjøer

I dette kapittelet skisserer vi en typisk biomasseutvikling av planteplankton gjennom vekstsesongen i henholdsvis næringsfattige og næringsrike innsjøer (avsnitt 4.1 – 4.3). Det kan være nyttig å ha disse mønstrene klart for seg før vi i senere kapittel ser på resultatene fra de undersøkte innsjøene.

4.1 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 næringsstoffer. 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. Næringsstoffer 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 næringsstoffer er brukt opp, pga. økt beitetrykk fra dyreplankton som nå også har rukket å vokse opp, eller pga. temperatursjiktningen som gir økt tap via sedimentasjon ut av blandingssonen. For kiselalger er det gjerne en kombinasjon av disse faktorene som er årsak til at populasjonen bryter sammen. Mesteparten av fosforet i vannet er nå bundet opp i biomassen av planteplanktonet, og trekkes dermed ut av de øvre vannmassene når disse algene dør og synker ut av blandingssjiktet.

Like etter at vannmassene utvikler en temperatursjiktning får vi derfor gjerne en fase hvor det er lite alger og hvor vannet er mye klarere enn ellers. Dette fenomenet er såpass vanlig at vi gjerne kaller det for *klarvannsfasen*. Vanligvis vil denne inntreffe en eller 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 næringsstoffer fra sedimentene, såkalte *interne kilder*, være svært begrenset. Skal biomassen av planteplankton nå øke igjen, vil det kreve tilførsel av næringsstoffer 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 næringsstoffer til innsjøen. Dersom slike tilførsler er veldig begrenset, vil biomassen av planteplankton holde seg lav. Tilføres derimot store mengder næringsstoffer vil forekomsten av alger øke raskt, siden lys- og temperaturforholdene er gode.

I en situasjon med gode lysforhold, høy vanntemperatur og god tilgang på næringsstoffer 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 næringsstoffer til en ytterligere deling, og hele populasjonen kollapser.

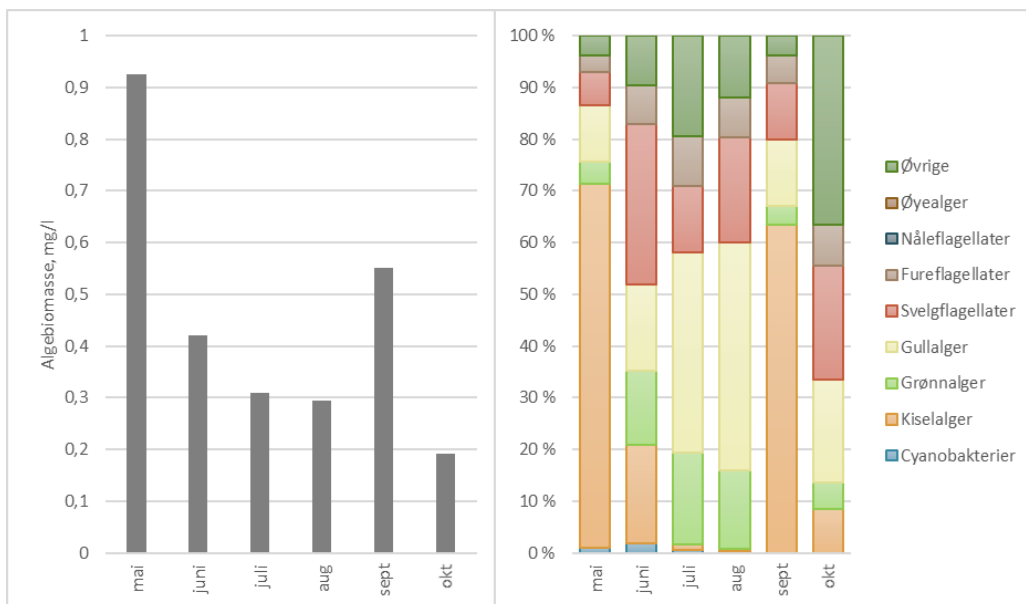
En del cyanobakterier har gassblærer i cellene, og når de dør kan de i første omgang heller flyte opp enn å synke til bunns. Algeoppblomstringen blir da veldig synlig ved at det dannes klumper av alger eller et malingsliknende belegg i overflaten.

Høst

Utover høsten blir lysforholdene igjen dårlige. Vanntemperaturen avtar inntil vannmassene på nytt fullsirkulerer. Organisk materiale som har sunket ut fra blandingssjiktet i løpet av sommeren, har blitt nedbrutt i dypet på samme måte som i vinterperioden. Fullsirkulasjonen på høsten vil derfor på nytt frakte næringsstoffer 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.

4.2 Typisk suksesjonsmønster, næringsfattige innsjøer.

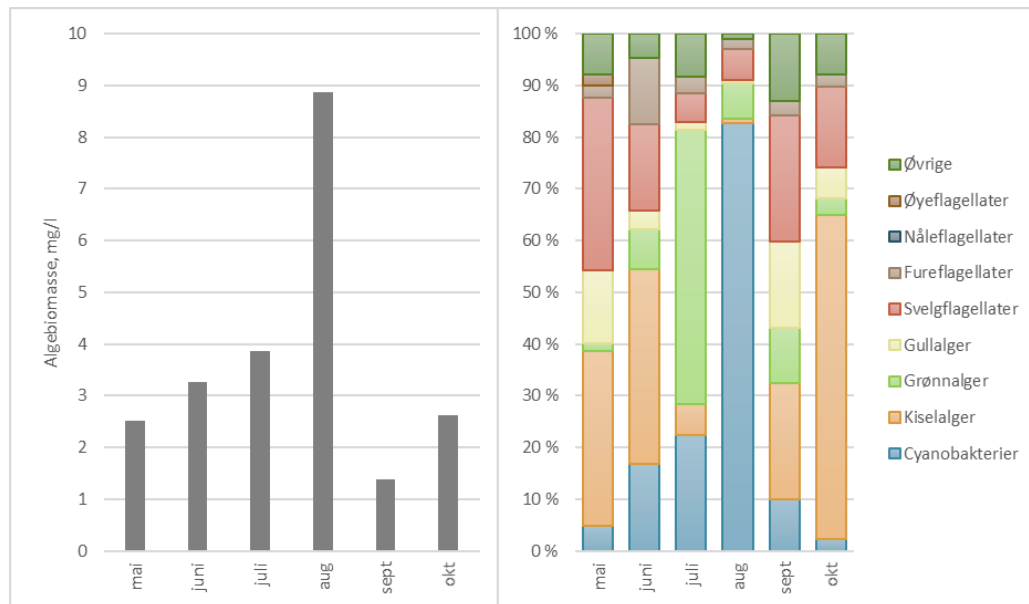
- Med en månedlig prøvetakingsfrekvens er det umulig å vite hvor nær toppen man treffer i vår- og høstoppblomstringen. Ofte vil vi derfor ikke registrere noen topp der. I eksempelet under ser vi hvordan det kan se ut dersom prøvetakingen skjer i nærheten av en slik topp (figur 2, venstre del). Maksimal biomasse på høsten påtreffes ofte i siste halvdel av september eller første halvdel av oktober.
- Dominans av kiselalger under vår- og høstoppblomstring (figur 2, høyre del). Ellers et godt sammensatt samfunn, gjerne med små, lett beitbare 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 2. Eksempel på et typisk suksesjonsmønster av planteplankton i en næringsfattig innsjø.

4.3 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, venstre del).
- Grønnalger dominerer i juli. Langsomtvoksende cyanobakterier med små tap («problemalge») bygger seg opp (figur 3, høyre del).
- Stor oppblomstring av cyanobakterie i august. Her vet vi heller ikke hvor nær biomasstoppene 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 næringsstoffer ut av systemet, og vi får en periode med mye mindre alger. I dette eksempelet skjer det i september.



Figur 3. 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 2.

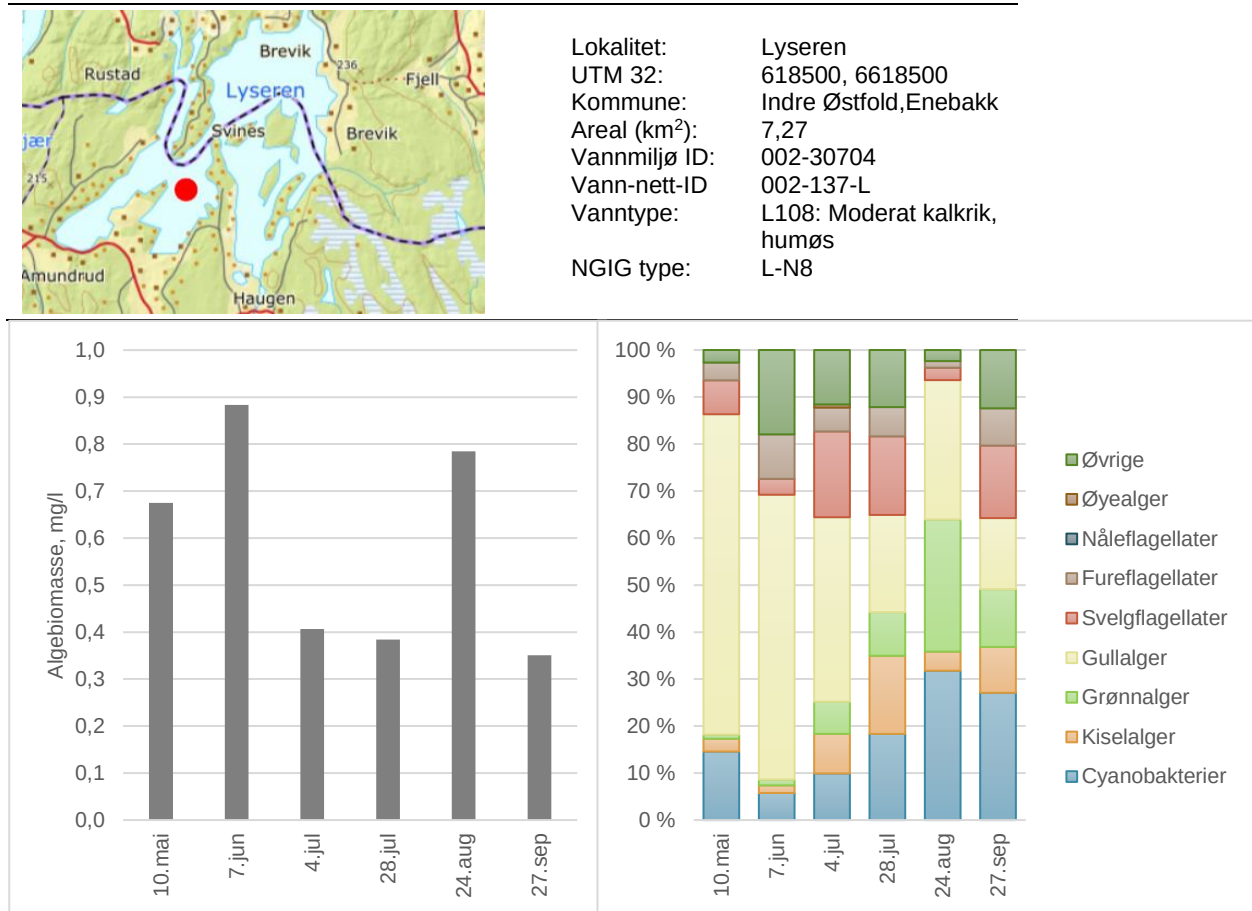
5 Resultater

Innsjøtype må være kjent for å benytte korrekte grenseverdier. Denne informasjonen har vi for hver innsjø hentet fra portalen Vann-nett.

Kategorien «Øvrige» i figurene som viser biomasse og sammensetning av planteplankton, består i all hovedsak av picoplankton (alger < 2 µm) og små flagellater (2 - 4 µm). I noen av innsjøene var det i enkelte prøver et beskjedent innslag av gulgrønnalger (Xanthophyceae). Disse er også inkludert i kategorien «Øvrige». Legg merke til at skaleringen av y-aksen på disse figurene varierer fra innsjø til innsjø.

Total fosfor er en støtteparameter ved beregning av økologisk tilstand etter kvalitetselementet planteplankton. nEQR-verdier for total fosfor har derfor ikke blitt gitt noen fargekode i tabellene nedenfor, slik de biologiske komponentene i dette kvalitetselementet har. Denne støtteparameteren kan nedgradere den økologiske tilstanden, men ikke oppgradere den. Dersom konsentrasjonen av total fosfor ikke resulterer i noen endring av klasse, er den endelige nEQR-verdien som er oppgitt i tabellen for hver innsjø den vi kom fram til ved bruk av de biologiske analysene.

5.1 Lyseren



Figur 4. Lyseren. Biomasse og sammensetning av planteplankton

Kommentar: En mindre gullalgeoppblomstring, spesielt av arten *Uroglenopsis americana* i mai og juni. Ellers et rimelig godt sammensatt samfunn av planteplankton. Tilstedeværelse av cyanobakterier utgjorde en liten andel av biomassen dette året.

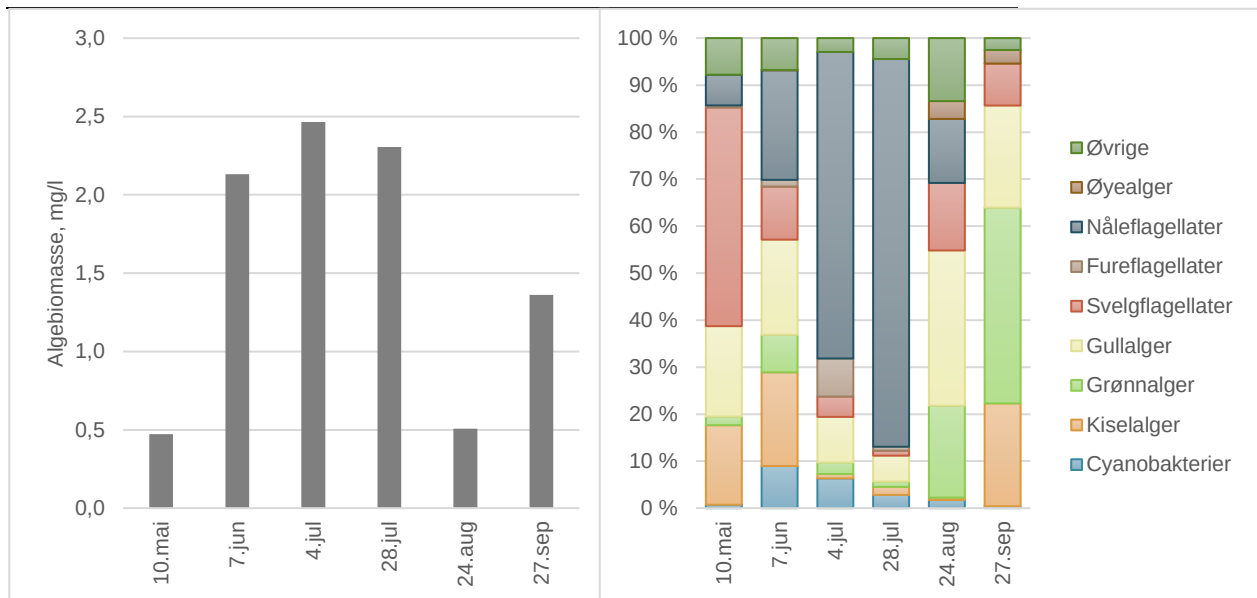
Tabell 6. Lyseren. Parametere som inngår i kvalitetselementet planteplankton. Fargekodene samsvarer med tabell 2 – 5.

Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Tilstandsklasse
10.05.2022	71	11	0,67	2,33	0,098	
07.06.2022	31	11	0,88	2,23	0,051	
04.07.2022	13	4,3	0,41	2,15	0,040	
28.07.2022	9,5	3,9	0,38	2,26	0,070	
24.08.2022	14	2,6	0,78	2,54	0,249	
27.09.2022	14	3,9	0,35	2,54	0,095	
Gjennomsnitt	25,4	6,1	0,58	2,34		
nEQR	0,51	0,83	0,89	0,86	0,78	0,83 (svært god)

5.2 Lundebyvann



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



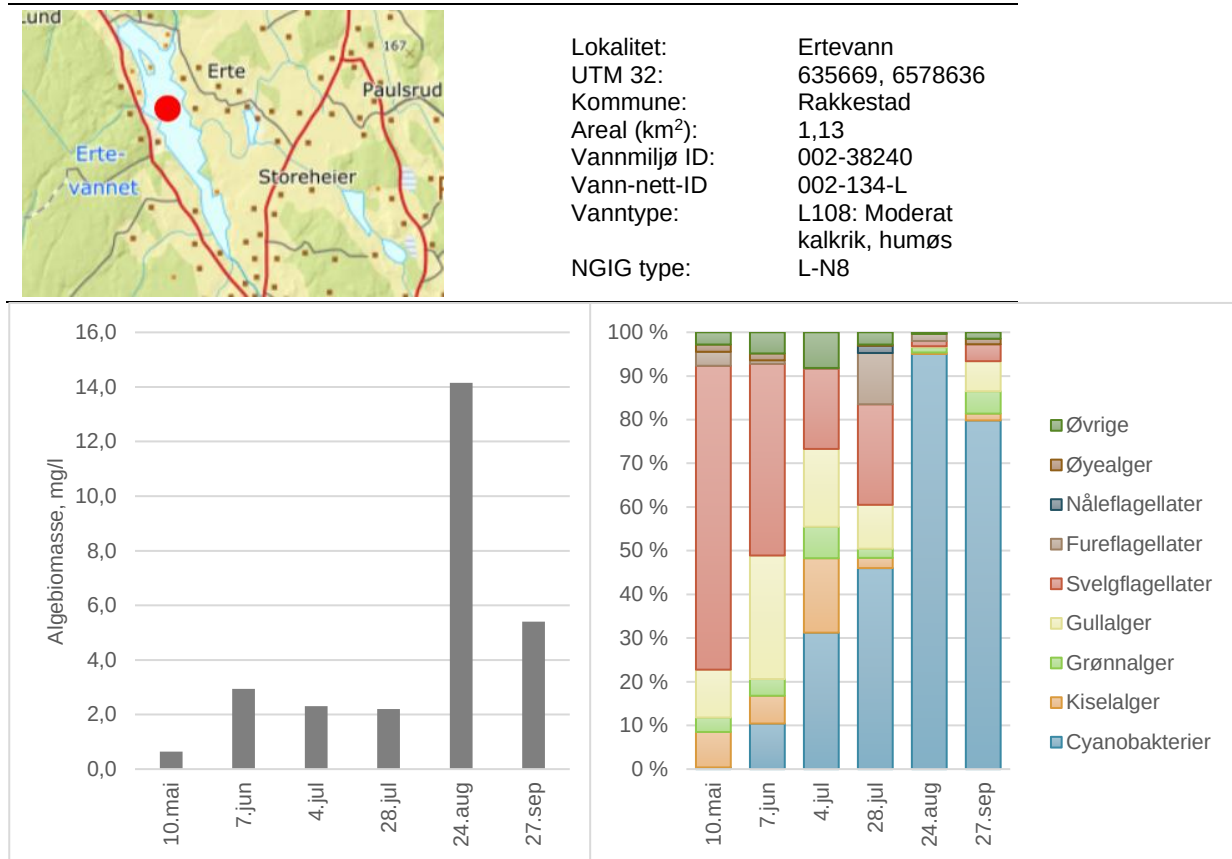
Figur 5. Lundebyvann. Biomasse og sammensetning av planteplankton

Kommentar: Nåleflagellaten *Gonyostomum semen* dominerte i hele sommerperioden, og med en betydelig oppblomstring tidlig i juli. Som i tidligere år var det påfallende lav forekomst av cyanobakterier i innsjøen.

Tabell 7. Lundebyvann. Parametere som inngår i kvalitetselementet planteplankton. Fargekodene samsvarer med tabell 2 – 5.

Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Tilstandsklasse
10.05.2022	31	9,1	0,47	2,40	0,003	
07.06.2022	42	16	2,13	2,54	0,191	
04.07.2022	24	25	2,46	2,78	0,156	
28.07.2022	22	25	2,30	2,87	0,065	
24.08.2022	25	3,7	0,51	2,35	0,009	
27.09.2022	35	13	1,36	2,57	0,005	
Gjennomsnitt	29,8	15,3	1,54	2,58		
nEQR	0,40	0,41	0,49	0,42	0,79	0,44 (moderat)

5.3 Erte vann



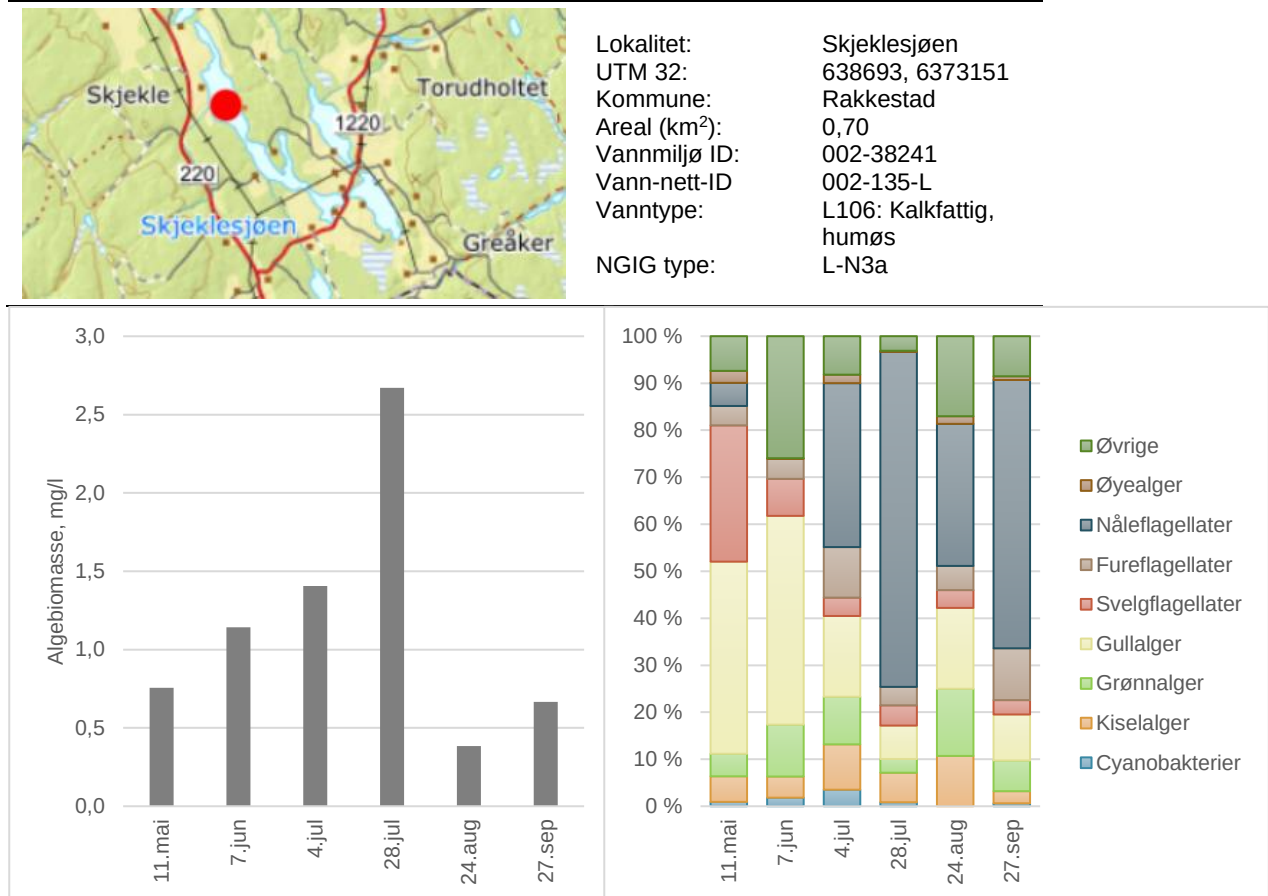
Figur 6. Erte vann. Biomasse og sammensetning av planteplankton

Kommentar: Totalbiomassen av planteplankton bygget seg opp gjennom sommeren, og med en stadig økende andel av cyanobakterier. Dette er en helt typisk utvikling i næringsrike innsjøer, og den kulminerte med en stor oppblomstring av cyanobakterien *Dolichospermum* på sensommeren.

Tabell 8. Erte vann. Parametere som inngår i kvalitetselementet planteplankton. Fargekodene samsvarer med tabell 2 – 5.

Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Tilstandsklasse
10.05.2022	56	12	0,64	2,32	0,002	
07.06.2022	48	22	2,94	2,33	0,307	
04.07.2022	37	23	2,31	2,69	0,721	
28.07.2022	34	28	2,20	2,94	1,014	
24.08.2022	28	52	14,15	3,25	13,449	
27.09.2022	43	16	5,40	3,13	4,311	
Gjennomsnitt	25,4	25,5	4,61	2,78		
nEQR	0,51	0,31	0,28	0,37	0,00	0,22 (dårlig)

5.4 Skjeklesjøen



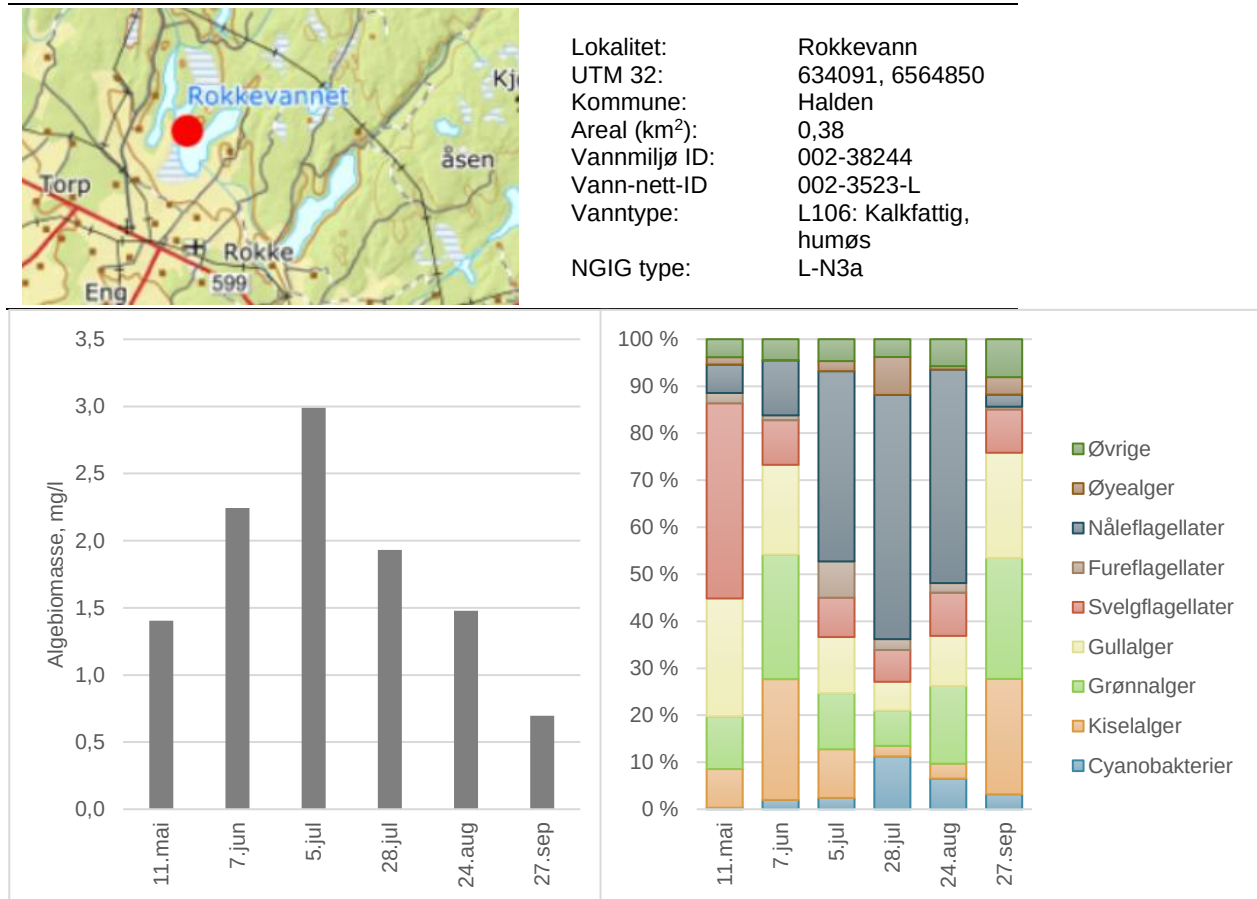
Figur 7. Skjeklesjøen.. Biomasse og sammensetning av planteplankton

Kommentar: Oppblomstring av Nåleflagellaten *Gonyostomum semen* i juli og september. Ellers jevn sammensetning av planteplankton gjennom sesongen. Cyanobakterier var representert ved *Anathece* sp. og *Snowella lacustris*, men forekomsten av disse var svært lav.

Tabell 9. Skjeklesjøen. Parametere som inngår i kvalitetselementet planteplankton. Fargekodene samsvarer med tabell 2 – 5.

Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Tilstandsklasse
11.05.2022	29	13	0,76	2,26	0,007	
07.06.2022	39	12	1,14	2,11	0,021	
04.07.2022	23	15	1,41	2,62	0,050	
28.07.2022	14	17	2,67	2,83	0,023	
24.08.2022	23	4,1	0,38	2,54		
27.09.2022		8,3	0,67	2,69	0,004	
Gjennomsnitt	25,6	11,6	1,17	2,51		
nEQR	0,44	0,50	0,57	0,51	0,94	0,52 (moderat)

5.5 Rokkevann



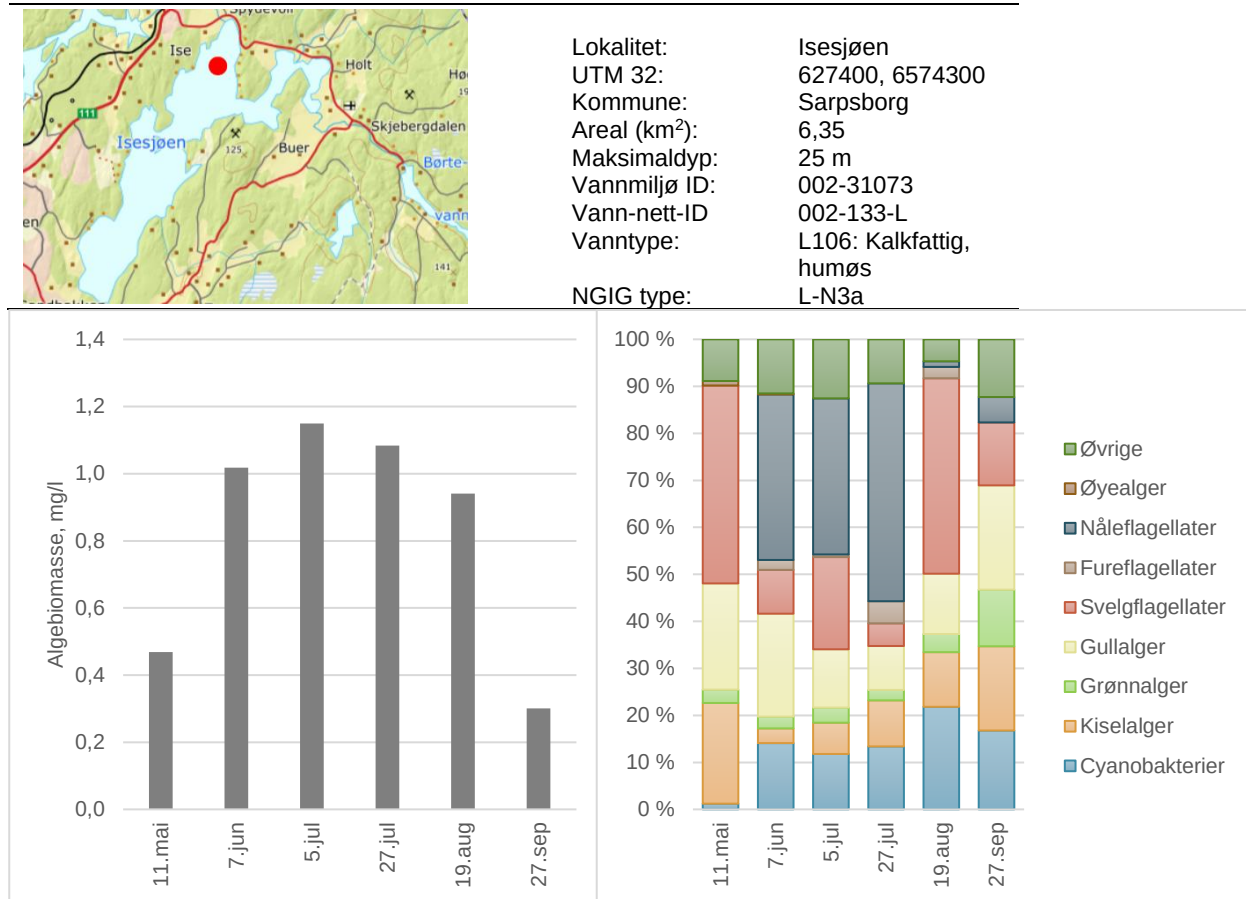
Figur 8. Rokkevann. Biomasse og sammensetning av planteplankton

Kommentar: Jevn sammensetning av planteplankton gjennom sesongen med en mindre oppblomstring av nåleflagellaten *Gonyostomum semen* i juli og august.

Tabell 10. Rokkevann. Parametere som inngår i kvalitetsselementet planteplankton. Fargekodene samsvarer med tabell 2 – 5.

Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Økologisk tilstand
11.05.2022	35	14	1,40	2,32	0,005	
07.06.2022	44	26	2,24	2,68	0,045	
05.07.2022	38	28	2,99	2,70	0,072	
28.07.2022	35	23	1,93	2,88	0,217	
24.08.2022	27	8,4	1,48	2,69	0,096	
27.09.2022	39	5,5	0,70	2,54	0,022	
Gjennomsnitt	36,3	17,5	1,79	2,63		
nEQR	0,44	0,37	0,44	0,37	0,79	0,39 (dårlig)

5.6 Ilesjøen



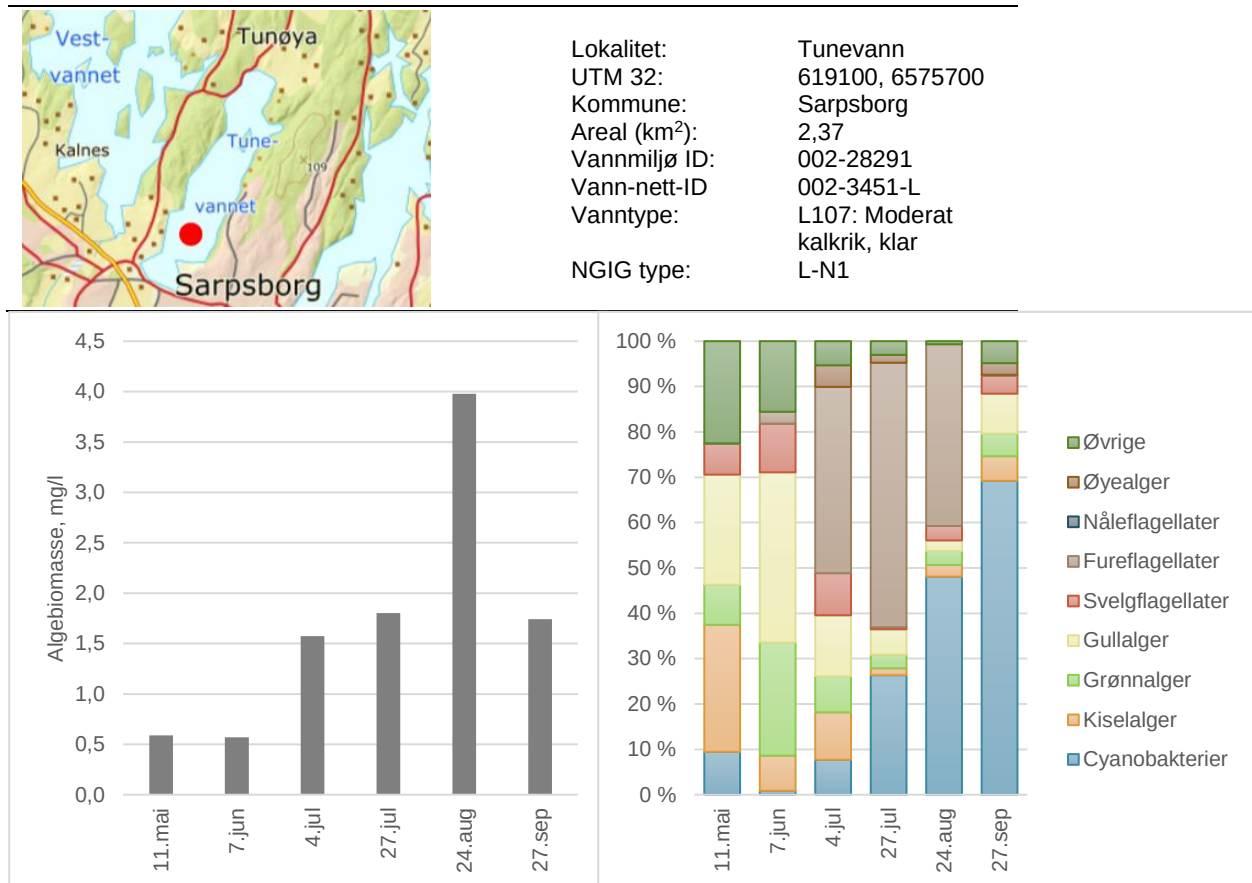
Figur 9. Ilesjøen. Biomasse og sammensetning av planteplankton

Kommentar: Biomassen av planteplankton var relativt jevn gjennom hele sesongen. Unntaket var i juli da nåleflagellaten *Gonyostomum semen* dominerte, og hadde en mindre oppblomstring. Forekomsten av cyanobakterier var dominert av *Woronichinia*, men biomassen av denne var gjennom hele sesongen relativt lav.

Tabell 11. Ilesjøen. Parametere som inngår i kvalitetselementet planteplankton. Fargekodene samsvarer med tab.2 – 5.

Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Tilstandsklasse
11.05.2022	43	5,7	0,47	2,24	0,006	
07.06.2022	37	11	1,02	2,54	0,144	
05.07.2022	36	13	1,15	2,60	0,136	
27.07.2022	25	16	1,08	2,70	0,145	
19.08.2022	29	8,8	0,94	2,46	0,205	
27.09.2022	35	2,6	0,30	2,38	0,050	
Gjennomsnitt	34,2	9,5	0,83	2,49		
nEQR	0,35	0,58	0,69	0,53	0,79	0,58 (moderat)

5.7 Tunevann



Figur 10. Tunevann, sør. Biomasse og sammensetning av planteplankton

Kommentar: Forekomsten av cyanobakterier var i sommerperioden lavere enn vanlig. I stedet var planteplanktonet da dominert av fureflagellaten *Ceratium*. Økende forekomst av cyanobakteriene *Dolichospermum*, *Pseudanabaena* og *Aphanizomenon* på sensommeren og høsten.

Tabell 12. Tunevann, sør. Parametere som inngår i kvalitetselementet planteplankton. Fargekodene samsvarer med tabell 2 – 5.

Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Tilstandsklasse
11.05.2022	45	11	0,59	2,12	0,056	
07.06.2022	45	5,0	0,57	2,27	0,005	
04.07.2022	28	12	1,57	2,57	0,121	
27.07.2022	33	12	1,80	3,27	0,475	
24.08.2022	29	11	3,98	3,28	1,913	
27.09.2022	31	10	1,74	3,29	1,205	
Gjennomsnitt	35,2	10,2	1,71	2,80		
nEQR	0,26	0,55	0,50	0,25	0,42	0,39 (dårlig)

5.8 Oppsummering

Lyseren

Både biomassen og artssammensetningen av planteplankton i 2021 tilsa en *svært god* tilstand i Lyseren, mens forekomsten av cyanobakterier tilsa en *god* tilstand. Samlet ga alle komponentene som inngår i kvalitetsselementet planteplankton likevel *svært god* tilstand. Resultatet er det samme vi har funnet de fleste årene siden 2016; tilstanden ligger enten i øvre del av klassen *god*, eller i nedre del av klassen *svært god*. Innsjøen hadde i 2022, som i tidligere år, innslag av flere ulike cyanobakterier som ved gitte betingelser kan gi store oppblomstringer. Biomassen av disse var imidlertid lav, som tilsier at næringstilgangen har vært for liten til å understøtte oppblomstringer. Med slike arter i systemet er det ekstra viktig å holde tilførselen av fosfor nede. Dersom denne øker, kan det raskt medføre en vesentlig dårligere tilstand enn det vi observerer i dag.

I 2022 ble det målt betydelig høyere verdier av total fosfor enn tidligere år. Siden dette ikke ga seg utslag i økt vekst av planteplankton, betyr det trolig at en større andel enn vanlig av dette fosforet har vært lite tilgjengelig for algene og cyanobakteriene. Forholdene i innsjøen var ikke dårligere i 2022 enn tidligere, men etter reglene for fastsettelse av økologisk tilstand skal fosforinnholdet i slike tilfeller være styrende for tilstandsvurderingen. Dermed blir den økologiske tilstanden til Lyseren i 2022 satt til *moderat* (tabell 14).

Lundebyvann

Som i tidligere år var forekomsten av cyanobakterier i Lundebyvann (eller Lundeby tjern) svært lav, noe som ser ut til å være et karaktertrekk ved innsjøen. Det som også virker å være karakteristisk for den, er en betydelig forekomst av nåleflagellaten *Gonyostomum semen*. I 2022 utgjorde denne arten i perioder opp mot 90% av totalbiomassen, og den hadde en betydelig oppblomstring i juli. Sammenliknet med tidligere år, var likevel den maksimalt observerte biomassen av *Gonyostomum* vesentlig lavere i 2022. Dette kan imidlertid være tilfeldig. Oppblomstringer varer ofte bare et par uker, og med prøvetaking en gang i måneden, er det tilfeldig hvor i en slik oppblomstring vi treffer. Den maksimale biomassen i 2022 kan altså ha vært mye høyere enn vi har registrert.

Likevel må det sies å være positivt at vi for første gang på de ti siste årene ser at innsjøen havner i tilstandsklassen *moderat* (tabell 14). Vi bemerket i fjorårets rapport at nEQR-verdiene hadde vært stigende i 2020 og i 2021. Med en slik ytterligere bedret tilstand i 2022, kan det se ut til at innsjøen er inne i en positiv utvikling. Vi trenger likevel noen år til med tilsvarende resultater for å si med en viss grad av sikkerhet at dette er tilfellet.

Ertevang

Det er mange ulike «problemarter» i Ertevang. I 2022 fikk vi gjennom sommeren en gradvis større biomasse av cyanobakterier, noe som endte med en stor oppblomstring av *Dolichospermum* i august. Dette er akkurat samme utvikling vi så i 2021, men da kom oppblomstringen noe tidligere. Svelgflagellater dominerte i første halvdel av vekstsesongen, men dette er en alge som er god føde for dyreplankton. Den beites derfor ned og danner sjelden store oppblomstringer. Den er heller ikke toksisk, slik en del av cyanobakteriene kan være. Nåleflagellaten *Gonyostomum semen* ble også registrert, men kun i slutten av juli og da med svært lav forekomst. Totalbiomassen og artssammensetningen av planteplankton ga i 2021 *dårlig* økologisk tilstand, med en nEQR-verdi helt i nedre del av denne tilstandsklassen (tabell 13). Fosforinnholdet i Ertevang viste en

tilstandsklasse bedre enn det planteplanktonet gjorde. Dette er vanlig når samfunnet av planteplankton inkluderer arter som har potensial for store oppblomstringer.

Resultatet for 2022 lå i samme område som vi har sett siden 2017 (tabell 14). Dagens fosforbelastning gir altså *dårlig* økologisk tilstand, og vi kan ikke forvente noen forbedring i Ertevann uten at tilførselene av fosfor reduseres.

Skjeklesjøen og Rokkevann

Skjeklesjøen og Rokkevannet er to innsjøer som ser ut til å være temmelig like både med hensyn til mengde og artssammensetning av planteplankton. Både i 2016 og i 2022 observerte vi en tendens til oppblomstring av nåleflagellaten *Gonyostomum semen*, og denne arten utgjorde disse årene en stor andel av planteplanktonet i månedene juli, august og september. I 2019 observerte vi også *Gonyostomum*, men da i mindre mengder i begge innsjøene. Samtidig ser forekomsten av cyanobakterier gjennomgående ut til å være lav i begge innsjøene. I 2022 hadde vi i Rokkevann et visst innslag av cyanobakterien *Anathece* i juli, men dette er en slekt som sjelden danner oppblomstringer. Mulige problemer som er knyttet til cyanobakterier, er altså trolig ikke særlig relevante i disse innsjøene. I Rokkevannet er det imidlertid et større innslag av arter som er typiske i næringsrike innsjøer. Dette har gitt noe lavere nEQR-verdier enn i Skjeklesjøen. For Rokkevann havnet den økologiske tilstanden i 2022 ut fra kvalitetselementet planteplankton så vidt i klassen *dårlig*. Sammenliknet med tidligere år er dette imidlertid litt tilfeldig, og avhengig hvor i oppblomstringen av *Gonyotomum* prøvetakingen treffer. Det er liten tvil om at Rokkevann ligger i grenseområdet mellom *moderat* og *dårlig* tilstand, mens Skjeklesjøen befinner seg midt i tilstandsklasse *moderat*. Det er ingen tegn til at det har vært noen endring av tilstanden i innsjøene i perioden 2016 – 2022 (tabell 14).

Isesjøen

Forholdene i Isesjøen ser ut til å være forbløffende stabile. Utviklingen av planteplankton fulgte i 2022 nesten eksakt samme mønster som vi så både i 2020 og i 2021. Biomassen lå nær 1 mg/l i perioden juni – september, hvor nåleflagellaten *Gonyostomum semen* utgjorde 30 – 40% av totalbiomassen i juni og juli. Et betydelig innslag av denne arten trakk indeksen for artssammensetning (PTI) ned til *moderat* tilstand. Biomassen av planteplankton lå helt i øvre sjikt av klassen *moderat* når vurdert ut fra mengden klorofyll *a*, og midt i klasse *god* vurdert ut mikroskopisk analyse (tabell 13). I 2022 kom kvalitetselementet planteplankton som helhet ut helt i øvre sjikt av tilstandsklassen *moderat*. Gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon var i 2022 så høy som 34 µg/l, noe som skulle tilsa *dårlig* tilstand. En klart høyere fosforkonsentrasjon enn vanlig, men uten en økning i forekomst av planteplankton, var noe vi så i flere av innsjøene i 2022. Det tilsier at en stor andel av fosforet har vært lite tilgjengelig for vekst. Dette kan for eksempel skje dersom flere av prøvetakingene har skjedd kort tid etter perioder med nedbør. Da kan mye av fosforet være bundet til partikler, og dette er fosfor som normalt har lav biotilgjengelighet for algene.

Forekomsten av cyanobakterier i Isesjøen er gjennomgående lav, men i år utgjorde slekten *Woronichinia* opp mot 20% av totalbiomassen i sommerperioden. Av problematiske arter er det imidlertid liten tvil om at det er nåleflagellaten *Gonyostomum* som er viktigst i denne innsjøen.

De siste sju årene har forholdene i Isesjøen vært usedvanlig jevne, hvor vi hvert år har fått nEQR-verdier som plasserer innsjøen i tilstandsklassen *moderat*. De to siste årene har likevel nEQR-verdiene vært noe høyere enn de fem foregående. I 2021 og 2022 har disse vært nær *god* økologisk tilstand. Dette kan være tilfeldig,

men gir større sannsynlighet for at innsjøen beveger seg i positiv retning enn at utviklingen går mot dårligere tilstand (tabell 14).

Tunevann

I tidligere år har vi i sommerprøvene fra Tunevann funnet mange ulike arter av cyanobakterier, og flere av dem har kapasitet til å danne store oppblomstringer. Det samme fant vi i 2022, men som i 2021 fikk vi ingen store oppblomstringer i sommerperioden. Biomassen av planteplankton var høy i slutten av august, men da utgjorde fureflagellaten *Ceratium furcoides* omtrent like stor andel av totalbiomassen som cyanobakteriene gjorde. Kun i slutten av september var det stor dominans av cyanobakterier, men da var til gjengjeld totalbiomassen av planteplankton under halvparten av det den var i august

Som i Isesjøen, og flere andre innsjøer, var konsentrasjonen av fosfor i Tunevann mye høyere i 2022 enn vanlig (35 µg/l i 2022 mot 19 µg/l i 2021). Det er imidlertid liten grunn til å legge særlig vekt på dette så lenge det ikke noen steder resulterte i en økt biomasse av planteplankton. Mest sannsynlig skyldes det at mye av fosforet i 2022 har vært bundet til partikler.

I løpet av de siste ti årene er det bare i 2020 og i 2021 at den økologiske tilstanden i Tunevann har havnet i tilstandsklassen *moderat*. I 2022 ble den på nytt fastsatt til *dårlig*, men med en nEQR-verdi helt på grensen til *moderat* tilstand. Vurdert ut fra nEQR-verdi har de tre siste årene altså være de beste i denne tiårs-perioden (tabell 14). Det kan indikere at innsjøen er inne i en positiv utvikling.

Tabell 13. Oppsummering av normaliserte EQR-verdier (nEQR), og endelig tilstandsklasse ut fra kvalitetsselementet planteplankton. PTI = indeks for artssammensetning. SG = Klasse 1 (svært god), G = Klasse 2 (god), M = Klasse 3 (moderat), D = Klasse 4 (dårlig), SD = Klasse 5 (svært dårlig). * Tilstanden er nedgradert pga. forhøyet fosforverdi.

Innsjø	Klorofyll a		Biomasse		PTI		Cyano _{max}		Klasse	
	Status	nEQR	Status	nEQR	Status	nEQR	Status	nEQR	Status	nEQR
Lyseren	SG	0,83	SG	0,89	SG	0,86	G	0,78	M*	0,51*
Lundebyvann	M	0,41	M	0,49	M	0,42	G	0,79	M	0,44
Ertevann	D	0,31	D	0,28	D	0,37	SD	0,00	D	0,22
Isesjøen	M	0,58	G	0,69	M	0,53	G	0,79	M	0,58
Tunevann	M	0,55	M	0,50	D	0,25	M	0,42	D	0,39
Skjeklesjøen	M	0,50	M	0,57	M	0,51	SG	0,94	M	0,52
Rokkevann	D	0,37	M	0,44	D	0,37	G	0,79	D	0,39

Tabell 14. Oppsummering av normaliserte EQR-verdier (nEQR), og endelig tilstandsklasse ut fra kvalitetsselementet planteplankton i perioden 2013 – 2020. Forkortelser som i Tabell 13. * Tilstanden er nedgradert pga. forhøyet fosforverdi.
** Gjennomsnitt av resultat fra søndre og nordre stasjon i innsjøen.

Innsjø	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
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)
Lundebyvann	0,21 (D)	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)
Ertevang	0,51 (M)	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)
Isesjøen	0,42 (M)	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)
Tunevang	0,24 (D)	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)
Skjeklesjøen				0,48 (M)			0,49 (M)			0,52 (M)
Rokkevann				0,41 (M)			0,44 (M)			0,39 (D)

6 Referanser

Direktoratsgruppa, overvåkingsgruppa (2009). Veileder 02: 2009 – Overvåking av miljøtilstand i vann. Utgitt av Direktoratets gruppa for gjennomføring av Vanndirektivet. 263 s.

Direktoratsgruppa, vanndirektivet (2018). Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Utgitt av Direktoratets gruppa for gjennomføring av Vanndirektivet. 220 s.