

Haldenvassdraget vannområde

► **Klassifisering av innsjøer i Haldenvassdraget etter kvalitetselementet planteplankton**

Datarapport 2022

Oppdragsnr.: 5202703 Dokumentnr.: 01 Versjon: J02 Dato: 2023-04-11



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

Forord

Dette oppdraget er gitt av Haldenvassdraget vannområde.

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

Det ble i perioden mai – oktober 2022 tatt 8 - 9 prøver for analyse for analyse av planteplankton og vannkemi i følgende innsjøer: Bjørkelangen, Hemnessjøen, Skulerudsjøen, Rødenessjøen, Aremarksjøen og Femsjøen.

Hos Norconsult er det Trond Stabell som har analysert planteplankton og som har hatt hovedansvaret for rapporteringen. Leif Simonsen har vært ansvarlig for kvalitetssikring. Kartet i figur 1 er laget av Annlaug Meland. Vannkjemiske analyser er utført av ALS Laboratory Group Norway AS. Kontaktpersoner for oppdragsgiver har vært Lars Kristian Selbekk, leder for Haldenvassdraget vannområde.

Prøvetaking er utført av Johan Bergerud fra Utmarksforvaltningen AS.

Forsidebilde er fra Rødenessjøen, og er tatt av Johan Bergerud.

Vi ønsker å takke alle for godt samarbeid underveis.



Trond Stabell

Sandvika, 27. mars 2023

J02	2023-04-11	Til bruk	Trond Stabell	Leif Simonsen	Trond Stabell
B01	2023-03-27	Til gjennomsyn	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	Klassifisering	6
4	Planteplankton i innsjøer	8
4.1	Sesongsuksesjon	8
4.2	Typisk suksesjonsmønster, næringsfattige innsjøer.	10
4.3	Typisk suksesjonsmønster, næringsrike innsjøer.	10
5	Resultater	11
5.1	Bjørkelangen	12
5.2	Hemnessjøen	13
5.3	Skulerudsjøen	14
5.4	Rødenessjøen	15
5.5	Aremarksjøen	16
5.6	Femsjøen	17
5.7	Oppsummering	18
6	Referanser	21

1 Lokalteter

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

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

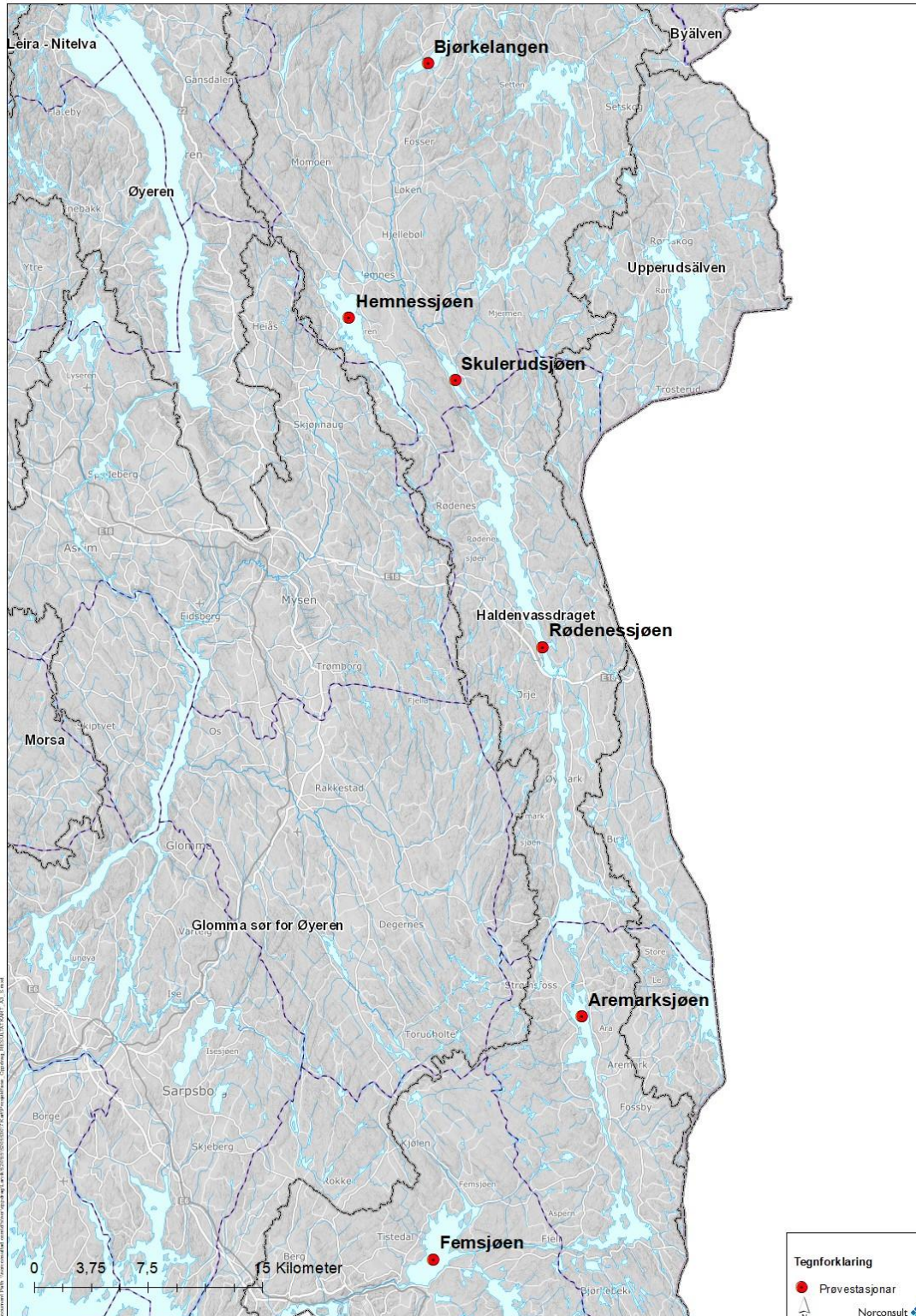
Innsjø	Innsjøtype	Vannmiljø-ID	Y-koordinat	X-koordinat
Bjørkelangen	L108	001-27839	6637200	641900
Hemnessjøen	L108	001-29656	6620450	636700
Skulerudsjøen	L108	001-38238	6616341	643694
Rødenessjøen	L106	001-31086	6598800	649450
Aremarksjøen	L106	001-28281	6574500	652000
Femsjøen	L106	001-30733	6558500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

2 Metoder

Innsamling av vannprøver, analyse av klorofyll *a* og planteplankton ble utført etter standard metoder, som beskrevet i overvåkingsveilederen (Direktoratsgruppa 2018).

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.

For planteplankton og vannkjemiske analyser ble det tatt 8 - 9 prøver i perioden fra mai til månedsskiftet september/oktober i 2022. Innsamlingen hadde i sommerperioden en noe høyere frekvens enn i resten av sesongen.



Figur 1. Beliggenhet til innsjøene i denne undersøkelsen.

3 Klassifisering

Den gjeldende klassifiseringsveilederen (veileder 02:2018) gir informasjon om aktuelle analyser for å vurdere tilstanden i bl.a. ferskvannsforkomster. 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 næringsalter, 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 parametere som inngår i kvalitetselementet *planteplankton*. Disse parametere 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
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	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
L108	3,5		< 7	7 – 10,5	10,5 - 20	20 - 40	> 40

4 Planteplankton i innsjøer

I dette kapittelet skisserer vi en typisk biomasseutvikling av planteplankton gjennom vekstsesongen i henholdsvis næringsfattige og næringsrike innsjøer. Det kan være nyttig å ha disse mønstrene klart for seg før vi i neste avsnitt ser på resultatene fra hver enkelt innsjø.

4.1 Sesongsuksessjon

Vinter

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

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

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

Vår

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

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

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

Sommer

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

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

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

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

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

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

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

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

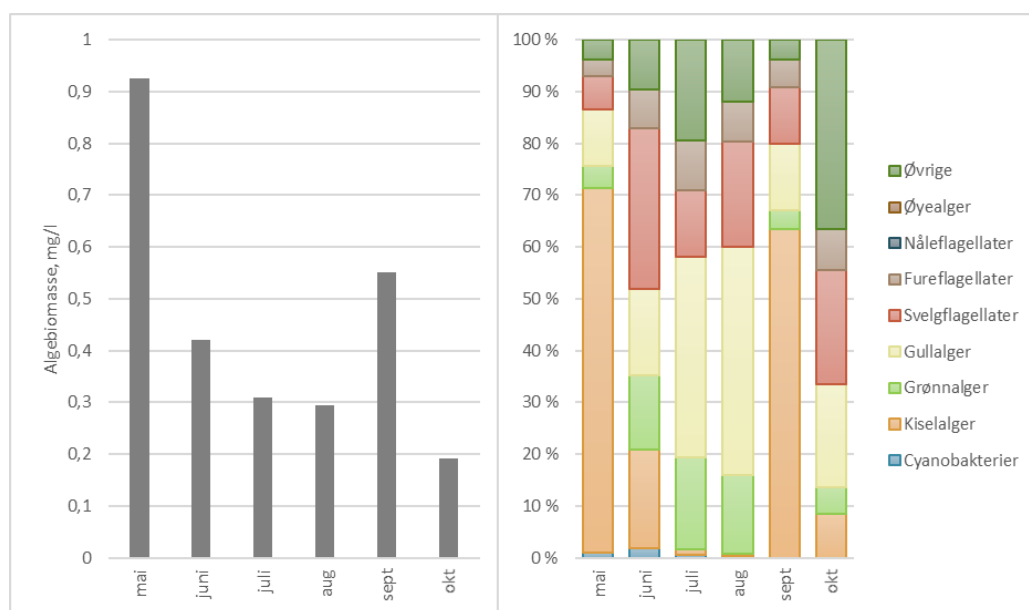
En del cyanobakterier har gassblærer i cellene, og når de dør kan de i første omgang heller flyte opp enn å synke til bunns. Algeoppblomstringen blir da veldig synlig ved at det dannes klumper av alger eller et malingsliknende belegg i overflaten.

Høst

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

4.2 Typisk suksesjonsmønster, næringsfattige innsjøer.

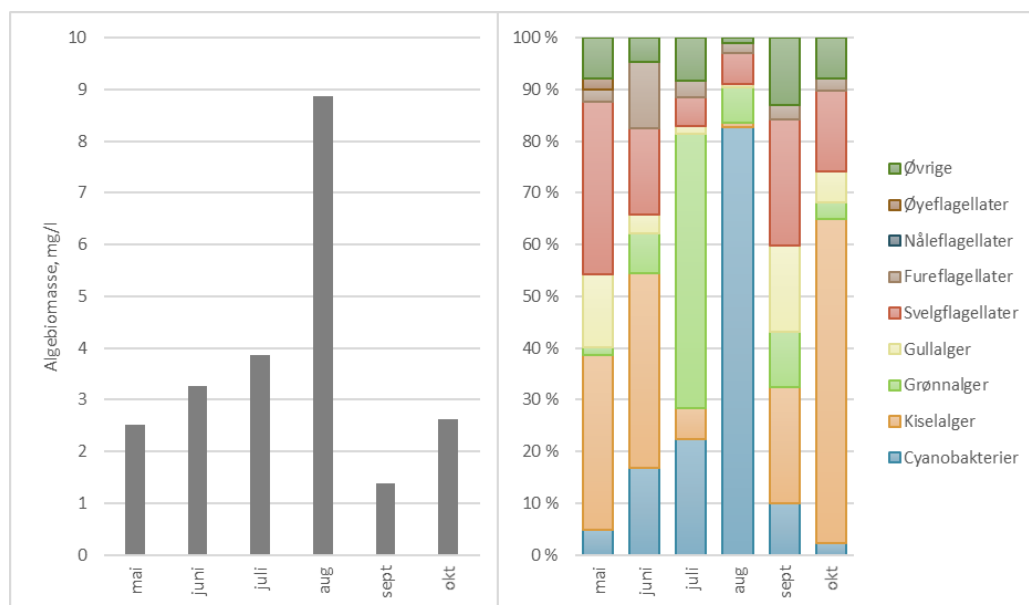
- Med en månedlig prøvetakingsfrekvens er det umulig å vite hvor nær toppen man treffer i vår- og høstoppblomstringen. Ofte vil vi derfor ikke registrere noen topp der. I eksempelet under ser vi hvordan det kan se ut dersom prøvetakingen skjer i nærheten av en slik topp (fig. 2, venstre del). Maksimal biomasse på høsten påtreffes ofte i siste halvdel av september eller første halvdel av oktober.
- Dominans av kiselalger under vår- og høstoppblomstring (fig. 2, høyre del). Ellers et godt sammensatt samfunn, gjerne med små, lett beibare 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 (fig. 3, venstre del).
- Grønnalger dominerer i juli. Langsomtvoksende cyanobakterier med små tap («problemalge») bygger seg opp (fig. 3, høyre del).
- Stor oppblomstring av cyanobakterie i august. Her vet vi heller ikke hvor nær biomassetoppen vi treffer. Uten denne problemalgen i systemet ville mest sannsynlig dominansen til grønnalgene ha fortsatt, men da uten en slik kraftig topp i august.
- Etter kollaps av en oppblomstring trekkes næringsalter ut av systemet, og vi får en periode med mye mindre alger. I dette eksempelet skjer det i september.



Figur 3. Eksempel på et typisk suksesjonsmønster av planteplankton i en næringsrik innsjø. Merk at skalering på y-aksen 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.

I denne undersøkelsen ble det tatt 8 – 9 prøver gjennom sesongen, mens det tradisjonelle for vurdering av økologisk tilstand er 6. Dette ga i de fleste innsjøene mulighet til å følge utviklingen av både totalbiomasse av planteplankton og artssammensetning på en noe bedre måte enn vanlig.

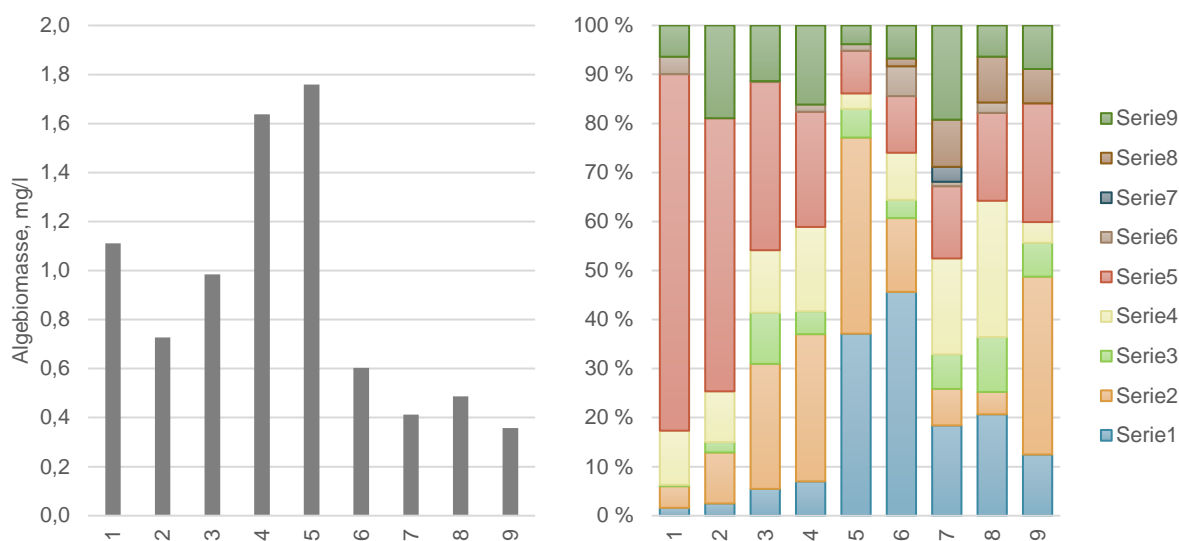
Total fosfor er en støtteparameter ved beregning av økologisk tilstand etter kvalitetselementet *planteplankton*. nEQR-verdier for total fosfor har derfor ikke blitt gitt noen fargekode i tabellene nedenfor, slik de biologiske komponentene i dette kvalitetselementet har. Denne støtteparameteren kan nedgradere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

I tabellene i kapittel 5.1 til 5.6 angis en totalvurdering for planteplankton uten eventuell korreksjon for total fosfor. I tabellen i oppsummeringskapittelet angis imidlertid økologisk tilstand og her tas total fosfor med i vurderingen.

5.1 Bjørkelangen



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



Figur 4. Bjørkelangen. Biomasse og sammensetning av planteplankton

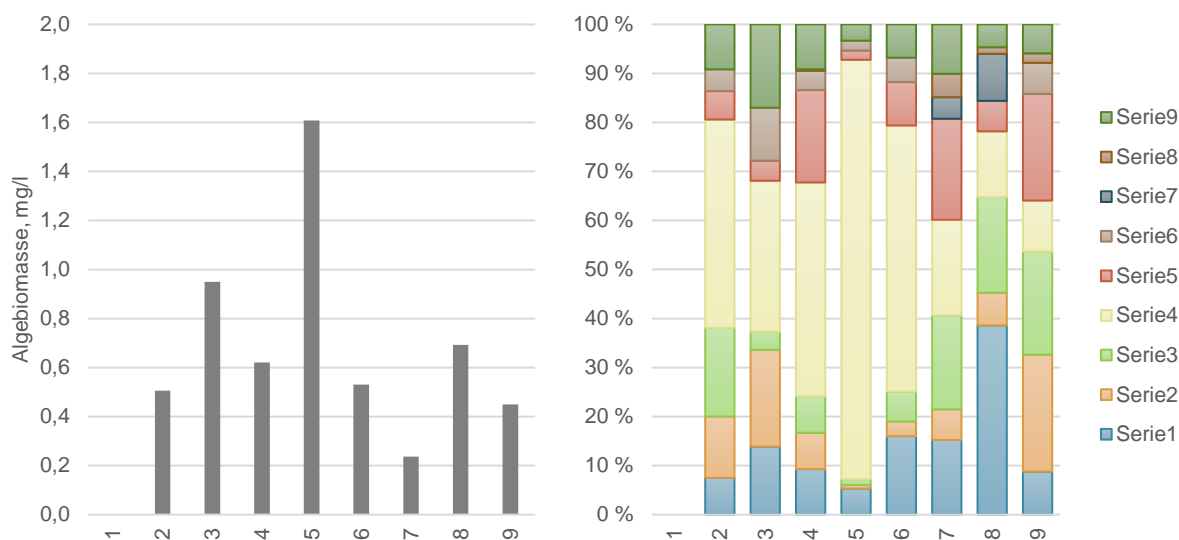
Tabell 6. Bjørkelangen. Parametere som inngår i kvalitetselementet «Planteplankton».

Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll <i>a</i> (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
19.05.2022	31	4,6	1,11	2,33	0,02	
06.06.2022	33	4,6	0,73	2,29	0,02	
20.06.2022	33	12	0,98	2,36	0,05	
05.07.2022	34	13	1,64	2,38	0,11	
19.07.2022	35	19	1,76	2,83	0,65	
03.08.2022	14	9,5	0,60	2,87	0,28	
05.09.2022	27	5,3	0,41	2,57	0,08	
20.09.2022			0,49	2,52	0,10	
12.10.2022	24	8,8	0,36	2,81	0,04	
Gjennomsnitt	28,9	9,6	0,90	2,55		
nEQR	0,47	0,64	0,75	0,61	0,68	0,65

5.2 Hemnessjøen



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



Figur 5. Hemnessjøen. Biomasse og sammensetning av planteplankton

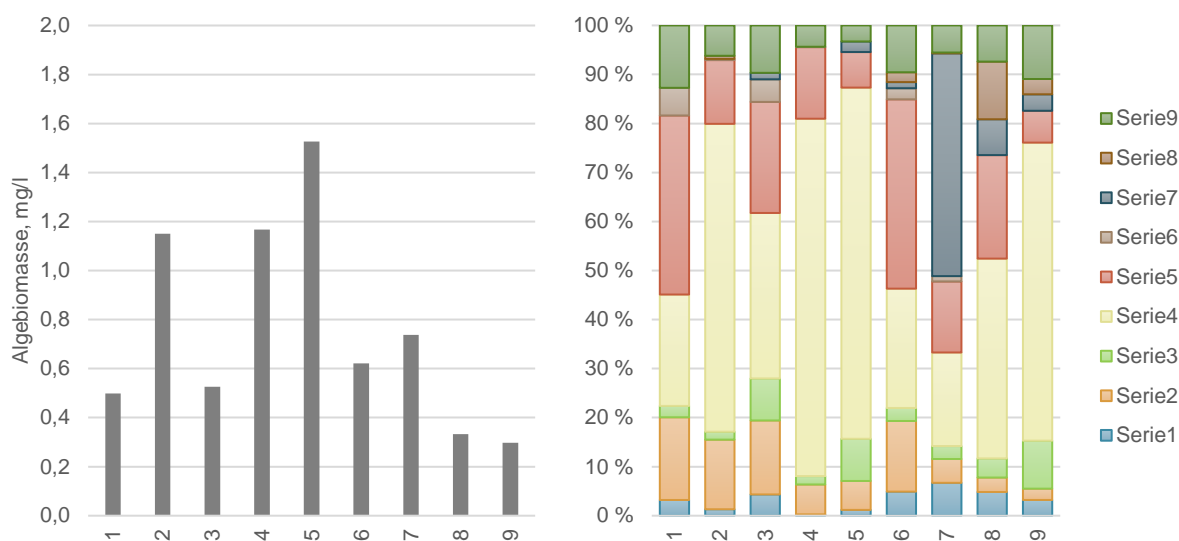
Tabell 7. Hemnessjøen. Parametere som inngår i kvalitetselementet «Planteplankton».

Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll <i>a</i> (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
19.05.2022						
06.06.2022	22	9,1	0,51	2,32	0,04	
20.06.2022	22	8,5	0,95	2,23	0,13	
05.07.2022	14	6,0	0,62	2,20	0,06	
19.07.2022	19	12	1,61	2,56	0,09	
03.08.2022	6,4	5,1	0,53	2,51	0,08	
05.09.2022	20	4,1	0,24	2,54	0,04	
20.09.2022			0,69	2,75	0,27	
12.10.2022	15	7,1	0,45	2,49	0,04	
Gjennomsnitt	17,2	7,4	0,70	2,45		
nEQR	0,66	0,77	0,83	0,73	0,77	0,76

5.3 Skulerudsjøen



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



Figur 6. Skulerudsjøen. Biomasse og sammensetning av planteplankton

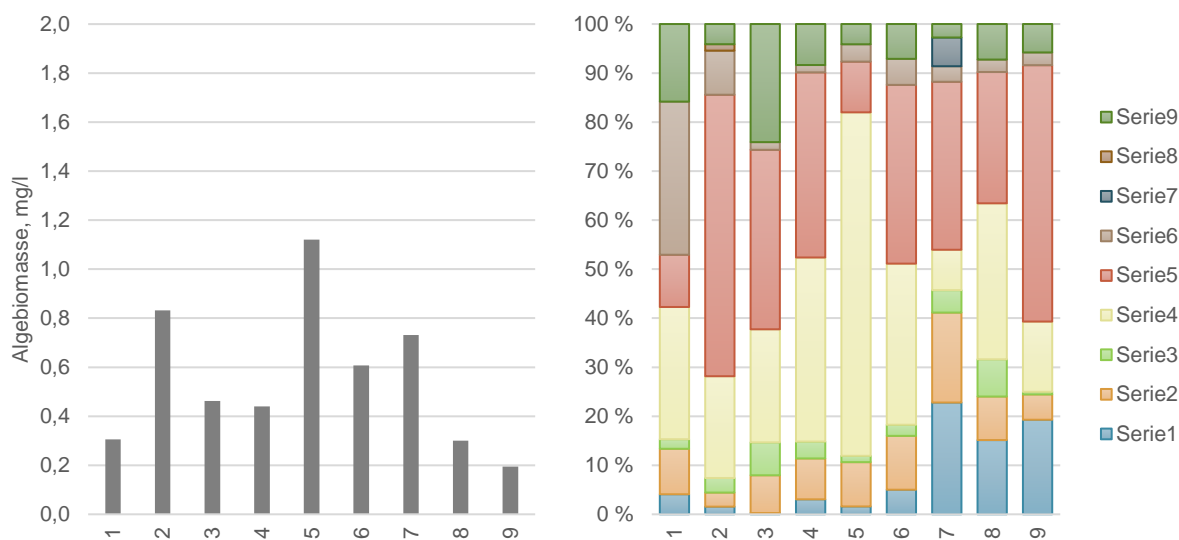
Tabell 8. Skulerudsjøen. Parametere som inngår i kvalitetselementet «Planteplankton».

Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
19.05.2022	26	3,8	0,50	2,29	0,02	
06.06.2022	16	9,8	1,15	2,26	0,02	
20.06.2022	28	5,9	0,53	2,25	0,02	
05.07.2022	23	16	1,17	2,45	0,00	
19.07.2022	26	16	1,53	2,50	0,02	
03.08.2022	16	5,1	0,62	2,42	0,03	
05.09.2022	22		0,74	2,68	0,05	
20.09.2022			0,33	2,57	0,02	
12.10.2022	14	4,7	0,30	2,50	0,01	
Gjennomsnitt	22,4	8,8	0,76	2,44		
nEQR	0,56	0,68	0,80	0,75	0,94	0,74

5.4 Rødenessjøen



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



Figur 7. Rødenessjøen. Biomasse og sammensetning av planteplankton

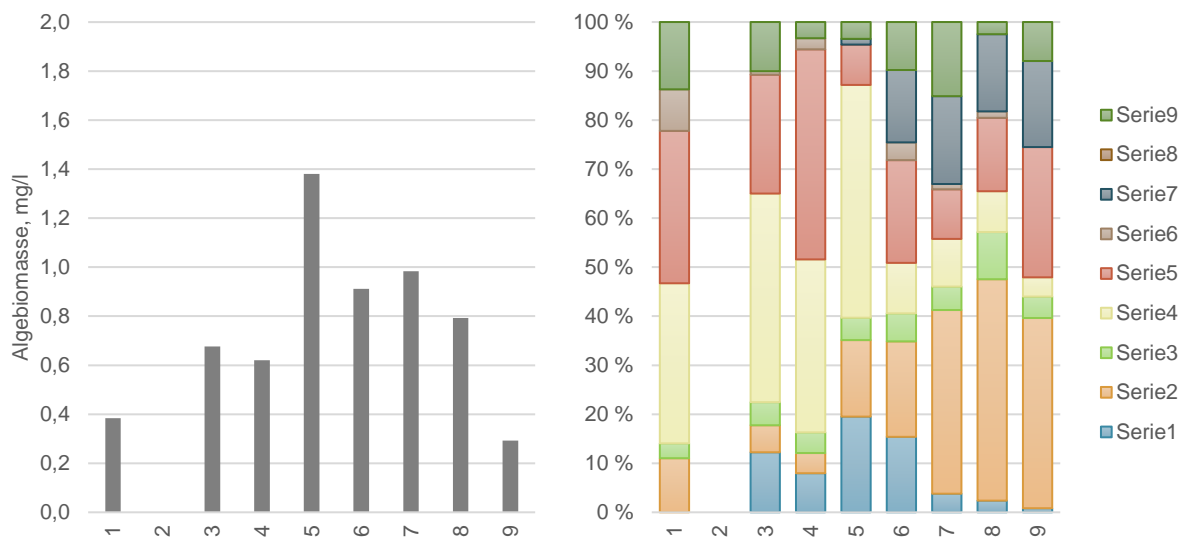
Tabell 9. Rødenessjøen. Parametere som inngår i kvalitetselementet «Planteplankton».

Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll <i>a</i> (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
19.05.2022	21	2,7	0,31	2,24	0,01	
06.06.2022	9,7	3,2	0,83	2,32	0,01	
20.06.2022	22	3,6	0,46	2,19	0,00	
05.07.2022	13	3,1	0,44	2,35	0,01	
19.07.2022	17	11	1,12	2,47	0,02	
03.08.2022	12	4,1	0,61	2,42	0,03	
05.09.2022	18	7,7	0,73	2,47	0,17	
20.09.2022	13	4,5	0,30	2,25	0,05	
12.10.2022	10	2,5	0,19	2,39	0,04	
Gjennomsnitt	15,7	5,0	0,55	2,34		
nQR	0,61	0,82	0,83	0,70	0,80	0,76

5.5 Aremarksjøen



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



Figur 8. Aremarksjøen. Biomasse og sammensetning av planteplankton

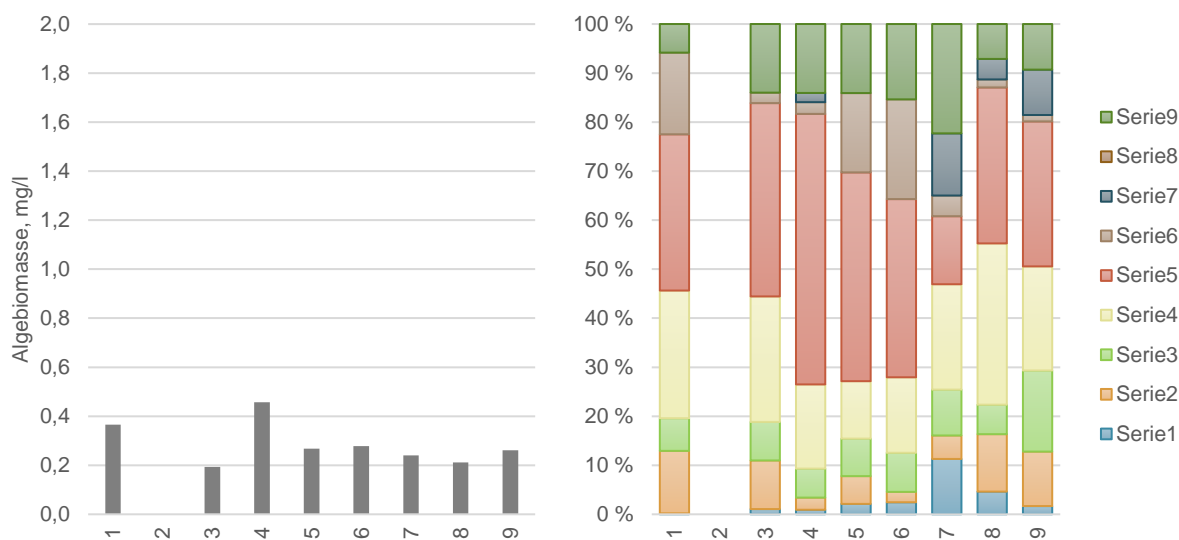
Tabell 10. Aremarksjøen. Parametere som inngår i kvalitetselementet «Planteplankton».

Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll <i>a</i> (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
19.05.2022	16	3,6	0,38	2,16		
06.06.2022						
20.06.2022	22	6,1	0,68	2,25	0,08	
05.07.2022	15	3,9	0,62	2,31	0,05	
19.07.2022	17	8,9	1,38	2,60	0,27	
03.08.2022	8,6	6	0,91	2,53	0,14	
05.09.2022	17	14	0,98	2,45	0,04	
20.09.2022	12	12	0,79	2,48	0,02	
12.10.2022	8,9	5	0,29	2,50	0,00	
Gjennomsnitt	15,4	7,8	0,76	2,41		
nQR	0,62	0,65	0,72	0,62	0,77	0,65

5.6 Femsjøen



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



Figur 9. Femsjøen. Biomasse og sammensetning av planteplankton

Tabell 11. Femsjøen. Parametere som inngår i kvalitetselementet «Planteplankton».

Dato	Total fosfor (µg/l)	Klorofyll <i>a</i> (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
19.05.2022	10	1,9	0,37	2,22	0,00	
06.06.2022						
20.06.2022	17	2,3	0,19	2,19	0,00	
05.07.2022	10	3,3	0,46	2,18	0,00	
19.07.2022	13	1,7	0,27	2,27	0,01	
03.08.2022	12	2,2	0,28	2,22	0,01	
05.09.2022	15	2,5	0,24	2,33	0,03	
20.09.2022	11	2,9	0,21	2,25	0,01	
12.10.2022	8	1,9	0,26	2,30	0,00	
Gjennomsnitt	12,6	2,4	0,28	2,24		
nEQR	0,72	1,00	1,00	0,82	0,97	0,91

5.7 Oppsummering

Både i 2020 og i 2021 var forekomsten av planteplankton i de undersøkte innsjøene i Haldenvassdraget lavere enn det vi hadde sett de foregående årene. Denne tendensen forsterket seg i 2022, og for kvalitetselementet planteplankton registrerte vi da høyere nEQR-verdier i de fleste innsjøene enn det vi vanligvis har funnet de siste 6 årene. Sammenliknet med tidligere år var det særlig indeksen for artssammensetning (PTI) som kom ut bedre i 2022. Det betyr at forekomsten av arter som er typisk for næringsrike systemer var lavere enn vanlig, hvilket igjen indikerer en bedre og mer effektiv transport av primærproduksjonen oppover i næringskjedene. Ut fra kvalitetselementet planteplankton oppfylte samtlige innsjøer kravet til minst *god* økologisk tilstand; den var *god* i alle, bortsett fra i Femsjøen der tilstanden var *svært god*.

Som i tidligere år var den gjennomsnittlige konsentrasjonen av totalfosfor høyere enn forekomsten av planteplankton skulle tilsi. Det er planteplankton som kan representere et problem i innsjøene, og ikke fosforet i seg selv. Når vi flere år på rad har sett at relativt høye fosforkonsentrasjoner ikke gir tilsvarende høy forekomst av planteplankton, tyder det på at en stor andel av fosforet vi måler er lite tilgjengelig for vekst. Dette betyr at vi i stadig mindre grad behøver være bekymret over et noe forhøyet fosforinnhold. Ut fra kriteriene for fastsettelse av økologisk tilstand i gjeldende klassifiseringsveileder, resulterer likevel fosforinnholdet i at den økologiske tilstanden i flere av innsjøene nedgraderes.

Vår faglige vurdering av tilstanden i innsjøene er i overensstemmelse med den informasjonene biomassen og sammensetningen av planteplanktonet ga oss. Basert på resultatene fra de tre siste årene, mener vi at Bjørkelangen per nå ligger i grenseområdet mellom *god* og *moderat* økologisk tilstand, Femsjøen har *svært god* tilstand, mens denne er *god* i de øvrige innsjøene. Av disse ser forholdene i Aremarksjøen ut til å være noe dårligere enn de øvrige, og det er den innsjøen som har størst risiko for å falle tilbake til *moderat* tilstand.

Alle resultater for kvalitetselementet planteplankton er oppsummert i tabell 12.

Dersom vi følger vassdraget sørover fra Bjørkelangen til Femsjøen, så vi følgende i de undersøkte innsjøene:

A. Bjørkelangen

Vi observerte i 2022 mange arter av cyanobakterier som er kjent for å kunne danne store oppblomstringer. Slekten *Aphanizomenon* var vanligst, men *Dolichospermum*, *Planktothrix* og *Microcystis* var også til stede. Ved tilstrekkelig tilgang på næring er det derfor stor sannsynlighet for at minst en av disse i løpet av vekstsesongen vil etablert en stor populasjon. Noe slikt så vi imidlertid ikke i 2022, noe som tyder på at næringstilførselen ikke var stor nok til å understøtte en oppblomstring. Værforholdene i 2022 kan være av årsaken til dette. August var svært nedbørfattig, noe som trolig har gitt lavere fosfortilførsler fra nedbørfeltet enn vanlig i denne perioden. Sensommeren er samtidig det tidspunktet på året vi oftest får oppblomstring av cyanobakterier.

Vi så en forbedret tilstand i Bjørkelangen også i 2020 og i 2021, sammenliknet for årene forut for disse. Det øker sannsynligheten for at den gode tilstanden i 2022 er et resultat av at tiltak i nedbørfeltet har redusert fosfortilførselen til innsjøen. Vi så imidlertid antydning til en oppbygging av biomassen av planteplankton i løpet av juli, og utelukker ikke at denne ville fortsatt dersom vi hadde fått mer nedbør i august.

I 2021 fikk vi i Bjørkelangen for første gang en nEQR-verdi for kvalitetselementet planteplankton som tilsa *god* økologisk tilstand, men da helt på grensen til klassen *moderat*. I 2022 fikk vi enda bedre

resultat. En nEQR-verdi på 0,65 er godt inne i tilstandsklassen *god*. Som i 2021 ga imidlertid fosforinnholdet *moderat* tilstand, og dette ble dermed styrende for fastsettelsen av den økologiske tilstanden i innsjøen i 2021.

B. Hemnessjøen

Vi fant omtrent akkurat de samme artene av cyanobakterier i Hemnessjøen som vi registrerte i Bjørkelangen, men forekomsten av dem var vesentlig mindre. Likevel betyr det at dette er en innsjø hvor det er stor fare for oppblomstringer dersom fosfortilførselen er stor nok. Det er den åpenbart ikke i dag. Cyanobakterier utgjorde nesten 40% av totalbiomassen av planteplankton i september, men det utgjør ikke et problem når totalbiomassen var så lav som 0,6 mg/l. Det ser ut til å være et karakteristisk trekk ved Hemnessjøen at den i løpet av vekstsesongen får en stor forekomst av gullalgen *Synura uvella*. Vi har også tidligere sett at både denne og andre gullalger periodevis har dominert i Hemnessjøen. *Synura uvella* danner kolonier som blir relativt store, noe som reduserer beitetrykket fra dyreplankton, og dermed øker muligheten for oppblomstringer. Den maksimale biomassen av denne arten var noe over 1 mg/l i juli, som vi kan betrakte som en mindre oppblomstring. Denne gullalgen er ikke toksisk, og utgjør dermed ikke samme problem som cyanobakterier kan gjøre.

Gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon var i 2022 på ca. 17 µg/l, som er vesentlig lavere enn det vi fant i Bjørkelangen. Det ga en nEQR-verdi som var noe lavere enn det vi fant for kvalitetselementet planteplankton, men begge holdt seg godt innenfor grensene til tilstandsklassen *god*.

C. Skulerudsjøen

Samfunnet av planteplankton i Skulerudsjøen var temmelig likt det vi fant i Hemnessjøen med dominans av gullalger gjennom store deler av vekstsesongen. Også her var det arten *Synura uvella* som dominerte blant gullalgene, og den maksimale biomassen av planteplankton var nesten identisk med det vi fant i Hemnessjøen. I begge innsjøene inntraff dette i andre halvdel av juli. Likevel var det også noen forskjeller. I Skulerudsjøen var forekomsten av cyanobakterier svært beskjeden hele sesongen, og på høsten fikk vi et betydelig innslag av nåleflagellaten *Gonyostomum semen*. Denne arten ble bare så vidt registrert i Hemnessjøen. Dette er en art som kan danne store oppblomstringer, og den kan ved stor forekomst gi kløe eller allergiske reaksjoner ved bading. Dermed karakteriseres den som en problemalge. Både i 2020 og i 2021 utgjorde den i perioder over 70% av totalbiomassen, men forekomsten var mindre i 2022. Den utgjorde maksimalt 45%, og var vanlig bare i første halvdel av september. Biomassen av *Gonyostomum* oversteg aldri 0,4 mg/l i 2022, og på et såpass lavt nivå representerer den ikke et problem.

Delindeksene for kvalitetselementet planteplankton ga enten *god* eller *svært god* tilstand, og samlet ble tilstanden ut fra dette kvalitetselementet *god*. Den gjennomsnittlige fosforkonsentrasjonen i 2022 var imidlertid så høy som 22 µg/l. Denne støtteparameteren trekker dermed den økologiske tilstanden ned til *moderat*. Ut fra mengde og artssammensetning av planteplankton betyr det sannsynligvis at en betydelig andel av totalfosforet er lite tilgjengelig for vekst. Vår faglige vurdering er derfor at *god* er den korrekte tilstandsklassen for innsjøen for sesongen 2022.

D. Rødenessjøen

I siste halvdel av juli tippet totalbiomassen av planteplankton så vidt over 1 mg/l. Som i Hemnessjøen og Skulerudsjøen, var det da gullalgen *Synura uvella* som dominerte. I resten av sesongen fant vi et variert samfunn av planteplankton. Den totale biomassen var normalt godt under 1 mg/l, som ga et gjennomsnitt for hele vekstsesongen på 0,55 mg/l. Både delindeksen for biomasse og den for klorofyll *a* indikerte en *svært god* tilstand. I høstprøvene var det et visst innslag av cyanobakterier, inklusiv fra slektene *Aphanizomenon* og *Dolichospermum*. Disse, samt den markante forekomsten av *Synura* i juli, ga indeksen for artssammensetning (PTI) en nEQR-verdi som indikerte *god* tilstand. Dette ble for 2022 også tilstandsklassen for kvalitetselementet planteplankton som helhet, men med en nEQR-verdi som lå helt i øvre del av denne klassen.

Den gjennomsnittlige fosforkonsentrasjonen var i 2022 på 16 µg/l, som er lavere enn både i 2020 og i 2021. For den vanntypen som Rødenessjøen tilhører gir det en nEQR-verdi helt i nedre del av tilstandsklassen *god*. Totalfosfor er en støtteparameter, men trekker i dette tilfellet nEQR-verdien for innsjøen nedover. Den økologisk tilstanden holdt seg imidlertid fortsatt innenfor klassen *god*.

E. Aremarksjøen

Også i Aremarksjøen registrerte vi den høyeste biomassen av planteplankton i andre halvdel av juli. Som i flere av de andre innsjøene i denne undersøkelsen utgjorde gullalgen *Synura* da en betydelig andel av den totale biomassen. Vi registrerte også her cyanobakterier som er kjent for å kunne skape oppblomstringer (*Aphanizomenon*, *Dolichospermum*, *Planktothrix*), men heller ikke i Aremarksjøen utgjorde disse på noe tidspunkt i sesongen en stor andel av planteplanktonet. Sammenliknet med de øvrige innsjøene, hadde vi her et klart større innslag av kiselalger i høstprøvene. Av kiselalgene var det arten *Tabellaria fenestrata* som hadde størst forekomst. I norske innsjøer er det veldig vanlig at kiselalger dominerer på høsten (jfr. figur 2 og figur 3). Som i Skulerudsjøen registrerte vi nåleflagellaten *Gonyostomum semen* i høstprøvene, men også her holdt biomassen av denne arten seg på et lavt nivå.

Alle delkomponentene i kvalitetselementet planteplankton kom i 2022 ut med *god* tilstand. Bortsett fra i Bjørkelangen lå imidlertid nEQR-verdiene i Aremarksjøen lavere enn i innsjøene lenger nord i vassdraget, noe som tilsier at forholdene her er noe dårligere enn i Hemnessjøen, Skulerudsjøen og Rødenessjøen. Dette er det samme mønsteret vi i hovedsak har funnet de siste 6 årene. Fosforinnholdet ble målt til nær det samme som i Rødenessjøen, noe som resulterte i at den økologiske tilstanden for 2022 endte opp som *god*.

F. Femsjøen

Av innsjøene som inngår i denne undersøkelsen er det Femsjøen som alltid kommer best ut for kvalitetselementet planteplankton. Totalbiomassen var i 2022 enda lavere enn vanlig, og artssammensetningen var *god*. Vi fant problematiske cyanobakterier som *Aphanizomenon* og nåleflagellaten *Gonyostomum semen* også her, men forekomsten var *svært lav*. Biomasse og sammensetning av planteplanktonet ga *svært god* tilstand for alle delindeksene som inngår i kvalitetselementet planteplankton.

Fosforkonsentrasjonen i Femsjøen var for sesongen 2022 i gjennomsnitt på 13 µg/l, som er marginalt lavere enn det vi fant de to foregående årene. Dette er et nivå som for denne vanntypen tilsier en god økologisk tilstand. Også i Femsjøen har vi sett at tilstandsvurdering ut fra innholdet av fosfor systematisk gir dårligere resultater enn det vi finner for planteplankton. Det indikerer at en betydelig andel av fosforet er lite tilgjengelig for vekst. Likevel medfører det at den økologiske tilstanden i innsjøen nedgraderes til god tilstand.

Tabell 12. Oppsummering av normaliserte EQR – verdier (nEQR), tilstandsklasse i 2022 ut fra kvalitetselementet planteplankton, og endelig tilstand hvor bidrag fra støtteparametere (fosfor) er inkludert. 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). (P) indikerer nedgradering pga. innholdet av totalfosfor. * indikerer at nEQR har blitt trukket ned av totalfosfor, men uten at tilstandsklassen er endret.

Innsjø	Klorofyll a		Biomasse		PTI		Cyano _{max}		Planteplankton		Tilstand
	Kl.	nEQR	Kl.	nEQR	Kl.	nEQR	Kl.	nEQR	Kl.	nEQR	nEQR
Bjørkelangen	G	0,64	G	0,75	G	0,61	G	0,68	G	0,65	0,50 (P)
Hemnessjøen	G	0,77	SG	0,83	G	0,73	G	0,77	G	0,76	0,66*
Skulerudsjøen	G	0,68	SG/G	0,80	G	0,75	SG	0,94	G	0,74	0,56 (P)
Rødenessjøen	SG	0,82	SG	0,83	G	0,70	G/SG	0,80	G	0,76	0,61*
Aremarksjøen	G	0,65	G	0,72	G	0,62	G	0,77	G	0,65	0,62*
Femsjøen	SG	1,00	SG	1,00	SG	0,82	SG	0,97	SG	0,91	0,72 (P)

6 Referanser

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.